(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 696 719 A1

(12) DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
14.02.1996 Bulletin 1996/07

(51) Int Cl.[6]: **F28G 1/16**, F28G 15/04, F22B 37/48

(21) Numéro de dépôt: **95401587.1**

(22) Date de dépôt: **30.06.1995**

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

(30) Priorité: **12.08.1994 FR 9410008**

(71) Demandeur: **FRAMATOME**
F-92400 Courbevoie (FR)

(72) Inventeurs:
- **Bourdelet, Martin**
  F-69003 Lyon (FR)
- **Magnin, Bernard**
  F-42630 Saint Victor Sur Rhin (FR)
- **Vouzellaud, Alain**
  F-69270 Fontaines Sur Saone (FR)

(74) Mandataire: **Bouget, Lucien et al**
F-75441 Paris Cédex 09 (FR)

(54) Dispositif de nettoyage par jet de liquide d'une plaque tubulaire d'un échangeur de chaleur et utilisation

(57) Le dispositif comporte un rail (17) placé dans une direction diamétrale à l'intérieur du générateur de vapeur contre une plaque (10) de séparation du faisceau, un support (18) monté mobile sur le rail (17) et un porte-buses (30) monté pivotant autour d'un axe parallèle au rail (17) sur le support (18). Le positionnement précis du porte-buses (30) par rapport aux tubes du faisceau est réalisé par un dispositif de positionnement (40) comportant une pièce (41) qui peut être déplacée dans une direction perpendiculaire au rail (17) pour venir en contact avec la surface extérieure d'un tube (22) du faisceau. Une partie de la rampe (19) fixe en rotation sur le support (18) comporte des buses ayant une inclinaison différente de l'inclinaison des buses (31) du porte-buses (30). Le dispositif est utilisé en particulier pour le nettoyage de la plaque tubulaire et du faisceau d'un générateur de vapeur.

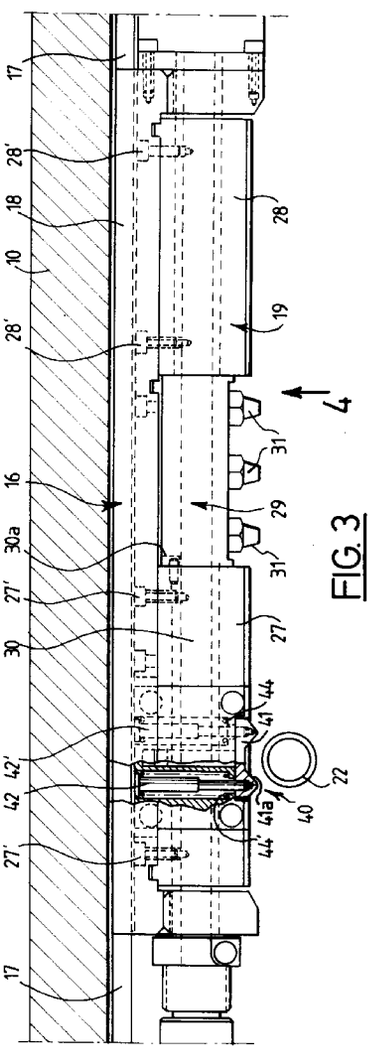

FIG.3

EP 0 696 719 A1

Description

L'invention concerne un dispositif de nettoyage par jet de liquide d'une plaque tubulaire d'un échangeur de chaleur et en particulier d'un générateur de vapeur d'un réacteur nucléaire à eau sous pression.

Les réacteurs nucléaires à eau sous pression comportent des générateurs de vapeur qui assurent l'échauffement et la vaporisation d'eau d'alimentation par la chaleur transportée par l'eau sous pression de refroidissement du coeur du réacteur.

Les réacteurs nucléaires à eau sous pression comportent, sur chacune de leurs branches primaires, un générateur de vapeur ayant une partie primaire dans laquelle circule l'eau sous pression de refroidissement du réacteur et une partie secondaire recevant de l'eau d'alimentation qui est échauffée et vaporisée progressivement et ressort de la partie secondaire du générateur de vapeur sous forme de vapeur qui est envoyée à une turbine associée au réacteur nucléaire pour assurer l'entraînement d'un alternateur de production du courant électrique.

De tels générateurs de vapeur comportent une enveloppe externe de forme générale cylindrique disposée avec son axe vertical et solidaire d'une plaque tubulaire sensiblement horizontale dont la face inférieure ou face d'entrée constitue une paroi de la boîte à eau d'alimentation du générateur de vapeur en eau sous pression constituant le fluide primaire.

Le générateur de vapeur comporte également un faisceau de tubes cintrés en U comportant chacun deux branches droites parallèles entre elles dont les extrémités sont fixées dans des trous traversant la plaque tubulaire entre la face inférieure d'entrée de la plaque tubulaire et la face supérieure de sortie par laquelle les tubes du faisceau pénètrent dans la partie secondaire du générateur de vapeur qui est délimitée par une enveloppe interne de faisceau disposée dans une position coaxiale à l'intérieur de l'enveloppe externe, de manière qu'un espace annulaire soit ménagé entre la paroi externe et l'enveloppe interne du faisceau. En outre, l'enveloppe interne comporte une extrémité inférieure située à une certaine distance au-dessus de la face supérieure de la plaque tubulaire, de manière à ménager un espace de passage pour l'eau d'alimentation du générateur de vapeur qui est introduite dans la partie secondaire comportant le faisceau disposé à l'intérieur de l'enveloppe interne, par l'espace annulaire.

Les trous de passage et de fixation des tubes du faisceau dans la plaque tubulaire sont disposés suivant un réseau régulier sur toute la surface de la plaque tubulaire, à l'exception de la partie périphérique de la plaque tubulaire qui constitue une voie libre annulaire à l'aplomb de l'espace annulaire d'amenée d'eau d'alimentation et d'une partie centrale de direction diamétrale constituant une allée centrale ou rue d'eau de part et d'autre de laquelle sont disposées les branches droites des tubes. Les tubes à la partie centrale du faisceau délimitent, entre leurs branches droites, un espace libre s'étendant suivant la direction axiale des tubes et du faisceau, au-dessus de l'allée centrale de la plaque tubulaire.

Une plaque de partition du faisceau est généralement disposée à l'intérieur de l'espace libre à la partie centrale du faisceau, dans une disposition parallèle à l'axe des branches droites des tubes et à l'allée centrale.

Cette plaque peut reposer sur la plaque tubulaire ou comporter un bord inférieur disposé à une certaine distance au-dessus de la face supérieure de la plaque tubulaire.

L'enveloppe externe et l'enveloppe interne du faisceau sont généralement percées d'ouvertures disposées dans des positions diamétralement opposées débouchant dans l'espace libre central du faisceau du générateur de vapeur.

Pendant le fonctionnement du générateur de vapeur, l'eau sous pression qui constitue le fluide primaire de refroidissement du coeur est amenée dans un compartiment de la boîte à eau, de façon à être répartie sous la face d'entrée de la plaque tubulaire, dans les extrémités d'entrée des tubes du faisceau. L'eau sous pression à haute température circule ensuite dans les tubes du faisceau pour ressortir par les extrémités de sortie de ces tubes dans un second compartiment de la boîte à eau relié au circuit primaire du réacteur pour assurer le retour de l'eau de refroidissement dans la cuve.

L'eau d'alimentation qui est amenée et répartie dans l'espace libre annulaire autour de l'enveloppe interne de faisceau circule de haut en bas dans l'espace libre annulaire, pénètre dans l'enveloppe de faisceau en-dessous de son extrémité inférieure puis vient en contact avec les tubes du faisceau à travers la paroi desquels s'effectue l'échange thermique entre le fluide primaire et l'eau d'alimentation. L'eau d'alimentation est échauffée progressivement puis vaporisée pendant son parcours en contact avec les tubes du faisceau dans la direction verticale et de bas en haut.

La vapeur produite est asséchée dans la partie supérieure du générateur de vapeur et sort de l'enveloppe externe par une tubulure reliée à l'extrémité supérieure de l'enveloppe externe.

La vapeur produite qui est utilisée dans la turbine du réacteur est condensée et récupérée au niveau d'un condenseur puis renvoyée au générateur de vapeur, de sorte que la partie secondaire du générateur de vapeur dans laquelle circule l'eau d'alimentation fonctionne en circuit fermé.

L'eau d'alimentation est traitée et présente des caractéristiques chimiques qui limitent au maximum son pouvoir de corrosion. Cependant, après une période de fonctionnement du réacteur nucléaire, l'eau d'alimentation se trouve chargée en produits de corrosion tels que des oxydes qui ont tendance à se déposer sous forme de boues dans les parties du circuit secondaire où l'eau d'alimentation circule à basse vitesse et en particulier sur la face supérieure de sortie de la plaque tubulaire du gé-

nérateur de vapeur entre les tubes du faisceau.

Les boues déposées sur la plaque tubulaire au niveau de la jonction des tubes du faisceau produisent une corrosion qui peut entraîner à terme une diminution de l'épaisseur des tubes, la formation de fissures dans leur paroi et éventuellement leur rupture.

Pour éviter ces phénomènes de corrosion, les plaques tubulaires des générateurs de vapeur doivent être nettoyées régulièrement pendant les phases d'arrêt pour entretien et rechargement du réacteur nucléaire et même avant la mise en service industrielle.

Ce nettoyage peut être effectué en envoyant des jets d'eau sur la face supérieure de sortie de la plaque tubulaire, entre les rangées de tubes du faisceau, dans le sens allant du centre vers la périphérie du faisceau.

Les boues sont détachées de la face de sortie de la plaque tubulaire et dirigées vers l'espace libre périphérique situé autour de la partie inférieure du faisceau sur la face supérieure de la plaque tubulaire où elles sont aspirées, par exemple par une tuyauterie introduite par une ouverture traversant l'enveloppe externe du générateur de vapeur.

Les tubes du faisceau sont disposés suivant des rangées dans lesquelles les tubes constituent des nappes planes parallèles à l'axe du faisceau. Entre deux rangées successives parallèles entre elles de tubes du faisceau, est ménagé un espace libre rectiligne qui se trouve à l'aplomb d'une zone de la plaque tubulaire débouchant, à l'une de ses extrémités, dans l'espace central de la plaque tubulaire constituant l'allée centrale et, à son autre extrémité, dans l'espace périphérique où sont récupérées les boues décollées par les jets de liquide pendant le nettoyage.

L'opération de nettoyage consiste à diriger un jet de liquide sous forte pression, suivant chacune des allées de la plaque tubulaire entre deux rangées de tubes, de manière à réaliser un balayage de l'allée entre les rangées de tubes, depuis l'allée centrale jusqu'à l'espace périphérique dans lequel sont récupérées les boues. De cette manière, les boues sont entraînées en direction de l'espace périphérique.

On a proposé des dispositifs tels que des lances ou des rampes qui peuvent être déplacées à l'intérieur de l'espace central du générateur de vapeur, au-dessus de l'allée centrale, de manière à réaliser successivement, dans chacune des allées entre les tubes, le décollage et l'entraînement des boues vers la périphérie du générateur de vapeur.

Ces dispositifs de nettoyage sont généralement introduits dans l'enveloppe du générateur de vapeur, par une paire d'ouvertures traversant l'enveloppe du générateur de vapeur et placées dans des dispositions diamétralement opposées.

On a par exemple proposé d'introduire et de fixer contre la plaque de partition du faisceau, un rail de guidage placé dans une direction diamétrale du générateur de vapeur, entre deux ouvertures traversant l'enveloppe externe du générateur de vapeur.

Un chariot est monté mobile sur le rail qui est conçu de manière à présenter une certaine flexibilité dans une direction perpendiculaire à la plaque de partition et aux axes des tubes et une rigidité dans la direction de l'axe des tubes suffisante pour supporter le chariot mobile.

Le chariot porte une ou plusieurs rampes de nettoyage qui comportent chacune un ensemble de buses dont les axes sont dirigés suivant des plans parallèles aux rangées de tubes du faisceau et qui peuvent être alimentées en liquide sous forte pression, de manière à former des jets qui sont dirigés successivement, pendant le déplacement du chariot sur le rail, dans chacune des allées entre les rangées de tubes.

Le balayage de chacune des allées est réalisé en faisant osciller les buses autour d'un axe parallèle au rail de guidage du chariot, de manière à déplacer le jet entre une position permettant d'atteindre l'allée centrale et une position inclinée vers l'extérieur permettant d'atteindre l'espace périphérique du générateur de vapeur.

Un tel dispositif est complexe, dans la mesure où il est nécessaire de prévoir des moyens de déplacement du chariot qui peuvent être introduits dans l'enveloppe du générateur de vapeur par un trou de visite et des moyens permettant de faire osciller les buses entre deux positions extrêmes.

En outre, il est très difficile de réaliser, lors du déplacement pas à pas du chariot, un positionnement précis des rampes et des buses, de manière que les jets soient dirigés parfaitement suivant les allées entre les rangées de tubes. Dans le cas où les rampes et les buses ne sont pas positionnées de manière parfaite, les jets peuvent venir frapper les tubes du faisceau, au détriment de l'efficacité du nettoyage et avec un certain risque de détérioration des tubes.

En outre, dans le cas où les tubes sont disposés suivant un réseau à mailles triangulaires, ce qui est une disposition fréquente dans le cas des faisceaux des générateurs de vapeur des réacteurs nucléaires à eau sous pression, les rangées de tubes et les allées entre les rangées qui débouchent dans l'allée centrale présentent trois directions différentes.

Les allées d'un premier ensemble sont dirigées perpendiculairement à la rue d'eau et au rail du dispositif de nettoyage, un second ensemble comporte des allées dirigées à 30° et un troisième ensemble comporte des allées dirigées à 150° par rapport à la rue d'eau centrale et au rail de guidage du dispositif de nettoyage.

Le dispositif de nettoyage doit donc comporter des rampes ayant des jeux de buses dirigées suivant les trois directions des allées entre les tubes, ce qui complique la réalisation et la mise en place du dispositif dans chacune de ses positions de travail.

Il est également difficile de réaliser un balayage parfait des allées entre les tubes, sur toute leur longueur, dans les trois directions principales du réseau.

Le but de l'invention est donc de proposer un dispositif de nettoyage par jet de liquide d'une plaque tubulaire d'un échangeur de chaleur comprenant une enveloppe

externe sensiblement cylindrique, une plaque tubulaire transversale solidaire de l'enveloppe externe, un faisceau de tubes dont les extrémités sont fixées dans des trous traversant la plaque tubulaire entre une face d'entrée de la plaque tubulaire constituant une paroi d'une boîte à eau et une face de sortie par laquelle sortent les tubes du faisceau qui comportent des branches droites parallèles entre elles et qui sont disposés suivant un réseau régulier dans les plans transversaux parallèles aux faces de la plaque tubulaire, le faisceau délimitant un espace libre central dans la direction axiale des branches droites des tubes, au-dessus d'une allée centrale de direction diamétrale sur la face de sortie de la plaque tubulaire, dans lequel est disposée une plaque de séparation parallèle à la direction axiale des tubes, le dispositif de nettoyage comportant un rail semi-rigide muni de moyens de fixation à l'intérieur du générateur de vapeur, entre deux ouvertures opposées diamétralement traversant l'enveloppe externe et contre la plaque de séparation, un support monté mobile sur le rail dans une direction diamétrale de l'enveloppe du générateur de vapeur, au moins un porte-buses de nettoyage monté rotatif autour d'un axe parallèle au rail sur le support et des moyens reliés au porte-buses pour son déplacement commandé depuis l'extérieur de l'enveloppe du générateur de vapeur et pour l'alimentation des buses en liquide de nettoyage, le dispositif de nettoyage étant d'une réalisation simple et permettant une mise en place et une orientation précises des buses de nettoyage par rapport aux rangées de tubes du faisceau quelle que soit la forme du réseau régulier sur lequel sont disposés les tubes du faisceau.

Dans ce but, le dispositif de nettoyage suivant l'invention comporte de plus des moyens de positionnement du support et du porte-buses dans une position quelconque de nettoyage d'un ensemble d'allées entre les rangées de tubes débouchant dans l'allée centrale, comprenant un moyen d'appui et de centrage destiné à coopérer avec au moins un tube du faisceau et un moyen d'actionnement commandé par le liquide de nettoyage, pour l'application du moyen d'appui et de centrage contre le tube, avec reprise d'effort par la plaque de séparation.

De préférence, le dispositif de nettoyage suivant l'invention comporte, dans le cas du nettoyage d'une plaque tubulaire d'un générateur de vapeur comprenant un faisceau de tubes disposés suivant un réseau à mailles triangulaires, un premier ensemble de buses de nettoyage montées oscillantes sur le support et dirigées perpendiculairement au rail de guidage du support, et au moins un ensemble de buses de nettoyage montées fixes sur le support, alignées suivant une ligne elliptique ayant pour axe l'axe d'oscillation des buses du premier ensemble et dirigées à 60° par rapport à l'axe des buses du premier ensemble ainsi que des moyens d'alimentation en liquide de nettoyage constitués par un support tubulaire des buses du premier ensemble monté oscillant et comportant au moins une ouverture d'alimentation successive des buses du second ensemble disposées suivant la ligne elliptique, lors de l'oscillation des buses du premier ensemble et de leur support.

Afin de bien faire comprendre l'invention, on va maintenant décrire, à titre d'exemple non limitatif, en se référant aux figures jointes en annexe, un mode de réalisation d'un dispositif de nettoyage suivant l'invention utilisé pour le nettoyage d'une plaque tubulaire d'un générateur de vapeur ayant un faisceau dont les tubes sont disposés dans des plans transversaux, suivant un réseau à maille triangulaire.

La figure 1 est une vue en perspective éclatée de la partie inférieure d'un générateur de vapeur dans lequel est réalisée une opération de nettoyage de la plaque tubulaire et de la partie inférieure du faisceau en utilisant un dispositif suivant l'invention.

La figure 2 est une demi-vue en coupe par un plan transversal du générateur de vapeur dans lequel est introduit un dispositif de nettoyage suivant l'invention.

La figure 3 est une vue de dessus d'une partie du dispositif de nettoyage constitué sous la forme d'une rampe de lançage.

La figure 4 est une vue en élévation suivant 4 de la figure 3.

La figure 5 est une vue en coupe par un plan axial d'une première partie longitudinale de la rampe représentée sur les figures 3 et 4.

La figure 6 est une vue en coupe par un plan axial d'une seconde partie longitudinale de la rampe représentée sur les figures 3 et 4.

La figure 7 est une vue en coupe suivant 7-7 de la figure 4.

La figure 8 est une vue en coupe suivant 8-8 de la figure 4.

La figure 9 est une vue en coupe suivant 9-9 de la figure 4.

Sur la figure 1, on a représenté la partie inférieure 1 d'un générateur de vapeur comportant une enveloppe externe 2 de forme sensiblement cylindrique disposée avec son axe vertical, un faisceau de tubes 3 à l'intérieur d'une enveloppe de faisceau 4 disposée de manière coaxiale à l'intérieur de l'enveloppe externe 2 et une plaque tubulaire 5 délimitant une boîte à eau 6 de forme hémisphérique constituant la partie inférieure du générateur de vapeur.

La plaque tubulaire 5 est traversée par un réseau d'ouvertures ayant une disposition régulière, dans chacune desquelles est fixée une extrémité d'un tube du faisceau 3.

Chacun des tubes du faisceau 3 présente la forme d'un U et comporte deux branches droites parallèles entre elles qui sont engagées à leur extrémité dans deux trous de la plaque tubulaire débouchant dans la boîte à eau 6, de part et d'autre d'une cloison de partition de la boîte à eau séparant celle-ci en un collecteur chaud dans lequel pénètre l'eau de refroidissement du réacteur provenant de la cuve et échauffée par la chaleur dégagée par le coeur et un collecteur froid dans lequel est récu-

pérée l'eau de refroidissement ayant circulé dans les tubes du faisceau 3 de manière à assurer, par transfert thermique, l'échauffement et la vaporisation d'eau d'alimentation introduite dans l'enveloppe du générateur 2 par l'intermédiaire de tubulures 9.

Une tubulure 7 débouchant dans le collecteur chaud de la boîte à eau assure la jonction de la boîte à eau avec une canalisation du circuit primaire du réacteur reliée à la cuve.

Une seconde tubulure 8 débouchant dans le collecteur froid de la boîte à eau 6 assure la liaison de la boîte à eau à une seconde canalisation du circuit primaire par laquelle l'eau est renvoyée dans la cuve du réacteur nucléaire.

L'eau d'alimentation du générateur de vapeur pénétrant à l'intérieur de l'enveloppe externe 2 par l'intermédiaire des tubulures 9 circule de haut en bas dans un espace annulaire ménagé entre l'enveloppe externe 2 et l'enveloppe de faisceau 4 pour venir en contact avec les tubes du faisceau 3 à la partie inférieure de l'enveloppe de faisceau 4 qui est située à une certaine distance au-dessus de la face supérieure de la plaque tubulaire 5.

La plaque tubulaire 5 comporte une allée centrale de direction diamétrale 12 qui n'est pas percée de trous de traversée de tubes et qui sépare la plaque tubulaire en deux parties dans lesquelles la plaque est traversée par des trous disposés suivant un réseau régulier.

Les tubes du faisceau en forme d'U sont montés sur la plaque tubulaire, de manière qu'une de leurs branches droites soit fixée à son extrémité d'un côté de l'allée centrale 12 de la plaque tubulaire et leur seconde branche droite de l'autre côté de l'allée centrale 12 ou rue d'eau suivant laquelle est récupérée l'eau du générateur de vapeur, lors de sa vidange.

De part et d'autre de l'allée centrale 12 du générateur de vapeur, sont fixés les tubes dont la partie cintrée présente le plus faible rayon de courbure qui sont alignés pour constituer deux rangées de branches droites de part et d'autre de la rue d'eau et délimiter, à la partie centrale du faisceau, un espace libre 13 parallèle aux branches droites des tubes et situé à l'aplomb de la rue d'eau centrale 12.

Dans l'espace libre 13 est disposée une plaque 10 de séparation du faisceau ayant une disposition verticale et diamétrale à l'intérieur du faisceau et séparant le faisceau en deux parties, chacune des parties du faisceau comportant l'ensemble des premières branches ou des secondes branches des tubes du faisceau 3.

La plaque de séparation 10 est fixée à l'intérieur du faisceau sur une certaine hauteur et traverse chacune des plaques-entretoise 11 assurant le maintien des tubes du faisceau 3 suivant un réseau régulier, chacune des plaques-entretoises étant constituée de deux demi-plaques entre lesquelles passe la plaque de séparation 10.

Des ouvertures 14 appelées trous de poing traversant l'enveloppe externe 2 du générateur de vapeur sont disposées en deux emplacements diamétralement opposés sur l'enveloppe externe 2 du générateur de vapeur, de part et d'autre de l'espace libre central 13 dans lequel est placée la plaque de séparation verticale 10 reposant par sa partie inférieure sur la plaque tubulaire 5, au niveau de la rue d'eau 12 du générateur de vapeur.

L'enveloppe de faisceau est également percée d'ouvertures, en vis-à-vis des trous de poing 14, de manière qu'il est possible, à travers les trous de poing 14, d'accéder à chacune des parties du faisceau, de part et d'autre de la plaque de séparation 10.

La plaque tubulaire 5 comporte également une partie périphérique annulaire 15 disposée à l'aplomb de l'espace annulaire, entre l'enveloppe externe 2 du générateur de vapeur et l'enveloppe de faisceau 4, qui n'est pas percée d'ouvertures de passage et de fixation de tubes du faisceau, cette zone se trouvant à l'extérieur de l'enveloppe 4 dans laquelle est disposé le faisceau 3.

L'eau d'alimentation en circulation dans le circuit secondaire du générateur de vapeur comportant l'espace intérieur de l'enveloppe externe 2 du générateur de vapeur, au-dessus de la plaque tubulaire 5, se charge progressivement de produits de corrosion tels que des oxydes qui constituent des boues ayant tendance à se déposer dans les zones où l'eau d'alimentation du circuit secondaire présente une vitesse faible. En particulier, les boues s'accumulent sur la face supérieure de la plaque tubulaire 5, entre les tubes du faisceau 3. Le dépôt de boues sur la plaque tubulaire peut entraîner une certaine corrosion des tubes du faisceau, dans la zone de sortie de la plaque tubulaire.

Pendant certains arrêts du réacteur nucléaire pour rechargement, entretien ou réparation, il peut être nécessaire ou souhaitable de nettoyer la face supérieure de la plaque tubulaire 5 et la partie inférieure des tubes du faisceau à l'endroit où ces tubes pénètrent dans les trous de traversée de la plaque tubulaire 5.

Pour réaliser le nettoyage de la plaque tubulaire et de la partie inférieure des tubes du faisceau, on peut utiliser un dispositif de nettoyage par jet de liquide sous forte pression dont une partie constituant une rampe de lançage est introduite dans l'espace libre 13 par les trous de poing 14.

Un tel dispositif 16 réalisé suivant l'invention a été représenté sur les figures 1 et 2.

Le dispositif 16 comporte un rail 17 rectiligne qui est introduit dans l'espace libre 13 par les trous de poing 14, fixé à ses extrémités sur l'enveloppe du générateur de vapeur, de manière à se trouver en tension et plaqué contre la plaque de séparation 10 du faisceau, dans une zone située au-dessus de la face supérieure de la plaque tubulaire 5 et en-dessous de la plaque entretoise 11 située le plus bas dans le faisceau 3.

Le rail 17 assure le guidage d'un support 18 qui peut être déplacé par glissement sur le rail 17, au-dessus de la rue d'eau 12 de direction diamétrale et suivant toute sa longueur, grâce à un conduit flexible 20 par l'intermédiaire duquel on peut assurer une poussée sur le support 18 monté glissant sur le rail 17, depuis l'extérieur de l'en-

veloppe du générateur de vapeur, de manière manuelle ou en utilisant un dispositif de déplacement 21 comportant un tireur-pousseur.

Le support 18 du dispositif de nettoyage 16 comporte au moins une rampe de nettoyage 19 comportant des buses qui peuvent être inclinées de manière que des jets de liquide de nettoyage issus des buses de la rampe 19 atteignent la face supérieure de la plaque tubulaire 5 dans les allées entre les rangées de tubes du faisceau 3.

On peut également réaliser un mouvement de pivotement de la rampe 19, par l'intermédiaire du conduit flexible 20 qui est mis en rotation successivement dans un sens et dans l'autre, par le dispositif 21 ou de manière manuelle, pour réaliser un balayage des allées entre les tubes, entre la rue d'eau centrale 12 et l'espace périphérique 15.

Le conduit flexible 20 est également relié à la rampe 19 à l'une de ses extrémités et à un moyen de distribution de liquide sous pression de nettoyage à son autre extrémité, tel qu'une pompe, de manière à fournir à la rampe 19, un liquide sous pression qui est éjecté par les buses de la rampe 19 sous forme de jets rectilignes à fort effet d'impact.

Comme il est visible sur la figure 2, les ouvertures traversant la plaque tubulaire 5 et les tubes 22 du faisceau 3 sont disposées suivant un réseau à maille triangulaire, de sorte que les allées entre les rangées rectilignes de tubes 22 présentent trois directions différentes 23a, 23b et 23c faisant respectivement un angle de 90°, 30° et 150° avec un axe orienté 24 disposé longitudinalement dans la rue d'eau centrale 12.

Un nettoyage efficace de la plaque tubulaire et de la partie inférieure des tubes 22 peut être réalisé en envoyant successivement des jets d'eau à fort effet d'impact en direction de la plaque tubulaire 5, dans les espaces libres entre les rangées des tubes situés à l'aplomb des allées dirigées suivant l'une au moins des directions 23a, 23b et 23c.

Le support 18 de la rampe de lançage 19 du dispositif de nettoyage 16 suivant l'invention permet de déplacer pas à pas la rampe 19, de manière à assurer sucessivement le balayage et le nettoyage de toutes les allées entre les tubes du faisceau du générateur de vapeur situées dans l'une au moins des directions 23a, 23b et 23c.

De préférence, le balayage sera effectué successivement suivant un ensemble de deux allées de directions 23a et 23b ou 23a et 23c ou encore suivant un ensemble de trois allées dirigées suivant les trois directions 23a, 23b et 23c.

Le balayage de chacune des allées de direction radiale de la plaque tubulaire 5 du générateur de vapeur provoque le décollement des boues et leur entraînement dans l'espace libre périphérique 15 à l'intérieur duquel les boues sont aspirées par un dispositif 25 constitué par exemple par une ou plusieurs conduites reliées à un moyen d'aspiration sur laquelle sont disposées des crépines d'aspiration reposant sur la plaque tubulaire, au niveau de l'espace périphérique central 15.

Le dispositif d'aspiration 25 peut être introduit dans l'enveloppe du générateur de vapeur par les trous de poing 14.

On va maintenant décrire, en se référant à l'ensemble des figures 3 à 9, le support 18 de la rampe 19 du dispositif de nettoyage 16 suivant l'invention, monté mobile sur le rail 17, fixé à l'intérieur de l'enveloppe du générateur de vapeur et plaqué contre la plaque de séparation 10.

Comme il est visible en particulier sur la figure 7, le support mobile 18 de la rampe 19 est réalisé sous la forme d'une plaque comportant sur sa face arrière une ouverture en queue d'aronde 26 destinée à venir s'engager sur le rail 17 dont le profil présente un profil en queue d'aronde correspondant au profil de l'ouverture 26.

Le rail 17 est réalisé sous la forme d'une bande semi-rigide en un matériau tel qu'une matière plastique dont les bords latéraux sont inclinés ; le rail 17 présente une section dont le rapport longueur/largeur est tel que le rail 17 présente une certaine flexibilité lors de sollicitations dans une direction perpendiculaire aux grandes faces du rail et soit parfaitement rigide dans une direction parallèle à ces grandes faces.

De cette manière, il est possible d'introduire facilement le rail 17 à l'intérieur de l'espace libre 13 à la partie centrale du faisceau, par les trous de poing 14, avant de mettre le rail en tension et de le plaquer contre la plaque de séparation 10, du fait de sa flexibilité.

Lorsque le rail est en place, le support 18 de la rampe 19 peut être engagé sur l'une des extrémités du rail qui assure son support et déplacé suivant la longueur du rail 17.

La rigidité du rail 17 dans les directions transversales parallèles aux grandes faces du rail permet d'assurer un maintien du support 18 et une reprise des efforts exercés en réaction sur la rampe 19, lors de la formation des jets de nettoyage.

La rampe 19 comporte deux parties d'extrémité 27 et 28 fixées par des vis, respectivement 27' et 28', sur le support 18 et une partie 30 de forme générale tubulaire à section circulaire montée rotative autour de son axe dans les parties 27 et 28 de la rampe constituant un porte-buses et comportant une partie centrale 29 sur laquelle sont montées trois buses 31 dirigées dans une direction perpendiculaire à l'axe du porte-buses 30 de la rampe, lui-même parallèle au rail 17.

Les buses 31 dont l'écartement correspond à un multiple de la distance entre les rangées de tubes du faisceau, par exemple dont la distance est égale au double de la distance entre les rangées de tubes, permettent de réaliser le nettoyage des allées entre les rangées de tubes perpendiculaires à la plaque de séparation 10, c'est-à-dire les allées de direction 23a perpendiculaire à la direction longitudinale 24 de la rue d'eau 12 disposée à la partie centrale de la plaque tubulaire du générateur de vapeur.

En outre, il est possible de faire pivoter le porte-bu-

ses 30 autour de son axe, de manière que les buses 31 puissent osciller entre deux positions extrêmes assurant le balayage des rangées de direction 23a suivant toute leur longueur entre la rue d'eau 12 et l'espace périphérique 15.

Sur la figure 9, on voit le porte-buses 30 portant les buses 31 monté rotatif sur le support de la rampe 19, de manière à pouvoir pivoter entre deux positions extrêmes correspondant à une inclinaison de l'axe des buses 31 suivant une première direction 33a faisant un angle de l'ordre de 80° avec la verticale et une seconde direction 33b faisant un angle de l'ordre de 10° avec la verticale et orientée dans le sens inverse de l'angle d'orientation de la direction 33a.

La direction 33b correspond à une position inactive des buses dont l'action effective commence au moment du passage des buses suivant la verticale, cette action se prolongeant pendant le pivotement du porte-buses 30 portant les buses 31, jusqu'au moment où les axes des buses sont parvenus dans la direction 33a.

La position de l'axe des buses suivant la verticale correspond à un impact du jet des buses sur l'allée centrale 12 de la plaque tubulaire correspondant à la rue d'eau et la position des buses avec leur axe suivant la direction 33a correspond à un impact du jet des buses au voisinage de l'espace périphérique 15 de la plaque tubulaire.

Le porte-buses 30 comporte un embrèvement 30a ayant une amplitude angulaire un peu supérieure à 90°, suivant sa périphérie.

Une butée d'arrêt 32 est fixée sur la partie fixe 27 du corps de la rampe 19 légèrement en saillie à l'intérieur de la partie centrale mobile en rotation 29, de manière à venir s'engager dans l'embrèvement 30a.

On réalise ainsi une limitation du pivotement du porte-buses 30 entre les deux positions extrêmes correspondant aux directions 33a et 33b des axes des buses 31.

Sur la figure 9, on a représenté une buse 31 qui est fixée dans la paroi du porte-buses 30, de manière que le canal de formation d'un jet de liquide de la buse soit disposé dans une direction radiale du porte-buses 30 et en communication avec l'alésage central du porte-buses.

Sur la figure 9, on a également représenté les positions extrêmes 33a et 33b de l'axe du canal de formation du jet de la buse 31 disposées de part et d'autre de la verticale 33 passant par l'axe du porte-buses 30.

Comme il est visible sur les figures 4, 5 et 6, les parties d'extrémité 27 et 28 de la rampe 19 fixées sur le support mobile 18 comportent chacune deux embrèvements de forme elliptique respectivement 34a et 34b en ce qui concerne la pièce 27 et 35a et 35b en ce qui concerne la pièce 28, ayant pour axe l'axe commun aux deux alésages des pièces 27 et 28 suivant lequel est monté rotatif le porte-buses 30.

Les embrèvements 34a, 34b, 35a et 35b présentent, comme il est visible sur les figures 5 et 6, des sections par un plan axial, sensiblement en forme de V dissymétrique dont les deux côtés sont inclinés différemment par rapport à la direction axiale.

Les côtés des sections transversales en V des embrèvements elliptiques 34a, 34b, 35a et 35b les plus inclinés par rapport à l'axe de rotation de la pièce 30 font un angle de 30° ou 150° avec la direction axiale.

Les faces correspondantes de chacun des embrèvements elliptiques sont traversées par des ouvertures successives disposées suivant une ligne elliptique constituant des jeux d'ouvertures 36a, 36b, 37a et 37b disposés respectivement sur les embrèvements 34a, 34b, 35a et 35b.

Les ouvertures des jeux d'ouvertures 36a, 36b, 37a, 37b traversent une paroi des parties fixes 27 et 28 de la rampe 19, entre l'alésage dans lequel est monté rotatif le porte-buses 30 et la surface extérieure la plus inclinée de l'embrèvement correspondant, dans une direction perpendiculaire à la face la plus inclinée de l'embrèvement, cette direction faisant un angle de 30° avec l'axe de rotation de la pièce tubulaire 30, c'est-à-dire un angle de 60° avec la direction axiale des buses 31 suivant lesquelles sont dirigés des jets de liquide de nettoyage dans les allées entre les rangées de tubes ayant pour direction la direction 23a représentée sur la figure 2.

Les ouvertures des jeux d'ouvertures 36a et 36b dont l'axe est dirigé à 60° par rapport à l'axe des buses 31 sont donc dirigées suivant les allées de direction 23b faisant un angle de 60° avec la direction 23a.

Les ouvertures des jeux d'ouvertures 37a et 37b usinées dans la pièce fixe 28 de la rampe 19 ont des axes dirigés suivant des espaces entre les rangées de tubes de direction 23c à 150° par rapport à la direction 24.

Les jeux d'ouvertures 36a et 36b d'une part et 37a et 37b d'autre part constituent des buses fixes susceptibles d'envoyer des jets de liquide dans des espaces libres entre les rangées de tubes.

En outre, les ouvertures successives disposées sur une ligne elliptique constituant un jeu d'ouvertures telles que 36a, 36b, 37a ou 37b présentent une inclinaison croissante par rapport à la verticale, suivant chacune des lignes elliptiques sur lesquelles sont disposées les ouvertures.

La première ouverture est dirigée pratiquement suivant la verticale, de façon à former un jet dont le point d'impact sur la plaque tubulaire se trouve sensiblement au niveau de la rue d'eau 12 de la plaque tubulaire.

L'ouverture du jeu d'ouvertures disposée à l'autre extrémité de la ligne hélicoïdale présente une inclinaison par rapport à la verticale telle que le jet formé par cette ouverture constituant une buse de nettoyage vienne frapper la plaque tubulaire au voisinage de l'espace libre périphérique 15.

Les ouvertures intermédiaires constituant également des buses de nettoyage ont des inclinaisons par rapport à la verticale intermédiaires entre les inclinaisons des deux buses extrêmes, de façon à diriger un jet de nettoyage suivant des zones d'une allée entre deux ran-

gées de tubes intermédiaires entre la rue d'eau centrale et l'espace libre périphérique.

La paroi de la pièce tubulaire 30 est traversée, au niveau de chacun des jeux d'ouvertures 36a, 36b, 37a, 37b par une lumière de forme sensiblement rectangulaire, respectivement 38a, 38b, 39a, 39b.

Lors d'un pivotement de la pièce tubulaire 30 autour de son axe, entre les positions extrêmes définies par la butée 32, les lumières 38a, 38b, 39a et 39b se déplacent par rapport aux ouvertures des jeux d'ouvertures 36a, 36b, 37a, 37b, de manière à réaliser la mise en communication des ouvertures des jeux d'ouvertures, successivement et progressivement avec l'alésage intérieur de la pièce 30 par l'intermédiaire duquel les buses sont alimentées en liquide de nettoyage sous très haute pression. On réalise ainsi, par alimentation progressive des buses disposées suivant les lignes elliptiques, un balayage des allées entre les rangées de tubes alignées suivant les directions inclinées 23b et 23c.

Les lumières 38a, 38b, 39a, 39b sont prévues de manière que, lorsque l'axe des buses 31 est dirigé suivant la direction 33b, c'est-à-dire suivant une direction faisant un angle de moins de 10° avec la verticale 33 (voir figure 9), aucune des ouvertures des jeux d'ouvertures 36a, 36b, 37a, 37b n'est en communication par l'intermédiaire d'une lumière, avec l'alésage de la pièce tubulaire 30.

Par déplacement progressif en rotation de la pièce tubulaire 30, on met en communication la première ouverture de chacun des jeux d'ouvertures avec la lumière correspondante, puis les ouvertures suivantes, de manière à réaliser un balayage progressif le long des allées inclinées suivant les directions 23b et 23c.

L'utilisation d'une rampe 19 telle que représentée sur les figures 4 à 6 permet donc de réaliser simultanément le nettoyage d'un ensemble d'allées disposées suivant les trois directions principales du réseau 23a, 23b et 23c.

Cependant, pour réaliser simultanément le balayage et le nettoyage d'un ensemble d'allées disposées dans les trois directions principales du réseau, il est nécessaire de positionner parfaitement la rampe 19 par rapport aux rangées de tubes entre lesquelles sont ménagées les allées dont on effectue le nettoyage.

La rampe 19 est fixée à une extrémité du conduit flexible 20 par l'intermédiaire duquel on réalise le déplacement de la rampe depuis l'extérieur de l'enveloppe du générateur de vapeur.

En mesurant le déplacement du conduit 30 dans la direction axiale, on peut déterminer la position de la rampe 19 et de son support 18 suivant la longueur du rail 17 et donc, par rapport aux rangées de tubes du faisceau 3. Cependant, ce repérage n'est pas suffisamment précis pour permettre un positionnement parfait des jeux de buses de la rampe 19.

Selon l'invention, on utilise donc un dispositif complémentaire de positionnement précis de la rampe par rapport aux rangées de tubes.

Sur la figure 3, on voit le dispositif de positionnement précis de la rampe 19 désigné de manière générale par le repère 40.

Le dispositif 40 comporte une pièce d'appui et de centrage 41 comportant une ouverture 41a de forme trapézoïdale ou toute forme adaptée à la forme extérieure et au diamètre des tubes, évasée dans la direction de la partie externe de la rampe 19 dirigée vers le tube 22 du faisceau 3 et ouverte vers l'extérieur.

La pièce 41 est reliée aux parties d'extrémité de deux tiges 42 et 42' constituant deux tiges de guidage et de rappel engagées dans deux ouvertures transversales usinées dans le corps 43 du dispositif fixé sur le corps de la rampe 19, comme il est visible sur la figure 8.

Chacune des tiges de guidage et de rappel 42 et 42' comporte une tête élargie venant en appui sur un ressort hélicoïdal de rappel 44 ou 44' monté à l'intérieur de l'ouverture transversale du corps 43 du dispositif de positionnement.

Entre les ouvertures transversales dans lesquelles sont montées les tiges de guidage 42 et 42', le corps 43 du dispositif de positionnement comporte une ouverture cylindrique 45 constituant un cylindre dans lequel est monté glissant un piston d'actionnement 45' venant en appui par une partie d'extrémité sur la pièce d'appui et de centrage 41.

Comme il est visible sur la figure 8, le cylindre 45 communique, par l'intermédiaire d'un premier canal 46 et d'un second canal 46' usiné dans le support 43 et dans le corps de rampe 19, avec l'alésage interne de la pièce tubulaire 30, par l'intermédiaire d'une lumière 47 traversant la paroi de la pièce tubulaire 30 et s'étendant sur un arc d'une amplitude sensiblement égale à 90°.

La position de la lumière 47 par rapport au canal 46' est telle que le cylindre 45 est en communication avec l'alésage de la pièce tubulaire 30 par laquelle le liquide de nettoyage sous pression parvient à la buse, dès que la pièce tubulaire 30 se trouve dans une orientation telle que l'axe des buses oscillantes 31 se trouve suivant la verticale 33.

Le cylindre 45 reste ensuite en communication avec l'alésage de la pièce tubulaire 30, pendant le déplacement en pivotement de la pièce tubulaire 30 pour diriger les buses 31 de manière à réaliser le balayage d'un ensemble d'allées entre les tubes sur toute leur longueur.

Lorsque la pièce 30 est dans une position telle que l'axe des buses 31 fasse un angle négatif avec la verticale 33, le cylindre 45 ne peut être alimenté en liquide sous pression. Le dispositif 41 rappelé par les tiges 42 et 42' et les ressorts 44 et 44' est alors dans sa position rétractée représentée sur la figure 3.

Le dispositif d'appui et de centrage 41 étant dans sa position rétractée représentée sur la figure 3, la rampe 19 fixée à l'extrémité du conduit 20 peut être déplacée à l'intérieur de l'espace central du faisceau, au-dessus de la rue d'eau 12 de la plaque tubulaire, par poussée ou traction sur le tube 20, depuis l'extérieur du générateur de vapeur. Le déplacement de la rampe 19 qui est soli-

daire du support mobile 18 est guidé par le rail 17. On repère par mesure de la longueur de déplacement du conduit le positionnement des buses 31 dans le prolongement de trois allées entre les rangées de tubes dont on doit effectuer le nettoyage. Cette mise en position de la rampe 19 par repérage de la position ou du déplacement du conduit 20 est réalisée de manière approximative.

On fait alors pivoter la pièce tubulaire 30, par l'intermédiaire du conduit 20, de manière à revenir dans une position où l'axe des buses 31 est dirigé sensiblement suivant la verticale 33 (voir figure 9). Du liquide de nettoyage envoyé sous pression par l'installation de pompage dans le conduit 20 pénètre dans l'alésage de la pièce tubulaire 30 et par l'intermédiaire de la lumière 47 de la pièce tubulaire 30 qui est mise en coïncidence avec le canal 46' dans le cylindre 45 ; le piston 45' est repoussé par le liquide sous pression en direction de la pièce d'appui et de centrage 41.

La sortie du piston 45' sous l'effet du liquide sous pression provoque un déplacement de la pièce 41 qui vient en prise avec un tube 22 d'une rangée de tubes, comme représenté sur la figure 5. La coopération des surfaces inclinées de la cavité 41a de la pièce 41 avec le tube produit un léger déplacement axial de la rampe 19, de manière que sa position se trouve réglée de manière extrêmement précise par rapport aux allées de tubes dans lesquels on réalise le nettoyage. La pièce 41 exerce un effort sur le tube et assure ainsi le maintien de la rampe 19 et du support 18 pendant le nettoyage par les jets de liquide des buses, les efforts étant repris par la plaque de séparation 10, par l'intermédiaire de la rampe 19 du support mobile 18 et du rail 17.

Sur la figure 5, on voit un adaptateur 48 par l'intermédiaire duquel le conduit flexible 20 est relié à la rampe 19 ; l'adaptateur 48 permet d'absorber le petit déplacement de la rampe 19, au moment de sa mise en position par rapport aux allées de tubes, par manoeuvre du dispositif d'appui et de centrage 41.

L'adaptateur 48 est réalisé sous la forme d'un ensemble comportant un cylindre 48a fixé sur une partie d'extrémité de la rampe 19 et du support 18 et un piston 48b monté dans le cylindre 48a avec une certaine latitude de déplacement axial.

Le conduit flexible 20 est relié à la partie d'extrémité du piston 48b réalisé sous une forme tubulaire et monté étanche à l'intérieur du cylindre 48a.

D'autre part, la partie d'extrémité de la pièce tubulaire 30 de la rampe est engagée à l'intérieur de l'alésage du piston tubulaire 48b sur une certaine longueur.

La pièce tubulaire 30 est solidaire d'une bague d'arrêt 49 par l'intermédiaire de goupilles 49'.

La bague d'arrêt 49 comporte une partie cannelée qui est engagée à l'intérieur d'une partie élargie diamétralement de l'alésage du piston 48b comportant des cannelures internes correspondant aux cannelures de la bague d'arrêt 49.

De cette manière, la pièce tubulaire 30 est solidaire en rotation du piston tubulaire 48b et présente une certaine latitute de déplacement en translation axiale par rapport au piston 48b. Cette latitude de déplacement axial permet l'adaptation de la position de la rampe en utilisant le dispositif 41 sans exercer de poussée ou de traction sur le conduit 20.

En outre, la pièce tubulaire 30 peut être entraînée en rotation autour de son axe par l'intermédiaire du conduit 20 et du piston 48b.

Lors du réglage de la position axiale de la rampe 19 par manoeuvre du dispositif de réglage 40, la pièce tubulaire 30 solidaire de la rampe 19 se déplace dans la direction axiale par rapport au conduit 20 et au piston 48b solidaire de ce conduit. L'extrémité de la pièce tubulaire 30 et la bague 49 se déplacent par glissement à l'intérieur de l'alésage du piston 48b et le cylindre 48a se déplace par glissement sur la surface extérieure du piston 48b.

En outre, le fluide de nettoyage sous pression alimentant le conduit 20 peut parvenir à l'intérieur de l'alésage de la pièce tubulaire 30 par l'intermédiaire de l'alésage du piston 48b. On peut ainsi réaliser l'alimentation des buses 31 et, par l'intermédiaire des lumières 38a, 38b, 39a, 39b, des buses fixes successives des jeux de buses inclinées disposées suivant des lignes elliptiques.

Comme il est visible sur la figure 6, l'extrémité de la pièce tubulaire 30 opposée à l'extrémité engagée à l'intérieur du dispositif d'adaptation 48 est fermée de manière étanche par un bouchon 50 qui est fixé à l'intérieur d'une partie d'extrémité filetée de la pièce tubulaire 30 et qui vient en appui par l'intermédiaire d'un épaulement 50a et d'une rondelle d'étanchéité 52, sur un rebord d'extrémité d'un manchon 51 en appui sur l'extrémité de la pièce tubulaire 30 et engagé autour de la surface extérieure de la pièce 30, avec interposition d'un joint d'étanchéité 51a.

Les extrémités de la pièce tubulaire 30 sont identiques et comportent toutes deux une partie taraudée pour l'engagement d'un bouchon de fermeture tel que le bouchon 50 et un manchon d'arrêt 49 fixé par des vis jouant le rôle de goupilles.

De cette manière, il est possible de monter indifféremment le dispositif d'adaptation 48 à une extrémité ou à l'autre de la pièce tubulaire 30, la seconde extrémité étant munie d'un bouchon de fermeture.

On peut ainsi relier la rampe 19, par l'une quelconque de ses extrémités, à un conduit d'entraînement et d'alimentation 20, par l'intermédiaire du dispositif d'adaptation 48 pour introduire la lance par l'un ou l'autre des trous de poing traversant l'enveloppe du générateur de vapeur en plaçant le dispositif d'adaptation 48 assurant le raccordement du conduit 20 à l'extrémité voulue de la rampe et en plaçant le dispositif de fermeture étanche comportant le bouchon 50 et le manchon 51 à la seconde extrémité de la rampe.

Cette réversibilité de la rampe 19 permet également de traiter successivement les deux parties de la plaque tubulaire et les deux demi-faisceaux disposés de part et

d'autre de la plaque de séparation 10 du générateur de vapeur.

On va maintenant décrire, en se référant à l'ensemble des figures, le mode de fonctionnement du dispositif de nettoyage suivant l'invention.

Dans un premier temps, on met en place, à travers les trous de poing situés dans des positions diamétralement opposées sur l'enveloppe de faisceau, un rail souple 17 qui est tendu, plaqué contre la plaque de séparation 10 du faisceau et fixé par ses extrémités sur l'enveloppe externe du générateur de vapeur, au niveau des brides de fixation des tapes de fermeture des trous de poing 14. On peut utiliser par exemple des plaques de serrage des extrémités du rail qui sont fixées et serrées par l'intermédiaire de vis engagées dans des trous taraudés des brides de fixation des tapes des trous de poing.

Le rail est disposé d'un côté de la plaque de séparation, de manière à pouvoir réaliser le nettoyage d'une des deux parties de la plaque tubulaire et de la partie inférieure des tubes du demi-faisceau correspondant.

On engage sur le rail le support 18 de la rampe 19 à laquelle est relié, par l'intermédiaire de l'adaptateur 48, le conduit de déplacement et d'alimentation 20.

Le conduit 20 est associé au dispositif de déplacement 21 comportant un tireur-pousseur pour le déplacement du conduit dans la direction axiale et un dispositif de mise en rotation alternative dans un sens et dans l'autre du conduit 20 autour de son axe.

Les déplacements en translation et en rotation de la rampe 19 peuvent également être réalisés manuellement.

On déplace la rampe 19 vers une première position qui a été repérée qui correspond à une position de lançage d'un ensemble d'allées entre les tubes 22 du faisceau.

On envoie du liquide de nettoyage sous pression dans le conduit 20 et on fait pivoter la pièce tubulaire 30 de la buse 19, par l'intermédiaire du conduit 20.

Après un certain angle de pivotement de l'ordre de 10°, le cylindre 45 du dispositif 40 de positionnement précis de la rampe est alimenté en liquide sous pression.

Le piston 45' et la pièce d'appui et de centrage 41 se déplacent en direction d'un tube 22 du faisceau 3, de telle sorte que la surface évasée 41a de la pièce d'appui et de centrage 41 coopère avec la surface extérieure du tube pour réaliser le positionnement précis de la rampe 19 dans la direction axiale.

Le déplacement axial est absorbé par le dispositif d'adaptation 48, de la manière qui a été expliqué plus haut.

Les efforts exercés par la pièce 41 sont repris par la plaque de séparation 10, de sorte que la rampe est maintenue en place par des forces s'exerçant entre le tube 22 et la plaque 10.

Lorsque le positionnement et l'immobilisation de la rampe 19 ont été réalisés, les jeux de buses oscillantes 31 et les jeux de buses fixes inclinées 36a, 36b, 37a, 37b se trouvent dirigés dans des espaces libres situés au-dessus des allées entre les rangées de tubes de direction 23a, 23b et 23c

Le pivotement de la pièce tubulaire 30 permet de réaliser le balayage par les jets formés par les buses 31 de trois allées ayant la direction 23a.

La mise en communication de l'alésage central de la pièce 30 successivement avec chacune des ouvertures constituant les buses fixes disposées sur une ligne elliptique, pendant la rotation de la pièce tubulaire 30, permet de réaliser le balayage de deux allées dirigées suivant la direction 23b et de deux allées dirigées suivant la direction 23c.

Les boues décollées de la plaque tubulaire et entraînées dans l'espace libre périphérique 15 de la plaque tubulaire sont aspirées par le dispositif d'aspiration 25.

A la fin du balayage, la pièce tubulaire 30 vient en contact avec la butée 32 qui arrête le déplacement par pivotement de la pièce tubulaire 30.

On fait alors tourner la pièce tubulaire 30 pour la ramener à sa position initiale, ce qui entraîne un retour vers sa position de repos telle que représentée sur la figure 3 du dispositif 40 de positionnement de la rampe 19.

La rampe 19 est alors de nouveau libre de se déplacer dans la direction axiale vers une nouvelle position de nettoyage. On interrompt l'alimentation du conduit 20 en liquide de nettoyage sous pression et on déplace la rampe vers une nouvelle position de nettoyage.

On peut ainsi réaliser par déplacements successifs un nettoyage extrêmement efficace de la moitié de la plaque tubulaire située d'un côté de la plaque de séparation et de la partie inférieure des tubes du demi-faisceau correspondant.

Pour effectuer le nettoyage de la seconde partie de la plaque tubulaire et du demi-faisceau correspondant, on réalise le démontage du dispositif de nettoyage qui est sorti du générateur de vapeur puis replacé dans la seconde partie du générateur de vapeur, par l'intermédiaire des trous de poing, comme expliqué plus haut.

Le dispositif suivant l'invention permet donc de réaliser un nettoyage extrêmement efficace des allées rectilignes entre les rangées de tubes, sans que les jets de nettoyage sous forte pression viennent frapper les tubes du faisceau. Les tubes des deux rangées situées de part et d'autre d'une allée réalisent simplement le guidage du jet suivant la longueur de l'allée.

L'invention ne se limite pas au mode de réalisation qui a été décrit.

C'est ainsi que les moyens de positionnement de la rampe et du support mobile par rapport aux tubes du faisceau peuvent être réalisés sous une forme différente de celle qui a été décrite. Le moyen d'appui et de centrage peut être par exemple fixe par rapport à la rampe 19 et au support 18.

On peut imaginer d'utiliser un rail et un chariot ayant des formes différentes de celles qui ont été décrites et une rampe comportant des jeux de buses différents de ceux qui ont été décrits.

En particulier, on peut disposer sur la rampe un nombre quelconque de buses successives oscillantes, dirigées suivant une direction perpendiculaire à la rue d'eau de la plaque du générateur de vapeur et fixées sur la pièce tubulaire pivotante de la rampe.

On peut également prévoir des jeux de buses fixes inclinées disposées différemment des buses décrites plus haut.

On peut utiliser seulement un ensemble de buses disposées sur une ligne elliptique dans chacune des directions à 30 et à 150° du faisceau de tubes du générateur de vapeur.

On peut également prévoir uniquement l'utilisation d'une rampe inclinée, par exemple dans la direction des rangées à 30 ou 150°, concurremment à l'utilisation de la rampe oscillante dirigées à 90°.

Le déplacement en translation et en rotation de la rampe de nettoyage peut être réalisé par l'intermédiaire de moyens différents du conduit d'alimentation de la rampe.

L'invention s'applique de préférence aux échangeurs de chaleur dont les tubes sont disposés suivant un réseau à mailles triangulaires mais cependant, le dispositif suivant l'invention peut également s'appliquer à des échangeurs de chaleur comportant des tubes disposés suivant un réseau régulier différent d'un réseau à mailles triangulaires.

De manière plus générale, le dispositif suivant l'invention pourrait être utilisé dans le cas d'un échangeur de chaleur différent d'un générateur de vapeur et présentant une structure analogue à la structure d'un générateur de vapeur de réacteur nucléaire à eau sous pression.

Revendications

1.- Dispositif de nettoyage par jet de liquide d'une plaque tubulaire (5) d'un échangeur de chaleur (1) comprenant une enveloppe externe (2) sensiblement cylindrique, une plaque tubulaire (5) transversale solidaire de l'enveloppe externe(2), un faisceau de tubes (3) dont les extrémités sont fixées dans des trous traversant la plaque tubulaire (5) entre une face d'entrée de la plaque tubulaire constituant une paroi d'une boîte à eau (6) et une face de sortie par laquelle sortent les tubes (22) du faisceau (3) qui comportent des branches droites parallèles entre elles et qui sont disposés suivant un réseau régulier dans des plans transversaux parallèles aux faces de la plaque tubulaire (5), le faisceau (3) délimitant un espace libre central (13) dans la direction axiale des branches droites des tubes, au-dessus d'une allée centrale (12) de direction diamétrale sur la face de sortie de la plaque tubulaire (5), dans lequel est disposée une plaque de séparation (10) parallèle à la direction axiale des tubes (22), le dispositif de nettoyage (16) comportant un rail semi-rigide (17) muni de moyens de fixation sur l'enveloppe externe (2) du générateur de vapeur (1), entre deux ouvertures (14) opposées diamétralement traversant l'enveloppe externe et contre la plaque de séparation (10), un support (18) monté mobile sur le rail (17) dans une direction diamétrale de l'enveloppe (2) du générateur de vapeur (1), au moins un porte-buses (30) monté rotatif autour d'un axe parallèle au rail (17) sur le support (18) et des moyens (20, 21) reliés au porte-buses (30), pour son déplacement en translation axiale et en rotation commandé depuis l'extérieur de l'enveloppe (3) du générateur de vapeur (1) et pour l'alimentation des buses (31) en liquide de nettoyage, caractérisé par le fait qu'il comporte de plus des moyens (40) de positionnement du support (18) et du porte-buses (30) dans une position quelconque de nettoyage d'un ensemble d'allées entre des rangées de tubes (22) débouchant dans l'espace libre central (13), comprenant un moyen d'appui et de centrage (41) destiné à coopérer avec au moins un tube (22) du faisceau (3) et un moyen d'actionnement (45, 45') commandé par le liquide de nettoyage, pour l'application du moyen d'appui et de centrage (41) contre le tube (22), avec reprise d'effort par la plaque de séparation (10).

2.- Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le moyen d'appui et de centrage est monté mobile sur le support (18) pour être déplacé par le moyen d'actionnement entre une position inactive et une position active de blocage du support (18) par rapport aux tubes du faisceau.

3.- Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé par le fait qu'il comporte une rampe de nettoyage (19) comprenant une partie fixe en rotation solidaire du support (18) dans laquelle est monté rotatif autour de son axe, le porte-buses (30) réalisé sous forme tubulaire portant des buses de nettoyage (31), de manière que l'axe du porte-buses rotatif (30) soit parallèle au rail (17).

4.- Dispositif suivant la revendication 3, caractérisé par le fait que la partie fixe en rotation de la rampe (19) porte au moins un jeu de buses (36a, 36b, 37'a, 37'b) ayant une orientation différente de l'orientation des buses (31) du porte-buses (30) monté rotatif.

5.- Dispositif suivant la revendication 4, caractérisé par le fait que le jeu de buses (36a, 36b, 37a, 37b) est constitué par des ouvertures alignées suivant une ligne elliptique ayant pour axe l'axe du porte-buses rotatif (30).

6.- Dispositif suivant la revendication 5, caractérisé par le fait que les buses du jeu (36a, 36b, 37a, 37b) sont alimentées par l'intermédiaire du porte-buses

rotatif (30) de forme tubulaire qui comporte un alésage central d'alimentation et au moins une lumière (38a, 38b, 39a, 39b) traversant sa paroi susceptible de venir en coïncidence successivement avec chacune des buses du jeu (36a, 36b, 37a, 37b) pour son alimentation, de manière à former des jets successifs de balayage avec les buses disposées successivement sur la ligne elliptique du jeu (36a, 36b, 37a, 37b).

7.- Dispositif suivant la revendication 6, caractérisé par le fait que les buses successives de chacun des jeux de buses constitués par des ouvertures (36a, 36b, 37a, 37b) présentent une inclinaison progressivement variable par rapport à une ligne verticale perpendiculaire à la plaque tubulaire (5).

8.- Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 3 à 7, caractérisé par le fait que la partie fixe en rotation de la rampe de nettoyage (19) comporte au moins deux ensembles de buses (36a, 36b, 37a, 37b) disposés, dans la direction axiale, de part et d'autre du jeu de buses de nettoyage (31) solidaire du porte-buses rotatif (30).

9.- Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé par le fait que le moyen d'appui et de centrage (41) du dispositif de positionnement de l'ensemble de buses de nettoyage (31) et de son support (18) est constitué par une pièce ayant une ouverture (41a) évasée dans une direction perpendiculaire à l'axe du porte-buses (30) et au rail (17) dirigé vers le faisceau de tubes (3) du générateur de vapeur, de manière à coopérer avec la surface extérieure d'un tube (22) pour réaliser le positionnement dans la direction de l'axe de l'ensemble de buses de nettoyage (30).

10.- Dispositif suivant la revendication 9, caractérisé par le fait que les moyens de positionnement (40) de l'ensemble de buses de nettoyage (30) comportent un cylindre (45) à l'intérieur d'un bloc (43) solidaire du support (18) pouvant être mis en communication pour son alimentation avec une partie du porte-buses rotatif (30) recevant du liquide de nettoyage sous pression et un piston (45') susceptible d'être déplacé par le fluide de nettoyage sous pression pour venir en contact avec le moyen d'appui et de centrage (41) pour son déplacement en direction d'un tube (22) du faisceau.

11.- Dispositif suivant la revendication 10, caractérisé par le fait que le porte-buses (30) de forme tubulaire et monté rotatif comporte une lumière (47) de mise en communication de son alésage interne recevant du liquide de nettoyage sous pression avec un canal d'alimentation (46', 46) du cylindre (44), pendant un déplacement en rotation de l'ensemble rotatif (30) autour de son axe.

12.- Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé par le fait que les moyens de déplacement et d'alimentation en liquide de nettoyage du porte-buses (30) sont constitués par un conduit flexible (20) relié à une extrémité axiale du porte-buses (30) à buses de nettoyage (31).

13.- Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que le conduit flexible (20) est relié au porte-buses (30), par l'intermédiaire d'un adaptateur (48) permettant un déplacement axial relatif entre le porte-buses (30) et le conduit d'alimentation (20), lors du positionnement du porte-buses (30) par les moyens de positionnement (40).

14.- Utilisation d'un dispositif de nettoyage suivant l'une quelconque des revendications 1 à 13, pour le nettoyage de la plaque tubulaire d'un générateur de vapeur comportant un faisceau de tubes disposés suivant un réseau à mailles triangulaires.

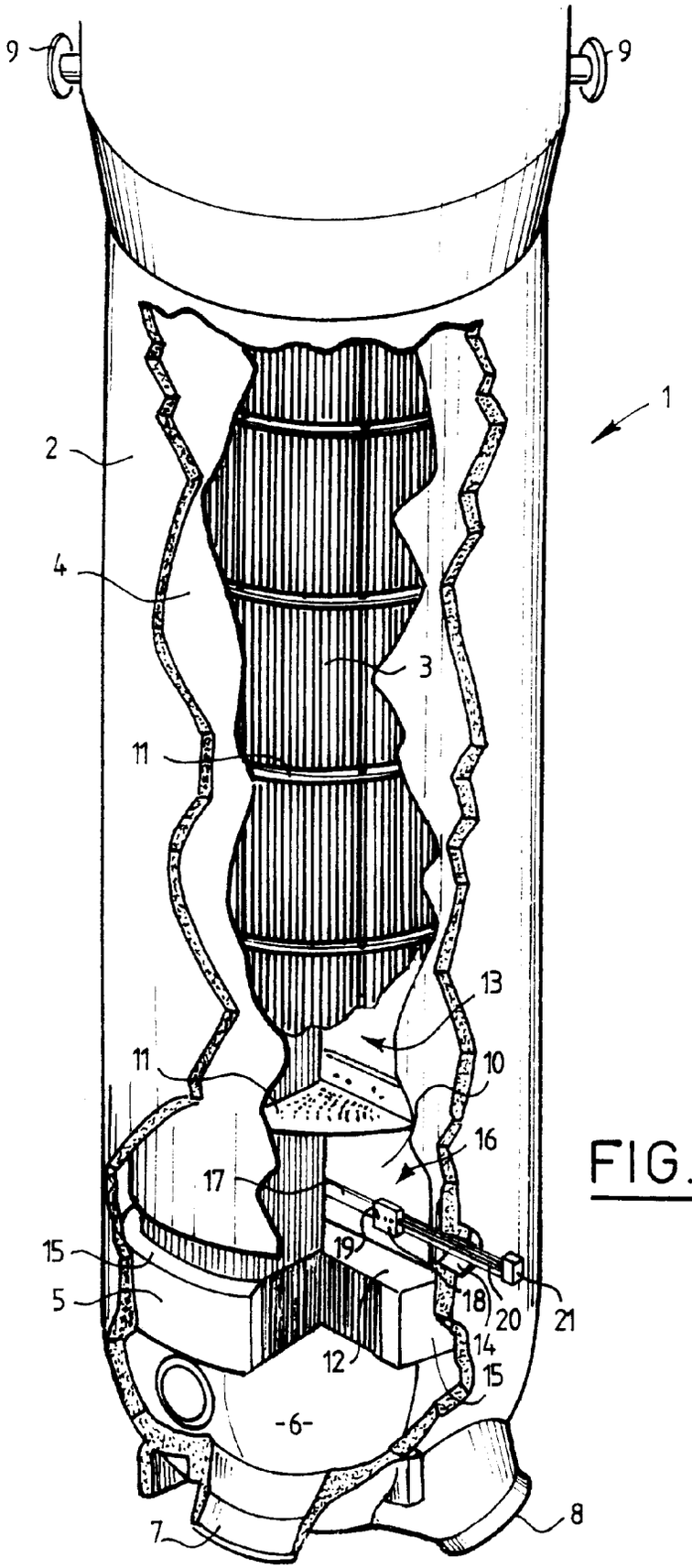

FIG.1

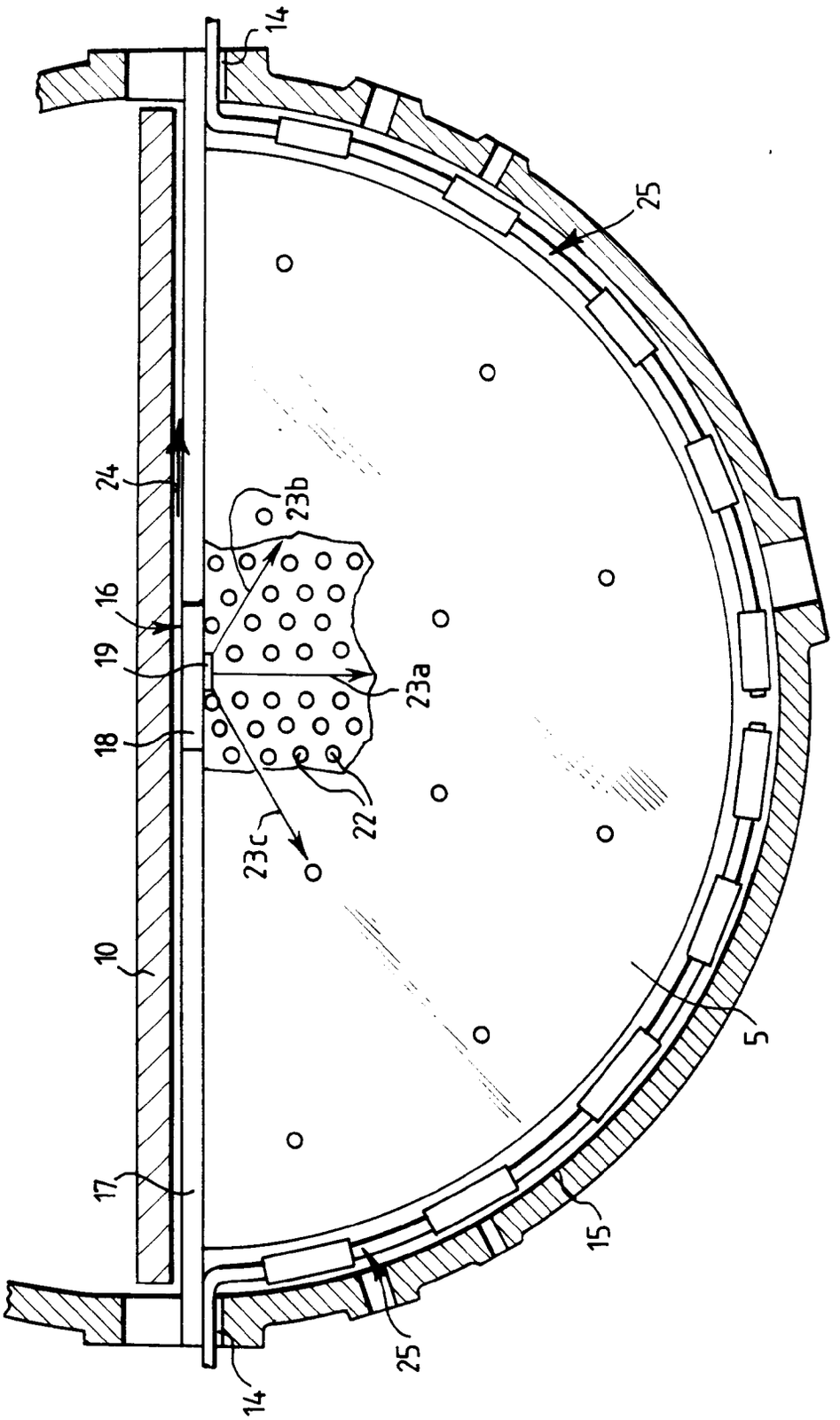

FIG.2

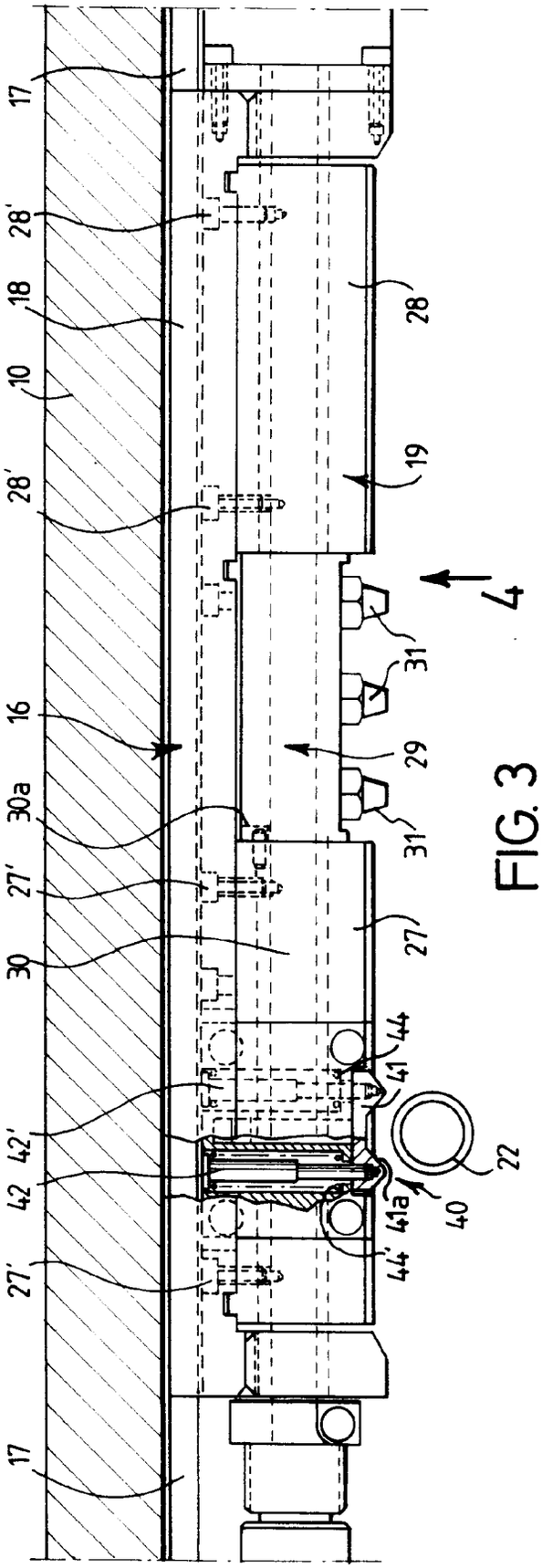
17
28'
18
10
28'
16
30a
27'
30
42'
42
27'
17
28
19
31
29
31
27
44
41
22
40
41a
44'
4

FIG. 3

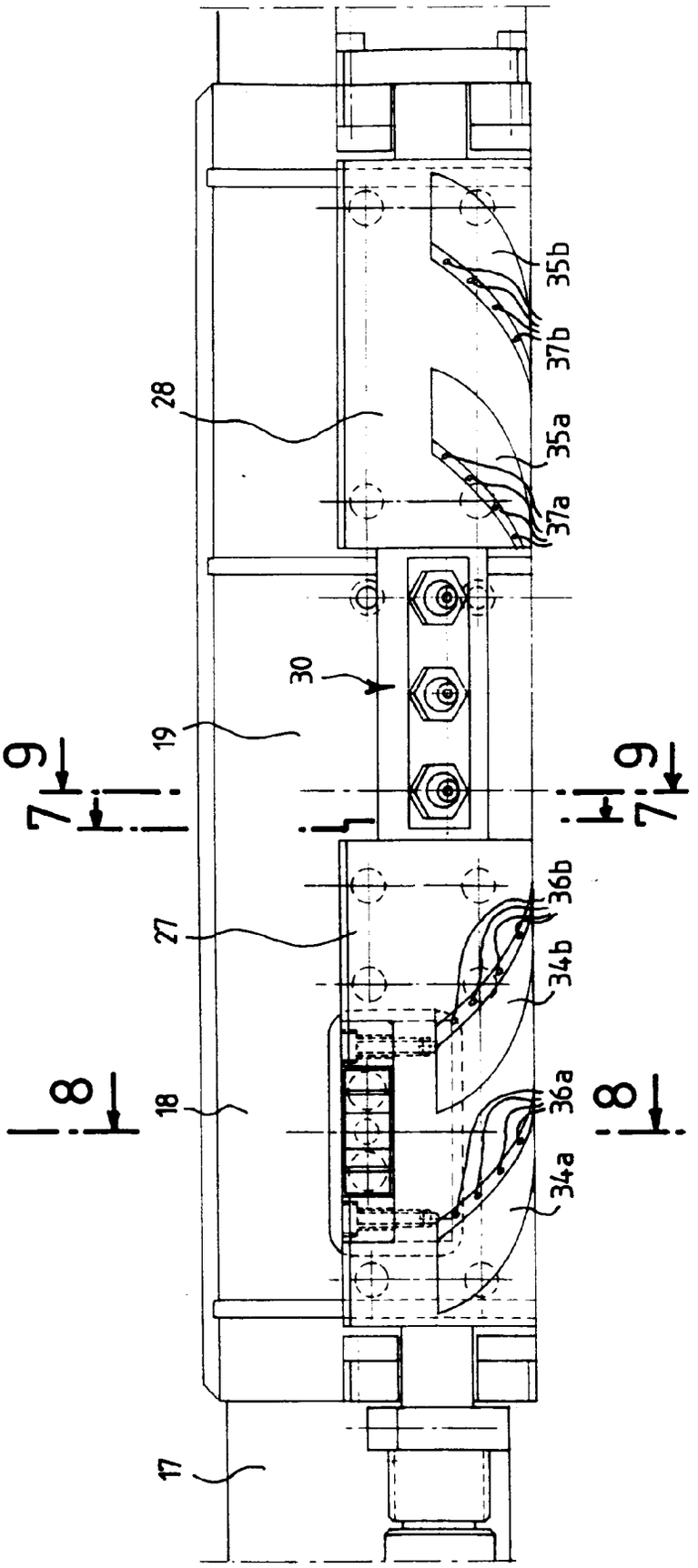

FIG. 4

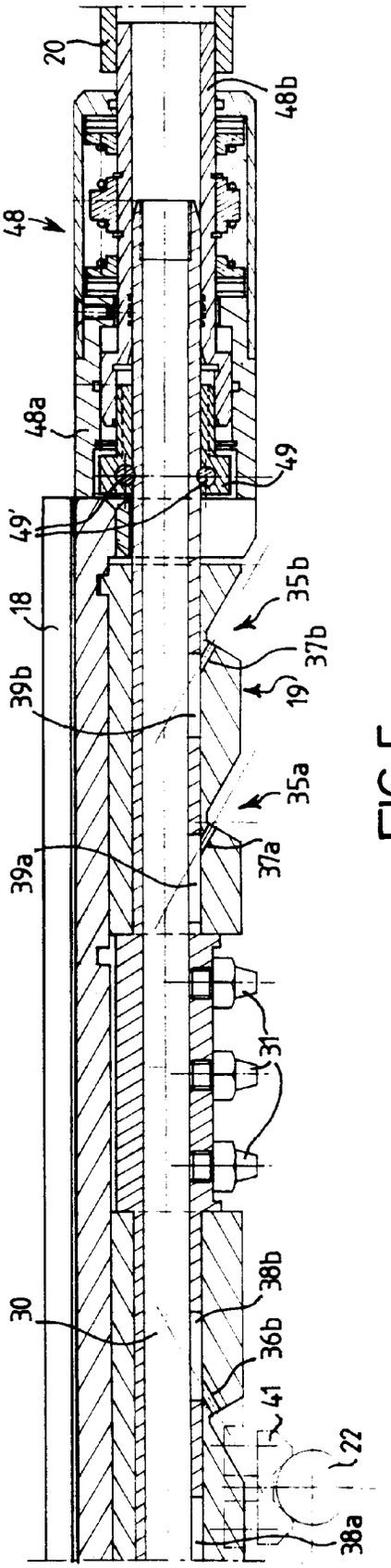
20
48b
48
48a
49
49'
18
35b
37b
19
39b
35a
37a
39a
31
30
38b
36b
41
22
38a

FIG.5

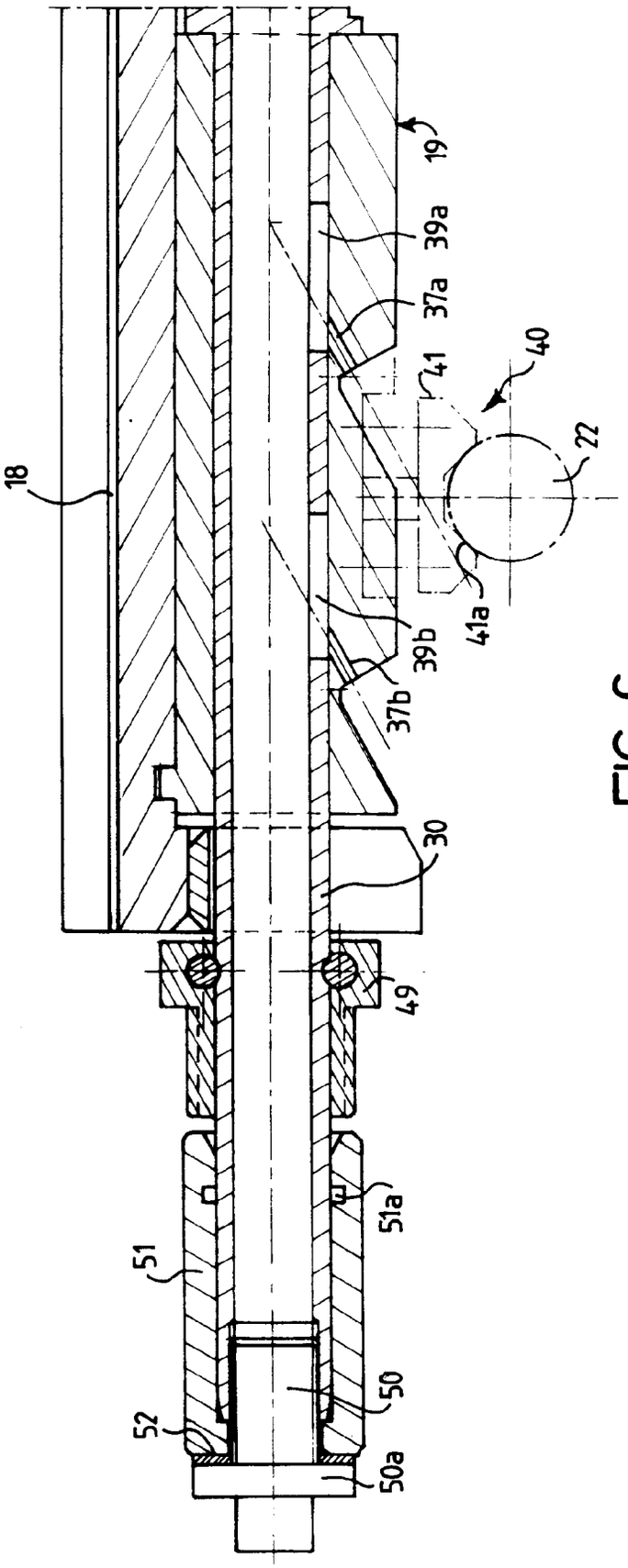

FIG. 6

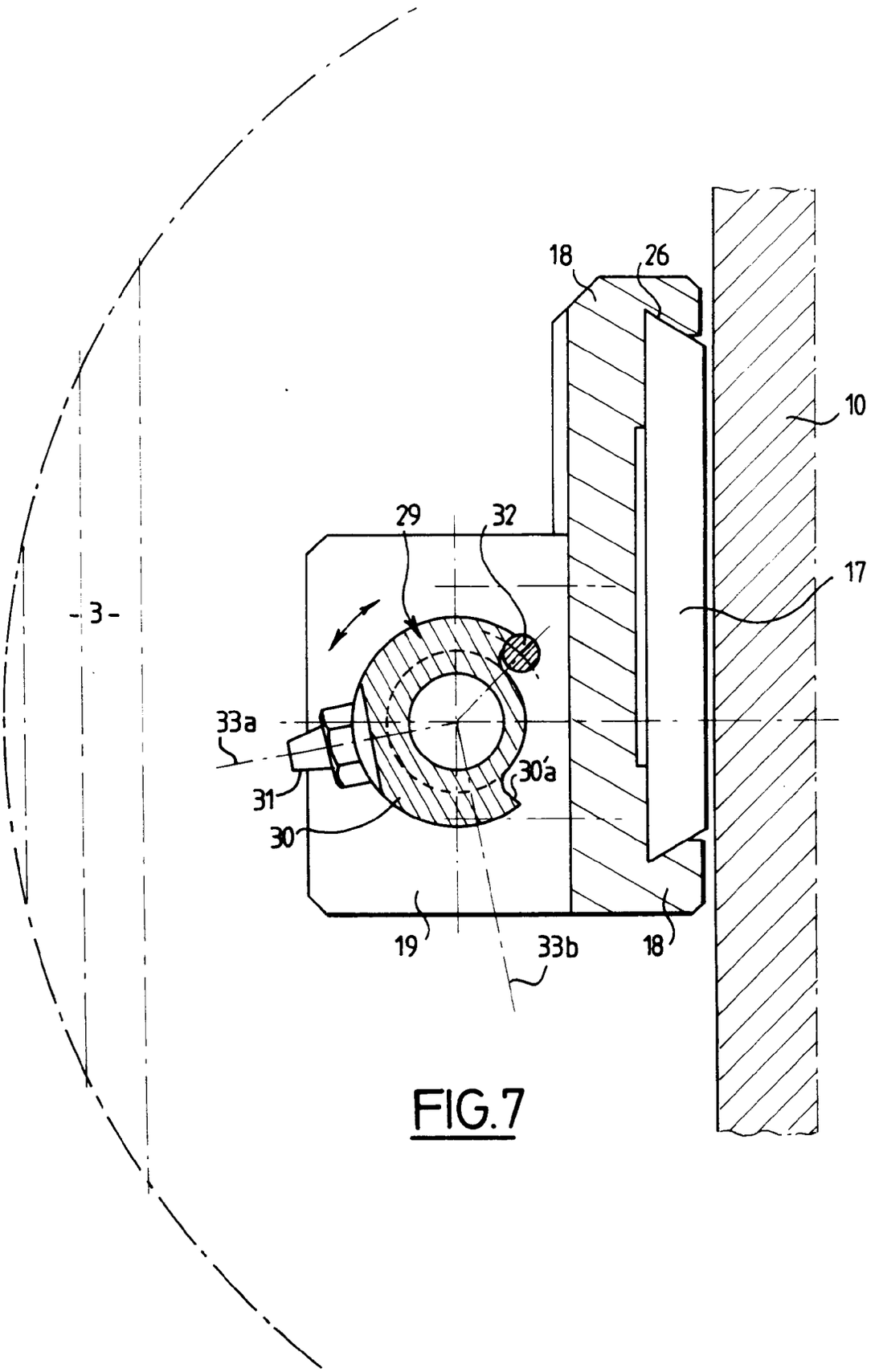

FIG.7

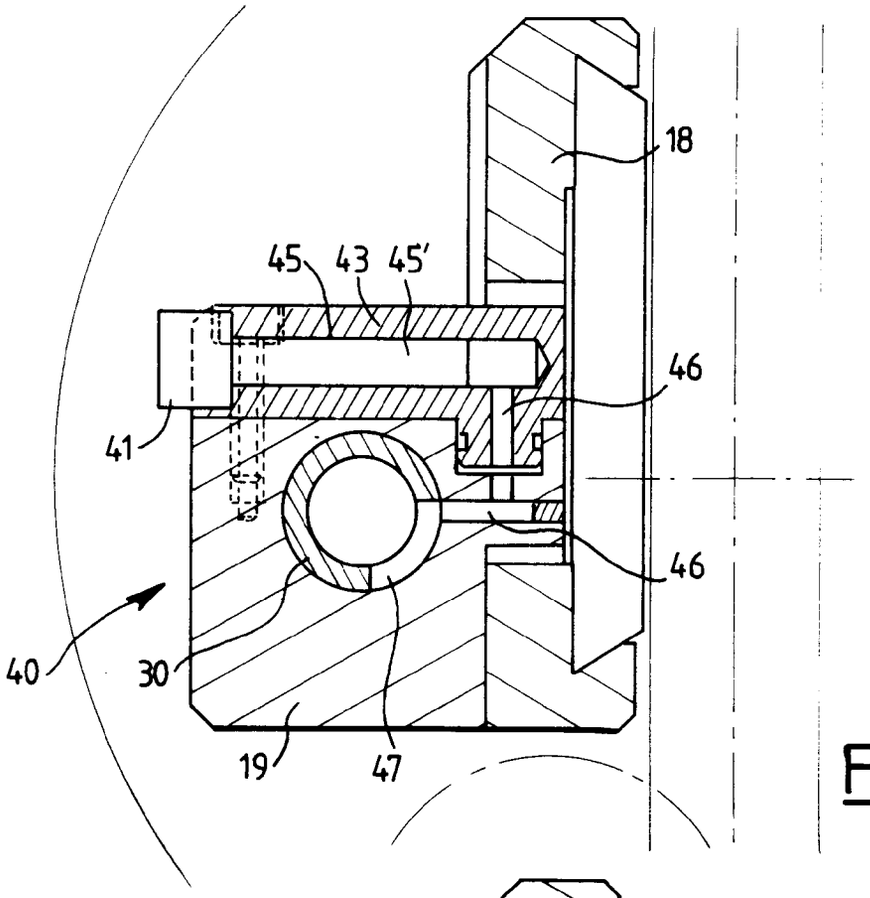

FIG. 8

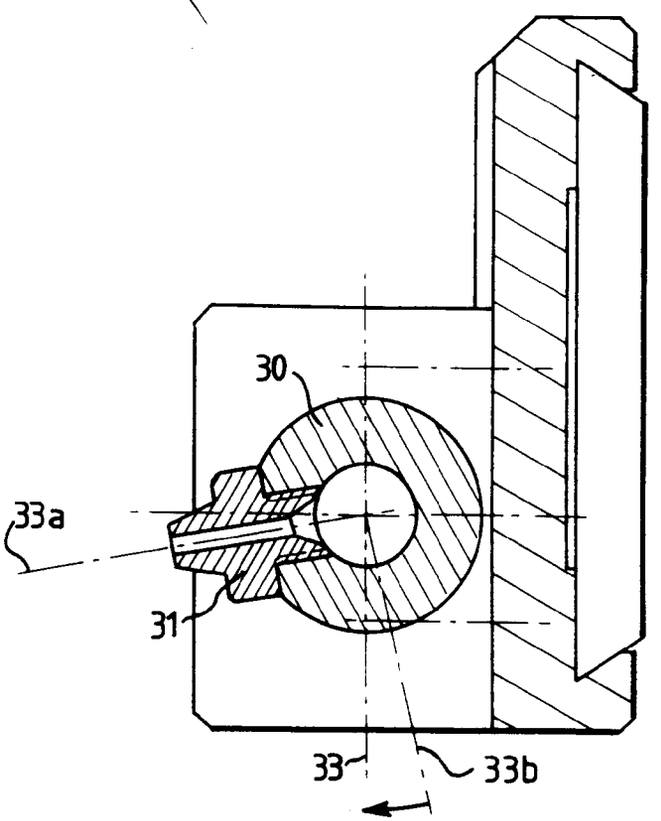

FIG. 9

Office européen des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 95 40 1587

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.6)
A	FR-A-2 577 035 (THOME, E.) * le document en entier *	1,2,12	F28G1/16 F28G15/04 F22B37/48
A	EP-A-0 084 867 (KRAFTWERK UNION) * le document en entier *	1,2,12	
A	EP-A-0 195 994 (KRAFTWERK UNION) * abrégé; figures *	1,2,12	
A	EP-A-0 593 818 (INNUS INDUSTRIAL NUCLEAR SERVICES) * abrégé; figures *	1,2	
A	FR-A-2 684 482 (ELECTRICITE DE FRANCE; SOCIETE REGIONALE D'ASSAINISSEMENT) * revendications; figures *	1	

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)

F28G
F22B

Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications

Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
LA HAYE	15 Novembre 1995	Tsitsilonis, L

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 1503 03.82 (P04C02)