

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

⑪ N° de publication :  
(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction).

**2 510 234**

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

⑯

**N° 81 17420**

④ Procédé pour éliminer les boues d'un générateur de vapeur.

⑤ Classification internationale (Int. Cl. <sup>3</sup>). F 22 B 37/48, 1/02 // G 21 D 5/12.

⑥ Date de dépôt..... 15 septembre 1981.

⑦ Priorité revendiquée : BE, 23 juillet 1981, n° 889.706.

⑧ Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 4 du 28-1-1983.

⑨ Déposant : Société dite : BOOY SUPPORT BV. — NL.

⑩ Invention de : Johannes Booij.

⑪ Titulaire : *Idem* ⑨

⑫ Mandataire : Cabinet Plasseraud,  
84, rue d'Amsterdam, 75009 Paris.

- 1 -

**Procédé pour éliminer les boues d'un générateur de vapeur.**

La présente invention est relative à un procédé pour l'évacuation ou élimination des boues d'un générateur de vapeur qui comporte un faisceau de tubes qui s'étend dans un volume limité par un fond et une enveloppe externe debout, 5 vers le haut et ensuite vers le bas, le fond obturant hermétiquement les ouvertures entre les tubes et entre les tubes et l'enveloppe externe, tandis que l'enveloppe externe est dotée au voisinage du fond de multiples ouvertures d'accès, procédé suivant lequel on introduit à travers l'une au 10 moins des ouvertures du liquide dans le volume précité et on l'en évacue de telle manière qu'un écoulement de ce liquide est provoqué sur le fond et à travers au moins l'une des ouvertures on introduit dans le volume une tête d'injection avec laquelle on injecte du liquide sous pression que l'on 15 évacue conjointement avec le liquide précité.

Des générateurs de vapeur du genre précité sont utilisés dans des centrales nucléaires. L'agent qui est échauffé dans le réacteur nucléaire est amené à passer dans le faisceau de tubes et abandonne de la chaleur au fluide, en 20 général de l'eau, qui se trouve dans l'espace autour des tubes, ce qui produit de la vapeur. Cette dernière est utilisée pour entraîner des turbines et après refroidissement, est renvoyée au volume ou espace précité.

Par suite de diverses réactions chimiques, il se forme 25 dans l'espace autour du faisceau de tubes, un oxyde de fer, à savoir de la magnétite. Cet oxyde de fer se dépose sur le faisceau de tubes et sur les plaques à tubes qui soutiennent ce faisceau par rapport à l'enveloppe externe, mais surtout sur le fond du volume. A chaque opération d'entretien, en 30 général annuelle, de la centrale nucléaire, l'oxyde de fer doit être éliminé. A cause de la difficulté d'accès du générateur de vapeur et surtout de la radio-activité y régnant, le générateur de vapeur ne peut pas être démonté pour ce nettoyage, de telle sorte que pour éliminer les boues et donc

plus particulièrement l'oxyde de fer, des procédés particuliers sont requis. On fait alors toujours appel à des ouvertures d'accès qui sont prévues à la partie inférieure dans l'enveloppe extérieure du générateur de vapeur et qui, lors 5 du fonctionnement normal du générateur de vapeur, débouchent sur des conduites ou sont obturées par des appareils de mesure ou des couvercles. En dégageant une ou plusieurs de ces ouvertures d'accès, on peut à l'aide d'un injecteur à haute 10 pression, libérer les boues du fond et éventuellement aussi d'autres parties de la face interne du générateur de vapeur. Le grand problème réside cependant dans l'évacuation de ces boues à partir du générateur.

Dans un procédé connu pour l'évacuation de boues à partir d'un tel générateur de vapeur, on provoque un écoulement 15 le long de la périphérie du fond en introduisant de l'eau tangentiallement en un endroit de la périphérie, respectivement vers l'une et l'autre moitié du fond, et en évacuant ce liquide en un endroit diamétralement opposé. L'arrivée aussi bien que l'évacuation sont situées dans l'espace entre les 20 parties montante et descendante du faisceau de tubes. Entre ces deux parties, on déplace aussi une tête d'injection au-dessus du fond, tandis qu'on injecte de l'eau sous haute pression. On déplace cette tête d'injection respectivement depuis au-dessus de l'endroit où on amène de l'eau pour l' 25 écoulement sur la périphérie du fond jusqu'au milieu et de l'endroit où on évacue l'eau précitée vers le milieu. L'eau injectée sous pression s'écoule perpendiculairement au sens de déplacement de la tête d'injection jusqu'à la périphérie du fond, où elle est entraînée par l'écoulement s'effectuant 30 sur la périphérie.

Avec ce procédé connu, on obtient à chaque moment de l'injection sous haute pression, un écoulement de liquide qui ne couvre qu'une partie du fond, à savoir un écoulement de liquide sous basse pression sur la périphérie du fond et

un écoulement de liquide qui est injecté par la tête d'injection et qui s'écoule de cette dernière vers la périphérie. Pour obtenir une évacuation effective des boues, on doit déplacer avec ce procédé connu, la tête d'injection un grand nombre de fois tout en injectant sur le fond, ce qui rend ce procédé lent et onéreux.

5 L'invention a pour but d'éliminer cet inconvénient et d'offrir un procédé pour l'élimination des boues d'un générateur de vapeur grâce auquel on peut éliminer ou évacuer 10 d'une manière rapide et très efficace, les boues du générateur de vapeur.

15 A cette fin, on amène le premier liquide précité pour l'écoulement, approximativement au-dessus du milieu du fond et on évacue ce liquide en au moins deux endroits se faisant approximativement face, situés contre l'enveloppe externe et immédiatement au-dessus du fond, de telle sorte qu'on engendre essentiellement un écoulement sur le fond depuis le milieu vers l'enveloppe externe, et on injecte par la tête d' 20 injection du liquide sous pression, tandis qu'on déplace cette tête au moins une fois depuis approximativement au-dessus du milieu du fond vers l'enveloppe externe.

25 Dans une forme de réalisation particulière de l'invention, on évacue les boues d'un générateur de vapeur qui présente au voisinage du fond au moins quatre ouvertures d'accès réparties sur la périphérie, dans l'enveloppe externe et on introduit à travers ces ouvertures au moins quatre têtes d' 30 injection approximativement jusqu'au dessus du milieu du fond, et on injecte par ces têtes simultanément du liquide sous pression, tandis qu'on les déplace du milieu vers l'enveloppe externe.

35 Dans une forme de réalisation remarquable de l'invention, on évacue les boues d'un générateur de vapeur qui comporte à l'intérieur de l'enveloppe externe et autour du faisceau de tubes, une enveloppe interne s'étendant jusqu'à une certaine distance du fond, qui possède une plaque à tubes montée au-dessus du fond dans l'enveloppe interne avec une

grande partie au moins de sa périphérie externe sans contact avec l'enveloppe interne et l'enveloppe externe, de telle sorte que du liquide peut s'écouler par-dessus son bord jusqu'au fond, et qui est doté dans son enveloppe externe 5 de plusieurs ouvertures situées sous l'enveloppe interne et d'au moins une ouverture située au moins partiellement au-dessus de la plaque à tubes et en face d'une ouverture pratiquée dans l'enveloppe interne, et on évacue les boues non seulement sur et au-dessus du fond mais aussi celles sur et au-dessus de cette plaque à tubes en engendrant, d'une part, 10 un écoulement de liquide au-dessus de la plaque à tubes depuis approximativement le centre vers le bord en fournissant du liquide à travers une ouverture située au moins partiellement au-dessus de la plaque à tubes approximativement au-dessus du centre de la plaque à tubes, et en évacuant ce 15 liquide qui tombe par-dessus le bord de la plaque à tubes sur le fond, à partir de ce fond et, en injectant, d'autre part, à l'aide d'au moins une tête d'injection que l'on amène à travers une ouverture située au moins partiellement au-dessus de la plaque à tubes, approximativement au-dessus 20 du centre de cette plaque, du liquide sous pression sur cette plaque à tubes, tandis que l'on déplace cette tête d'injection au moins une fois du milieu vers l'enveloppe interne, et en évacuant le liquide de cette tête d'injection conjointement avec le premier liquide précité.

25 De préférence, on évacue d'abord les boues sur et au-dessus de la plaque à tubes, avant d'évacuer avec le liquide sous pression, les boues sur et au-dessus du fond.

Dans une forme de réalisation avantageuse de l'invention, après l'injection de liquide sous pression sur le fond 30 au moyen d'au moins une tête d'injection, on retire cette tête du volume et l'on amène un pistolet de pulvérisation ou d'injection dans ce volume, pistolet qui peut projeter un long jet rectiligne et que l'on dirige dans le volume entre

le faisceau de tubes et la paroi du volume pour projeter avec ce pistolet du liquide sous haute pression dans le volume, tandis que l'on continue à aspirer du liquide à partir du fond tout comme pendant l'injection avec au moins une tête d'injection sur le fond.

D'autres détails et avantages de l'invention ressortiront de la description ci-après d'un procédé pour l'élimination de boues à partir d'un générateur de vapeur suivant l'invention; cette description est uniquement donnée à titre d'exemple et ne limite pas l'invention; les références concernent les dessins annexés, dans lesquels :

La figure 1 est une vue en élévation frontale avec certaines parties éliminées par brisure, de la partie inférieure d'un générateur de vapeur auquel est appliqué le procédé suivant l'invention.

La figure 2 est une vue en coupe verticale de la partie inférieure du générateur de vapeur de la figure 1 pendant l'application d'une première phase du procédé suivant l'invention.

La figure 3 est une vue en coupe suivant la ligne III-III de la figure 2.

La figure 4 est une vue en coupe verticale semblable à celle de la figure 2, d'une partie du générateur de vapeur pendant l'application du procédé suivant l'invention, mais concernant une seconde phase.

La figure 5 est une vue en coupe suivant la ligne V-V de la figure 4.

Dans les diverses figures, des références identiques concernent les mêmes éléments.

Le générateur de vapeur suivant les figures et dont les boues doivent être éliminées ou évacuées, est installé dans une centrale nucléaire et comporte d'une façon connue, une cuve ronde 1 agencée verticalement, qui est divisée par un fond 2 en deux volumes, à savoir un volume inférieur 3 pour l'agent primaire échauffé par le réacteur nucléaire et

un volume supérieur 4 pour l'agent secondaire, c'est-à-dire l'eau à transformer en vapeur.

Dans le volume 4 qui débouche par son côté supérieur sur les turbines non représentées aux figures, on a agencé 5 un faisceau de tubes 5 qui s'étend en forme de U renversé. Aussi bien les tubes de la partie montante du faisceau 5 que ceux de la partie descendante traversent par leurs extrémités le fond 2 et se trouvent donc respectivement en liaison avec une partie de sortie et une partie d'entrée 10 du volume 3. A travers les tubes du faisceau 5 circule donc l'agent primaire. Celui-ci abandonne de la chaleur à l'eau qui est amenée à la partie supérieure du volume 4, entre l'enveloppe externe qui délimite ce volume 4 sur le côté extérieur et est donc formée par la paroi externe de 15 la cuve 1, et une enveloppe interne 7 qui entoure le faisceau de tubes 5 et s'étend jusqu'à une certaine distance du fond 2. Ce dernier obture les ouvertures entre les tubes du faisceau et entre les tubes et l'enveloppe externe 6 de manière hermétique, de telle sorte que cette eau ne peut pénétrer 20 dans le volume 3. Cette eau s'élève dans l'enveloppe interne 7 et est transformée en vapeur par contact avec le faisceau de tubes 5, pour être évacuée au sommet du volume 4 par l'intermédiaire des turbines à vapeur.

Pour maintenir les tubes du faisceau 5 en place, on 25 a agencé au-dessus du fond 2 et à l'intérieur de l'enveloppe interne 7, plusieurs plaques à tubes 8 situées les unes au-dessus des autres. La périphérie externe de ces plaques à tubes 8 est située à une petite distance de la face interne de l'enveloppe interne 7, de telle sorte qu'il subsiste entre 30 le bord de chaque plaque à tubes 8 et l'enveloppe interne 7, une fente annulaire 9. Chaque plaque à tubes est en outre encore dotée d'une ouverture 10 en son centre, entre les parties montante et descendante du faisceau de tubes 5.

Dans l'enveloppe externe 6 sont encore pratiquées di-

verses ouvertures d'accès qui, lors de l'utilisation normale du générateur de vapeur, se raccordent à des conduites, par exemple d'appareils de mesure, ou sont fermées par des couvercles. Ainsi, l'enveloppe externe est entre autres dotée exactement en face de la plaque à tubes inférieure 8, de deux ouvertures 11. Ces dernières ont un diamètre de 15 cm et sont diamétralement opposées entre elles. Ces ouvertures débouchent sur l'espace 12 entre la partie montante et la partie descendante du faisceau de tubes 5. En face de chaque ouverture 11 est également pratiquée dans l'enveloppe interne, une ouverture 13 de même grandeur. Sous l'extrémité inférieure de l'enveloppe interne 7, l'enveloppe externe est dotée de quatre ouvertures 14. Ces dernières n'ont qu'un diamètre de 5 cm. Les ouvertures 14 sont réparties sur la périphérie, mais pas complètement uniformément. Elles sont opposées diamétralement deux à deux, deux ouvertures 14 se situant sur une ligne diamétrale qui fait un angle d'environ 7° avec le plan de symétrie qui s'étend symétriquement entre la partie montante et la partie descendante du faisceau de tubes 5. Les deux autres ouvertures 14 se situent sur une ligne diamétrale qui, dans le sens des aiguilles d'une montre, est située à environ 95° devant la ligne diamétrale précitée. Les quatre ouvertures 14 débouchent donc directement en face du faisceau de tubes 5 dans le volume 3.

Chacune des ouvertures 11 et 14 précitées dans l'enveloppe externe 6 est encore entourée par un collet pour le raccordement d'une conduite ou la fixation d'un couvercle.

Lors de l'élimination des boues, les ouvertures 11 et 14 sont rendues accessibles de l'extérieur.

Pendant le fonctionnement du générateur de vapeur, des boues, principalement de la magnétite, se déposent sur le côté inférieur du générateur de vapeur, de telle sorte que les boues à évacuer se trouvent surtout sur le fond 2, la plaque à tubes 8 inférieure, et la partie inférieure du faisceau de tubes 5.

L'élimination des boues est en général effectuée en deux phases, de telle sorte qu'au cours de la première phase on évacue surtout les boues de la plaque à tubes 8 inférieure et de la partie située exactement au-dessus du faisceau de tubes 5, et au cours de la seconde phase, on évacue les boues principalement du fond 2 et simultanément de la partie du faisceau de tubes 5 située entre ce fond 2 et la plaque à tubes 8 inférieure.

Ainsi qu'il ressort des figures 2 et 3, qui concernent 10 la première phase, on introduit au cours de cette première phase, à travers une des ouvertures au-dessus de la plaque à tubes 8 inférieure, une tête d'arrosage 15 dans le volume 14, jusqu'au milieu de celui-ci, c'est-à-dire exactement au-dessus de l'ouverture 10. Cette tête d'injection se raccorde 15 à un tuyau souple 16 dans lequel on pompe de l'eau sous une relativement faible pression d'environ 8 bars. On dirige la tête d'arrosage de telle sorte qu'elle projette cette eau en tout sens au-dessus de la plaque à tubes 8. Cette eau est forcée de parcourir depuis le centre toute la plaque à tubes 20 8 et s'écoule sur toute la périphérie de cette plaque 8 par-dessus le bord en tombant ainsi à travers la fente 9 sur le fond 2. De cette façon, les boues libres qui se trouvent sur la plaque à tubes 8 et/ou entre les tubes du faisceau 5, sont entraînées vers l'extérieur de la cuve 1.

25 Cette eau est aspirée à l'aide de puissantes pompes à membrane par deux tuyaux de succion 17 que l'on introduit à travers deux ouvertures 11 dans le volume 4, avec leur extrémité inférieure contre le côté interne de l'enveloppe externe 6 immédiatement au-dessus du fond 2. Ce dernier est légèrement surélevé au milieu, de telle sorte que l'eau tombant de la plaque à tubes 8 sur le fond 2 reste contre l'enveloppe externe 6. Les tuyaux de succion 17 ont été représentés dans un but de clarté uniquement à la figure 2 et, en pointillés.

30 En dehors de la cuve 1, dans les tuyaux de succion sont agencés des voyants non représentés aux figures 2 et 3, ce

qui permet de déterminer si des boues sont évacuées ou non avec l'eau.

5 L'eau que l'on évacue est filtrée dans une unité de filtre qui peut être de construction connue et n'a pas été représentée aux figures dans un but de clarté. Cette unité de filtre comprend par exemple un hydrocyclone et deux filtres dont les chandelles de filtre ont une finesse décroissante, par exemple respectivement de 10,5 et 0,5 micron. L'eau filtrée est envoyée à un réservoir d'où elle est à nouveau prélevée, entre autres pour l'alimentation de l'injecteur ou pulvérisateur 15.

10 15 Quand après un certain temps plus aucune boue n'est entraînée dans les tuyaux de succion 17, on introduit à travers l'autre ouverture 11 restant encore libre, immédiatement au-dessus de la plaque à tubes 8, une tête d'injection 18 qui est montée sur un tube à paroi épaisse 19. On introduit le tube 19 et la tête 18 à travers l'espace 12 entre les parties du faisceau de tubes 5 jusqu'à ce que la tête d'injection 18 soit située approximativement au centre, c'est-à-dire au-dessus de l'ouverture 10. La tête d'injection 18 est oblongue et est dotée sur sa périphérie de rangées d'ouvertures 20 qui sont situées à un écartement mutuel qui dépend de l'écartement entre les rangées de tubes du faisceau 5.

20 25 Par l'intermédiaire du tube 19, on pompe à travers la tête d'injection 18 de l'eau sous une pression très élevée d'environ 250 bars. Pendant cette injection, on ramène la tête d'injection 18 vers l'extérieur. Ce déplacement de la tête d'injection 18 du centre vers l'enveloppe interne 7 n'est également pas effectué en continu mais bien par étapes, la tête 18 étant arrêtée pendant un bref instant chaque fois que les rangées d'ouvertures 20 sont situées en face de l'espace entre deux rangées de tubes adjacentes du faisceau 5 et donc que la tête d'injection 18 peut injecter entre ces rangées adjacentes.

30 35 Avec ce déplacement par étapes, on fait encore tourner

l'ensemble formé par la tête d'injection 18 et le tube 19 à une vitesse de 2 à 4 tours par minute.

Pour le déplacement et la rotation de la tête d'injection 18, on peut par exemple utiliser un chariot que l'on peut faire circuler suivant la direction axiale du tube 19 par rapport à la cuve 1 et dans lequel est supporté un support dans lequel est serré le tube 19, support qui peut être amené à tourner autour de la direction axiale précitée dans le chariot, à l'aide d'un moteur pneumatique commandé à distance.

Grâce au mouvement rotatif de la tête d'injection 18, les boues sont chassées entre deux rangées de tubes adjacentes, de la partie de ces tubes située au-dessus de la plaque à tubes 8, tandis que simultanément, les boues sont aussi chassées de cette plaque à tubes 8.

Toutes les boues sont amenées vers la périphérie externe et évacuées avec l'eau amenée par la tête d'arrosage 15.

Etant donné que maintenant on fournit nettement plus de liquide dans le volume 3 que lors de l'arrosage seul, on évacue le liquide en quatre emplacements au-dessus du fond 2. On remplace les deux tuyaux de succion 17 précités qui sont introduits à travers les ouvertures 11, par quatre tuyaux de succion 21 que l'on amène à travers les ouvertures inférieures 14 avec leur extrémité exactement au-dessus du fond 2 contre l'enveloppe externe 6. Dans les tuyaux de succion 21 également se trouvent des voyants et ces tuyaux de succion se raccordent aussi à la même installation de filtre que les tuyaux de succion 17.

Le déplacement tout en injectant de la tête d'injection 18 du centre vers le côté extérieur est répété plusieurs fois jusqu'à ce qu'on n'observe plus d'eau contaminée par les voyants dans les tuyaux d'évacuation 21.

Ensuite, on arrête l'arrosage avec la tête d'arrosage 15 et l'injection avec l'aide de la tête d'injection 18,

on retire cette tête d'arrosage 15 et cette tête d'injection 18 par l'ouverture 11 correspondante du volume 4 et on les réintroduit dans ce dernier par l'ouverture 11 opposée. On projette à nouveau de l'eau sous relativement basse pression à 5 l'aide de la tête d'arrosage 15 qui se trouve au milieu du volume 4 et on injecte à nouveau de l'eau sous très haute pression à l'aide de la tête d'injection 18 que l'on déplace alors sur l'autre moitié plusieurs fois du milieu vers l'enveloppe interne 7. De cette façon, l'autre moitié, à savoir 10 celle située à droite aux figures 2 et 3, du faisceau de tubes 5 et de la plaque à tubes 8 est traitée par la tête d'injection 18. Dans un but de clarté, le faisceau de tubes 5 n'a pas été représenté à la figure 2.

Après cette première phase, on retire la tête d'injection 15 et les tuyaux de succion 21.

Lors de la seconde phase du procédé, que concernent les figures 4 et 5, la tête d'arrosage reste dans le volume 4, mais cette tête d'arrosage est amenée à pivoter vers le bas sur 180° par rapport à la position pour la première phase, de telle sorte qu'elle soit dirigée avec ses ouvertures de projection vers le fond 2 et se trouve exactement sous le milieu de l'ouverture 10 dans la plaque à tubes 8. L'arrosage sous basse pression à l'aide de la tête d'arrosage est soit poursuivie sans interruption, soit reprise au début de 25 la seconde phase, si on l'a arrêté à la fin de la première phase.

Pendant la seconde phase, on obtient de cette manière un écoulement continu du milieu du fond 2 vers les bords où le liquide est prélevé en deux endroits diamétralement opposés de la même manière qu'au début de la première phase, à savoir par deux tuyaux de succion 17 qui sont introduits respectivement par les deux ouvertures et s'étendent jusqu'à une petite distance au-dessus du fond 2.

Pour la seconde phase également, le dégagement et l'

élimination des boues ont lieu à l'aide principalement d'eau sous haute pression, mais au contraire de la première phase, on utilise pour la seconde phase non plus une mais bien simultanément quatre têtes d'injection 22 qui sont chacune 5 solidaires d'un tube 23. On introduit ces quatre têtes d'injection 22 à travers les quatre ouvertures 14 jusqu'approximativement au-dessus du milieu du fond 2. Etant donné que les ouvertures 14 ne débouchent pas sur l'espace 12, mais directement sur le faisceau de tubes 5, on doit introduire 10 ces têtes d'injection 22 entre les tubes du faisceau 5. Les têtes d'injection 22 sont aussi alors au contraire de la tête d'injection 18, très minces. Elles ont en effet un diamètre externe de 8 mm seulement. Chacune de ces têtes d'injection n'est dotée que de trois ouvertures d'injection. Par 15 l'intermédiaire des quatre têtes d'injection 22, on projette simultanément de l'eau sous une très haute pression d'environ 250 bars, tandis qu'on les déplace par étapes du centre vers l'enveloppe externe 14. Chaque fois que les têtes d'injection 22 se trouvent en face de l'ouverture entre deux rangées de tuyaux adjacentes dirigées transversalement par rapport à ces têtes, on les laisse immobiles pendant une à deux minutes. Pendant le déplacement vers l'extérieur, on fait 20 tourner les têtes d'injection 22 avec une vitesse de rotation de deux à quatre tours par minute. Pour le déplacement et la rotation des têtes d'injection 22, on peut utiliser 25 un dispositif tel que celui utilisé pour le déplacement et la rotation de la tête d'injection 18.

Le déplacement simultané vers l'extérieur des quatre têtes d'injection 22 est répété aussi souvent que nécessaire, 30 jusqu'à ce qu'on ne décèle plus aucune contamination par les boues de l'eau dans les voyants qui sont montés dans les tuyaux d'évacuation 17.

L'eau injectée par les têtes d'injection 22 dégage les boues de la partie située entre le fond 2 et la plaque à tu-

bes 8 inférieure, des tubes du faisceau 5, et du fond 2. Les boues dégagées sont entraînées sur le fond 2 du centre vers la périphérie externe par l'eau pulvérisée par la tête d'arrosage 15. A cause de cet arrosage et aussi du fait que 5 les têtes d'injection 22 se déplacent du centre vers la périphérie, il ne reste pas de boues sur la partie centrale du fond 2.

Pour être également certain qu'il ne reste pas de boues contre l'enveloppe externe 6 sur le fond, on retire à la fin 10 de la phase 2, quand l'eau évacuée par les tuyaux de succion 17 n'entraîne plus de boues, les quatre têtes d'injection 22. A travers chacune des ouvertures 14, on introduit successivement un pistolet de pulvérisation monté sur un tuyau à 15 haute pression. Ce pistolet est en mesure de projeter un long jet rectiligne et il peut être commandé à distance, d'une façon évidente pour le technicien en la matière qui ne sera pas décrite en détail ici. On dirige le pistolet vers le bas dans l'espace compris entre le faisceau de tubes 5 et l'enveloppe externe 6. Dans ce pistolet de pulvérisation 20 est pompée de l'eau à une pression d'environ 300 bars et on dirige le pistolet de pulvérisation de telle sorte que les boues éventuellement encore présentes sur le fond 2 soient chassées dans la direction des tuyaux de succion 17.

Quand tout le fond 2 a été traité de cette manière 25 et que de l'eau contaminée ne s'écoule plus devant les voyageants dans les tuyaux de succion 17, on arrête l'injection et on retire le pistolet de pulvérisation, la tête d'arrosage 15 et les tuyaux de succion 17. Le procédé peut alors être considéré comme complètement achevé.

30 Avec le procédé décrit ci-dessus, on obtient en relativement peu de temps, une élimination efficace de toutes les boues du générateur de vapeur.

L'invention n'est en aucune façon limitée à la forme de réalisation décrite ci-dessus et dans le cadre de la 35 demande de brevet, de nombreuses modifications peuvent être

apportées à la forme de réalisation décrite, notamment en ce qui concerne la forme, la composition, l'agencement et le nombre des éléments qui sont utilisés pour la mise en oeuvre de l'invention.

5 Ainsi, en fonction du nombre d'ouvertures pratiquées dans l'enveloppe externe, on peut utiliser lors du nettoyage de la plaque à tubes et/ou du fond, un autre nombre de têtes d'injection et/ou de tuyaux de succion.

10 Il est essentiel de provoquer un écoulement du milieu vers le côté extérieur et de commencer l'injection sous haute pression à l'aide d'une tête d'injection également toujours près du centre et de la terminer près du côté extérieur.

15 Il n'est pas non plus toujours nécessaire de nettoyer la plaque à tubes située au-dessus du fond et la partie du faisceau de tubes située au-dessus de cette plaque à tubes de la manière décrite ci-avant, avant d'arroser le fond. Inversement, il est possible de nettoyer non seulement la plaque à tubes située au-dessus du fond de la manière décrite ci-avant, 20 mais aussi des plaques à tubes situées plus haut.

REVENDICATIONS

1. Procédé pour l'évacuation ou élimination des boues d'un générateur de vapeur qui comporte un faisceau de tubes qui s'étend dans un volume limité par un fond et une enveloppe externe debout, vers le haut et ensuite vers le bas, 5 le fond obturant hermétiquement les ouvertures entre les tubes et entre les tubes et l'enveloppe externe, tandis que l'enveloppe externe est dotée au voisinage du fond de multiples ouvertures d'accès, procédé suivant lequel on introduit à travers l'une au moins des ouvertures du liquide 10 dans le volume précité et on l'en évacue de telle manière qu'un écoulement de ce liquide est provoqué sur le fond et à travers au moins l'une des ouvertures on introduit dans le volume une tête d'injection avec laquelle on injecte du liquide sous pression que l'on évacue conjointement avec 15 le liquide précité, caractérisé en ce qu'on amène le premier liquide précité pour l'écoulement approximativement au-dessus du milieu du fond et on évacue ce liquide en au moins deux endroits se faisant approximativement face, situés contre l'enveloppe externe et immédiatement au-dessus du 20 fond, de telle sorte qu'on engendre essentiellement un écoulement sur le fond depuis le milieu vers l'enveloppe externe, et on injecte par la tête d'injection du liquide sous pression, tandis qu'on déplace cette tête au moins une fois depuis approximativement au-dessus du milieu du fond vers 25 l'enveloppe externe.

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'on évacue les boues d'un générateur de vapeur qui présente au voisinage du fond au moins quatre ouvertures d'accès réparties sur la périphérie, dans l'enveloppe externe et on introduit à travers ces ouvertures au moins quatre têtes d'injection approximativement jusqu'au dessus du 30

milieu du fond, et on injecte par ces têtes simultanément du liquide sous pression, tandis qu'on les déplace du milieu vers l'enveloppe externe.

5 3. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications précédentes, caractérisé en ce que le générateur de vapeur, en plus de l'ouverture par laquelle on introduit la tête d' injection, présente au moins deux ouvertures situées plus haut dans son enveloppe externe et on évacue le liquide du volume en aspirant ce liquide par au moins deux conduites 10 qui débouchent exactement au-dessus du fond au voisinage de l'enveloppe externe dans le volume précité et qui quittent ce dernier à travers les ouvertures situées plus haut.

15 4. Procédé suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on évacue les boues d'un générateur de vapeur qui comporte à l'intérieur de l'enveloppe externe et autour du faisceau de tubes, une enveloppe interne s'étendant jusqu'à une certaine distance du fond, qui possède une plaque à tubes montée au-dessus du fond dans l'enveloppe interne avec une grande partie au moins de 20 sa périphérie externe sans contact avec l'enveloppe interne et l'enveloppe externe, de telle sorte que du liquide peut s'écouler par-dessus son bord jusqu'au fond, et qui est doté dans son enveloppe externe de plusieurs ouvertures situées sous l'enveloppe interne et d'au moins une ouverture située 25 au moins partiellement au-dessus de la plaque à tubes et en face d'une ouverture pratiquée dans l'enveloppe interne, et on évacue les boues non seulement sur et au-dessus du fond mais aussi celles sur et au-dessus de cette plaque à tubes en engendrant, d'une part, un écoulement de liquide au-dessus de la plaque à tubes depuis approximativement le centre vers le bord en fournissant du liquide à travers une ouverture située au moins partiellement au-dessus de la plaque à tubes approximativement au-dessus du centre de la plaque à tubes, et en évacuant ce liquide qui tombe par-dessus 30

le bord de la plaque à tubes sur le fond, à partir de ce fond et, en injectant, d'autre part, à l'aide d'au moins une tête d'injection que l'on amène à travers une ouverture située au moins partiellement au-dessus de la plaque à tubes, 5 approximativement au-dessus du centre de cette plaque, du liquide sous pression sur cette plaque à tubes, tandis que l'on déplace cette tête d'injection au moins une fois du milieu vers l'enveloppe interne, et en évacuant le liquide de cette tête d'injection conjointement avec le premier 10 liquide précité.

5. Procédé suivant la revendication précédente, caractérisé en ce qu'on évacue d'abord les boues sur et au-dessus de la plaque à tubes, avant d'évacuer avec du liquide sous pression, les boues sur et au-dessus du fond.

15 6. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 4 et 5, caractérisé en ce qu'on engendre d'abord, à l'aide d'une tête d'arrosage que l'on amène au-dessus du milieu de la plaque à tubes, un écoulement sur cette plaque à tubes depuis le centre vers les bords jusqu'à ce que le liquide 20 évacué ne contienne pratiquement plus de boues, et on injecte alors seulement à l'aide d'une tête d'injection sous haute pression au-dessus de la plaque à tubes.

7. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 4 à 6, caractérisé en ce qu'on élimine des boues d'un générateur de vapeur qui comporte dans son enveloppe externe 25 deux ouvertures d'accès situées pratiquement en face l'une de l'autre et en face d'ouvertures dans l'enveloppe interne et au moins partiellement immédiatement au-dessus de la plaque à tubes, et on fournit du liquide pour provoquer l'écoulement à l'aide d'une tête d'arrosage que l'on amène par l'une des ouvertures au-dessus de la plaque à tubes, et on injecte le liquide sous pression par une seule tête d'injection que l'on amène par l'autre ouverture au-dessus de la plaque à tubes, tandis que l'on déplace cette tête d'injection au moins une fois depuis approximativement au-dessus 30 35

du milieu de la plaque à tubes vers l'enveloppe interne, après quoi on introduit la tête d'injection à travers l'autre ouverture et on la déplace à nouveau au moins une fois depuis approximativement au-dessus du milieu de la plaque à tubes 5 vers l'enveloppe interne, donc approximativement dans le sens opposé.

8. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 4 à 7, caractérisé en ce qu'au moins pendant l'injection avec la tête d'injection et la production de l'écoulement 10 au-dessus de la plaque à tubes, on évacue le liquide tombant de cette plaque sur le fond, en l'aspirant à partir du fond en au moins quatre endroits répartis sur la périphérie du fond.

9. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 15 4 à 8, caractérisé en ce qu'on élimine les boues d'un générateur de vapeur dont la plaque à tubes est dotée au centre d'une ouverture, on engendre lors de l'élimination des boues sur et au-dessus de cette plaque à tubes, un écoulement au moyen d'une tête d'arrosage que l'on amène au-dessus de cette 20 ouverture et que l'on dirige vers le haut, tandis que pour engendrer un écoulement au-dessus du fond lors de l'élimination des boues sur et au-dessus de ce fond, on utilise la même tête d'arrosage que l'on pend vers le bas à travers l'ouverture dans la plaque à tubes, afin d'arroser le fond.

25 10. Procédé suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que lors du déplacement d'une tête d'injection depuis approximativement au-dessus du milieu du volume dans la direction de l'enveloppe externe, on déplace cette tête d'injection par étapes, en l'arrêtant 30 chaque fois qu'elle est placée de telle sorte qu'elle peut injecter entre les rangées de tubes du faisceau.

35 11. Procédé suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on fait tourner la tête d'injection pendant l'injection avec une vitesse de rotation de deux à quatre tours par minute.

12. Procédé suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'après l'injection de liquide sous pression sur le fond au moyen d'au moins une tête d'injection, on retire cette tête du volume et l'on amène un pistolet de pulvérisation ou d'injection dans ce volume, pistolet qui peut projeter un long jet rectiligne et que l'on dirige dans le volume entre le faisceau de tubes et la paroi du volume pour projeter avec ce pistolet du liquide sous haute pression dans le volume, tandis que l'on continue à aspirer du liquide à partir du fond tout comme pendant l'injection avec au moins une tête d'injection sur le fond.

Fig. 1

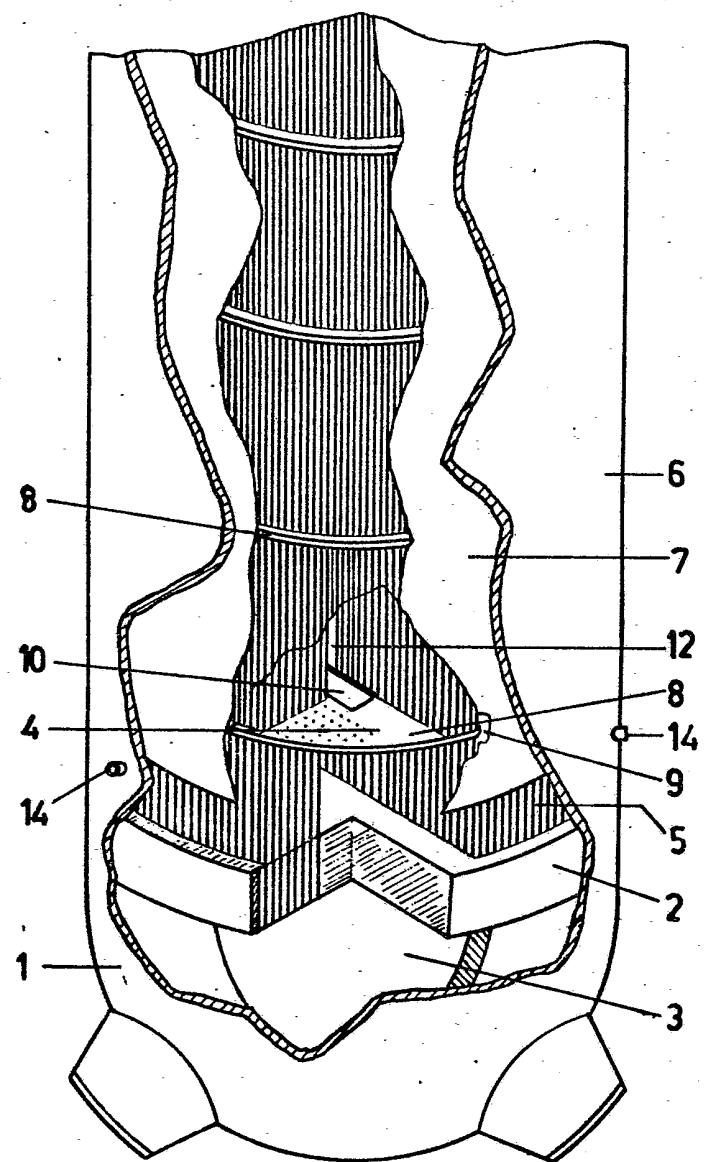


Fig. 2

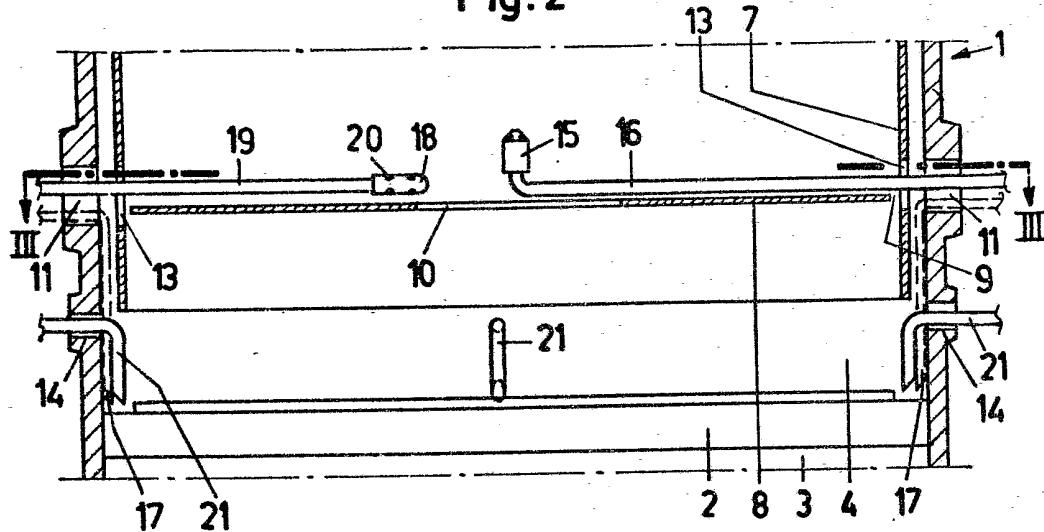


Fig. 3

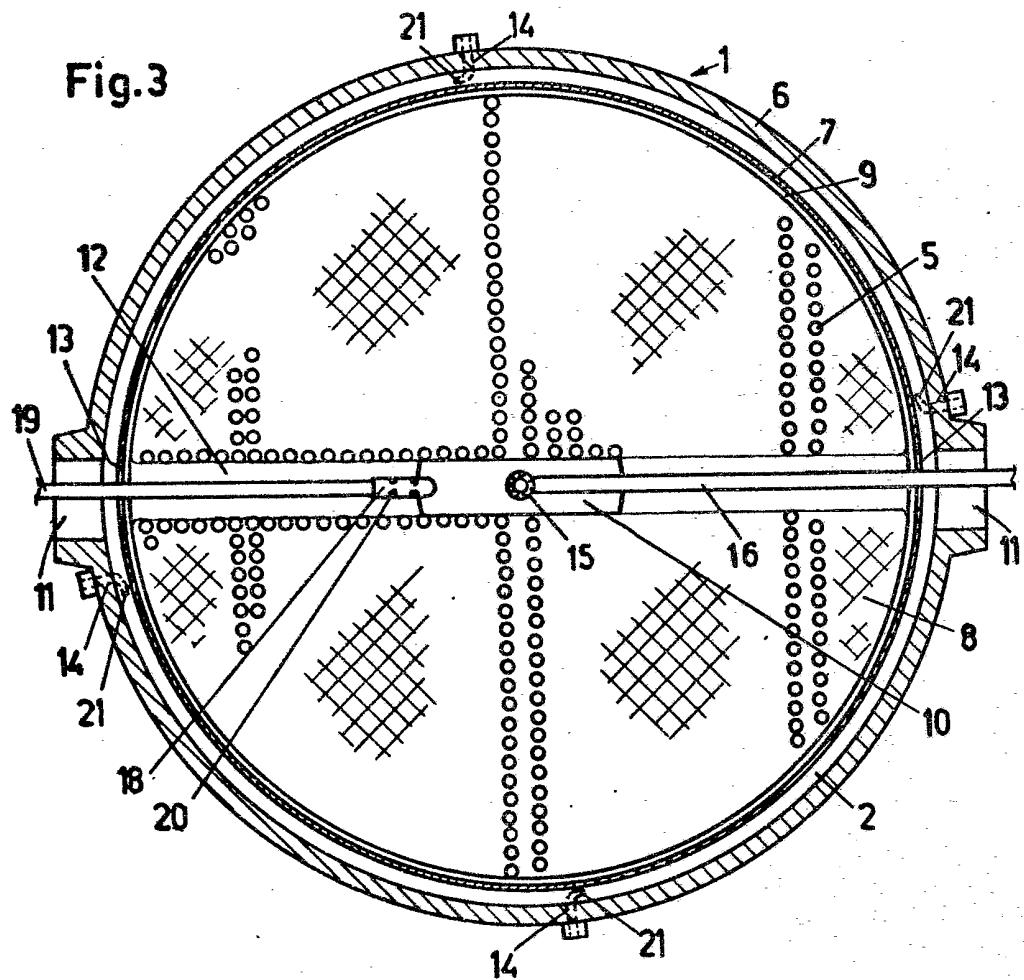


Fig. 4

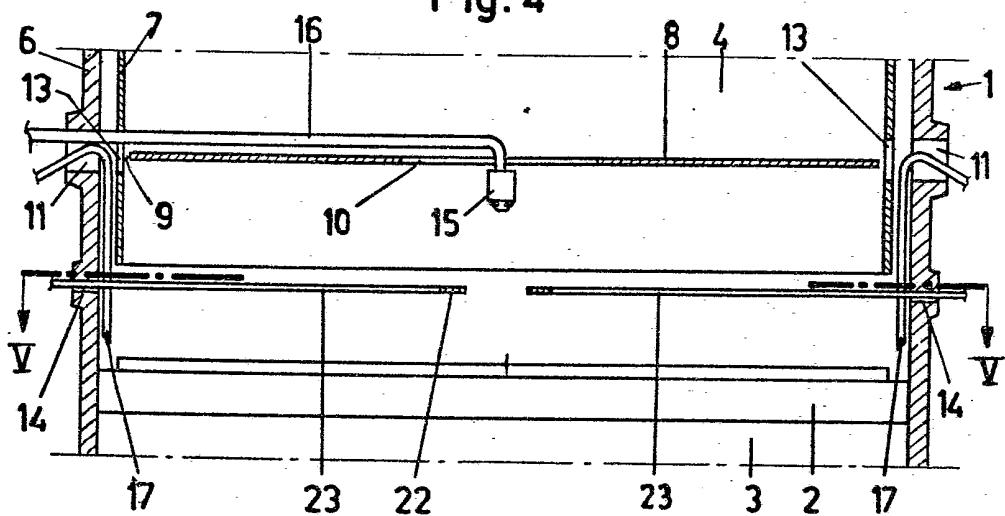


Fig. 5

