

12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt: **82401808.9**

51 Int. Cl.³: **F 22 B 37/54**

22 Date de dépôt: **04.10.82**

30 Priorité: **06.10.81 FR 8118760**

71 Demandeur: **FRAMATOME ET CIE., Tour Fiat 1, Place de la Coupole, F-92400 Courbevoie (FR)**
 Demandeur: **SOCIETE DE TRAVAUX EN MILIEU IONISANT (STMI), 9, rue Fernand Léger, F-91190 Gif sur Yvette (FR)**

43 Date de publication de la demande: **20.04.83**
Bulletin 83/16

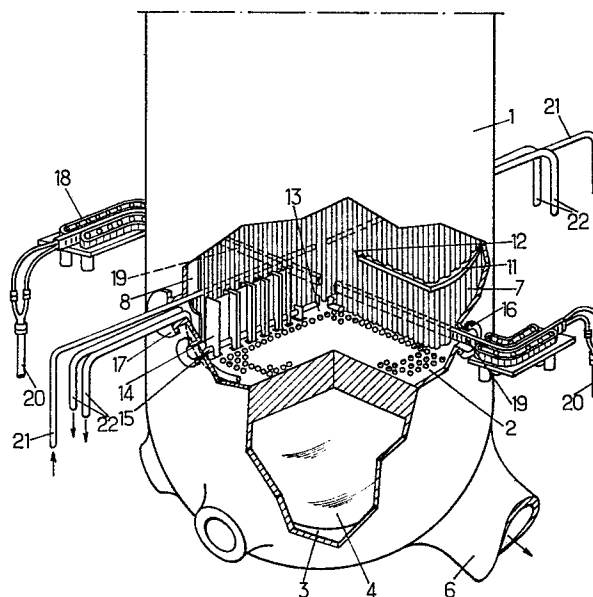
72 Inventeur: **Charamathieu, André, 9, rue Fernand-Léger, F-91190 Gif sur Yvette (FR)**
 Inventeur: **Dessales, Jean, Décédé (FR)**
 Inventeur: **Lebouc, Bernard, 5, Place des Reflets, F-92400 Courbevoie (FR)**

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

74 Mandataire: **Fort, Jacques et al, CABINET PLASSERAUD 84, rue d'Amsterdam, F-75009 Paris (FR)**

54 **Procédé et dispositif d'élimination des boues sur la plaque tubulaire des générateurs de vapeur.**

57 Pour éliminer les boues sur la plaque tubulaire (2) d'un générateur de vapeur, on déplace radialement au moins une lance (19) à partir du centre de la plaque tubulaire entre deux nappes de tubes, parallèlement à la plaque tubulaire (2) et à proximité de celle-ci; on dirige vers la plaque, à partir de la partie terminale de la lance et dans des directions fixes et symétriques par rapport à la direction des nappes, deux jets de liquide de nettoyage sous haute pression que l'on interrompt au passage devant les tubes d'échange thermique (7) du générateur; et on évacue simultanément le liquide de nettoyage depuis la périphérie du faisceau de tubes.



Procédé et dispositif d'élimination des boues sur la
plaque tubulaire des générateurs de vapeur

L'invention a pour objet un procédé et un dispositif
d'élimination des boues sur la plaque tubulaire des géné-
rateurs de vapeur du type comportant, dans une enceinte
5 cylindrique à axe vertical fermée par la plaque, un faisceau
de tubes parallèles lisses reliés à ladite plaque, répartis
en nappes et parcourus par un fluide primaire à haute tempé-
rature. L'invention trouve une application particulièrement
10 importante dans le domaine des générateurs de vapeur à
recirculation, dans lesquels l'eau séparée de la vapeur à la
sortie des circuits secondaires est ramenée à l'entrée en
même temps que l'eau alimentaire, ce qui provoque l'accumu-
lation sur la plaque de boues contenant surtout de la magné-
15 tite, qui forment à la longue une couche adhérente et com-
pacte. Ces boues provoquent la corrosion des tubes d'échange
au niveau de la plaque tubulaire et il est nécessaire de les
éliminer pour éviter la dégradation du générateur de vapeur.
En effet, les tentatives faites pour évacuer les boues avant
20 qu'elles ne forment une couche compacte, par exemple à l'aide
de rampes de purge (FR-A-2 285 573) se sont révélées insuf-
fisantes pour éviter l'accumulation.

Divers procédés et dispositifs ont déjà été proposés
ou mis en oeuvre pour éliminer les boues. Ils sont spécifi-
25 quement destinés à être utilisés dans des générateurs de
vapeur dont les tubes d'échange sont en forme de U renversé
dont les deux extrémités sont reliées à la plaque tubulaire.
La face de cette dernière opposée aux tubes s'ouvre dans une
chambre délimitée par un dôme inférieur et cloisonnée en
30 deux compartiments, dont l'un communique avec une des bran-
ches, dite "chaude", de chacun des tubes, et dont l'autre
communique avec l'autre branche, dite "froide". Dans les
générateurs de vapeur de ce type utilisés dans les chaudières
nucléaires à eau sous pression, cette dernière, qui constitue
35 le caloporteur primaire du réacteur, arrive dans un des
compartiments, circule successivement dans les branches
chaude et froide, puis revient au second compartiment avant
d'être renvoyée vers le réacteur. Dans ces générateurs de
vapeur, il subsiste, entre les branches chaude et froide, un

intervalle supérieur à celui qui sépare des nappes courantes de tubes, du fait que l'on ne peut dépasser une courbure déterminée des tubes en U.

Tous les procédés d'élimination de boues proposés jusqu'à présent profitent de l'existence de cet intervalle plus important (habituellement dénommé "rue d'eau"): on introduit, par un trou prévu dans l'enceinte du générateur de vapeur, au-dessus de la plaque tubulaire et face à la rue d'eau, une lance qui permet d'envoyer des jets d'eau sous forte pression tangentiellement à la plaque tubulaire. On déplace ensuite la lance radialement pour balayer la plaque. On peut notamment utiliser une lance fournissant deux jets dirigés face à face et perpendiculairement à la direction d'introduction de la lance, que l'on anime d'un mouvement d'avance vers le centre du faisceau tubulaire et d'un mouvement d'oscillations (FR-A-2 352 269). La lance peut successivement être introduite dans un sens, pour nettoyer une première moitié de la plaque tubulaire, puis dans l'autre à partir d'un trou opposé au premier pour nettoyer la seconde moitié. Pour entraîner les boues décollées par les jets, on organise à la périphérie de la plaque une circulation d'eau entre deux trous de l'enceinte placés face à face. Le débit introduit d'un côté se partage en deux fractions qui circulent à la périphérie de part et d'autre de la rue d'eau et se réunissent pour sortir de l'enceinte.

Une autre solution déjà utilisée consiste à aspirer l'eau et la boue dans une rampe annulaire souple et percée de trous, introduite dans l'espace qui subsiste entre l'enceinte et les tubes périphériques du faisceau.

Dans la pratique, cette approche, qui semble naturelle à l'homme de l'art puisqu'elle utilise l'intervalle de relativement large dimension constitué par la rue d'eau, s'est montrée imparfaite.

Lors de l'oscillation de la lance, le jet qui est dirigé vers le haut non seulement n'a aucun effet d'arrachement de boues, mais encore provoque des ruissellements qui peuvent ramener vers le milieu de la plaque les boues non immédiatement aspirées à la périphérie. Les courants d'eau d'attaque à la lance et de balayage peuvent être

antagonistes dans certaines zones et provoquer un redépôt local des boues arrachées. Or, du fait notamment de leur composition, ces boues prennent, dès qu'elles se déposent, une consistance telle qu'il devient presque impossible de les
5 aspirer sans les remettre en suspension. Enfin, la pression de l'eau doit être modérée (pratiquement de l'ordre de 150 bars) pour éviter d'endommager les tubes par des jets trop violents. Cette pression est souvent insuffisante pour le dérochage, c'est-à-dire pour l'attaque d'un dépôt
10 de boues consolidé et très adhérent.

L'invention vise à fournir un procédé d'élimination des boues répondant mieux que ceux antérieurement connus aux exigences de la pratique, notamment en ce qu'il assure un nettoyage plus complet grâce à une attaque
15 efficace et une circulation organisée de façon à éviter les retours de boues vers des zones déjà traitées, et ce en ne mettant en oeuvre que des moyens simples.

Dans ce but, l'invention propose notamment un procédé suivant lequel : on déplace radialement au moins
20 une lance (et avantageusement deux lances symétriquement) à partir du centre de la plaque tubulaire entre deux nappes de tubes, parallèlement à la plaque tubulaire et à proximité de celle-ci ; on dirige vers la plaque, à partir de la partie terminale de la lance et dans des directions fixes
25 et symétriques par rapport à la direction des nappes, deux jets de liquide de nettoyage sous haute pression que l'on interrompt au passage devant les tubes ; et on évacue simultanément le liquide de nettoyage, qui sera généralement de l'eau, depuis la périphérie du faisceau.

30 Du fait que les jets sont interrompus au passage devant les tubes, on peut utiliser des pressions motrices très élevées, permettant un dérochage rapide, sans risquer d'endommager les tubes: Ces derniers peuvent être très rapprochés de la lance, puisqu'il n'y a plus à prévoir
35 l'espace nécessaire à l'oscillation de celle-ci et qu'ils ne sont plus soumis à l'action des jets. Ils peuvent même constituer guides de maintien de la lance. Dans un générateur de vapeur à tubes en U, l'espacement courant entre nappes de tubes suffira au passage de la lance, qu'il

ne sera donc plus nécessaire d'introduire par la rue d'eau.

Cette liberté de choix a un intérêt particulier dans le cas des générateurs de vapeur existants qui comportent une plaque de répartition parallèle à la plaque tubulaire, 5 située au-dessus et à proximité de cette dernière, percée d'une ouverture centrale de guidage de l'eau évitant la formation de zones mortes favorables au dépôt des boues. Cette plaque se trouve au droit des trous de grand diamètre, dits "trous de poing", ménagés à travers l'enceinte face 10 à la rue d'eau. Dans ces générateurs de vapeur, les lances oscillantes ne peuvent être introduites par le trou de poing qu'au-dessus de la plaque de répartition, qui limite le champ d'action des jets.

Au contraire, les lances fournissant des jets d'orientation fixe utilisées dans le procédé suivant l'invention, de 15 faible épaisseur pour passer entre nappes adjacentes, peuvent être introduites par les trous de faible diamètre, dits "trous d'oeil", qui sont généralement prévus dans l'enceinte du générateur de vapeur orthogonalement aux trous de poing ou au-dessous, 20 entre la plaque de répartition et la plaque tubulaire.

Le nettoyage s'effectuera en général en plusieurs passes successives, à l'aide de lances différentes dirigeant des jets qui frappent la plaque en des zones de plus en plus éloignées de la lance ou des lances. Ainsi, 25 on repousse progressivement les boues vers la périphérie du faisceau où elles sont reprises et évacuées.

La reprise et l'évacuation sont faites de façon à éviter le redépôt des boues. Une première solution consiste à utiliser quatre tronçons de tuyauterie répartis 30 en deux paires. Chaque paire est introduite par un trou situé à 90° de la direction de déplacement de la lance ou des lances et chaque tronçon est disposé à la périphérie du faisceau sur un arc de 90°. Les quatre tronçons couvrent ainsi la totalité de l'espace périphérique du 35 faisceau tubulaire. Ils sont reliés chacun à un organe d'aspiration, qui peut notamment être un hydro-éjecteur.

Une seconde solution consiste à créer une circulation d'eau à sens unique dans tout l'espace périphérique,

par injection et aspiration à l'aide de tubulures traversant l'enceinte en deux points opposés. Enfin, une dernière solution, qui peut d'ailleurs être utilisée en combinaison avec la première, consiste à collecter les boues à l'aide
5 d'un dispositif aspirateur posé contre la plaque à la périphérie de celle-ci.

L'invention vise également à fournir un dispositif d'élimination des boues qui est tout à la fois simple et efficace, permettant de mettre en oeuvre le procédé ci-
10 dessus défini.

Dans ce but, l'invention propose un dispositif qui comprend au moins une lance d'épaisseur suffisamment faible pour passer entre deux nappes de tubes, présentant une partie terminale munie de buses d'orientation telle
15 qu'elles dirigent des jets obliques sensiblement symétriques par rapport à la direction des nappes vers la plaque lors du fonctionnement, des moyens pour alimenter en eau sous haute pression la lance et interrompre l'alimentation lors du passage des buses devant les tubes, et un mécanisme pour
20 déplacer radialement ladite lance dans une orientation fixe depuis le centre de l'enceinte vers l'extérieur, ainsi que des moyens de collecte et d'évacuation du liquide chargé en boues à la périphérie du faisceau tubulaire.

La partie terminale de la lance sera avantageusement
25 constituée par une tête ayant une section droite de forme plate avec deux buses superposées, d'épaisseur telle qu'elle s'insère entre deux nappes de tubes et dont la hauteur est choisie pour présenter une rigidité évitant toute flexion notable dans le sens vertical tout en autorisant le passage
30 par un trou ménagé à travers l'enceinte. La tête peut être percée d'un trou haut dirigeant vers le haut un jet d'équilibrage.

Les générateurs de vapeur des chaudières nucléaires sont fréquemment disposés à l'intérieur d'une casemate
35 destinée à la protection contre les projectiles en cas d'incident à l'intérieur de l'enceinte générale de la chaudière et/ou à la protection biologique. L'espace libre entre l'enceinte du générateur de vapeur et la casemate est généralement inférieur à la longueur de lance à intro-

duire radialement dans le générateur de vapeur. Pour s'adapter à cette situation, la lance sera constituée de façon à être déformable en plan tout en étant rigide en direction verticale afin de tolérer le porte-à-faux nécessaire. La lance pourra comporter des échancrures régulièrement réparties formant une denture de réception des dents d'un mécanisme d'entraînement situé hors de l'enceinte et qui peut être associé à des moyens de mesure de déplacement et à un détecteur de proximité de tube porté par la tête permettant le positionnement précis de la lance avant la mise en action.

10 L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit d'un mode particulier de réalisation donné à titre d'exemple non limitatif, destiné à l'élimination des boues déposées sur la plaque tubulaire d'un générateur de vapeur à tubes en U du type qui est à l'heure actuelle largement utilisé dans les chaudières nucléaires à eau sous
15 pression. La description se réfère aux dessins qui l'accompagnent, dans lesquels :

La figure 1 est une vue en perspective simplifiée de la partie basse d'un générateur de vapeur dans lequel est inséré, un dispositif suivant l'invention,

20 La figure 2 est une vue en perspective à grande échelle montrant une fraction d'une lance du dispositif de la figure 1,

X La figure 2A est une vue en coupe d'une variante de la tête de lance montrée en figure 2,

La figure 2B, similaire à la figure 2, montre une variante de
25 lance, à trois flexibles d'alimentation,

La figure 2C est une vue en coupe longitudinale de la tête de la figure 2B,

La figure 2D, similaire à la figure 2A, montre une disposition possible des buses constituant une variante de celle de la figure 2B,

30 La figure 3 est une coupe suivant la ligne III-III de la Fig. 2,

La figure 4 est une vue en perspective à grande échelle montrant le mécanisme d'entraînement de la lance de la figure 2,

La figure 5 est une coupe suivant la ligne V-V de la figure 4,

35 La figure 6 est une vue à grande échelle montrant une chaîne appartenant à un mécanisme d'entraînement constituant une variante de celui de la figure 4,

La figure 7, similaire à la figure 4, montre une variante de réalisation,

La figure 8 est une coupe suivant la ligne VIII-VIII de la Fig. 7,

La figure 9 est une vue en plan schématique depuis le dessus de la plaque tubulaire, montrant la disposition des composants du dispositif, y compris ceux destinés au balayage des boues,

La figure 10 est un schéma en coupe verticale montrant les zones successivement nettoyées,

La figure 11, similaire à la figure 9, montre une variante de réalisation du dispositif,

La figure 12 est une vue en coupe schématique montrant une variante de constitution des moyens de collecte des boues.

10 On rappellera tout d'abord brièvement la disposition des parties concernées par l'invention du générateur de vapeur lui-même, dont on pourra trouver une description complète par exemple dans les documents FR-A- 2 285 573 et 2 352 269 déjà cités.

Le générateur de vapeur comporte une enceinte sous pression de forme
15 cylindrique 1 fermée à sa partie basse par une plaque tubulaire 2 dans laquelle sont d'égoutées et soudées les parties terminales de tubes en U d'échange thermique 7. L'enceinte se prolonge sous la plaque par un dôme délimitant une boîte à eau 3 séparée par une cloison verticale 4 en un compartiment où l'eau primaire chaude provenant du réacteur arrive par
20 une tubulure et un compartiment de sortie d'où l'eau primaire s'échappe vers le réacteur par une tubulure 6. Entre les deux compartiments, l'eau primaire circule dans la branche chaude, puis la branche froide des tubes en U 7.

Entre le faisceau de tubes en U 7 et l'enceinte 1 est placée une
25 enveloppe secondaire 8. L'enveloppe secondaire 8 se termine au-dessus de la plaque tubulaire en laissant subsister un espace permettant à l'eau secondaire et à l'eau de recirculation qui descendent par l'espace annulaire compris entre l'enceinte 1 et l'enveloppe 8 d'alimenter la zone occupée par le faisceau, immédiatement au-dessus
30 de la plaque tubulaire. Des plaques entretoises (non représentées) percées de trous de passage des tubes et d'ouverture de circulation d'eau et de vapeur sont disposés à intervalles réguliers le long du faisceau et maintiennent les tubes. Une plaque de répartition 11 comportant une ouver-
35 ture centrale 12 est disposée au-dessus de la plaque tubulaire. Les branches chaudes et froides des tubes sont séparées par une zone diamétrale libre 13, dite "rue d'eau", dont la largeur est déterminée par le cintrage maximum que l'on peut donner aux tubes 7. Dans cette rue d'eau sont

placées des entretoises 14 et une rampe de purge en continu 15.

Le dispositif de nettoyage utilise des accès prévus dans l'enveloppe et qui, dans le générateur de vapeur 5 illustré, comprennent deux trous de relativement grand diamètre 17, dits "trous de poing", diamétralement opposés, situés face à la rue d'eau et au niveau de la plaque de répartition 11. Deux trous plus petits 16, habituellement dénommés "trous d'oeil" et dont le diamètre est typiquement 10 de 50 mm, sont alignés dans une direction perpendiculaire à celle des trous de poing, à distance faible de la plaque tubulaire 2 (typiquement 250 mm). Les trous 17 et 16,, obturés en fonctionnement normal par des tapes, correspondent à des ouvertures ménagées dans l'enveloppe 8.

15 En règle générale, l'enceinte 1 est entourée par une casemate (non représentée) dont le rôle est notamment d'arrêter les pièces et débris projetés en cas d'incident.

Le dispositif d'élimination des boues représenté à titre d'exemple de réalisation en figure 1 peut être 20 regardé comme comprenant un système d'attaque et de mise en suspension des boues et un système de collecte.

Le système d'attaque comporte, pour une même opération, deux lances 19 destinées à être introduites chacune par un trou d'oeil 16 et à être déplacées entre 25 deux nappes de tubes, c'est-à-dire dans un intervalle dont la largeur est typiquement de l'ordre de 10 mm.

La lance 19 montrée à titre d'exemple en figures 2 à 5 comprend une partie de guidage et d'amenée 23 et une tête 24 fixée à la partie 23 par des moyens supprimant le 30 risque de perte de la tête à l'intérieur du générateur. La partie de guidage, conçue de façon à être flexible, comprend deux tubes superposés 27 et 28 (figure 3) reliés par une âme centrale percée de trous et par deux parois latérales métalliques 25 et 26. Chaque paroi latérale 35 25 ou 26 est constituée par une tôle mince percée d'ouvertures rectangulaires formées par découpe et repliement vers l'intérieur d'ailettes 32 et 33. L'âme et les ailettes sont revêtues d'un enrobage de matériau thermo-

plastique 31 qui noie également les tubes. Les ailettes sont de longueur telle qu'elles emprisonnent l'âme centrale 34. La partie de guidage 23 présente ainsi des ouvertures régulièrement réparties constituant des crans
5 d'engrènement du mécanisme de déplacement qui sera décrit plus loin.

La tête 24 est constituée par une pièce métallique formant boîte à eau, dans laquelle débouchent les tubes 27 et 28. Dans la partie arrière de cette tête sont
10 ménagés des évidements de réception de pattes 42 et 43 solidaires des parois latérales 25 et 26. Des broches permettent de solidariser de façon définitive les pattes de la tête.

La boîte à eau est munie de deux buses de nettoyage
15 constituées par des orifices 38 percés obliquement dans des portions épaissies de la tête et dessinés de façon à fournir des jets inclinés vers le bas de façon sensiblement symétrique. On peut constituer de cette façon une lance présentant une épaisseur ne dépassant pas 10 mm, c'est-à-
20 dire la largeur du ligament de la plaque tubulaire entre deux nappes de tubes 7, et une hauteur de l'ordre de 45 mm, inférieure au diamètre d'un trou d'oeil. Du fait de sa constitution, cette lance, lorsqu'elle est soutenue par une liaison d'encastrement à l'extérieur de l'enceinte, ne
25 présente qu'une flèche acceptable lorsqu'elle est dans sa position de saillie minimum à l'intérieur. Pour réduire les efforts de flexion qui s'exercent sur elle, on peut prévoir, dans la tête, un orifice 40 dirigé vers le haut pour donner naissance à un jet d'équilibrage.

30 La lance peut être utilisée avec un mécanisme du genre montré en figures 4 et 5, qui lui donne, à la sortie de l'enceinte, une courbure limitant l'encombrement radial à une valeur compatible avec l'espace qui subsiste entre la casemate et l'enceinte. La lance peut donc rester
35 très simple et être utilisée sans déplacement télescopique ou raboutage de tronçons, qui seraient d'ailleurs difficiles à mettre en oeuvre étant donné le faible intervalle entre deux nappes adjacentes de tubes et la nécessité d'effectuer ces opérations sous le contrôle d'un opérateur dans

une zone soumise à un rayonnement important.

On décrira maintenant, en faisant référence aux figures 2A à 2D, différentes variantes de réalisation de l'invention.

La tête de lance montrée en coupe sur la figure 2A se
5 différencie de celle montrée en figure 2 en ce qu'elle ne
comporte pas un seul jeu de buses de nettoyage placées cha-
cune d'un côté et ayant la même orientation, mais plusieurs
jeux de buses. Le tube supérieur 27 alimente un premier jeu
de buses 38 dont l'orientation correspond à celle des buses
10 montrées en figure 2. Le tube inférieur 28 alimente de son
côté deux jeux de buses, ayant respectivement une inclinai-
son de 40° et de 70° sur l'horizontale, correspondant donc
à des tirs à plus courte distance. La tête montrée en figure
2A peut notamment être utilisée pour effectuer le balayage
15 des boues décrochées, sous une pression plus faible qu'au
cours d'une opération préliminaire de dérochage, effectué
en plusieurs passes avec des têtes à un seul jeu de buses.
Mais, comme on le verra plus loin, on peut également uti-
liser une tête du genre montré en figure 2A pour arracher et
20 chasser les boues par passage unique de la lance, avec une
avance à pas de pèlerin, comme on le verra plus loin.

La variante de réalisation de la lance montrée en
figures 2B et 2C (où les éléments correspondant à ceux déjà
montrés en figure 2 portent le même numéro de référence) se
25 différencie notamment de la figure 2 en ce qu'elle comporte
trois flexibles d'alimentation qui se prolongent par des
tubes correspondant jusqu'à une chambre 80 munie d'un orifice
d'équilibrage 40 dirigé vers le haut. Des cloisons 81 prévues
dans la chambre séparent les écoulements provenant des tubes
30 27 et 28 jusqu'à proximité de l'extrémité de la tête. Celle
qui est montrée en figure 2B, destinée au tir à courte dis-
tance du plan d'introduction de la lance, comporte deux jeux
de buses 82, de même orientation, dont l'espacement longitu-
dinal correspond à la distance entre deux tubes successifs
35 d'une même nappe. Sur la tête et le corps de la lance pour-
ront être prévus des repères gravés 83 de repérage, l'espac-
ement de deux repères successifs correspondant à l'inter-
valle entre deux tubes. Comparé au mode de réalisation de la
figure 2, celui de la figure 2B permet de fournir un débit

plus important d'enlèvement des boues.

Une fois la tête montrée en figure 2B utilisée au cours d'une première passe, on peut utiliser, en particulier pour chasser la boue des espaces entre les tubes de la partie centrale de l'échangeur, des têtes
5 projetant des jets plus loin. En particulier, on peut utiliser, au cours d'une seconde passe, une tête dont les buses présentent la disposition montrée en figure 2D. Une dernière tête, utilisée pour une troisième passe, peut comporter des buses ayant l'orientation indiquée en traits mixtes sur la figure 2D.

10 Le mécanisme montré en figures 4 et 5, destiné à pousser et tirer la lance 19, est porté par un socle 60. Ce socle porte un ensemble de guidage comprenant deux glissières 61 courbes et parallèles, entre lesquelles la partie de guidage 23 circule en s'engrenant sur des courroies sans fin 62 crantées sur une seule face, dont le trajet est fixé par des
15 galets 63. Le mécanisme d'entraînement comporte encore deux ensembles d'entraînement placés de part et d'autre des glissières sur le trajet de la lance 19. Chacun de ces ensembles est constitué par un jeu de deux courroies 64 crantées sur les deux faces, engrenant d'un côté avec la partie de guidage 23, de l'autre côté, avec des pignons d'entraînement
20 65 couplés à un motoréducteur 66 par l'intermédiaire d'un limiteur de couple 67 et d'un organe de mesure de déplacement 68 de type quelconque.

Dans la variante de réalisation montrée en figures 6 et 7, la lance est rigide. Elle est constituée de plusieurs tubes superposés, au nombre de deux dans le cas illustré, reliés de place en place par des entretoises
25 70. La lance traverse, à la sortie de l'enceinte, une cintreuse qui, dans le cas illustré en figure 7, est constituée par une série de galets de cintrage 71 portés par le socle 60. Les moyens d'entraînement sont constitués par une chaîne 72 fixée à l'entretoise 70 arrière et entraînée sur un trajet sans fin par un pignon 73.

30 Le capteur de position 68 pouvant être insuffisamment précis, il sera fréquemment complété par des moyens optiques, utilisant par exemple des points de référence 74 répartis le long de la lance (figure 6) ou par des moyens électriques. Ces derniers peuvent être constitués par un capteur à courant de Foucault 75 situé à la base de la tête (figure 4),
35 décelant la proximité d'un tube.

Les tubes sont alimentés en eau par une conduite souple 20 (Fig. 1) de liaison avec un groupe motopompe placé à distance (non représenté). Ce groupe peut avoir une constitution classique, si ce n'est qu'il est muni de moyens d'arrêt de l'arrivée d'eau en réponse notamment à un signal

reçu d'un dispositif de détection du passage devant les tubes, comportant le capteur de position 68 et, éventuellement, un capteur supplémentaire optique ou électrique. Ce groupe peut de plus être prévu pour fournir à la demande
5 l'une ou l'autre de deux pressions, dont l'une est très élevée (au moins 200 bars et par exemple 300 bars) pour le dérochage et dont l'autre est plus faible pour le nettoyage et la mise en suspension des boues.

Le système de collecte et d'évacuation des boues
10 comporte, dans le mode de réalisation montré en figures 1 et 9, deux rampes d'arrosage à basse pression 21 introduites par les trous de poing 17 au-dessus de la plaque de répartition 11. Ces rampes alimentent en eau la partie centrale du faisceau de tubes et provoquent un écoulement dirigé
15 vers la périphérie. La reprise des boues s'effectue par quatre tronçons de tuyauterie souple 22 percés de trous d'aspiration 51 qui couvrent chacun un quart de la périphérie. Les quatre tronçons sont reliés chacun à un hydro-éjecteur 52, dont un seul est représenté sur la figure 9.
20 Cet hydro-éjecteur, qui peut utiliser comme fluide moteur l'eau également employée pour le nettoyage, permet de réaliser une dépression atteignant 8 mètres d'eau, exerçant un effet de succion suffisant pour entraîner les boues en suspension.

25 Un courant d'eau de balayage à basse pression peut de plus être introduit dans la rue d'eau à l'aide de buses 53 placées dans le trou de poing 17.

Cette disposition permet d'organiser la circulation d'eau de façon cohérente et d'éviter les zones mortes et
30 les retours de boues vers les régions déjà nettoyées.

La mise en oeuvre du procédé à l'aide du dispositif qui vient d'être décrit s'effectue de la façon suivante, dans le cas où quatre passes successives sont prévues en utilisant quatre jeux de lances fournissant chacune des jets
35 fixes, l'incidence des jets étant différente lorsqu'on passe d'un jeu à l'autre.

Au cours d'un premier passage, du centre de la plaque tubulaire vers la périphérie du faisceau, on utilise un jeu de lances dont les buses sont telles que les jets d'eau nettoient les zones A et repoussent les boues vers la zone

B. Au cours de la seconde passe, on utilise une lance qui nettoie la zone B et refoule les boues vers la zone C et ainsi de suite avec un léger recouvrement des zones.

Enfin, on effectue une passe avec une dernière lance ayant
5 des buses fournissant un jet qui couvre la quasi totalité du faisceau tubulaire (zone D sur la figure 10) et assure par entraînement le nettoyage des boues qui auraient pu se redéposer au cours des trois premières passes.

On voit que les quatre passes avec des lances à jet
10 fixe permettent d'évacuer progressivement et toujours dans le même sens les boues vers la périphérie du générateur de vapeur, où elles sont reprises par les tronçons 22.

Chaque passe est effectuée de la même façon : les lances sont d'abord complètement introduites. Elles sont
15 alimentées en eau sous une pression qui peut varier suivant que l'on veut effectuer un dérochage (ce qui, dans certains cas, peut exiger une pression de l'ordre de 400 bars) ou un simple nettoyage. Les lances sont ensuite déplacées de façon à amener les buses 38 devant le ligament suivant.
20 Pendant cette translation, alors que les buses 38 passent devant des tubes, les jets sont interrompus, ce qui implique un arrêt de 10 secondes environ dans la pratique, l'émission de jet dans chaque espace intertubulaire durant environ 30 secondes en général.

25 Du fait que les jets ne sont envoyés que dans les ligaments de la plaque tubulaire, on peut utiliser des pressions d'eau très importantes, qui arrachent les dépôts même durcis, sans risquer pour autant d'endommager les tubes.

Par ailleurs, l'avance des lances et les émissions de
30 jets se faisant par séquences programmées à commande automatique à distance, la présence d'un opérateur à proximité du générateur de vapeur n'est plus nécessaire que lors des opérations de mise en place, de chargement et de démontage de l'équipement, d'où une réduction des doses de
35 rayonnement auxquelles est soumis le personnel de conduite.

Dans la variante de réalisation montrée en figure 11, on utilise un système d'injection et d'aspiration qui crée une circulation d'eau dans une même direction dans tout l'espace périphérique. Pour cela, on utilise encore quatre

tronçons de tubes, groupés par paires. Chaque paire comprend un tronçon 75 d'injection d'eau sous haute ou moyenne pression et un tronçon 76 relié à une pompe ou à un hydro-éjecteur créant une dépression d'aspiration des boues en suspension. Les tronçons sont orientés de façon à engendrer un courant circulaire à sens unique et les pressions et débits utilisés sont choisis pour que le courant ait une vitesse supérieure à 1,6 m par seconde. On peut ainsi éviter un redépôt des boues en suspension. Le système de collecte est complété par des rampes 21 d'amenée d'eau à basse pression, comme dans le cas précédent.

On peut enfin utiliser, à la place des solutions précédentes ou pour les compléter, une tuyauterie de reprise posée à plat à la périphérie de la plaque, comprenant une chambre centrale d'aspiration 54 de liquide chargé de boues, reliée à des moyens d'aspiration (pompe ou hydro-éjecteur) et deux chambres 55 et 56 d'amenée d'air comprimé, débouchant de part et d'autre de la fente d'entrée de la chambre centrale 54 (Figure 12). Les chambres 55 et 56 communiquent par des orifices calibrés avec la face inférieure plane de la tuyauterie, destinée à s'appliquer sur la plaque tubulaire. Ainsi, l'air comprimé sortant des chambres 55 et 56 remet en suspension les boues qui sont entraînées avec l'eau de nettoyage par la chambre centrale 54. Les jets d'air comprimé constituent un coussin d'air de sustentation de la tuyauterie et facilitent de ce fait la reprise des boues.

On voit que cette dernière solution permet de remettre en suspension les boues éventuellement redéposées en périphérie à la suite d'une interruption momentanée de l'attaque ou de la collecte. Elle permet ainsi de compléter, si nécessaire, l'action du système normal de collecte.

La séquence de fonctionnement décrite ci-dessus suppose qu'on effectue plusieurs passes successives en utilisant des lances dont les buses présentent une orientation de plus en plus inclinée sur la verticale. On peut également réaliser le nettoyage en une seule passe, en mettant en oeuvre une lance comportant une tête du genre montré en figure 2A. Pour cela, on fait avancer la lance suivant une progression en pas de pèlerin telle que chaque ligament reçoit les jets

provenant de la tête suivant quatre séquences successives d'alimentation des têtes. En d'autres termes, la progression peut être représentée par le tableau suivant où m représente le numéro d'ordre du ligament situé le plus près de la rue d'eau, les colonnes correspondent aux séquences d'alimentation de la lance n°1, 2,... et les croix indiquent les ligaments qui reçoivent les jets.

10

15

	n	$n+1$	$n+2$
m	x		
$m-1$	x	x	
$m-2$	x	x	x
$m-3$	x	x	x
$m-4$		x	x
$m-5$			x
$m-6$			
.....			

L'invention est susceptible de nombreuses variantes encore de réalisation et il doit être entendu que la portée du présent brevet s'étend à de telles variantes aussi longtemps qu'elles restent dans le cadre des équivalences.

Revendications

1. Procédé d'élimination des boues sur la plaque tubulaire (2) de générateurs de vapeur comportant, dans une enceinte cylindrique à axe vertical (1) fermée par la plaque, un faisceau de tubes parallèles reliés à ladite plaque, répartis en nappes et parcourus par un fluide primaire à haute température, caractérisé en ce que : on déplace radialement au moins une lance à partir du centre de la plaque tubulaire entre deux nappes courantes de tubes, parallèlement à la plaque tubulaire et à proximité de celle-ci ; on dirige vers la plaque, à partir de la partie terminale de la lance (19) et dans des directions fixes et symétriques par rapport à la direction des nappes, deux jets de liquide de nettoyage sous haute pression, typiquement d'au moins 200 bars, que l'on interrompt au passage devant les tubes (7) ; et on évacue simultanément le liquide de nettoyage depuis la périphérie du faisceau.

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'on effectue plusieurs passes successives de déplacement en utilisant des lances différentes, dirigeant des jets qui frappent la plaque en des zones de plus en plus éloignées de la lance.

3. Procédé suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que, le générateur de vapeur étant du type à tubes en U (7), les branches chaudes et froides des tubes étant séparées par une rue d'eau, on déplace les lances radialement entre deux nappes de tubes perpendiculairement à la direction de la rue d'eau (13) et à proximité immédiate de la plaque tubulaire.

4. Procédé suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'on déplace simultanément et symétriquement deux lances à partir du centre du générateur de vapeur de façon à balayer la totalité de la plaque tubulaire.

5. Procédé suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'on collecte le liquide chargé en boues à la périphérie du faisceau et en ce qu'on l'évacue vers des conduites de collecte (22) sortant de l'enceinte (1) par des trous (17) orientés perpendiculairement au trou (16) d'entrée de la lance ou

de chaque lance (19).

6. Dispositif d'élimination des boues sur la plaque tubulaire (2) de générateurs de vapeur comportant, dans une enceinte cylindrique à axe vertical (1) fermée
5 par la plaque, un faisceau de tubes parallèles reliés à ladite plaque, répartis en nappes et parcourus par un fluide primaire à haute température, dispositif comportant au moins une lance de projection de liquide de nettoyage et un mécanisme situé à l'extérieur de l'enceinte pour déplacer
10 radialement la lance à travers un trou de l'enceinte, caractérisé en ce que la lance, d'épaisseur suffisamment faible pour passer entre deux nappes de tubes, présente une partie terminale munie de buses d'orientation fixe telle que les buses dirigent des jets obliques sensiblement symétriques
15 par rapport à la direction d'une nappe vers la plaque tubulaire ; des moyens pour alimenter en eau sous haute pression la lance et pour interrompre l'alimentation lors du passage des buses devant les tubes (7) ; et des moyens de collecte et d'évacuation du liquide chargé en boues à
20 la périphérie du faisceau de tubes.

7. Dispositif suivant la revendication 6, caractérisé en ce que la partie terminale de la lance est constituée par une tête ayant une section droite de forme plate à au moins deux buses latérales superposées, tête d'épaisseur telle
25 qu'elle s'insère entre deux nappes de tubes sans pouvoir tourner, la hauteur de la lance étant choisie pour présenter une rigidité évitant toute flexion notable dans le sens vertical tout en autorisant le passage par un trou ménagé à travers l'enceinte.

30 8. Dispositif suivant la revendication 6 ou 7, caractérisé en ce que la partie terminale de la lance est munie d'un orifice dirigé vers le haut pour donner naissance à un jet d'équilibrage des jets dirigés vers la plaque.

35 9. Dispositif suivant la revendication 6, 7 ou 8, destiné à un générateur de vapeur dans lequel l'espace disponible à l'extérieur de l'enceinte au droit des trous d'introduction de la lance est inférieur à la saillie maximale de celle-ci à l'intérieur de l'enceinte, carac-

térisé en ce que la lance est constituée de façon à être déformable en plan, tout en étant rigide en direction verticale et en ce que le mécanisme d'entraînement impose à la lance un coude dans le plan horizontal à la sortie de
5 l'enceinte.

10. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 6 à 9, caractérisé en ce que la lance ou chaque lance porte un détecteur de proximité des tubes, par exemple du type à courant de Foucault.

Fig.1.

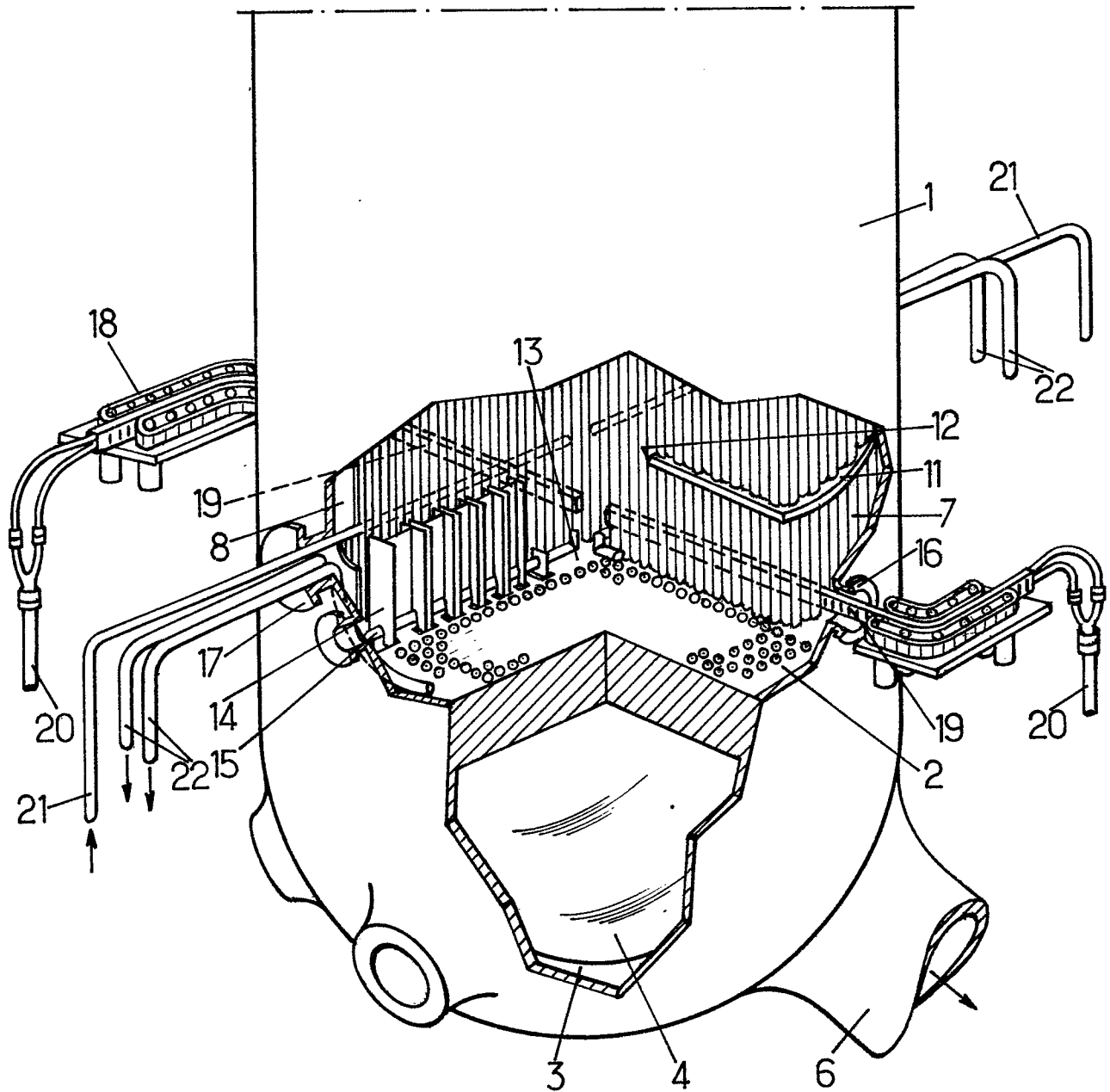


Fig.2B. ²/₃

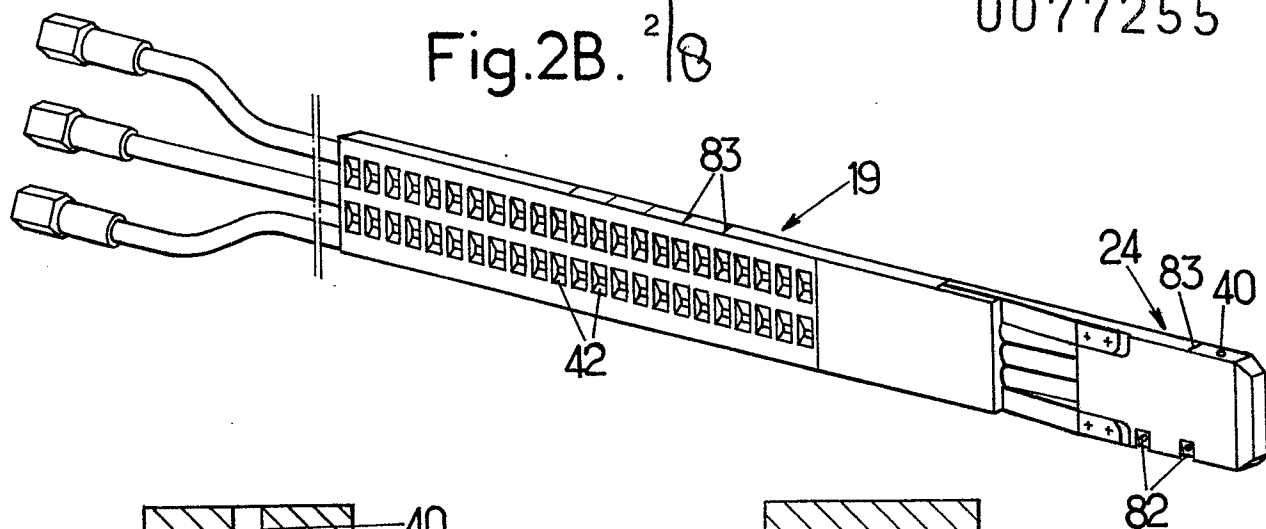


Fig.2A.

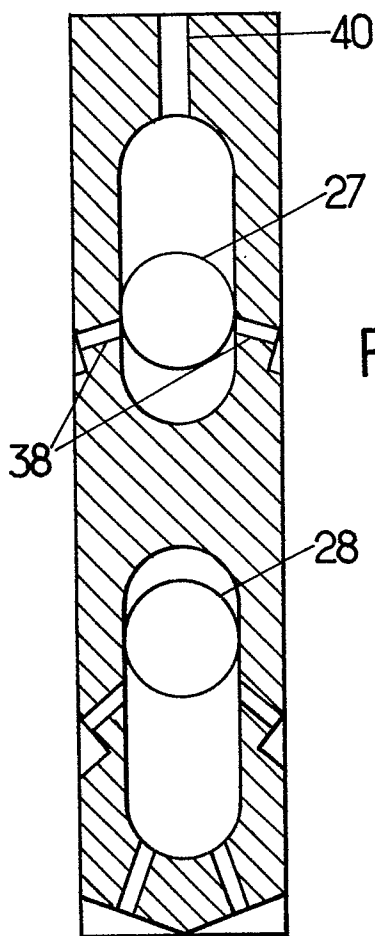


Fig.2D.

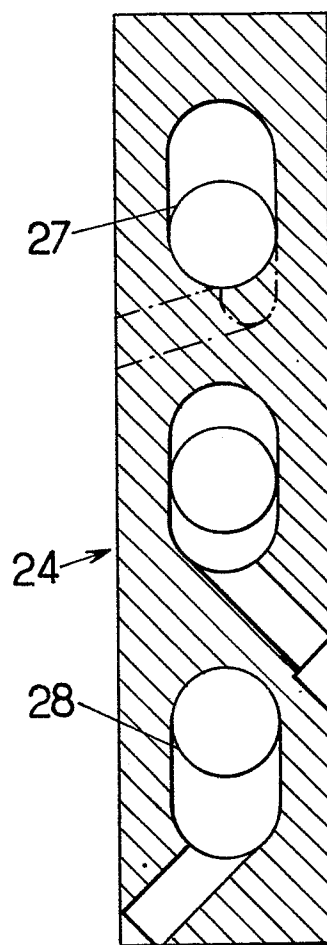


Fig.2C.

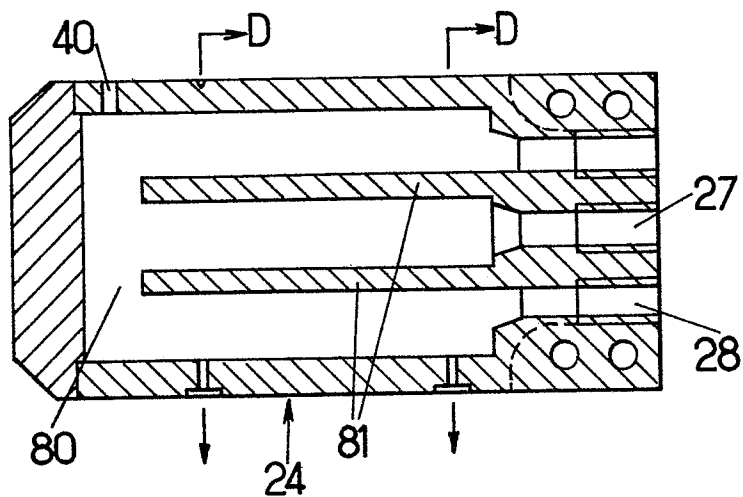


Fig.2.

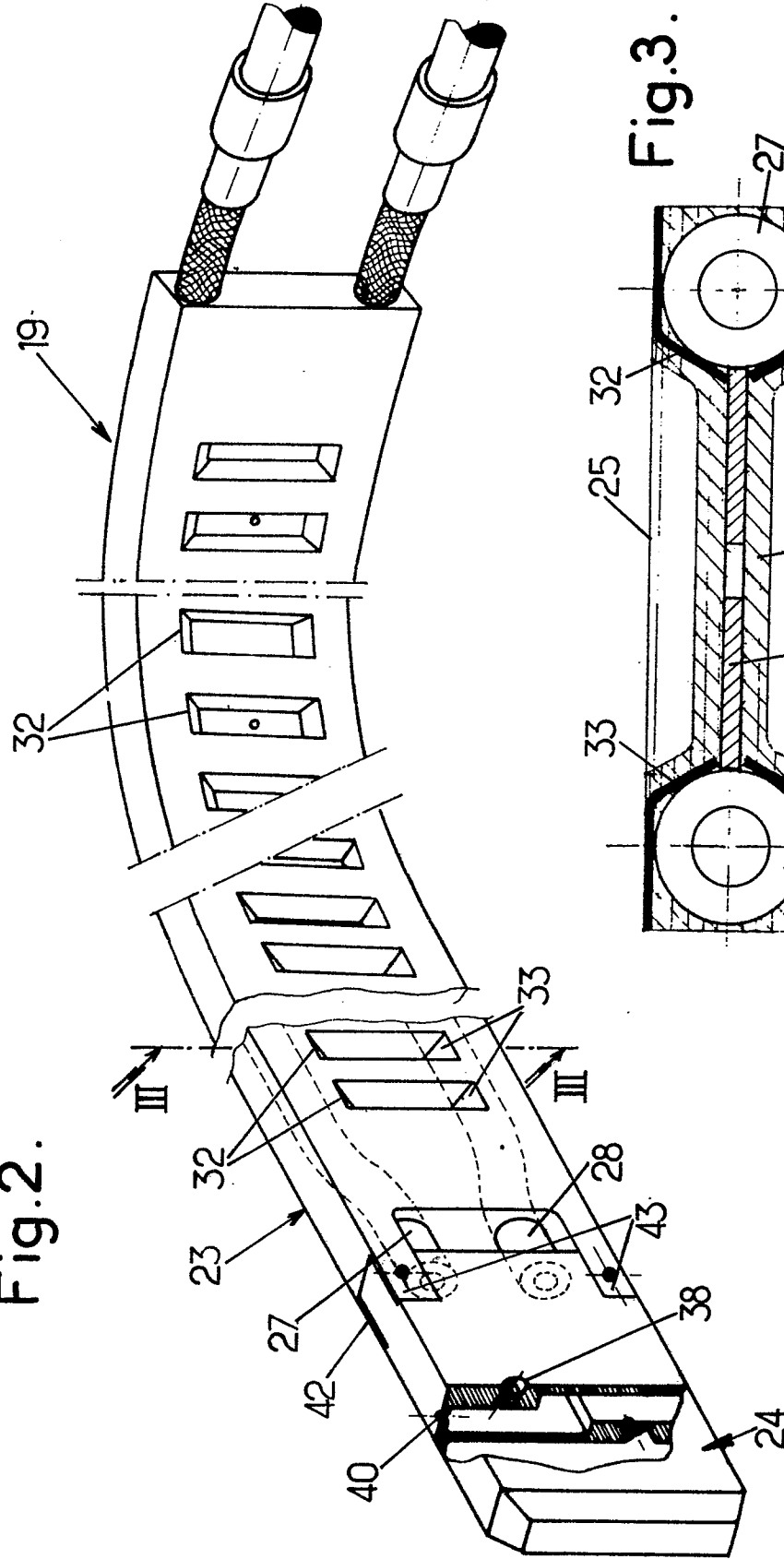
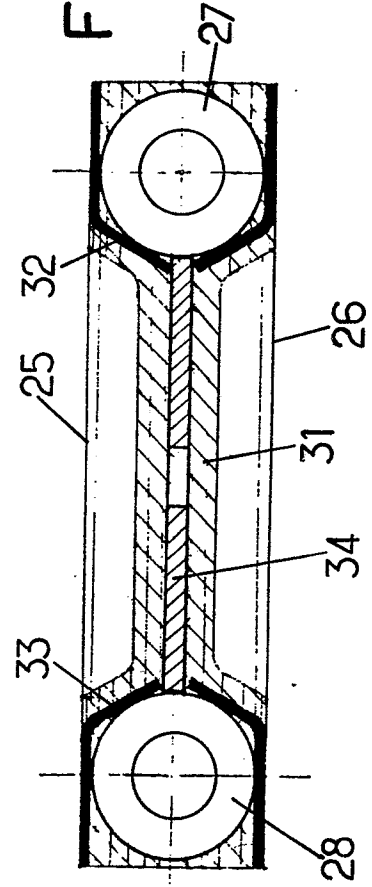


Fig.3.



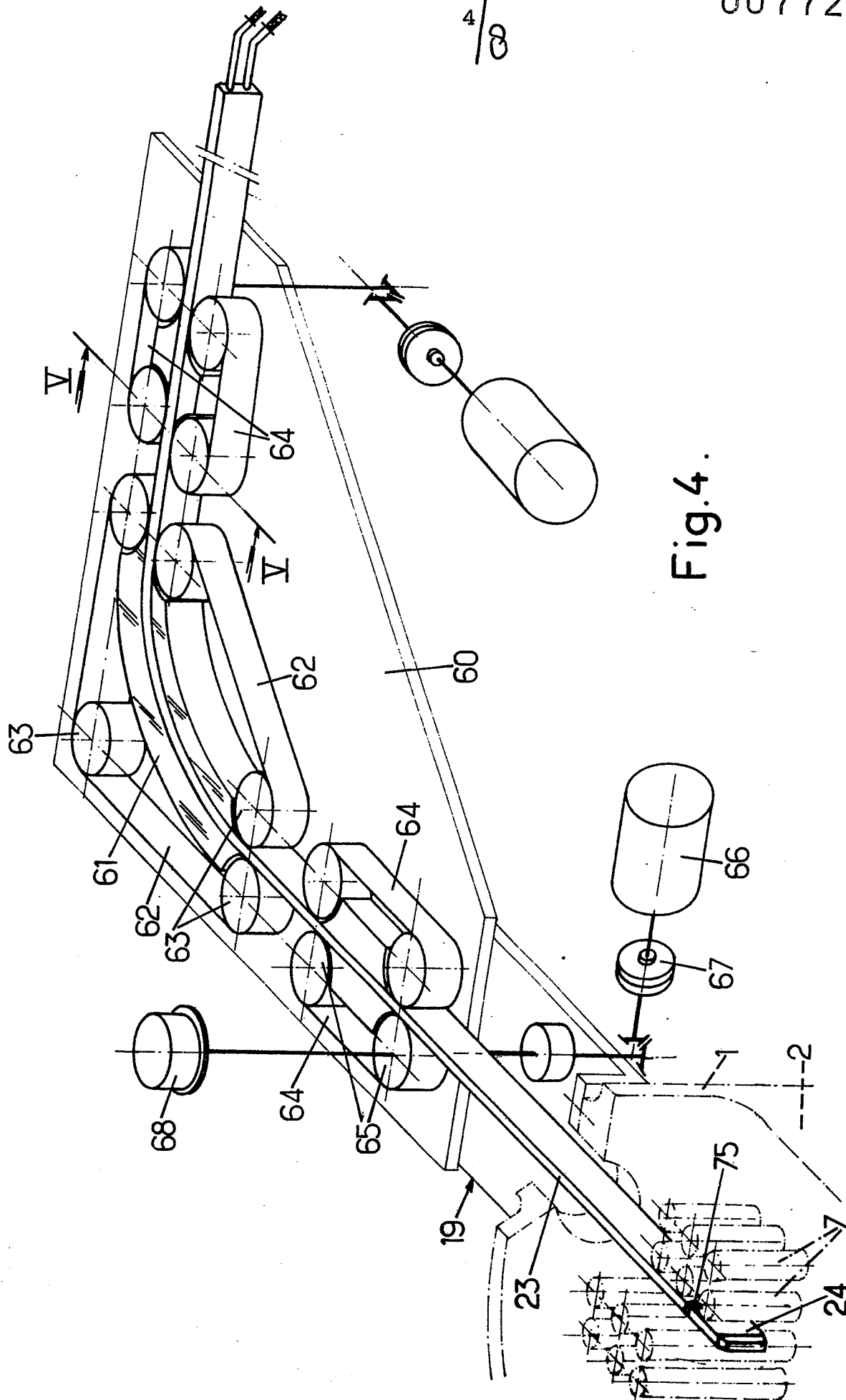


Fig. 4.

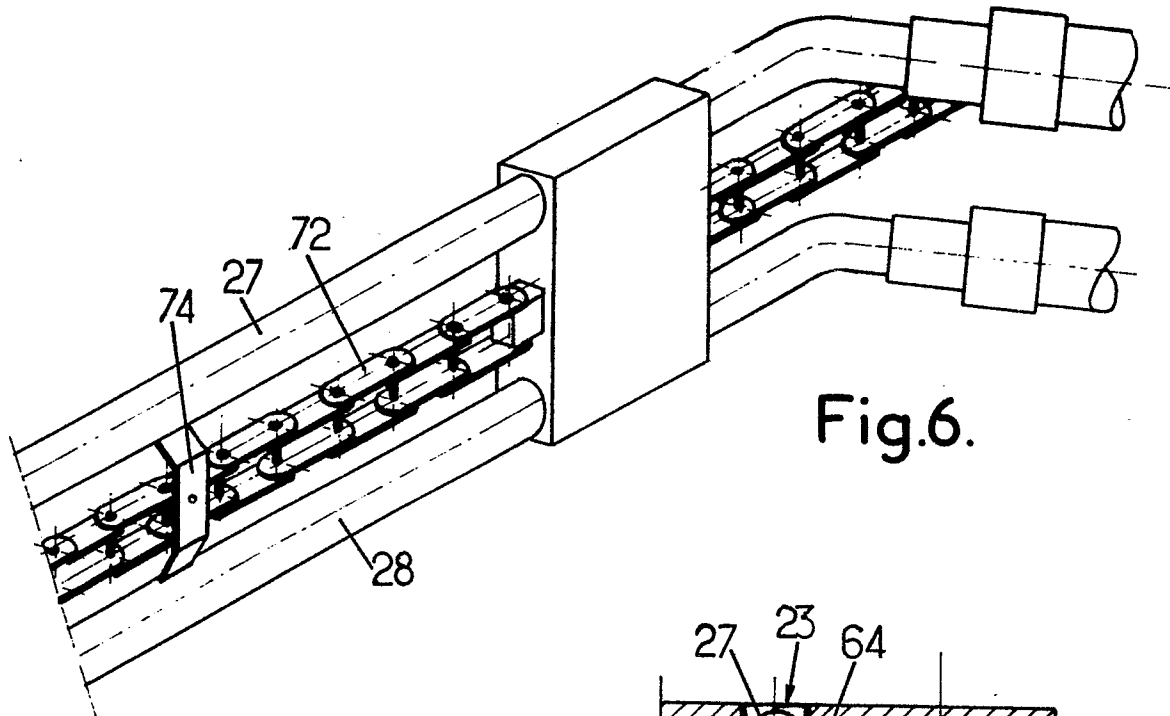
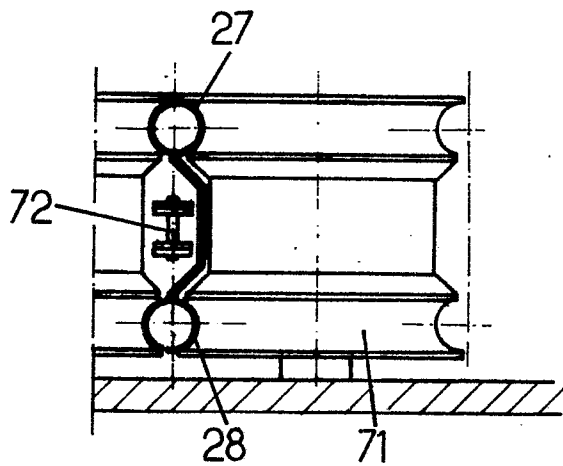
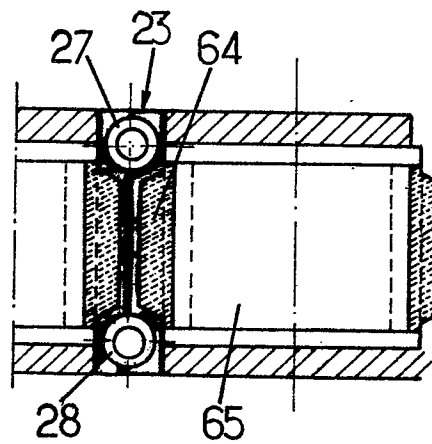


Fig. 5.



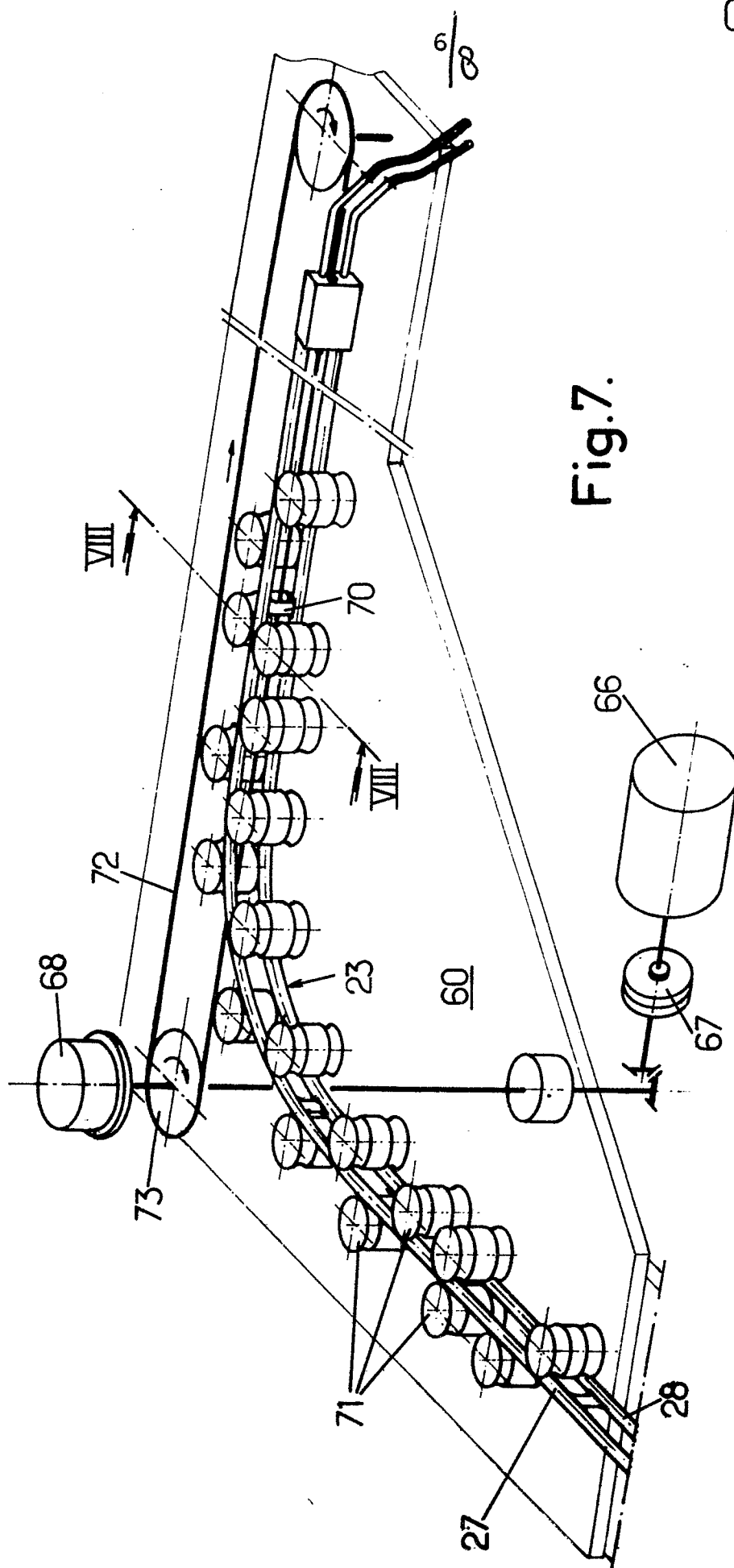
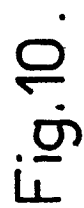
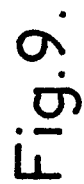


Fig. 7.



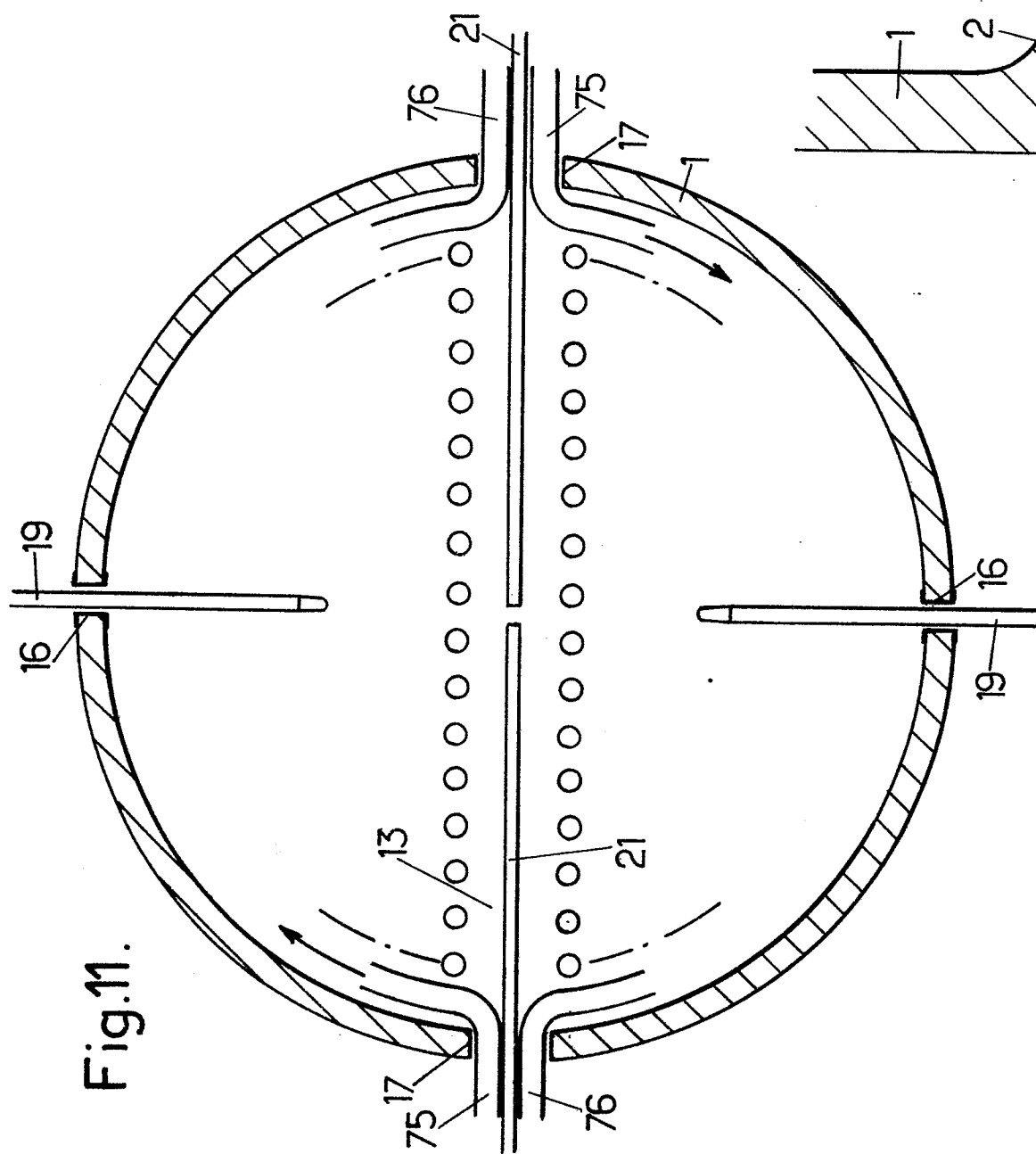
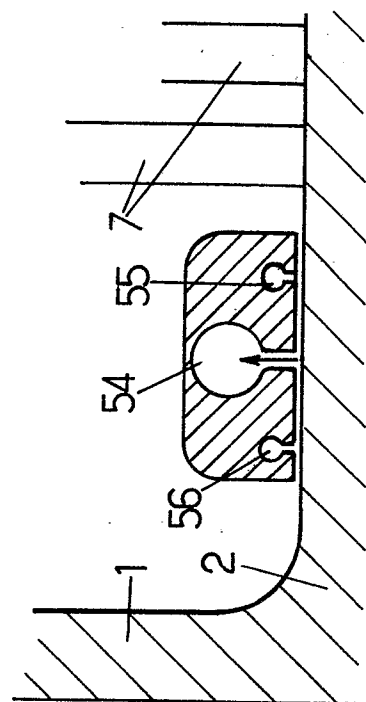


Fig. 11.

8/8

Fig. 12.



0077255



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0077255

Numéro de la demande

EP 82 40 1808

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 3)
A	FR-A-2 445 487 (WESTINGHOUSE) * Pages 10-17; figures *	1, 5, 6, 8	F 22 B 37/54
A, D	FR-A-2 352 269 (WESTINGHOUSE) * Pages 8-10; figures *	1, 5, 6	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 3)
			F 22 B F 28 G
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 11-01-1983	Examineur VAN GHEEL J.U.M.
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			