

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 25.02.11.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 31.08.12 Bulletin 12/35.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥③ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : SRA SAVAC Société anonyme — FR.

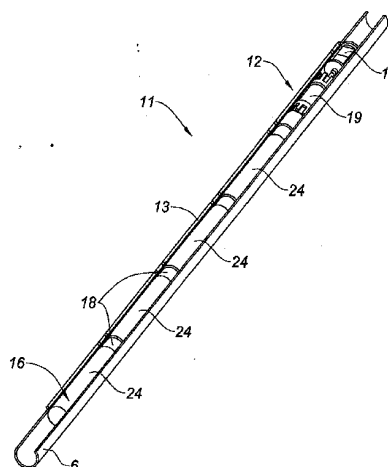
⑦② Inventeur(s) : MANDIER JEAN PAUL, FANJAS LAU-
RENT et DE OLIVEIRA JORGE.

⑦③ Titulaire(s) : SRA SAVAC Société anonyme.

⑦④ Mandataire(s) : CABINET GERMAIN ET MAUREAU.

⑤④ DISPOSITIF D'INSPECTION D'UN GENERATEUR DE VAPEUR.

⑤⑦ Ce dispositif d'inspection (11) comporte une première sonde vidéo (12) flexible et de forme allongée, destinée à être insérée dans l'enceinte d'un générateur de vapeur et conformée pour être déplaçable à travers un orifice de passage de fluide délimité par une plaque entretoise et un tube d'écoulement disposés dans l'enceinte, la première sonde vidéo (12) comprenant au moins un élément ferromagnétique (15), et une deuxième sonde (16) flexible et de forme allongée, destinée à être insérée dans un tube d'écoulement, la deuxième sonde comprenant au moins un aimant permanent (17, 18) agencé pour coopérer avec l'au moins un élément ferromagnétique de la première sonde de façon à réaliser un entraînement de la première sonde, le long de la surface extérieure d'un tube d'écoulement, par la deuxième sonde, lorsque la deuxième sonde est insérée dans ledit tube d'écoulement et déplacée dans ce dernier, et lorsque la première sonde est insérée dans l'enceinte du générateur de vapeur et disposée à proximité de la surface extérieure du tube d'écoulement dans lequel est insérée la deuxième sonde.



La présente invention concerne un dispositif d'inspection d'un générateur de vapeur.

Les générateurs de vapeur sont notamment utilisés dans les centrales nucléaires où ils forment des échangeurs de chaleur comportant
5 deux circuits distincts, respectivement un circuit primaire dans lequel circule de l'eau chaude à très haute pression provenant du réacteur, et un circuit secondaire dans lequel l'eau est portée à ébullition. La vapeur ainsi formée s'échappe alors du générateur de vapeur et est utilisée pour faire tourner des turbines couplées à un alternateur.

10 La figure 1 représente une partie d'un générateur de vapeur 1 se présentant sous la forme d'une enceinte cylindrique comportant une partie basse 2 destinée au raccordement du circuit primaire, et une partie haute 3 destinée à la sortie de la vapeur et au séchage de celle-ci.

Le générateur de vapeur 1 comporte une enveloppe externe
15 appelée virole 4 et une enveloppe interne appelée jupe enveloppe 5. Des tubes d'écoulement métalliques 6 sont disposés dans le volume délimité par la jupe enveloppe 5. Ceux-ci présentent une forme générale de U inversé et sont destinés à la circulation de l'eau du circuit primaire. Ils échangent alors de la chaleur avec l'eau du circuit secondaire se trouvant à l'intérieur de la jupe
20 enveloppe 5. Ces tubes 6 sont montés, en partie basse 2, sur une plaque support appelée plaque tubulaire 7 et traversent des plaques entretoises 8 espacées régulièrement les unes des autres et parallèles entre elles, ces dernières permettant d'éviter tout mouvement des tubes 6 les uns par rapport aux autres. Chaque plaque entretoise 8 forme avec les tubes 6 un passage
25 appelé rû d'eau 9, s'étendant diamétralement par rapport à la plaque entretoise 8.

Les plaques entretoises 8 comportent, pour le passage des tubes 6, des ouvertures 10 assurant d'une part des zones de contact avec un tube pour assurer la tenue de celui-ci et délimitant d'autre part des zones de
30 passage pour l'eau ou la vapeur du circuit secondaire, suivant la position de la plaque entretoise correspondante 8. Ces ouvertures sont généralement en forme de croix ou quadrifoliées de sorte que chaque ouverture délimite avec le tube correspondant quatre lobes régulièrement réparties autour du tube, ces lobes formant les zones de passage précitées, et étant généralement appelés
35 « passages foliés ».

Lors du fonctionnement d'un générateur vapeur, de l'eau présente dans l'enceinte du générateur est portée à haute température et à haute pression dans le but de générer de la vapeur. Les tubes et les autres parties métalliques du séparateur à cyclones sont alors soumis à des conditions
5 extrêmes qui occasionnent une corrosion inévitable.

Sans intervention, des dépôts liés à cette corrosion s'accumulent sur la plaque tubulaire 7 et les plaques entretoises 8, et peuvent notamment colmater, au moins partiellement, les zones de passage précitées, ce qui nuit au rendement du générateur de vapeur, mais également à la sûreté du
10 fonctionnement de ce dernier si le taux de colmatage atteint une valeur élevée.

En effet, un taux de colmatage élevé peut conduire à l'apparition de vibrations excessives des tubes dans certaines zones du générateur de vapeur, vibrations qui peuvent conduire au développement rapide de fissures des tubes et donc à l'apparition de fuites entre les circuits primaire et
15 secondaire.

Un tel taux de colmatage élevé peut également induire des phénomènes d'oscillation du niveau d'eau dans le circuit secondaire, et des efforts mécaniques importants sur les plaques entretoises, les tubes d'écoulement et l'enveloppe interne.

20 Il est donc utile de pouvoir accéder aux zones de liaison entre les tubes 6 et les plaques entretoises 8 de manière à pouvoir y placer un appareillage, par exemple une sonde vidéo permettant d'effectuer une inspection de ces zones.

Afin de réaliser l'inspection de l'enceinte d'un générateur de
25 vapeur, et plus particulièrement d'au moins une partie des zones de passage précitées, il est connu d'utiliser un système d'inspection comprenant une sonde vidéo et un dispositif d'insertion de cette sonde tel que décrits dans le document FR 2 914 394.

Un tel système autorise le contrôle et le dimensionnement du
30 colmatage des zones de passage de la plaque entretoise supérieure, mais également des plaques entretoises intermédiaires.

Cependant, un tel système d'inspection permet uniquement la visualisation du colmatage des zones de passage, par le dessus, mais ne permet pas l'obtention d'information sur la forme du colmatage en entrée de
35 plaque, c'est-à-dire dans le sens de circulation du fluide dans le circuit

secondaire, ce qui peut conduire à une mauvaise estimation du taux de colmatage.

La présente invention vise à remédier à cet inconvénient.

Le problème technique à la base de l'invention consiste donc à
5 fournir un dispositif d'inspection d'un générateur de vapeur qui soit de structure simple et économique, tout en permettant une inspection efficace, aisée et rapide du générateur de vapeur.

A cet effet, la présente invention concerne un dispositif d'inspection d'un générateur de vapeur comprenant une enceinte étanche logeant une
10 pluralité de tubes d'écoulement d'un premier fluide et au moins une plaque entretoise destinée au maintien des tubes et présentant un ensemble d'ouvertures de passage de tubes, l'enceinte étanche étant destinée à accueillir un second fluide, le dispositif d'inspection comportant :

- une première sonde vidéo flexible et de forme allongée, destinée
15 à être insérée dans l'enceinte du générateur de vapeur par une ouverture de celle-ci et conformée pour être déplaçable à travers un orifice de passage de fluide délimité par une plaque entretoise et un tube d'écoulement, la première sonde vidéo comprenant au moins un élément ferromagnétique,

- une deuxième sonde flexible et de forme allongée, destinée à être
20 insérée, par une ouverture de l'enceinte du générateur de vapeur, dans un tube d'écoulement, la deuxième sonde comprenant au moins un aimant permanent agencé pour coopérer avec l'au moins un élément ferromagnétique de la première sonde de façon à réaliser un entraînement de la première sonde, le long de la surface extérieure d'un tube d'écoulement, par la deuxième sonde,
25 lorsque la deuxième sonde est insérée dans ledit tube d'écoulement et déplacée dans ce dernier, et lorsque la première sonde est insérée dans l'enceinte du générateur de vapeur et disposée à proximité de la surface extérieure du tube d'écoulement dans lequel est insérée la deuxième sonde.

De par l'accouplement magnétique du ou des éléments
30 ferromagnétiques de la première sonde avec le ou les aimants permanents de la deuxième sonde, la première sonde peut être maintenue, guidée et entraînée de bas en haut sur sensiblement toute la partie droite d'un tube d'écoulement, permettant d'accéder ainsi à au moins un orifice de passage de fluide (appelé passage folié) délimité en partie par ledit tube d'écoulement, au
35 niveau de chaque plaque entretoise.

En outre, le fait que la première sonde puisse être entraînée de bas en haut par la deuxième sonde, permet de disposer, en entrée de chaque plaque entretoise, d'images télévisuelles d'au moins un passage folié, et donc de la forme de l'encrassement et du dimensionnement de la section colmatée

5 de ce dernier.

De plus, l'entraînement de la première sonde le long de la surface extérieure d'un tube d'écoulement permet de visualiser l'encrassement de ce dernier.

Par conséquent, en réalisant des inspections successives le long

10 de plusieurs tubes d'écoulement présélectionnés, il est possible d'obtenir une meilleure estimation du taux de colmatage, et donc d'éviter les inconvénients des dispositifs de l'art antérieur.

De préférence, la deuxième sonde comporte, à proximité de son extrémité distale, un aimant permanent présentant au moins une face plane

15 s'étendant selon un angle inférieur à 45° par rapport à la direction générale de la deuxième sonde, et de préférence sensiblement parallèlement à la direction générale de la deuxième sonde, et des moyens d'entraînement en rotation agencés pour entraîner en rotation ledit aimant permanent autour d'un axe sensiblement parallèle à la direction générale de la deuxième sonde. Ces

20 dispositions permettent de réaligner la première sonde au droit d'un passage folié de référence en cas de dérive verticale lors de la montée de la première sonde, ou à orienter la première sonde au droit des passages foliés adjacents au passage folié de référence afin de pouvoir les visualiser.

De préférence, l'aimant permanent présentant au moins une face plane est parallélépipédique, et par exemple de section carrée.

25

Avantageusement, l'aimant permanent présentant au moins une face plane comporte un axe longitudinal s'étendant sensiblement selon la direction générale de la deuxième sonde, et les moyens d'entraînement en rotation sont agencés pour entraîner en rotation ledit aimant permanent autour

30 de son axe longitudinal.

Les moyens d'entraînement en rotation comportent par exemple un moteur électrique dont l'arbre de sortie est couplé en rotation avec l'aimant permanent présentant au moins une face plane. L'arbre de sortie peut être couplé directement en rotation avec ledit aimant permanent, ou être couplé en

35 rotation avec un organe de support, tel qu'un flasque, solidaire en rotation dudit aimant permanent.

De façon préférentielle, la deuxième sonde comporte une pluralité d'aimants permanents décalés longitudinalement les uns par rapport aux autres, et la première sonde comporte une pluralité d'éléments ferromagnétiques décalés longitudinalement les uns par rapport aux autres, 5 chaque élément ferromagnétique étant agencé pour coopérer par accouplement magnétique avec l'un des aimants permanents de la deuxième sonde. Ces dispositions permettent d'assurer un guidage et un entraînement optimisés de la première sonde par la deuxième sonde.

Selon un mode de réalisation de l'invention, les aimants 10 permanents distincts de l'aimant permanent présentant au moins une face plane sont sensiblement cylindriques et présentent de préférence une section circulaire.

Préférentiellement, la deuxième sonde comporte une pluralité d'entretoises disposées chacune entre deux aimants permanents adjacents 15 distincts de l'aimant permanent présentant au moins une face plane.

De préférence, le ou chaque élément ferromagnétique comporte une bague ferromagnétique montée autour de la surface extérieure de la première sonde.

Selon un mode de réalisation de l'invention, la première sonde 20 comporte des moyens d'éclairage agencés pour éclairer une zone disposée à proximité de l'extrémité distale de la première sonde.

De façon avantageuse, les moyens d'éclairage comportent au moins une première fibre optique comprenant une première extrémité reliée à une source de lumière et une deuxième extrémité débouchant à l'extrémité distale 25 de la première sonde.

Préférentiellement, la première sonde est un fibroscope.

Selon un mode de réalisation de l'invention, la première sonde comporte des moyens de propulsion d'air agencés pour propulser de l'air à proximité ou au niveau de l'extrémité distale de la première sonde. De tels 30 moyens de propulsion d'air permettent notamment de nettoyer l'objectif vidéo de la première sonde. Les moyens de propulsion d'air comportent par exemple un capillaire s'étendant sensiblement sur toute la longueur de la première sonde et relié à une source d'air comprimé.

Avantageusement, le dispositif d'inspection comporte des premiers 35 moyens d'insertion et de positionnement de la première sonde à l'intérieur de l'enceinte du générateur de vapeur, comprenant :

- un rail de support destiné à être inséré, par une ouverture de l'enceinte du générateur de vapeur, selon une direction d'insertion sensiblement horizontale entre deux rangées de tubes d'écoulement,

5 - des moyens de guidage et de maintien destinés à être fixés au niveau de ladite ouverture de l'enceinte et agencés pour guider et maintenir le rail de support suivant la direction d'insertion,

- un chariot monté mobile sur le rail de support et muni d'une tête orientable,

10 - un tuyau flexible comportant une première portion d'extrémité montée sur la tête orientable du chariot, et une deuxième portion d'extrémité destinée à faire saillie à l'extérieur du générateur de vapeur, la première sonde vidéo étant destinée à être insérée et déplacée à l'intérieur du tuyau flexible,

- des moyens de balayage agencés pour déplacer la tête orientable du chariot selon au moins une première direction transversale à la direction d'insertion, et

15 - des moyens de déplacement en translation agencés pour déplacer en translation le chariot le long du rail de support.

Les moyens de balayage sont par exemple agencés pour entraîner en rotation la tête orientable de manière à permettre son oscillation autour d'un point de pivot.

Avantageusement, le dispositif d'inspection comprend des seconds moyens d'insertion et de positionnement de la seconde sonde à l'intérieur de l'enceinte du générateur de vapeur, comportant :

25 - des premier et deuxième rails de support destinés à être fixés sur la face inférieure de la plaque support de telle sorte qu'ils s'étendent sensiblement parallèlement entre eux,

- un troisième rail de support monté déplaçable en translation sur les premier et deuxième rails de support parallèlement à leur direction d'extension

30 - un chariot monté mobile sur le troisième rail de support,

- une gaine de guidage comportant une première portion d'extrémité montée sur le chariot et une deuxième portion d'extrémité destinée à faire saillie à l'extérieur du générateur de vapeur, la deuxième sonde 16 étant destinée à être insérée et déplacée à l'intérieur de la gaine de guidage, et

35 - des premiers et seconds moyens de déplacement agencés pour déplacer le troisième rail de support et le chariot monté sur ce dernier de

manière à positionner la première portion d'extrémité de la gaine de guidage en regard d'un passage d'écoulement de fluide ménagé dans la plaque support et dans lequel débouche un tube d'écoulement.

De préférence, le dispositif d'inspection comprend des moyens
5 d'entraînement de la deuxième sonde agencés pour déplacer la deuxième sonde à l'intérieur d'un tube d'écoulement.

Les moyens d'entraînement de la deuxième sonde comporte par exemple au moins deux galets, d'axes sensiblement parallèles, disposés sensiblement en regard l'un de l'autre et espacés de manière à définir un
10 passage de sonde, chaque galet venant en appui contre la sonde et au moins l'un des galets étant motorisé. Selon un mode de réalisation de l'invention, les moyens d'entraînement sont montés sur un enrouleur sur lequel est destinée à être enroulée la deuxième sonde.

De toute façon l'invention sera bien comprise à l'aide de la
15 description qui suit en référence au dessin schématique annexé représentant, à titre d'exemple non limitatif, une forme d'exécution de ce dispositif d'inspection.

Figure 1 est une vue en coupe partielle d'un générateur de vapeur classique.

20 Figure 2 est une vue partielle en perspective du dispositif d'inspection selon l'invention.

Figure 3 est une vue partielle de dessus, à l'échelle agrandie, du dispositif d'inspection de la figure 2.

Figures 4 et 5 sont des vues partielle en perspective du dispositif
25 d'inspection de la figure 2 dans deux positions de fonctionnement différentes.

Les figures 2 à 5 représentent un dispositif d'inspection 11 d'un
générateur de vapeur 1 d'une centrale nucléaire.

Le dispositif d'inspection 11 comporte une première sonde vidéo 12
flexible et de forme allongée. La première sonde vidéo 12 est
30 avantageusement un fibroscope, et présente par exemple un diamètre d'environ 2 mm. La première sonde vidéo 12 comprend une gaine externe 13 à l'extrémité distale de laquelle est montée une tête 14 équipée d'un objectif vidéo (non représenté sur les figure). La première sonde vidéo 12 comprend en outre des moyens d'éclairage (non représentés sur les figure) agencés pour
35 éclairer une zone disposée à proximité de l'extrémité distale de la première sonde.

Les moyens d'éclairage comportent avantageusement au moins une fibre optique ou un faisceau de fibres optiques s'étendant à l'intérieur de la gaine externe 13 sensiblement sur toute la longueur de cette dernière. La ou chaque fibre optique comporte une première extrémité reliée à une source de
5 lumière (non représentée sur les figures) et une deuxième extrémité débouchant à l'extrémité distale de la première sonde.

La deuxième extrémité de la ou de chaque fibre optique est de préférence orientée afin de faire converger la lumière issue de la source de lumière dans une zone correspondant sensiblement à la zone de détection de
10 l'objectif.

Selon une variante de réalisation de l'invention, la deuxième extrémité de la ou de chaque fibre optique pourrait être reliée à un dispositif de diffusion de lumière.

La première sonde vidéo 12 comprend en outre une deuxième fibre
15 optique agencée pour transporter l'image fournie par l'objectif jusqu'à un dispositif d'affichage afin de permettre à un utilisateur d'observer l'image fournie par l'objectif.

La première sonde comporte également une pluralité d'éléments ferromagnétiques 15 décalés longitudinalement les uns par rapport aux autres d'une distance prédéterminée. Chaque élément ferromagnétique est
20 avantageusement constitué par une bague ferromagnétique montée autour de la gaine externe 13 de la première sonde 12.

La première sonde vidéo 12 est destinée à être insérée dans l'enceinte du générateur de vapeur 1 par une ouverture de celle-ci, telle qu'un
25 trou de poing ou d'œil, et est conformée pour être déplaçable à travers un orifice de passage de fluide 10a délimité par une plaque entretoise 8 et un tube d'écoulement 6, comme cela est montré sur les figures 4 et 5.

Le dispositif d'inspection 11 comporte également une deuxième sonde 16 flexible et de forme allongée. La deuxième sonde 16 comprend d'une
30 part une gaine externe (non représentée sur les figures), et d'autre part une pluralité d'aimants permanents logés dans la gaine externe et décalés longitudinalement les uns par rapport aux autres d'une distance prédéterminée.

La deuxième sonde 16 comprend plus particulièrement un aimant permanent 17 d'un premier type disposé à proximité de l'extrémité distale de la
35 deuxième sonde, et une pluralité d'aimants permanents 18 d'un second type.

L'aimant permanent 17 du premier type est de préférence parallélépipédique, et avantageusement de section carrée. L'aimant permanent 17 du premier type est disposé à l'intérieur de la gaine externe de telle sorte que ses quatre faces latérales s'étendent sensiblement parallèlement à la direction générale de la deuxième sonde 16.

Les aimants permanents 18 du second type sont sensiblement cylindriques et présentent une section circulaire. L'axe longitudinale de chaque aimant permanent 18 du second type s'étend sensiblement selon la direction générale de la deuxième sonde 16.

La deuxième sonde 16 comprend en outre des moyens d'entraînement en rotation agencés pour entraîner en rotation l'aimant permanent 17 du premier type autour de son axe longitudinal. Les moyens d'entraînement en rotation comportent par exemple un moteur électrique 19 dont l'arbre de sortie 21 est couplé en rotation avec un flasque de support 22 solidaire en rotation de l'aimant permanent 17 du premier type.

La deuxième sonde 16 comprend également des moyens de centrage 23 agencé de manière à centrer l'arbre de sortie 21 du moteur 19 sur l'axe longitudinal de l'aimant permanent 17.

La deuxième sonde 16 comporte de plus une pluralité d'entretoises 24 sensiblement identiques disposées chacune entre deux aimants permanents adjacents 18 du second type.

La deuxième sonde 16 est destinée à être insérée, par une ouverture de l'enceinte du générateur de vapeur, telle que l'entrée ou la sortie d'eau du circuit primaire, dans un tube d'écoulement 6.

Chaque aimant permanent 17, 18 de la deuxième sonde 16 est agencé pour coopérer par accouplement magnétique avec l'un des éléments ferromagnétiques 15 de la première sonde 12 de façon à réaliser un entraînement de la première sonde, le long de la surface extérieure d'un tube d'écoulement, par la deuxième sonde 16, lorsque la deuxième sonde est insérée dans ledit tube d'écoulement et déplacée dans ce dernier, et lorsque la première sonde 12 est insérée dans l'enceinte du générateur de vapeur et disposée à proximité de la surface extérieure du tube d'écoulement dans lequel est insérée la deuxième sonde.

Le dispositif d'inspection 11 comprend en outre des premiers moyens d'insertion et de positionnement (non représentés sur les figures) de la première sonde 12 à l'intérieur de l'enceinte du générateur de vapeur.

Les premiers moyens d'insertion et de positionnement comportent de préférence :

- un rail de support destiné à être inséré, par une ouverture de l'enceinte du générateur de vapeur, telle qu'un trou de poing ou d'œil, selon
5 une direction d'insertion sensiblement horizontale entre deux rangées de tubes d'écoulement 6,
- des moyens de guidage et de maintien destinés à être fixés au niveau de ladite ouverture de l'enceinte et agencés pour guider et maintenir le rail de support suivant la direction d'insertion,
- 10 - un chariot monté mobile sur le rail de support et muni d'une tête orientable,
- un tuyau flexible comportant une première portion d'extrémité montée sur la tête orientable du chariot, et une deuxième portion d'extrémité destinée à faire saillie à l'extérieur du générateur de vapeur, la première sonde
15 vidéo 12 étant destinée à être insérée et déplacée à l'intérieur du tuyau flexible,
- des moyens de balayage agencés pour déplacer la tête orientable du chariot selon au moins une première direction transversale à la direction d'insertion, et
- des moyens de déplacement en translation agencés pour
20 déplacer en translation le chariot le long du rail de support.

Les premiers moyens d'insertion et de positionnement sont agencés pour permettre à un opérateur de positionner aisément l'extrémité distale de la première sonde 12 à proximité de la surface extérieure d'un tube d'écoulement 6, et de préférence sur une génératrice de la surface extérieure
25 de ce dernier, et ce d'une part en déplaçant le chariot le long du rail de support et orientant la tête orientable de manière à positionner l'extrémité distale du tuyau flexible à proximité du tube d'enroulement souhaité, et d'autre part en déplaçant la première sonde 12 à l'intérieur du tuyau flexible.

Selon un mode de réalisation de l'invention, les moyens de
30 balayage sont agencés pour entraîner en rotation la tête orientable de manière à permettre son oscillation autour d'un point de pivot.

Le dispositif d'inspection 11 comprend avantageusement des moyens d'entraînement (non représentés sur les figures) de la première sonde 12 agencés pour déplacer la première sonde à l'intérieur du tuyau flexible.

Le dispositif d'inspection 11 comprend en outre des seconds moyens d'insertion et de positionnement (non représentés sur les figures) de la deuxième sonde 16 à l'intérieur de l'enceinte du générateur de vapeur.

Les seconds moyens d'insertion et de positionnement comportent
5 de préférence :

- des premier et deuxième rails de support destinés à être fixés sur la face inférieure de la plaque support de telle sorte qu'ils s'étendent sensiblement parallèlement entre eux,
- un troisième rail de support monté déplaçable en translation sur
10 les premier et deuxième rails de support parallèlement à leur direction d'extension
- un chariot monté mobile sur le troisième rail de support,
- une gaine de guidage comportant une première portion d'extrémité montée sur le chariot et une deuxième portion d'extrémité destinée
15 à faire saillie à l'extérieur du générateur de vapeur, la deuxième sonde 16 étant destinée à être insérée et déplacée à l'intérieur de la gaine de guidage, et
- des premiers et seconds moyens de déplacement agencés pour déplacer le troisième rail de support et le chariot monté sur ce dernier de manière à positionner la première portion d'extrémité de la gaine de guidage en
20 regard d'un passage d'écoulement de fluide ménagé dans la plaque support et dans lequel débouche un tube d'écoulement.

Le dispositif d'inspection 11 comprend avantageusement des moyens d'entraînement (non représentés sur les figures) de la deuxième sonde 16 agencés pour déplacer la deuxième sonde à l'intérieur d'un tube
25 d'écoulement.

Les moyens d'entraînement de la deuxième sonde comportent par exemple au moins deux galets, d'axes sensiblement parallèles, disposés sensiblement en regard l'un de l'autre et espacés de manière à définir un passage de sonde, chaque galet venant en appui contre la sonde et au moins
30 l'un des galets étant motorisé. Selon un mode de réalisation de l'invention, les moyens d'entraînement de la deuxième sonde sont montés sur un enrouleur sur lequel est destinée à être enroulée la deuxième sonde.

Le procédé d'inspection du générateur de vapeur 1 à l'aide du dispositif d'inspection 11 selon l'invention va maintenant être décrit.

Le procédé d'inspection comprend les étapes suivantes consistant à :

- a) insérer la deuxième sonde 16 dans l'entrée ou la sortie d'eau du circuit primaire du générateur de vapeur,
- 5 b) insérer l'extrémité distale de la deuxième sonde 16 dans un passage d'écoulement de fluide ménagé dans la plaque support 7 dans lequel débouche un tube d'écoulement 6 présélectionné,
- c) déplacer la deuxième sonde 16 dans ledit tube d'écoulement 6 jusqu'à ce que son extrémité distale se trouve à un niveau prédéterminé
- 10 d) insérer la première sonde 12 dans le trou de poing ou d'œil ménagé dans l'enceinte du générateur de vapeur,
- e) insérer la première sonde 12 dans le trou de poing ou d'œil précité,
- f) positionner l'extrémité distale de la première sonde 12 à
- 15 g) faire coopérer l'aimant permanent 17 de la deuxième sonde 16 avec l'élément ferromagnétique 15 monté à proximité de l'extrémité distale de la première sonde 12,
- h) déplacer la deuxième sonde 16 dans le tube d'écoulement 6 de façon à entraîner la première sonde 12 le long de la surface extérieure du tube d'écoulement 6 (voir les figures 4 et 5) de façon à visualiser au moins un passage folié délimité en partie par ledit tube d'écoulement, et ce au niveau de chaque plaque entretoise 8.
- 20

Selon une variante de mise en œuvre du procédé, ce dernier

25 comporte une étape consistant à entraîner en rotation l'aimant permanent du premier type de manière à entraîner en rotation l'extrémité distale de la première sonde 12 autour du tube d'écoulement 6 afin soit d'aligner l'extrémité distale de cette dernière en regard du passage folié à analyser, soit de visualiser les différents passages foliés délimités par chaque plaque entretoise

30 8 et le tube d'écoulement 6. Une telle étape est avantageusement réalisée lorsque la tête de la première sonde 12 est située à proximité d'une plaque entretoise 8, par exemple à environ 10 cm ou moins de celle-ci.

Avantageusement, les étapes a) à c) sont réalisées à l'aide des seconds moyens d'insertion et de positionnement, et les étapes d) et e) sont

35 réalisées à l'aide des premiers moyens d'insertion et de positionnement.

Selon une variante de mise en œuvre du procédé, ce dernier comporte une étape préalable à l'étape g) consistant à entraîner en rotation l'aimant permanent 17 de manière à entraîner en rotation l'extrémité distale de la première sonde 12 autour du tube d'écoulement 6, afin de s'assurer d'un

5 parfait accouplement magnétique entre l'aimant permanent 17 avec l'élément ferromagnétique 15 monté à proximité de l'extrémité distale de la première sonde 12. Un tel accouplement est vérifié au travers du mouvement de l'image fournie la première sonde 12.

Comme il va de soi, l'invention ne se limite pas aux seules formes

10 d'exécution de ce dispositif d'inspection, décrites ci-dessus à titre d'exemples, elle en embrasse au contraire toutes les variantes de réalisation.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif d'inspection (11) d'un générateur de vapeur (1) comprenant une enceinte étanche (3) logeant une pluralité de tubes d'écoulement (6) d'un premier fluide et au moins une plaque entretoise (8) destinée au maintien des tubes et présentant un ensemble d'ouvertures (10) de passage de tubes, l'enceinte étanche étant destinée à accueillir un second fluide, le dispositif d'inspection comportant :

- une première sonde vidéo (12) flexible et de forme allongée, destinée à être insérée dans l'enceinte du générateur de vapeur par une ouverture de celle-ci et conformée pour être déplaçable à travers un orifice de passage de fluide délimité par une plaque entretoise et un tube d'écoulement, la première sonde vidéo (12) comprenant au moins un élément ferromagnétique (15),

- une deuxième sonde (16) flexible et de forme allongée, destinée à être insérée, par une ouverture de l'enceinte du générateur de vapeur, dans un tube d'écoulement, la deuxième sonde comprenant au moins un aimant permanent (17, 18) agencé pour coopérer avec l'au moins un élément ferromagnétique de la première sonde de façon à réaliser un entraînement de la première sonde, le long de la surface extérieure d'un tube d'écoulement, par la deuxième sonde, lorsque la deuxième sonde est insérée dans ledit tube d'écoulement et déplacée dans ce dernier, et lorsque la première sonde est insérée dans l'enceinte du générateur de vapeur et disposée à proximité de la surface extérieure du tube d'écoulement dans lequel est insérée la deuxième sonde.

2. Dispositif d'inspection selon la revendication 1, caractérisé en ce que la deuxième sonde (16) comporte, à proximité de son extrémité distale, un aimant permanent (17) présentant au moins une face plane s'étendant selon un angle inférieur à 45° par rapport à la direction générale de la deuxième sonde, et de préférence sensiblement parallèlement à la direction générale de la deuxième sonde, et des moyens d'entraînement en rotation agencés pour entraîner en rotation ledit aimant permanent autour d'un axe sensiblement parallèle à la direction générale de la deuxième sonde.

3. Dispositif d'inspection selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'aimant permanent (17) présentant au moins une face plane comporte un axe longitudinal s'étendant sensiblement selon la direction générale de la deuxième sonde, et en ce que les moyens d'entraînement en rotation sont
5 agencés pour entraîner en rotation ledit aimant permanent autour de son axe longitudinal.

4. Dispositif d'inspection selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la deuxième sonde (16) comporte une pluralité d'aimants
10 permanents (17, 18) décalés longitudinalement les uns par rapport aux autres, et en ce que la première sonde (12) comporte une pluralité d'éléments ferromagnétiques (15) décalés longitudinalement les uns par rapport aux autres, chaque élément ferromagnétique étant agencé pour coopérer par accouplement magnétique avec l'un des aimants permanents de la deuxième
15 sonde.

5. Dispositif d'inspection selon les revendications 2 et 4, caractérisé en ce que les aimants permanents (18) distincts de l'aimant permanent (17) présentant au moins une face plane sont sensiblement cylindriques et
20 présentent de préférence une section circulaire.

6. Dispositif d'inspection selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le ou chaque élément ferromagnétique (15) comporte une bague ferromagnétique montée autour de la surface extérieure de la
25 première sonde (12).

7. Dispositif d'inspection selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la première sonde (12) comporte des moyens d'éclairage agencés pour éclairer une zone disposée à proximité de l'extrémité distale de
30 la première sonde.

8. Dispositif d'inspection selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la première sonde (12) est un fibroscope.

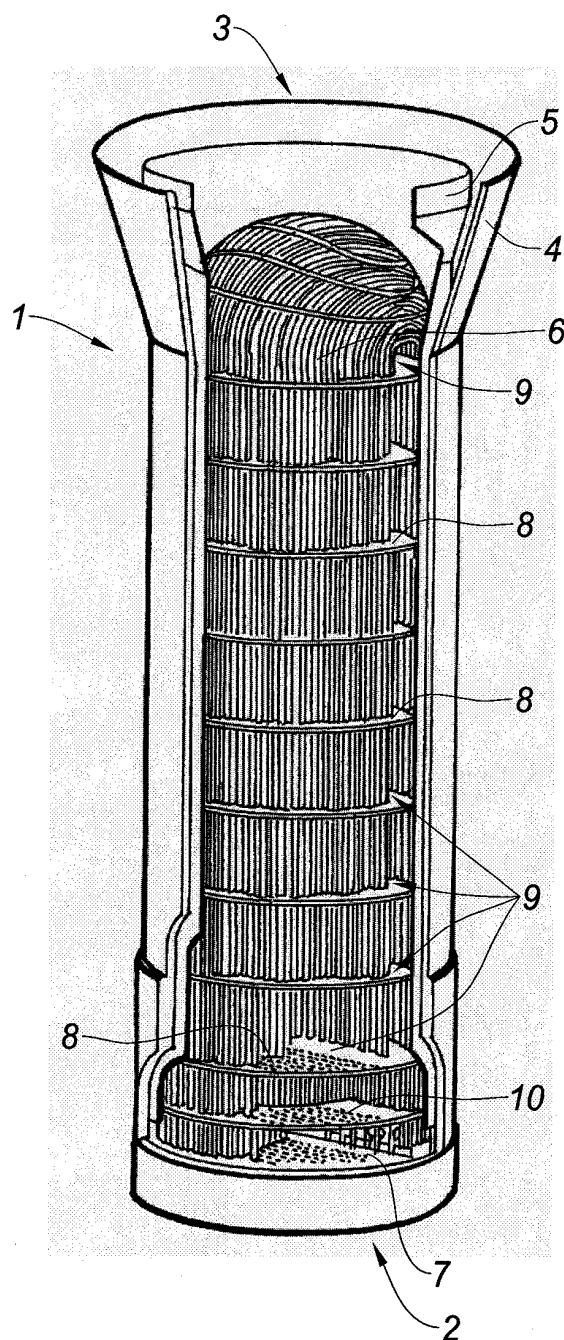
35 9. Dispositif d'inspection selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il comporte des premiers moyens d'insertion et de

positionnement de la première sonde (12) à l'intérieur de l'enceinte du générateur de vapeur, comprenant :

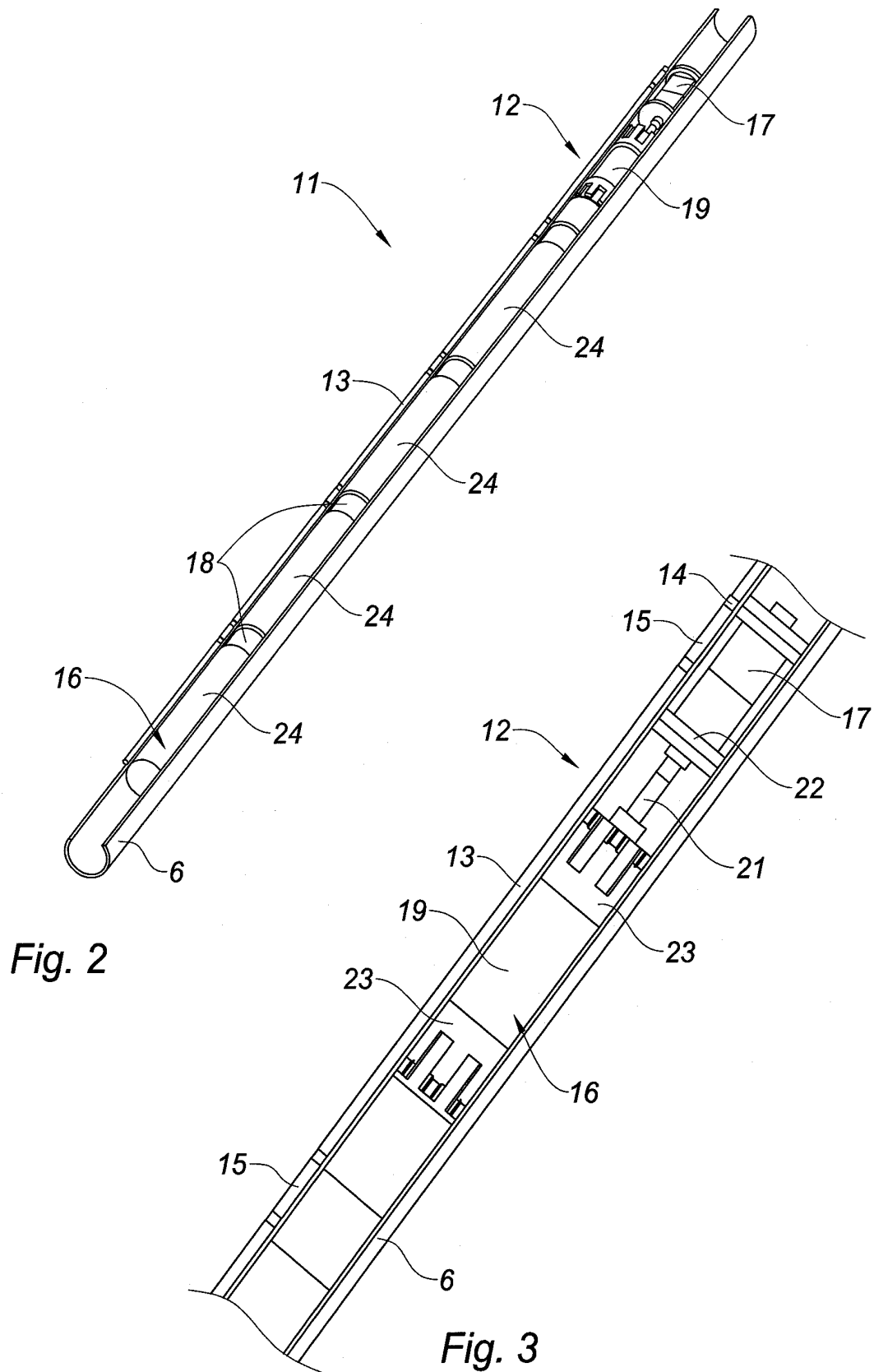
- un rail de support destiné à être inséré, par une ouverture de l'enceinte du générateur de vapeur, selon une direction d'insertion sensiblement horizontale entre deux rangées de tubes d'écoulement,
- des moyens de guidage et de maintien destinés à être fixés au niveau de ladite ouverture de l'enceinte et agencés pour guider et maintenir le rail de support suivant la direction d'insertion,
- un chariot monté mobile sur le rail de support et muni d'une tête orientable,
- un tuyau flexible comportant une première portion d'extrémité montée sur la tête orientable du chariot, et une deuxième portion d'extrémité destinée à faire saillie à l'extérieur du générateur de vapeur, la première sonde vidéo étant destinée à être insérée et déplacée à l'intérieur du tuyau flexible,
- des moyens de balayage agencés pour déplacer la tête orientable du chariot selon au moins une première direction transversale à la direction d'insertion, et
- des moyens de déplacement en translation agencés pour déplacer en translation le chariot le long du rail de support.

10. Dispositif d'inspection selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens d'entraînement de la deuxième sonde (16) agencés pour déplacer la deuxième sonde à l'intérieur d'un tube d'écoulement (6).

1 / 4

*Fig. 1*

2 / 4



3/4

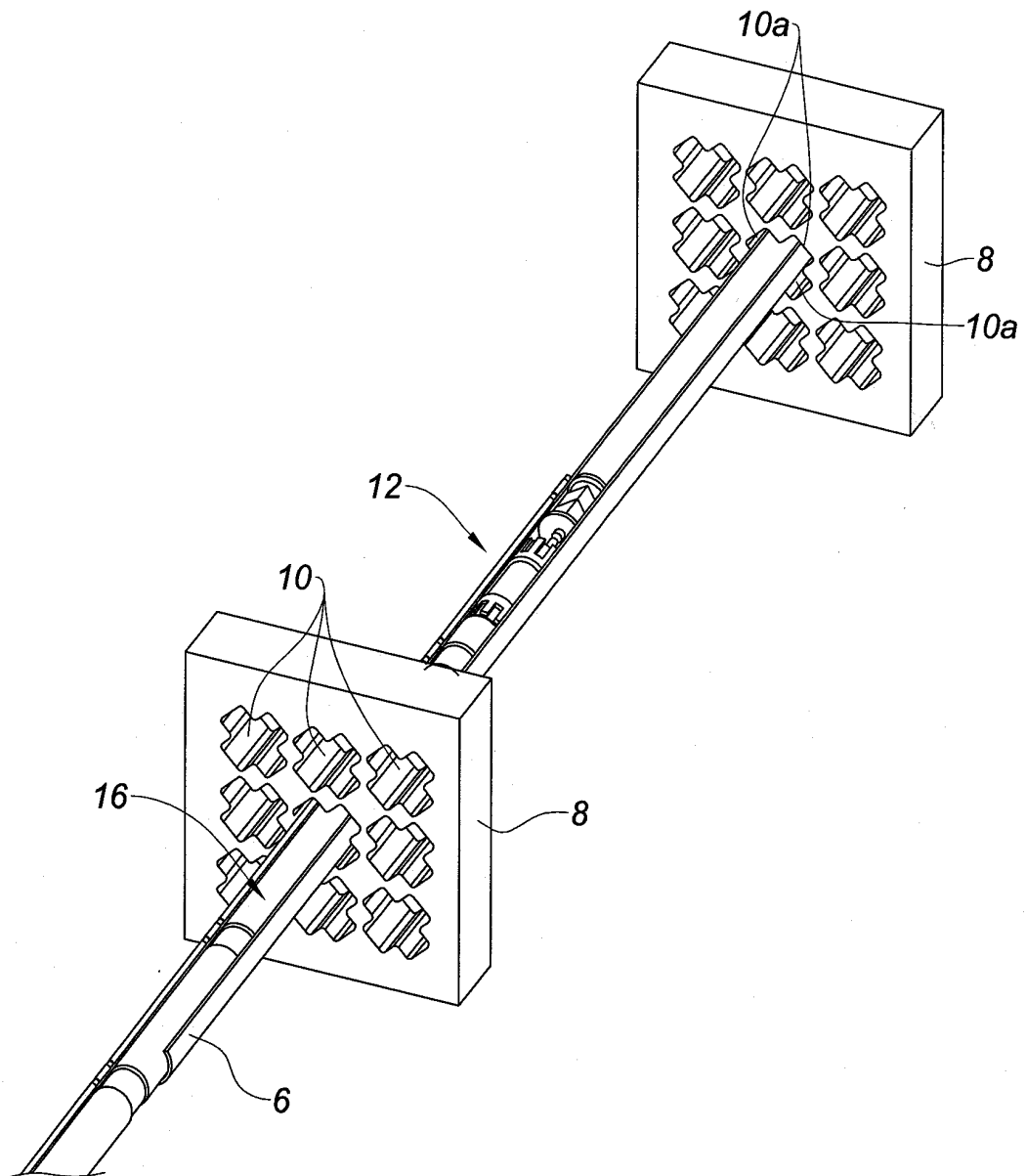


Fig. 4

4 / 4

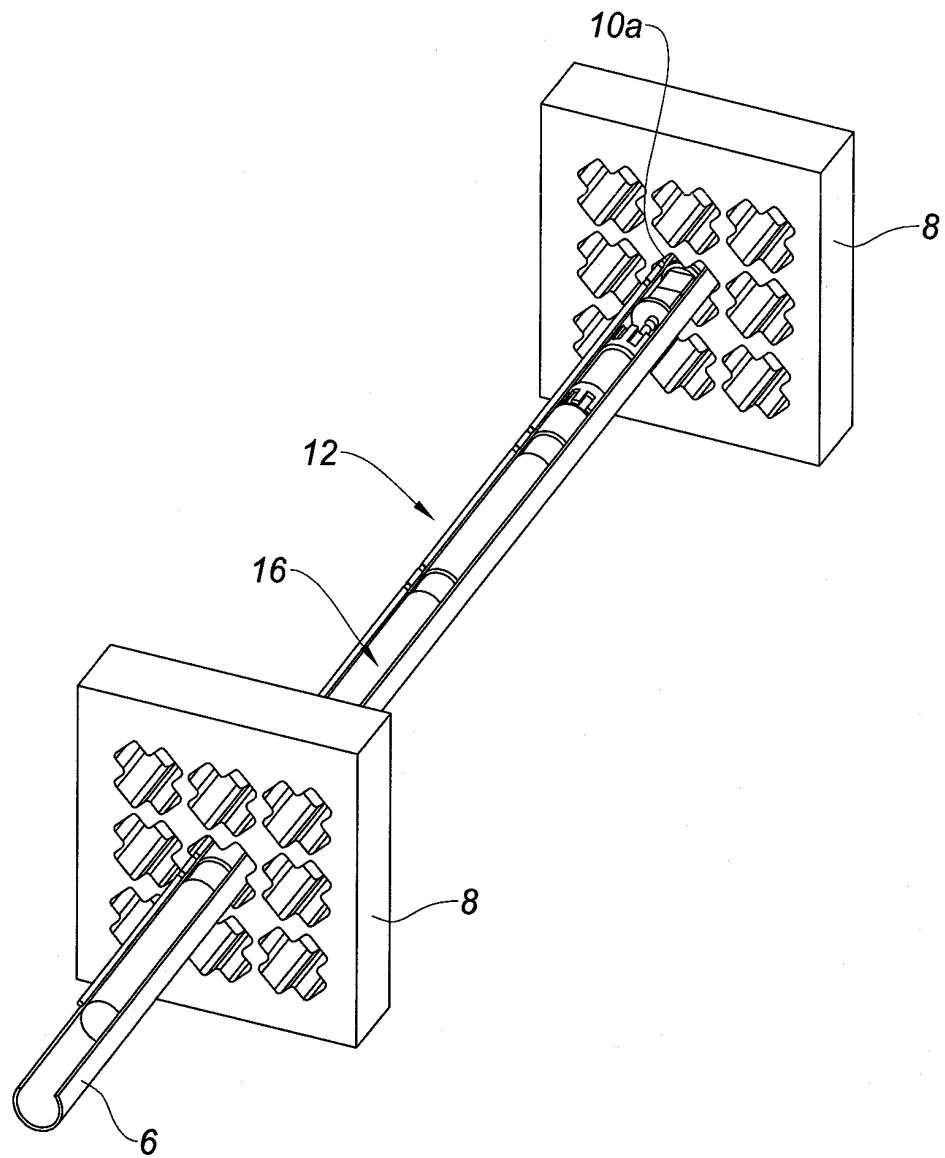


Fig. 5



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 751062
FR 1151548

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
Y	FR 2 928 024 A1 (AREVA NP SOC PAR ACTIONS SIMPL [FR] AREVA NP [FR]) 28 août 2009 (2009-08-28) * revendications 1-3,13,16,20-22; figures 1-6 *	1-10	G21C17/01 F22B21/30 F22B37/00
Y	FR 2 630 934 A1 (CLARK MAURICE [FR]) 10 novembre 1989 (1989-11-10) * revendications 1,20; figures 1-2,5,8-10 *	1-10	
A,D	FR 2 914 394 A1 (SRA SAVAC SA [FR]) 3 octobre 2008 (2008-10-03) * revendications 1,4,6-7,9-10,13; figures 1-8 *	1,2,7-9	
A	US 2003/217422 A1 (TSAI FU-HSIUNG [TW]) 27 novembre 2003 (2003-11-27) * revendications 1,22; figures 1,4 *	1,5	
A	GB 2 452 933 A (ORTLIEB JOHANN FRIEDRICH) 25 mars 2009 (2009-03-25) * abrégé; figure 1 *	1,5	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
A	JP 52 045165 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 9 avril 1977 (1977-04-09) * abrégé; figures 1,4 *	1-5	G21C G21D F22B
A	FR 2 396 293 A1 (SUMITOMO METAL IND [JP]) 26 janvier 1979 (1979-01-26) * revendications 1-2; figures 1-2 *	1,5	
A	EP 1 803 996 A1 (AREVA NP [FR]) 4 juillet 2007 (2007-07-04) * abrégé; figures 1-7 *	9	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
30 novembre 2011		Deroubaix, Pierre	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
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			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1151548 FA 751062**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **30-11-2011**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2928024	A1	28-08-2009	AUCUN	
FR 2630934	A1	10-11-1989	AUCUN	
FR 2914394	A1	03-10-2008	AUCUN	
US 2003217422	A1	27-11-2003	TW 568345 U	21-12-2003
			US 2003217422 A1	27-11-2003
GB 2452933	A	25-03-2009	AUCUN	
JP 52045165	A	09-04-1977	AUCUN	
FR 2396293	A1	26-01-1979	AUCUN	
EP 1803996	A1	04-07-2007	CN 1992096 A	04-07-2007
			EP 1803996 A1	04-07-2007
			FR 2895790 A1	06-07-2007
			JP 2007183278 A	19-07-2007
			KR 20070072413 A	04-07-2007
			US 2007153957 A1	05-07-2007
			ZA 200610636 A	31-10-2007