



bagues d'étanchéité (41) entre leurs positions rétractées et leurs positions expansées; - au moins un organe (43) de blocage en position de l'obturateur (27) dans le conduit à obturer, distinct des bagues d'étanchéité (41), expansible radialement par rapport à l'axe central entre une position escamotée dans laquelle l'organe de blocage (43) est écarté de la paroi du conduit et une position de blocage dans laquelle l'organe de blocage porte contre la paroi du conduit; - un dispositif prévu pour sélectivement déplacer l'organe de blocage (43) entre sa position escamotée et sa position de blocage. Figure 3 -

Obturbateur pour conduit de fluide de réacteur nucléaire, notamment pour drain de fond de générateur de vapeur

L'invention concerne en général les obturbateurs pour conduits de fluides de réacteurs nucléaires, et plus précisément les obturbateurs pour drains de boîtes à eau de générateurs de vapeur.

Comme visible sur la Figure 1, un générateur de vapeur 1 présente en partie inférieure un volume appelé « boîte à eau » 3. La boîte à eau 3 est délimitée vers le haut par la plaque tubulaire 5, et vers le bas par le fond inférieur 7 du générateur de vapeur. La boîte à eau 3 est divisée par une cloison intérieure 9 en deux volumes, un volume d'entrée 11 et un volume de sortie 13. L'eau du circuit primaire provenant de la cuve du réacteur pénètre dans le volume d'entrée 11 par une entrée 15 ménagée dans le fond inférieur 7. L'eau du circuit primaire, après avoir circulé dans le faisceau tubulaire du générateur de vapeur et cédé sa chaleur au fluide secondaire, pénètre dans le volume de sortie 13 et quitte celui-ci par une sortie non représentée. Le faisceau tubulaire n'est pas représenté sur la Figure 1. Chaque tube du faisceau présente une partie d'extrémité amont engagée à travers la plaque tubulaire 5 et débouchant dans le volume d'entrée 11, et une partie d'extrémité aval engagée à travers la plaque tubulaire 5 et débouchant dans le volume de sortie 13.

Par ailleurs, de manière à permettre des travaux de maintenance dans la boîte à eau 3, des trous d'homme 17 sont ménagés dans le fond inférieur 7 du générateur de vapeur. Un trou d'homme permet d'accéder au volume d'entrée 11, et un autre trou d'homme au volume de sortie 13. La cloison 9 sépare complètement le volume d'entrée 11 du volume de sortie 13.

En fonctionnement normal du générateur de vapeur, les trous d'homme 17 sont obturés et l'eau du circuit primaire circule de manière continue de la tubulure d'entrée 15 jusqu'à la tubulure de sortie (non représentée) du circuit primaire.

Périodiquement, il est nécessaire d'effectuer des opérations de maintenance dans la boîte à eau. Ces opérations visent par exemple à vérifier l'intégrité des tubes du faisceau tubulaire du générateur de vapeur, ou à obturer les tubes pouvant présenter une anomalie.

Pour réaliser de telles opérations de maintenance, le réacteur est d'abord mis à l'arrêt. Le couvercle de la cuve est retiré, de telle sorte que le circuit primaire communique avec la piscine réacteur.

Le générateur de vapeur est ensuite vidangé. Pour ce faire, le niveau de la piscine du réacteur est abaissé jusqu'à un niveau inférieur à celui du fond inférieur 7 du générateur de vapeur.

Comme visible sur la Figure 1, le point bas 19 du fond du générateur de vapeur est situé à un niveau inférieur au bord de l'entrée 15. La situation est la même pour la sortie.

De façon à permettre une vidange quasi-complète du fond du générateur de vapeur 7, des drains 21 sont ménagés dans le fond 7. Le drain 21, représenté sur les figures 1 et 2, est un conduit de petit diamètre, avec une entrée 23 débouchant à proximité du point bas 19, à l'intérieur de la boîte à eau, et une sortie 25 débouchant dans la tubulure d'entrée 15 du circuit primaire. Le drain 21 est légèrement penté, pour permettre la circulation gravitaire du liquide primaire depuis le point bas 19 jusque dans l'entrée de liquide primaire 15.

Le drain 21 permet, quand le niveau de la piscine réacteur est abaissé en vue de vidanger la boîte à eau 3, d'évacuer en quasi-totalité le liquide primaire hors de la boîte à eau, seule restant une toute petite quantité de liquide primaire, située à un niveau inférieur à l'entrée du drain 21.

Un drain similaire est ménagé à proximité de la tubulure de sortie.

Des tapes 16 sont ensuite posées sur l'entrée 15 et sur la sortie (non représentée) par des machines spécifiques avec un accès par le trou d'homme. De manière à ce que le liquide primaire ne pénètre pas dans la boîte à eau 3 quand le niveau d'eau dans la piscine réacteur est remonté, on dispose un obturateur 27 à l'intérieur du drain 21 pendant les opérations de maintenance.

Cet obturateur 27 est introduit dans le drain 21 par un opérateur, à partir de la boîte à eau 3. Il est ensuite possible de remonter le niveau d'eau de la piscine réacteur.

L'opération de mise en place de l'obturateur 27 dans le drain 21 est délicate, et l'obturateur doit être parfaitement fiable pour plusieurs raisons.

L'obturateur 27 doit être bloqué en position à l'intérieur du drain 21, de manière particulièrement fiable. En effet, après remontée du niveau d'eau dans la piscine réacteur, l'obturateur 21 est soumis à la pression du liquide primaire. S'il est éjecté, le liquide primaire peut s'écouler à travers le drain 21 jusque dans la boîte à eau 3, et de là à travers le trou d'homme 17 dans le bâtiment réacteur. Une telle fuite pourrait entraîner un retard considérable dans les opérations de maintenance et décalerait le redémarrage du réacteur nucléaire.

La mise en place de l'obturateur doit être aussi rapide que possible, pour limiter l'irradiation des opérateurs intervenant dans la boîte à eau.

L'obturateur doit pouvoir être retiré facilement, et ne pas se gripper une fois en place dans le drain.

Ainsi, il existe un besoin pour un dispositif permettant d'obturer et d'étancher un drain de vidange du fond de la boîte à eau d'un générateur de vapeur de manière suffisamment fiable pour supporter des surpressions dues à la remontée du niveau de l'eau dans la piscine réacteur.

A cette fin, l'invention porte sur un obturateur pour un conduit de composant de réacteur nucléaire, l'obturateur comprenant :

- une pluralité de bagues d'étanchéité élastiques, chacune expansible radialement par rapport à un axe central commun entre une position rétractée à distance d'une paroi du conduit et une position expansée de contact étanche avec la paroi du conduit ;

- un dispositif prévu pour sélectivement déplacer les bagues d'étanchéité entre leurs positions rétractées et leurs positions expansées ;

- au moins un organe de blocage en position de l'obturateur dans le conduit à obturer, distinct des bagues d'étanchéité, expansible radialement par rapport à l'axe central entre une position escamotée dans laquelle l'organe de blocage est écarté de la paroi du conduit et une position de blocage dans laquelle l'organe de blocage porte contre la paroi du conduit ;

- un dispositif prévu pour sélectivement déplacer l'organe de blocage entre sa position escamotée et sa position de blocage,

caractérisé en ce qu'il comprend un corps et une tige de commande déplaçable axialement par rapport au corps, la tige de commande étant agencée pour entraîner les bagues d'étanchéité entre leurs positions rétractées et expansées par l'intermédiaire du dispositif de déplacement des bagues d'étanchéité, et pour entraîner l'organe de blocage entre sa position escamotée et sa position de blocage par l'intermédiaire du dispositif de déplacement de l'organe de blocage, en ce que la tige de commande est déplaçable par coulisement par rapport au corps vers une position avant telle que les bagues d'étanchéité sont en position rétractées et l'organe de blocage en position escamotée, et en ce qu'il comprend au moins un organe de rappel élastique sollicitant à la fois les bagues d'étanchéité vers leurs positions expansées et l'organe de blocage vers sa position de blocage, de telle sorte qu'il suffit de relâcher la tige de commande pour que l'obturateur se bride à l'intérieur du conduit et que les bagues d'étanchéité créent une étanchéité entre l'obturateur et le conduit.

L'obturateur peut également présenter une ou plusieurs des caractéristiques ci-dessous, considérée individuellement ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles :

- le dispositif de déplacement des bagues d'étanchéité comprend des premier et second éléments presseurs espacés longitudinalement l'un de l'autre et disposés de part

et d'autre des bagues d'étanchéité, le premier élément presseur étant lié à la tige de commande et étant susceptible d'être déplacé vers le second élément presseur par la tige de commande ;

- le premier élément presseur est lié à la tige de commande par une liaison amovible ;

- l'organe de blocage est une pince cylindrique comportant à une première extrémité une pluralité de lames réparties circonférentiellement autour de l'axe central, chaque lame présentant en extrémité une surface externe cylindrique et une surface interne tronconique ;

- l'obturateur est destiné à être mise en place dans un conduit soumis à un champ de pression lié à un fluide à étancher dans le conduit et il comprend les éléments suivant disposés le long de la tige de commande:

- une tête formant le premier élément presseur fixée à l'extrémité de la tige de commande et destinée à être orientée vers le champ de pression ;

- les bagues d'étanchéité montées coulissantes sur la tige de commande entre le premier élément presseur et le second élément presseur ;

- le second élément presseur, monté coulissant sur la tige de commande, formant le dispositif prévu pour sélectivement déplacer l'organe de blocage et comprenant une surface sphérique prévue pour s'engager sur chaque surface tronconique des extrémités des lames formant la première extrémité de la pince cylindrique sous l'effet du déplacement de la tige de commande par rapport au corps ;

la surface interne de la première extrémité de la pince cylindrique étant de forme tronconique divergente vers le champ de pression, de sorte que lorsque l'obturateur est soumis audit champ de pression, la première extrémité de la pince s'ouvre pour brider l'obturateur à l'intérieur du conduit ;

- l'obturateur comprend à une extrémité axiale une bague prévue pour chasser une humidité ou des dépôts de matière de la paroi du conduit ; et

- l'obturateur comprend une pluralité de bagues anti-extrusion intercalées entre les bagues d'étanchéité, les bagues anti-extrusion étant prévues pour répartir une pression axiale entre les bagues d'étanchéité.

Selon un second aspect, l'invention porte sur un ensemble d'obturation comprenant un obturateur présentant les caractéristiques ci-dessus, et un outillage de préhension de l'obturateur, l'outillage de préhension comportant une tête de préhension de l'obturateur et un mécanisme de déplacement de la tige de commande de l'obturateur

jusqu'à une position dans laquelle les bagues élastiques sont en position rétractée et l'organe de blocage en position escamotée.

L'ensemble peut également comporter une ou plusieurs des caractéristiques ci-dessous :

- 5 - l'outillage de préhension est susceptible d'adopter une première position dans laquelle la tête de préhension est rigidement fixée à l'obturateur, et une seconde position dans laquelle la tête de préhension est susceptible d'être séparée de l'obturateur, la tête de préhension bloquant la tige de commande de l'obturateur en position avant dans la première position, l'outillage de préhension comprenant en outre un organe de rappel sollicitant l'outillage de préhension vers la seconde position, et un organe de verrouillage amovible de l'outillage de préhension apte à verrouiller l'outillage de préhension dans la première position et à le déverrouiller dans la seconde position,

- 10 - l'outillage de préhension présente une forme allongée suivant une direction principale et est susceptible d'adopter une première position dans laquelle la tête de préhension est rigidement fixée à l'obturateur, la direction principale étant sensiblement perpendiculaire à l'axe central de l'obturateur dans ladite première position de l'outillage de préhension.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description détaillée qui en est donnée ci-dessous, à titre indicatif et nullement limitatif, en référence aux Figures annexées, parmi lesquelles :

- 20 - la Figure 1 est une vue en coupe axiale de la partie inférieure d'un générateur de vapeur ;
- la Figure 2 est une vue en coupe, agrandie, d'un détail de la Figure 1, montrant le drain permettant de vidanger le fond de la boîte à eau du générateur de vapeur, et un obturateur conforme à l'invention engagé à l'intérieur du drain ;
- 25 - la Figure 3 est une vue en coupe longitudinale de l'obturateur de la Figure 2 ;
- la Figure 4 est une vue externe, de côté, de l'obturateur de la Figure 3 ;
- la Figure 5 est une vue similaire à celle de la Figure 3, montrant en plus l'outil de préhension de l'obturateur dans une position telle que les bagues d'étanchéité sont en position rétractée et les organes de blocage en position escamotée ; et
- 30 - la Figure 6 est une vue en coupe de l'outil de préhension de l'obturateur.

L'obturateur représenté sur la Figure 3 est plus particulièrement destiné à obturer un drain de fond de générateur de vapeur, tel que le drain 21 représenté sur la Figure 1 et décrit plus haut.

35 L'obturateur 27 comprend :

- un corps tubulaire 29, présentant un axe central X ;

- une tige de commande 31 s'étendant selon l'axe central X à l'intérieur du corps 29 ;

- une tête 33, liée à une extrémité axiale avant 35 de la tige de commande 31 par une goupille d'imperdabilité 37 ;

5 - un noyau expanseur 39, de forme générale tubulaire avec une portée sphérique, enfilé autour de la tige de commande 31 ;

- une pluralité de bagues d'étanchéité élastiques 41, intercalées avec des bagues anti-extrusion 42, également élastiques, ayant pour fonction de répartir la charge de compression des bagues d'étanchéité 41. Les bagues élastiques 41 et 42 sont enfilées
10 autour de la tige de commande 31 et interposées axialement entre la tête 33 et le noyau expanseur 39 ;

- une pince cylindrique à expansion radiale 43 formant l'organe de blocage de l'obturateur à l'intérieur du drain, enfilée autour de la tige de commande 31 et solidaire d'une extrémité axiale avant 45 du corps tubulaire 29 ;

15 - un sabot 47, solidaire (par vissage ou soudage) d'une extrémité axiale arrière 49 du corps 29 ;

- une pluralité de rondelles élastiques 51 (type Belleville), disposées à l'intérieur du corps 29, et enfilées autour de la tige de commande 31. Seules deux rondelles élastiques 51, disposées aux extrémités avant et arrière de la pluralité de rondelles ont été
20 représentées sur la Figure 3.

Dans la présente description, on utilise les termes « avant » et « arrière » comme signifiant respectivement tourné axialement vers la tête 33 de l'obturateur ou tourné axialement à l'opposé de la tête 33 de l'obturateur.

La tête 33 présente une zone avant convergente vers une pointe arrondie 52. Elle
25 présente intérieurement un trou borgne taraudé 53, ouvert vers l'arrière. L'extrémité avant 35 de la tige de commande est engagée dans le trou borgne 53. Elle porte un filetage externe coopérant avec le taraudage du trou borgne 53.

Par ailleurs, la tête 33 comporte plusieurs orifices radiaux 55 (figure 4) traversant la tête 33 sur tout son diamètre et croisant le trou borgne 53. L'extrémité avant 35 de la
30 tige de commande comporte une rainure traversante 57 d'orientation axiale. La goupille 37 est engagée dans l'un des orifices 55 et passe à travers la rainure 57. La goupille d'imperdabilité 37 solidarise en rotation, autour de l'axe X, la tige de commande 31 et la tête 33.

Le noyau expanseur 39 présente intérieurement un passage 59 de diamètre
35 interne correspondant au diamètre externe de la tige de commande 31. Le noyau 39 présente à son extrémité avant une surépaisseur 61. La surépaisseur 61 est délimitée

vers l'arrière par une surface sphérique 63 prévue pour provoquer l'expansion des lamelles de blocage de la pince cylindrique 43, comme expliqué plus loin.

La surépaisseur 61 est délimitée vers l'avant par une surface d'appui 65, de forme annulaire, sensiblement perpendiculaire à l'axe X.

5 La tête 33 est délimitée vers l'arrière par une seconde surface d'appui annulaire 67, elle aussi perpendiculaire à l'axe X. Les bagues élastiques 41 et 42 sont intercalées axialement entre les première et seconde surfaces d'appui 65 et 67.

10 L'organe de blocage 43 a la forme d'une pince cylindrique comportant un palier de guidage 69, et une pluralité de lames flexibles 71 s'étendant vers l'avant à partir du palier 69. Les lames 71 et le palier 69 sont préférentiellement réalisés en une seule pièce. En variante, les lames 71 de la pince cylindrique sont distinctes du palier 69 et sont fixées au palier 69 par tout moyen approprié tel que vissage ou soudage. Le palier de guidage 69 porte un filetage externe 73. Il est engagé dans l'extrémité avant 45 du corps 29. Cette extrémité avant comporte intérieurement un taraudage 75, adapté pour coopérer avec le
15 filetage 73 du palier 69. L'organe de blocage 43 est ainsi fixé au corps 29. Par ailleurs, le filetage 73 et le taraudage 75 ont également pour fonction de régler la pré-contrainte des rondelles élastiques 51 comme on le verra plus loin.

Les lames 71 sont toutes identiques, et sont régulièrement réparties circonférentiellement autour de l'axe X. Par exemple, la pince cylindrique comporte six
20 lames 71. Ces lames 71 sont séparées les unes des autres par des fentes 77 débouchantes vers l'avant et fermées vers l'arrière, c'est-à-dire du côté de la partie cylindrique.

Les lames 71 délimitent ensemble un volume interne 79 (Figure 5) de forme sensiblement cylindrique. Le volume interne 79 est traversé axialement par la tige de
25 commande 31. Le noyau expasseur 39 est engagé dans le volume interne 79, et est interposé radialement entre la tige de commande 31 et les lames 71. Le diamètre du volume interne 79 est légèrement supérieur au diamètre externe de la partie arrière du noyau 39.

Les extrémités libres avant 81 (Figure 5) des lames 71 comportent des
30 surépaisseurs 83 dont les surfaces externes sont cylindriques de manière à venir s'appuyer sur la surface interne du drain en position de blocage. Par ailleurs, elles présentent des surfaces radialement intérieures 85 (Figure 5) définissant ensemble une forme sensiblement tronconique divergente d'arrière en avant. Les surfaces 85 sont prévues pour coopérer avec la surface sphérique 63 du noyau 39, en vue d'expanser
35 radialement les lames 71 afin de brider l'obturateur dans le conduit.

Le palier de guidage 69 de l'organe de blocage délimite intérieurement un passage cylindrique 87, de diamètre intérieur correspondant au diamètre extérieur de la tige de commande 31. La tige de commande est engagée dans et traverse le passage 87. Un épaulement 89 (Figure 5) est ménagé entre le passage 87 de plus petit diamètre et le volume interne 79 de plus grand diamètre.

La tige de commande 31 est une tige cylindrique. Elle comporte un tronçon principal 90 de diamètre donné, et une partie d'extrémité arrière 91 de diamètre augmenté. Un épaulement 92 sépare les tronçons 90 et 91.

Les rondelles élastiques 51 sont des rondelles de type Belleville ou CRIBO® (marque déposée de la société SUPRATEC), connu en soi. Elles sont enfilées autour du tronçon principal 90 de la tige de commande. Les rondelles 51 sont empilées les unes contre les autres, depuis l'extrémité arrière 95 du palier 69 jusqu'à l'épaulement 92. Les rondelles élastiques occupent tout l'espace entre l'extrémité arrière 95 du palier 69 et l'épaulement 92. Elles sont en appui à la fois sur l'extrémité arrière 95 et sur l'épaulement 92. Elles sollicitent la tige de commande 31 vers l'arrière. Elles sont calibrées pour exercer ensemble sur la tige 31 une sollicitation de force prédéterminée. On peut ajuster la pré-contrainte exercée par les rondelles 51 sur la tige 31 en modifiant le nombre de rondelles 51 enfilées autour de la tige ou en modifiant la disposition des rondelles (en opposition, en parallèle, deux rondelles parallèles suivies de deux rondelles en sens opposé, etc.). Le réglage final de la force exercée par les rondelles s'effectue grâce au système vis-écrou formé par le palier de guidage 69, muni de son filetage externe 73, lequel qui est vissé dans le taraudage interne 75 du corps tubulaire 29.

La tige de commande 31 s'étend selon l'axe central X. Elle traverse entièrement le corps 29, l'organe de blocage 43, le noyau expanseur 39, et les bagues élastiques 41, 42. Elle est solidaire de la tête 33. Elle est libre de coulisser par rapport aux bagues 41, 42, au noyau 39, à l'organe de blocage 43 et au corps 29.

Le sabot 47 est fixé à l'extrémité arrière 49 du corps 29. A cet effet, il comporte un tronçon cylindrique avant 97 (Figure 5), portant un filetage externe, coopérant avec un taraudage interne de l'extrémité arrière du corps 29. Le sabot 47 prolonge axialement le corps 29 vers l'arrière. Il comporte une lumière oblongue 99 pour l'engagement d'un outil de préhension de l'obturateur, et un orifice cylindrique 101 pour le passage de la tige de commande, mettant en communication l'intérieur de la lumière 99 avec l'intérieur du corps 29. Le tronçon cylindrique avant 97 du sabot comporte une rainure 94 dans laquelle est libre de coulisser une goupille 93, elle-même fixée à la tige 31 pour solidariser en rotation le sabot 27 et la tige 31. La lumière 99 traverse entièrement le sabot 47, suivant une direction sensiblement perpendiculaire à l'axe X. Elle est de forme allongée selon l'axe X.

L'orifice cylindrique 101 s'étend axialement vers l'avant à partir de la lumière 99. Il traverse la partie filetée 97 du sabot et débouche à l'intérieur du corps 29. La tige de commande 31 est engagée par sa partie arrière 91 libre en coulissement dans l'orifice 101. Le diamètre interne de l'orifice 101 correspond sensiblement au diamètre externe du tronçon 91. L'extrémité arrière du tronçon 91 fait saillie hors de l'orifice 101, à l'intérieur de la lumière 99.

Par ailleurs, le sabot 47 porte un ergot radial 104, faisant saillie radialement par rapport au corps 29.

L'obturateur 27 comporte typiquement des bagues élastiques 41 et 42 de deux types différents, réalisées en élastomère de dureté et de diamètre différents. Les bagues du premier type 41 sont des bagues d'étanchéité en élastomère. Les bagues élastiques du second type 42 sont des bagues anti-extrusion dont la fonction est de répartir la charge de compression sur le train de bagues lorsqu'une pression est exercée sur la tête 33 de l'obturateur. Les bagues d'étanchéité 41 sont réalisées dans un matériau élastomère en matières différentes et de dureté plus faible que l'élastomère des bagues anti-extrusion 42 et le diamètre des bagues d'étanchéité 41 est légèrement supérieur à celui des bagues anti-extrusion 42. Les bagues des premier et second types alternent axialement le long de la tige de commande. Préférentiellement, des bagues anti-extrusion 42 se trouvent aux extrémités avant et arrière de l'empilement de bagues élastiques.

Par ailleurs, l'obturateur peut comporter une entretoise 103 équipée d'une brosse cylindrique, prévue pour chasser l'humidité et les dépôts de matière de la paroi du drain dans lequel l'obturateur doit être inséré. L'entretoise 103 est montée à l'avant des bagues élastiques 41, 42, et est par exemple interposée entre les bagues élastiques 41, 42 et la surface de pression 67 de la tête 33. Elle peut aussi être remplacée par un joint racleur.

L'obturateur est normalement dans un état d'obturation (expansion des bagues), représenté sur la Figure 3. Dans cet état, la tige de commande 31 est sollicitée par les rondelles élastiques 51 vers l'arrière, jusqu'à une position arrière. Lorsque l'obturateur est « à vide », c'est-à-dire qu'il ne se trouve pas inséré dans le drain 21, cette position arrière est définie par l'extrémité axiale arrière du noyau 39 venant en butée axialement contre l'épaule 89 de l'organe de blocage. Lorsque l'obturateur est inséré dans le drain 21, un jeu résiduel persiste entre l'extrémité axiale arrière du noyau 39 et l'épaule 89, le blocage dans le drain étant réalisé par l'appui des surfaces externes cylindriques des surépaisseurs 83 des lames flexibles 71 sur la paroi interne du drain. Dans cette position arrière, la tige de commande fait saillie sur une faible longueur axiale dans la lumière 99 du sabot.

La tête 33 est entraînée avec la tige de commande 31 et vient comprimer les bagues élastiques 41 et 42. Ces bagues élastiques sont prises entre les deux surfaces de pression 65 et 67, et comprimées axialement. Cette compression axiale provoque une expansion radialement des bagues élastiques, jusqu'à des positions expansées dans lesquelles les bagues d'étanchéité 41 sont en appui sur la paroi interne du drain 21.

Comme indiqué plus haut, la sollicitation axiale de la tige de commande 31 jusqu'à sa position arrière a également pour effet de décaler le noyau extenseur 39 vers l'arrière. De ce fait, la sphère 63 vient porter axialement contre les surfaces internes 85 des lames 71. Cette sollicitation axiale provoque une expansion radiale des lames 71 jusqu'à des positions de blocage respectives dans lesquelles les surfaces cylindriques externes des extrémités 83 des lames 71 viennent en appui sur la paroi interne du drain.

L'effort exercé par les rondelles 51 est réparti en un effort de compression des bagues élastiques 41, 42 et un effort d'expansion des lames 71. La répartition de l'effort est calibrée en jouant sur de nombreux facteurs, notamment sur le matériau et les dimensions des bagues élastiques 41 et 42, le matériau et les dimensions des lames 71, les profils de la sphère 63 et des surfaces coniques internes 85 des lames (par exemple en jouant sur l'angle du cône).

L'énergie de déformation transmise par les rondelles élastiques 51 aux bagues 41 et 42 et aux lames 71 doit être suffisante pour assurer les fonctions d'étanchéité et de blocage en position de l'obturateur, tout en étant suffisamment modérée pour que les lames 71 ne dégradent pas les surfaces du drain 21. Cette énergie doit correspondre également à la force maximale que peut délivrer un opérateur pour déplacer les bagues d'étanchéité et les organes de blocage par le biais de l'outil de préhension qui sera décrit plus loin.

La tige de commande 31 est déplaçable axialement vers l'avant par rapport au corps 29, par exemple à l'aide de l'outil 102 illustré sur les Figures 5 et 6, jusqu'à une position avant illustrée sur la figure 5. Cet outil sera décrit plus loin. Le déplacement de la tige de commande 31 se fait par coulissement, à l'encontre de la force de rappel des rondelles élastiques 51. La tige de commande 31 entraîne la tête 33 vers l'avant ce qui a pour effet de réduire la compression axiale des bagues élastiques 41, 42 et de réduire la sollicitation axiale exercée par la sphère 63 sur les lames 71. De ce fait, les bagues élastiques 41, 42 reviennent à des positions rétractées, dans laquelle lesdites bagues ont chacune un diamètre respectif inférieur à leur diamètre en position expansée. Les lames 71 reviennent également élastiquement à des positions escamotées, dans lesquelles les lames sont moins écartées radialement de l'axe central de l'obturateur que dans leurs positions de blocage.

L'outil représenté sur la Figure 6, et partiellement sur la Figure 5, est destiné à la préhension, à la mise en place et au retrait de l'obturateur illustré sur les Figures 3 à 5.

Comme visible sur la Figure 6, cet outil 102 est une pince comportant des premier et second bras 105 et 107, une liaison pivot 109 entre les deux bras, un organe élastique de rappel 111 et un verrou 113. Chacun des bras 105, 107 comporte d'un côté supérieur de la liaison pivot un manche 115, 117, et d'un côté inférieur de la liaison pivot un crochet en L 119, 121. Les extrémités libres des crochets 119, 121 pointent selon des directions sensiblement opposées. Ces directions sont sensiblement perpendiculaires aux axes centraux respectifs des manches 115 et 117. L'axe de rotation de la liaison pivot 109 est sensiblement perpendiculaire au plan dans lequel s'inscrit les crochets 119 et 121. Les crochets 119 et 121 forment une tête de préhension de l'obturateur 27.

L'organe élastique 111 est interposé entre les manches 115 et 117 et sollicitent ceux-ci en rotation autour de la liaison pivot 109 dans le sens d'un écartement mutuel. Le verrou 113 est fixé par exemple à une extrémité supérieure du manche 115 et est prévu pour bloquer les manches 115 et 117 l'un contre l'autre, à l'encontre de la force de rappel de l'organe élastique 111. Le manche 115 porte encore un arceau 122 de guidage des bras.

Dans la position illustrée sur la Figure 6, les manches 115 et 117 sont écartés l'un de l'autre par l'organe élastique 111, et les crochets 119 et 121 sont dans une position rapprochée l'un de l'autre. Dans cette position, les crochets 119 et 121 sont susceptibles d'être introduits dans la lumière oblongue 99 du sabot de l'obturateur. Les extrémités pointant en sens opposé des deux crochets sont orientées sensiblement suivant l'axe central de l'obturateur. Il est alors possible de rapprocher les manches 115 et 117 l'un de l'autre en les faisant pivoter à l'encontre de la force de rappel de l'organe élastique 111. Comme illustré sur la Figure 5, l'extrémité du crochet en L 121 forme un épaulement qui vient se loger sous le bord périphérique de la lumière 99, à l'extrémité arrière de la lumière oblongue du sabot 47. L'extrémité du crochet 119 s'engage axialement dans l'orifice cylindrique 101 et déplace la tige de commande 31 vers sa position avant. Ceci a pour effet de placer les bagues élastiques 41, 42 dans leurs positions rétractées, et les lames 71 dans leurs positions escamotées.

Les interfaces entre l'outil 102 et l'obturateur 27 évitent le désengagement accidentel de ces deux composants. Ceci provient notamment de la géométrie des crochets 119, 121, et de la forme en cuvette de la surface 125 du tronçon d'extrémité 91 de la tige de commande. Cette surface 125 est tournée vers la lumière 99 et est prévue pour coopérer avec le crochet 119. L'outil est ainsi indexé et bloqué en position dans le sabot 99, par les deux crochets 119, 121 verrouillés aux deux extrémités opposées de la

lumière 99. Ceci limite considérablement le risque de déchaussement de l'obturateur lors des phases de mise en place et de dépose.

Le verrou 113 permet de maintenir les manches 115 et 117 plaqués l'un contre l'autre.

5 Dans cette position « verrouillée » de l'outil 102, un opérateur peut déplacer l'obturateur 27 à l'aide de l'outil de préhension 102. Il peut notamment de manière très commode introduire l'obturateur dans le drain 21, la tête 33 de l'obturateur pénétrant en premier dans le drain, par l'entrée 23 de celui-ci. L'ergot 104 vient porter contre le bord périphérique de l'entrée 23 du drain quand l'obturateur est entièrement engagé dans le
10 drain 21. Il empêche l'obturateur de glisser le long du drain et de tomber dans l'entrée 15 de la tubulure du circuit primaire. Le diamètre externe de la tête 33, du corps 29, des bagues élastiques 41, 42 en positions rétractées, et des lames 71 en positions escamotées, est légèrement inférieur au diamètre interne du drain 21.

Comme visible sur la Figure 2, le sabot 47 épouse la forme de la surface intérieure
15 du fond du générateur de vapeur une fois en place. Ceci permet de réduire considérablement les discontinuités géométriques, et ainsi d'éviter de gêner ou d'endommager les matériels ou de blesser les opérateurs intervenants dans les boîtes à eau lors des opérations de maintenance.

Une fois l'obturateur en place dans le drain, l'utilisateur déverrouille le verrou 113
20 et laisse les manches 115 et 117 s'écarter l'un de l'autre sous l'action de l'organe élastique 111. L'outil 102 se trouve alors en position « déverrouillée » dans laquelle l'utilisateur peut alors désengager les crochets 119 et 121 de la lumière 99.

Sous l'effet de l'action des rondelles élastiques 51, les bagues d'étanchéité 41 adoptent leurs positions expansées, dans lesquelles elles sont en contact étanche avec la
25 paroi du drain. Par ailleurs, les lames 71 adoptent leurs positions de blocage et de bridage, dans laquelle elles portent contre la paroi du conduit et verrouillent l'obturateur en position.

Le retrait de l'obturateur se fait selon une procédure exactement inverse.

L'obturateur décrit ci-dessus présente de multiples avantages.

30 Du fait qu'il possède des organes de blocage en position de l'obturateur dans le conduit distinct des bagues d'étanchéité, le blocage en position de l'obturateur dans le drain est assuré de manière plus fiable. En effet, ce sont des organes différents qui assurent les deux fonctions, à savoir l'étanchéité et le blocage en position.

Les bagues d'étanchéité 41 et anti-extrusion 42 et les organes de blocage sont
35 déplacés par une même tige de commande, ce qui permet une conception compacte de l'obturateur, adaptée à des conduits de faible diamètre. Le fait de faire passer les bagues

élastiques de leurs positions rétractées à leurs positions expansées à l'aide d'éléments presseurs déplacés l'un vers l'autre par l'intermédiaire de la tige de commande permet également d'obtenir une structure simple et compacte pour l'obturateur.

Le fait que l'un des deux éléments presseurs (la tête 33) soit démontable, permet de remplacer facilement les bagues élastiques quand celles-ci sont usées.

L'utilisation de lames expansibles radialement permet de brider de manière efficace l'obturateur dans le drain. L'utilisation d'une surface sphérique appuyant sur une surface conique interne des lames pour expander les lames permet de rendre l'obturateur simple mécaniquement et compact et sans risque de blocage.

Le fait que la tige de commande soit mobile par coulissement par rapport au corps fait que, en cas de pression élevée exercée par le liquide primaire sur la tête de l'obturateur, la pression avec laquelle les organes de blocage sont plaqués contre la paroi interne du drain est augmentée. Plus la pression du liquide primaire est élevée, plus l'effort de bridage de l'obturateur dans le drain est important ce qui permet d'accroître les performances de maintien et d'éviter une éjection de l'obturateur lors de surpression accidentelle.

Le fait que l'obturateur comporte un organe de rappel élastique (rondelles 51) qui sollicite les bagues élastiques 41, 42 vers leur position expansée et l'organe de blocage vers sa position de blocage fait que la mise en place de l'obturateur est considérablement facilitée. En effet, comme expliqué ci-dessus, il suffit de relâcher la tige de commande pour que l'obturateur se bride à l'intérieur du drain et que les bagues élastiques créent une étanchéité entre l'obturateur et la paroi interne du drain. L'opérateur n'a pas à ajuster le couple de serrage à l'aide d'un outil. Les rondelles élastiques 51 sont calibrées de manière à obtenir automatiquement une pression adéquate des bagues élastiques et des organes de blocage contre la paroi interne du drain.

La mise en place de l'obturateur est donc facilitée, de telle sorte que les opérateurs peuvent rester moins longtemps à l'intérieur de la boîte à eau et les doses intégrées par ces opérateurs sont maintenues au minimum.

Les risques de grippage de l'obturateur à l'intérieur du drain sont également minimum, puisqu'il suffit de pousser la tige de commande pour déverrouiller l'obturateur. De plus, le contact « cône sur sphère » au niveau des lames de la pince cylindrique et du noyau expenseur empêche également la pince cylindrique de se coincer en position de bridage.

L'utilisation d'un ergot porté par le sabot et empêchant ledit sabot de pénétrer entièrement dans le drain réduit considérablement le risque de perte de l'obturateur dans le circuit primaire.

Par ailleurs, comme visible sur la Figure 1, l'espace disponible entre l'entrée 23 du drain et la cloison interne 9 de la boîte à eau est réduit. L'utilisation d'organes de blocage distincts des bagues d'étanchéité permet de limiter l'encombrement axial de l'obturateur. Pour obtenir une même force de bridage de l'obturateur sur le conduit, uniquement avec
5 des bagues élastiques, il serait nécessaire de disposer un grand nombre de bagues élastiques, ce qui augmenterait considérablement la longueur axiale de l'obturateur.

Par ailleurs, l'outillage de préhension 102 présente une forme allongée suivant une direction principale le long du manche 115, cette direction principale étant sensiblement perpendiculaire à l'axe central de l'obturateur 27 quand l'outillage de préhension 102 est
10 en prise dans le sabot 47 de l'obturateur. Ceci facilite la manutention de l'obturateur 27 par les opérateurs, compte tenu de l'orientation du drain 21 et de l'espace limité disponible entre l'ouverture 23 du drain et la cloison intérieure 9 du fond inférieur 7 du générateur de vapeur.

L'obturateur s'adapte automatiquement aux irrégularités de diamètres du drain, résultant des tolérances de fabrication, de déformations en service, de dépôts, etc. L'obturateur peut présenter de multiples variantes. L'effort élastique appliqué par les rondelles élastiques à la tige de commande comprime les bagues d'étanchéité et sollicite les organes de blocages jusqu'à ce que ceux-ci viennent automatiquement porter contre la paroi du drain. Aucune opération de réglage n'est nécessaire pour configurer
20 l'obturateur en fonction du diamètre réel du drain.

L'obturateur peut comporter un nombre de bagues d'étanchéité quelconque, ces bagues pouvant être de toute nature et être constituées de tout matériau adapté.

Le dispositif prévu pour expander les bagues d'étanchéité peut être de tout type adapté. Dans des variantes de réalisation non préférées, les bagues peuvent être
25 expansées par des moyens pneumatiques ou par un système de came extérieure.

L'obturateur peut également comporter un ou plusieurs organes de blocage, ces organes de blocage étant de tout type adapté. L'organe de blocage peut ne pas comporter de lames expansibles radialement, mais comporter par exemple des patins de friction déplaçables radialement. Les lames peuvent pointer vers l'arrière et non vers
30 l'avant. Dans ce cas, la sphère d'expansion est ménagée sur le corps et les lames sont solidaires du noyau.

L'organe de blocage et les bagues d'étanchéité peuvent être déplacés par des mécanismes entièrement séparés l'un de l'autre, ayant par exemple chacun une tige de commande qui lui est propre.

L'organe de blocage peut être placé à l'avant des bagues d'étanchéité, dans une variante de réalisation non préférée.

L'organe élastique pourrait ne pas être un empilement de rondelles Belleville, mais plutôt être un ressort hélicoïdal ou tout autre type d'organe élastique adapté. L'organe élastique pourrait ne pas être en appui sur l'extrémité arrière de l'organe de blocage mais plutôt sur une nervure interne du corps. Vers l'arrière, l'organe élastique pourrait être en appui sur un écrou vissé autour de la tige de commande, de manière à pouvoir ajuster la force de rappel de l'organe élastique.

La lumière oblongue 99 du sabot pourrait être remplacée par deux lumières séparées l'une de l'autre, prévues pour recevoir chacune l'un des deux crochets de l'outil de préhension.

Selon un second aspect indépendant du premier, l'invention pourrait porter sur un obturateur pour un conduit de réacteur nucléaire, l'obturateur comprenant :

- une pluralité de bagues d'étanchéité élastiques, chacune expansible radialement par rapport à un axe longitudinal commun entre une position rétractée à distance d'une paroi du conduit et une position expansée de contact étanche avec la paroi du conduit ;

- un dispositif prévu pour sélectivement déplacer les bagues d'étanchéité entre leurs positions rétractées et leurs positions expansées, le dispositif comportant au moins un organe de rappel élastique sollicitant les bagues élastiques vers leurs positions expansées.

L'obturateur a été décrit pour une application à un drain de fond de générateur de vapeur. Il pourrait être utilisé pour l'obturation d'autres conduits du réacteur nucléaire, pas nécessairement dans le générateur de vapeur, mais dans n'importe quelle autre partie du réacteur. Ces conduits peuvent faire partie du circuit primaire, du circuit secondaire, ou de tout autre circuit actif ou inactif.

Ce conduit peut être de tout diamètre.

En tout état de cause, l'obturateur décrit ci-dessus est particulièrement adapté à des situations où la mise en place de l'obturateur se fait dans un environnement irradiant.

REVENDICATIONS

1.- Obturateur pour un conduit (21) d'un composant de réacteur nucléaire, l'obturateur (27) comprenant :

- une pluralité de bagues d'étanchéité (41) élastiques, chacune expansible radialement par rapport à un axe central commun entre une position rétractée à distance d'une paroi du conduit (21) et une position expansée de contact étanche avec la paroi du conduit (21);

- un dispositif prévu pour sélectivement déplacer les bagues d'étanchéité (41) entre leurs positions rétractées et leurs positions expansées ;

- au moins un organe (43) de blocage en position de l'obturateur (27) dans le conduit (21) à obturer, distinct des bagues d'étanchéité (41), expansible radialement par rapport à l'axe central entre une position escamotée dans laquelle l'organe de blocage (43) est écarté de la paroi du conduit (21) et une position de blocage dans laquelle l'organe de blocage porte contre la paroi du conduit (21) ;

- un dispositif prévu pour sélectivement déplacer l'organe de blocage (43) entre sa position escamotée et sa position de blocage,

caractérisé en ce qu'il comprend un corps (29) et une tige de commande (31) déplaçable axialement par rapport au corps (29), la tige de commande (31) étant agencée pour entraîner les bagues d'étanchéité (41) entre leurs positions rétractées et expansées par l'intermédiaire du dispositif de déplacement des bagues d'étanchéité (41), et pour entraîner l'organe de blocage (43) entre sa position escamotée et sa position de blocage par l'intermédiaire du dispositif de déplacement de l'organe de blocage (43), en ce que la tige de commande (31) est déplaçable par coulissement par rapport au corps (29) vers une position avant telle que les bagues d'étanchéité (41) sont en position rétractées et l'organe de blocage (43) en position escamotée, et en ce qu'il comprend au moins un organe de rappel élastique (51) sollicitant à la fois les bagues d'étanchéité (41) vers leurs positions expansées et l'organe de blocage (43) vers sa position de blocage, de telle sorte qu'il suffit de relâcher la tige de commande (31) pour que l'obturateur se bride à l'intérieur du conduit (21) et que les bagues d'étanchéité (41) créent une étanchéité entre l'obturateur et le conduit (21).

2.- Obturateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif de déplacement des bagues d'étanchéité (41) comprend des premier et second éléments presseurs (33, 39) espacés longitudinalement l'un de l'autre et disposés de part et d'autre des bagues d'étanchéité (41), le premier élément presseur (33) étant lié à la tige de commande (31) et étant susceptible d'être déplacé vers le second élément presseur (39) par la tige de commande (31).

3.- Obturateur selon la revendication 2, caractérisé en ce que le premier élément presseur (33) est lié à la tige de commande (31) par une liaison amovible (37).

4.- Obturateur selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que l'organe de blocage (43) est une pince cylindrique comportant à une première extrémité une pluralité de lames (71) réparties circonférentiellement autour de l'axe central, chaque lame présentant en extrémité (81) une surface externe cylindrique et une surface interne tronconique (85).

5.- Obturateur selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il est destiné à être mise en place dans un conduit (21) soumis à un champ de pression lié à un fluide à étancher dans le conduit, l'obturateur comprenant les éléments suivant disposés le long de la tige de commande (31) :

- une tête (33) formant le premier élément presseur fixée à l'extrémité de la tige de commande et destinée à être orientée vers le champ de pression ;

- les bagues d'étanchéité (41) montées coulissantes sur la tige de commande (31) entre le premier élément presseur (33) et le second élément presseur (39) ;

- le second élément presseur, monté coulissant sur la tige de commande, formant le dispositif prévu pour sélectivement déplacer l'organe de blocage (43) et comprenant une surface sphérique (63) prévue pour s'engager sur chaque surface tronconique (85) des extrémités des lames (71) formant la première extrémité de la pince cylindrique sous l'effet du déplacement de la tige de commande (31) par rapport au corps (29) ;

la surface interne (85) de la première extrémité de la pince cylindrique étant de forme tronconique divergente vers le champ de pression, de sorte que lorsque l'obturateur est soumis audit champ de pression, la première extrémité de la pince s'ouvre pour brider l'obturateur à l'intérieur du conduit (21).

6.- Obturateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend à une extrémité axiale une bague (103) prévue pour chasser une humidité ou des dépôts de matière de la paroi du conduit.

7.- Obturateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il comprend une pluralité de bagues anti-extrusion (42) intercalées entre les bagues d'étanchéité (41), les bagues anti-extrusion (42) étant prévues pour répartir une pression axiale entre les bagues d'étanchéité (41).

8.- Ensemble d'obturation comprenant un obturateur (27) selon l'une quelconque des revendications précédentes et un outillage (102) de préhension de l'obturateur (27), l'outillage de préhension (102) comportant une tête de préhension (119, 121) de l'obturateur (27) et un mécanisme de déplacement de la tige de commande (31) jusqu'à

une position dans laquelle les bagues d'étanchéité (41) sont en position rétractée et l'organe de blocage (43) en position escamotée.

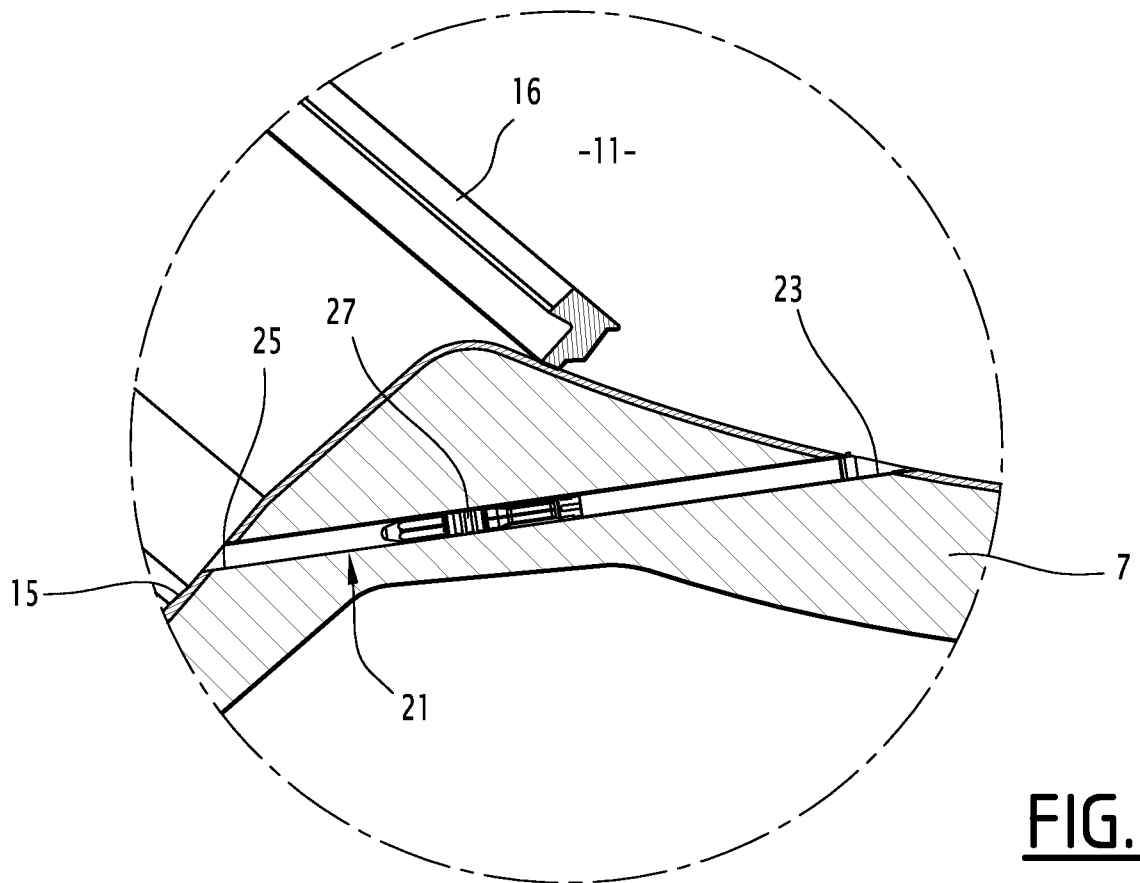
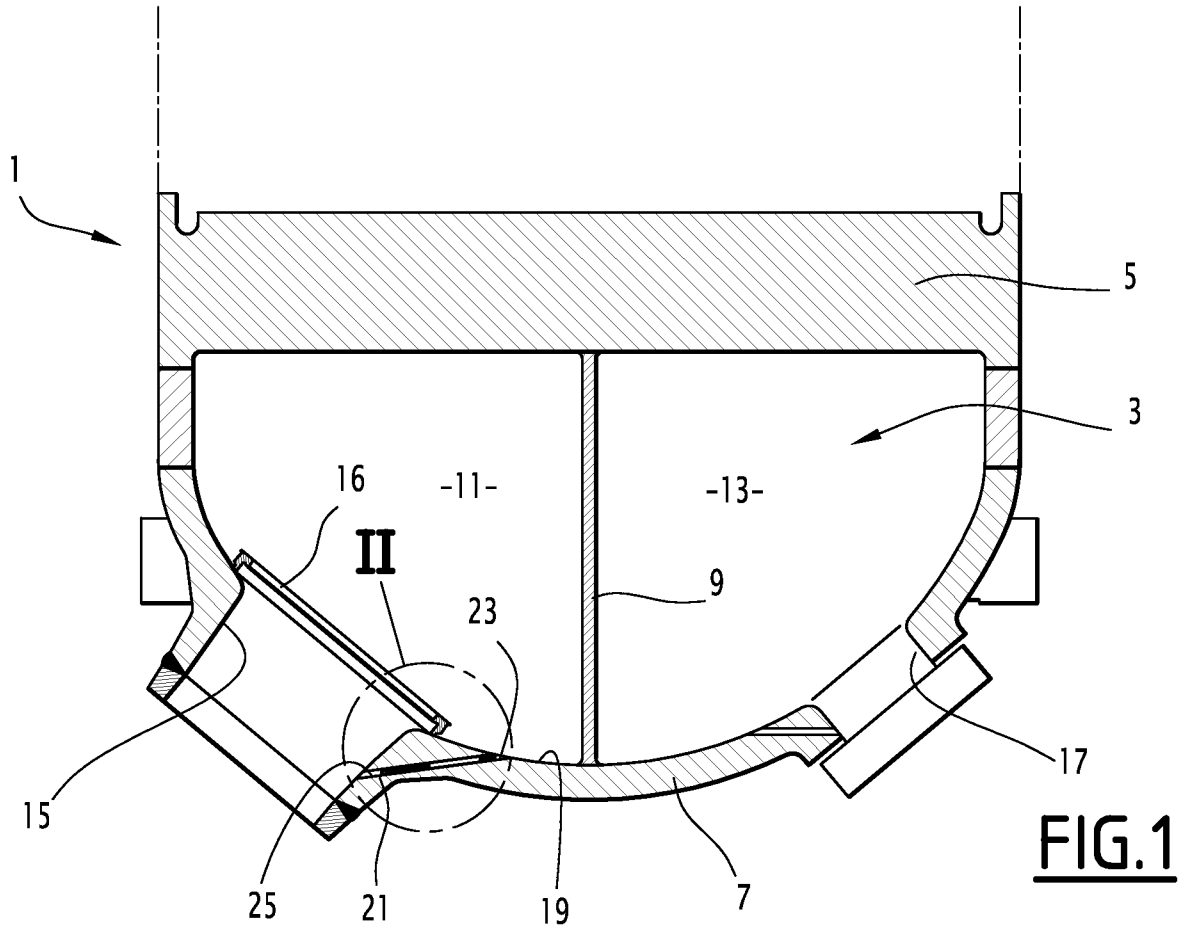
9.- Ensemble selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'outillage de préhension (102) est susceptible d'adopter une première position dans laquelle la tête de préhension (119, 121) est rigidement fixée à l'obturateur (27), et une seconde position dans laquelle la tête de préhension est susceptible d'être séparée de l'obturateur (27), la tête de préhension (119, 121) bloquant la tige de commande (31) de l'obturateur (27) en position avant dans la première position, l'outillage de préhension (102) comprenant en outre :

- un organe de rappel (111) sollicitant l'outillage de préhension (102) vers la seconde position, et

- un organe (113) de verrouillage amovible de l'outillage de préhension (102) apte à verrouiller l'outillage de préhension dans la première position et à le déverrouiller dans la seconde position.

10.- Ensemble selon la revendication 8 ou 9, caractérisé en ce que l'outillage de préhension (102) présente une forme allongée suivant une direction principale et est susceptible d'adopter une première position dans laquelle la tête de préhension (119, 121) est rigidement fixée à l'obturateur (27), la direction principale étant sensiblement perpendiculaire à l'axe central de l'obturateur (27) dans ladite première position de l'outillage de préhension (102).

1/4



2/4

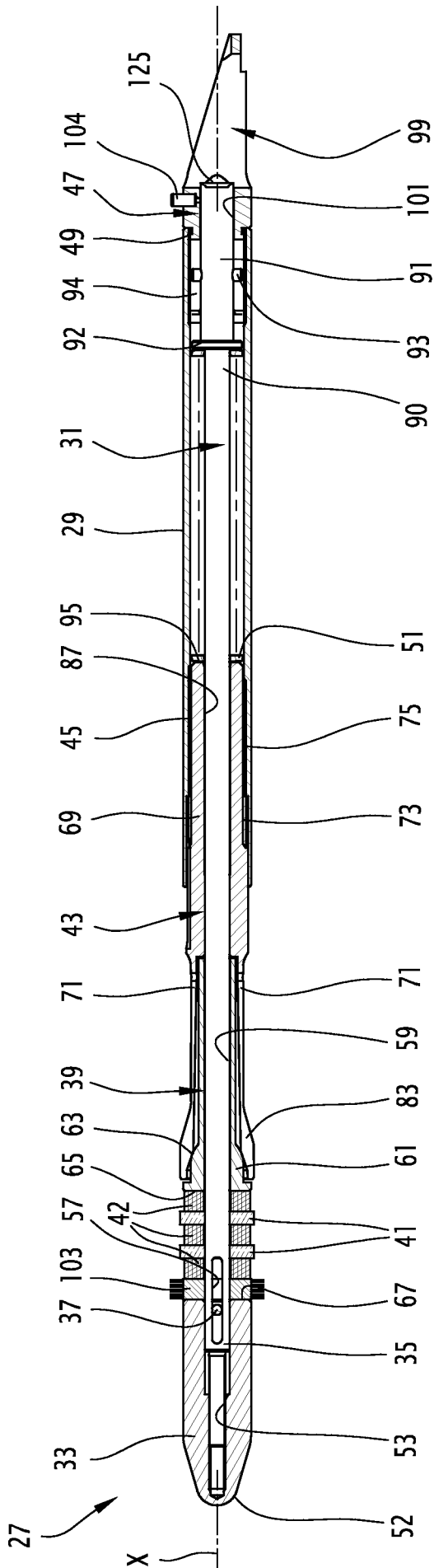


FIG. 3

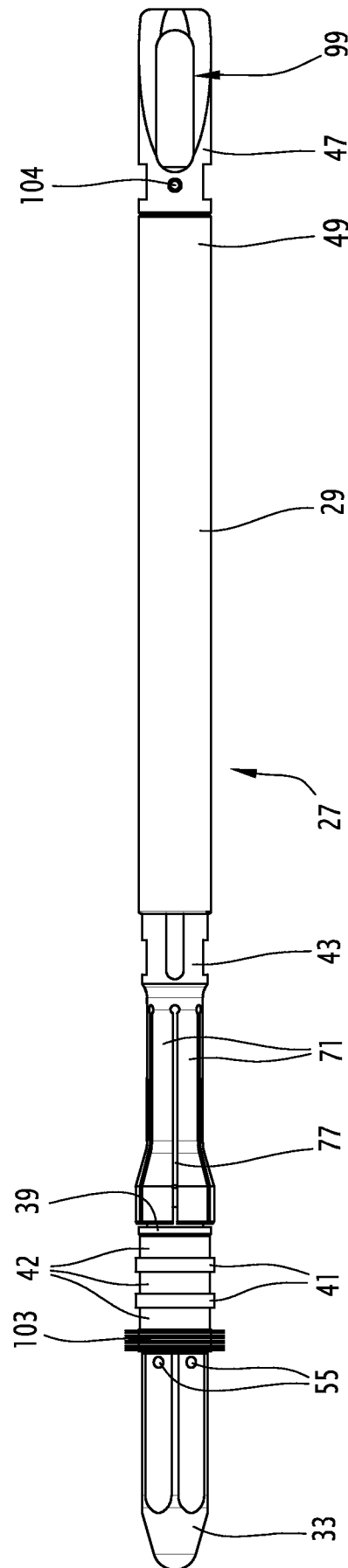


FIG. 4

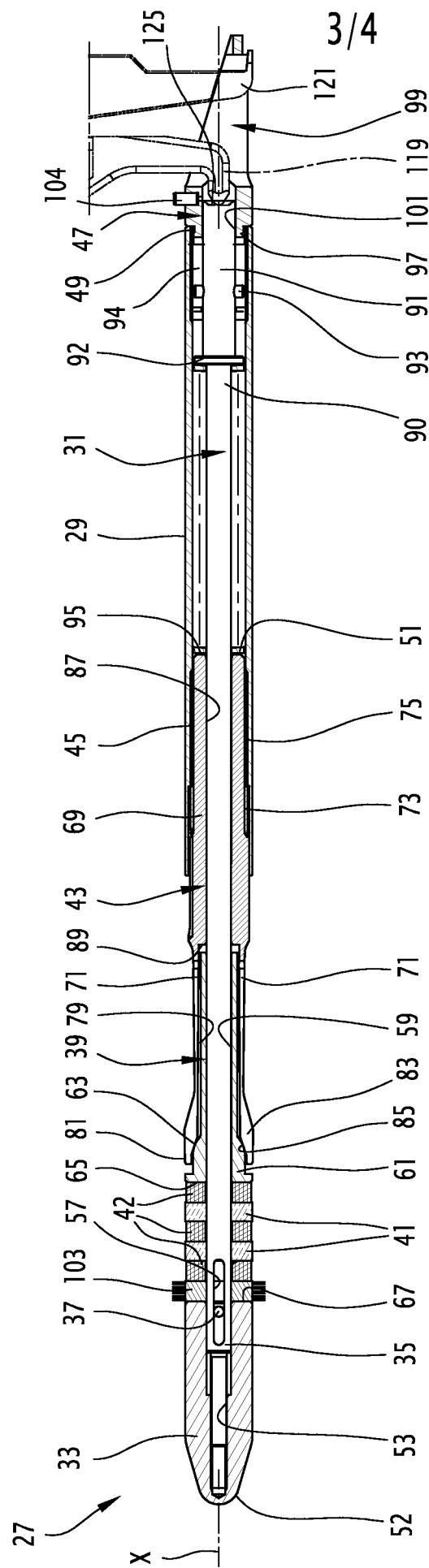


FIG. 5

4/4

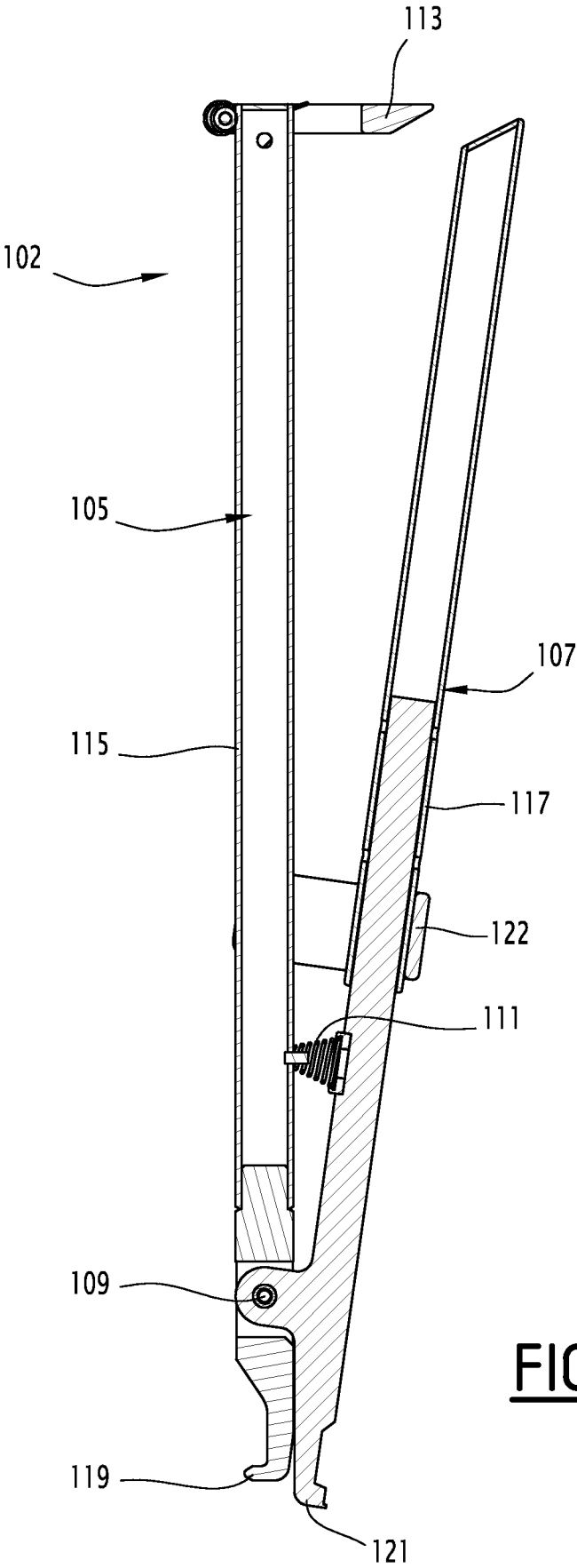


FIG.6