



(11) **EP 4 156 207 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
29.03.2023 Bulletin 2023/13

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
G21F 9/28 (2006.01) G21C 19/32 (2006.01)
G21D 1/00 (2006.01) G21F 5/14 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **22196896.9**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
G21F 9/28; G21D 1/003; G21F 5/14

(22) Date de dépôt: **21.09.2022**

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA ME
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(71) Demandeur: **Graphitech**
69006 Lyon (FR)

(72) Inventeurs:
• **LEFEBVRE, Xavier**
30700 Uzès (FR)
• **MARIN, Jérôme**
69200 VENISSIEUX (FR)

(30) Priorité: **22.09.2021 FR 2109988**

(74) Mandataire: **Lavoix**
62, rue de Bonnel
69448 Lyon Cedex 03 (FR)

(54) **SYSTÈME DE DÉMANTÈLEMENT POUR INSTALLATION NUCLÉAIRE ET MÉTHODES DE PROLONGEMENT ET DE RACCOURCISSEMENT DU MÂT D'UN TEL SYSTÈME DE DÉMANTÈLEMENT**

(57) Ce système de démantèlement (1) pour une installation nucléaire comprend une partie fixe (2), configurée pour être reliée à l'installation nucléaire, un mât (4) porté par la partie fixe et s'étendant selon un axe vertical depuis la partie fixe vers le bas, le mât comportant au moins deux modules (41, 43) assemblés entre eux, un outil (8), porté par le module (41) le plus bas du mât, et un système de manutention (6), adapté pour ajouter un module supplémentaire (43) en haut du mât puis faire descendre le mât, de sorte à prolonger le mât, et faire monter puis retirer du mât le module (43) le plus haut du mât, de sorte à raccourcir le mât. Le système de manutention comprend un palonnier prévu pour être fixé au module le plus haut du mât, et deux actionneurs sur lesquels le palonnier est prévu pour être posé. Le déploiement des actionneurs entraîne un déplacement du palonnier entre une position haute et une position basse.

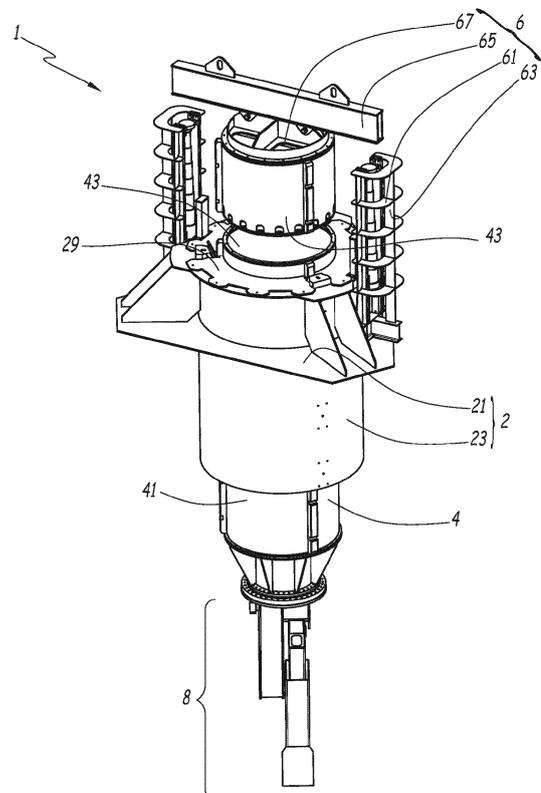


FIG.1

EP 4 156 207 A1

Description

[0001] La présente invention concerne un système de démantèlement pour installation nucléaire, une méthode de prolongement d'un mât d'un tel système et une méthode de raccourcissement d'un mât d'un tel système.

[0002] Les installations nucléaires présentent généralement une enceinte étanche, dans laquelle se trouve du matériel radioactif, tel que des barres de combustible ou des matériaux irradiés.

[0003] Dans le domaine du démantèlement d'installations nucléaires, il est connu de devoir accéder à l'intérieur d'une telle enceinte étanche afin de procéder à des opérations de démantèlement, visant par exemple à évacuer du matériel radioactif, à l'aide d'un outil. Pour cela, il est connu de ménager une ouverture dans le haut d'une enceinte étanche, et de faire passer un mât au travers de l'ouverture, le mât s'étendant alors dans l'enceinte étanche vers le bas, depuis l'extérieur de l'enceinte, et portant à son extrémité la plus basse un outil pour pouvoir réaliser les opérations de démantèlement.

[0004] Un tel mât comprend généralement une ossature formée par un assemblage tubulaire. Cette ossature est soit monobloc, soit formée de plusieurs tronçons assemblés entre eux, par exemple par boulonnage.

[0005] Lorsqu'une telle ossature est monobloc, elle est très encombrante, ce qui rend complexe son utilisation dans des installations nucléaires exiguës et réduit la portée d'action de l'outil, car les dimensions du mât doivent alors être réduites. Une telle ossature ne permet alors pas de répondre à tous les besoins de démantèlement rencontrés en installations nucléaires.

[0006] À l'inverse, lorsqu'une telle ossature est formée de plusieurs tronçons assemblés entre eux, il n'existe pas de système permettant simplement d'assembler ses tronçons.

[0007] Le document GB 2 176 924 A décrit un système de démantèlement comprenant un mât formé de modules assemblés entre eux et un palan permettant la montée et la descente du mât. Le mât forme un guide pour un outil, qui est mobile le long du mât. Un tel système de démantèlement présente l'inconvénient d'être complexe à opérer, l'utilisation d'un palan pour monter ou descendre le mât étant en outre peu précise et peu sécurisée.

[0008] C'est à ces inconvénients qu'entend plus particulièrement remédier l'invention en proposant un système de démantèlement d'installation nucléaire notamment plus simple à assembler.

[0009] À cet effet, l'invention concerne un système de démantèlement pour une installation nucléaire comprenant une partie fixe, configurée pour être reliée à l'installation nucléaire ; un mât porté par la partie fixe et s'étendant selon un axe vertical depuis la partie fixe vers le bas, le mât comportant au moins deux modules assemblés entre eux et juxtaposés selon l'axe vertical, un outil, porté par le module le plus bas du mât, et un système de manutention, adapté pour ajouter un module supplémentaire en haut du mât puis faire descendre le mât par

rapport à la partie fixe, selon l'axe vertical, de sorte à prolonger le mât, et faire monter le mât par rapport à la partie fixe, selon l'axe vertical, puis retirer du mât le module le plus haut du mât, de sorte à raccourcir le mât.

[0010] Selon l'invention, le système de manutention comprend un palonnier, configuré pour être relié à des moyens de levage et pour être fixé au module supplémentaire pour l'ajouter en haut du mât et au module le plus haut du mât pour le retirer du mât, et deux actionneurs, chaque actionneur étant déployable selon l'axe vertical et ayant une course qui est au moins égal à une hauteur des modules. De plus, le palonnier est configuré pour être posé sur les actionneurs, de sorte que le déploiement des actionneurs entraîne le déplacement du palonnier entre une position haute et une position basse

[0011] Grâce à l'invention, le système de manutention permet de prolonger le mât en ajoutant des modules un par un, et de raccourcir le mât en retirant des modules un à un.

[0012] Selon des aspects avantageux, mais non obligatoires de l'invention, ce système de démantèlement d'installation nucléaire incorpore une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou selon toutes combinaisons techniquement admissibles :

- Chaque module du mât est un tronçon de cylindre droit.
- Chaque module comprend au moins une gorge, et la partie fixe comprend au moins un doigt, mobile entre une position de verrouillage, dans laquelle le doigt s'étend dans l'une des gorges des modules, de sorte à empêcher le déplacement du mât par rapport à la partie fixe, et une position de déverrouillage, dans laquelle le doigt ne s'étend pas dans les gorges des modules.
- La partie fixe comprend deux butées, les butées étant configurées pour retenir le palonnier et empêcher la chute du mât lorsque le palonnier est relié au module le plus haut du mât, notamment en cas de défaillance des actionneurs.
- Le système de manutention comprend, pour chaque actionneur, une structure de guidage qui supporte et guide l'actionneur, et, lorsque le palonnier est déplacé entre sa position haute et sa position basse, le palonnier est guidé par les structures de guidage, en particulier lorsque le palonnier n'est pas relié au module supplémentaire.
- Le système de manutention comprend une bride de manutention, fixée au palonnier et configurée pour être assemblée à un module supplémentaire à ajouter au mât ou au module le plus haut du mât à retirer du mât.

[0013] Selon un autre aspect, l'invention concerne également une méthode de prolongement du mât d'un système de démantèlement tel que décrit ci-dessus. Cette méthode comprend au moins les étapes suivantes :

- a) fixer un module supplémentaire au palonnier et approcher du mât le module supplémentaire à l'aide du palonnier ;
- b) fixer le module supplémentaire au module le plus haut du mât et mettre en contact le palonnier avec les actionneurs ;
- c) à l'aide des actionneurs, abaisser le palonnier de sa position haute à sa position basse ; et
- d) séparer le palonnier du module supplémentaire, puis, à l'aide des actionneurs, remonter le palonnier de sa position basse à sa position haute.

[0014] Cette méthode de prolongement induit les mêmes avantages que ceux mentionnés ci-dessus au sujet du système de démantèlement de l'invention.

[0015] Avantageusement, au cours des étapes a), b) et d), le mât est verrouillé sur la partie fixe à l'aide du ou de chaque doigt en position de verrouillage.

[0016] Selon un autre aspect, l'invention concerne également une méthode de raccourcissement du mât d'un système de démantèlement tel que décrit ci-dessus. Cette méthode de raccourcissement comprend au moins les étapes suivantes :

- a) poser le palonnier sur les actionneurs, descendre le palonnier de sa position haute à sa position basse et fixer le palonnier au module le plus haut du mât ;
- b) à l'aide des actionneurs, remonter le palonnier de sa position basse à sa position haute ;
- c) détacher du mât le module le plus haut du mât ; et
- d) à l'aide du palonnier, évacuer le module détaché à distance du mât.

[0017] Cette méthode de raccourcissement induit les mêmes avantages que ceux mentionnés ci-dessus au sujet du système de démantèlement de l'invention.

[0018] Avantageusement, au cours des étapes a), c) et d), le mât est verrouillé sur la partie fixe à l'aide du ou de chaque doigt en position de verrouillage.

[0019] L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement à la lumière de la description qui va suivre d'un mode de réalisation d'un système de démantèlement d'installation nucléaire, d'une méthode de prolongement du mât d'un tel système et d'une méthode de raccourcissement du mât d'un tel système conformes à son principe, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en référence aux dessins dans lesquels :

[Fig. 1] La figure 1 est une vue en perspective d'un système de démantèlement d'installation nucléaire conforme à l'invention, représenté dans une première étape de prolongement ;

[Fig. 2] La figure 2 est une coupe du système de démantèlement de la figure 1, selon un plan comprenant un axe vertical du système de démantèlement, au cours de la première étape de prolongement ;

[Fig. 3] La figure 3 est une vue en perspective d'un mât du système de démantèlement des figures 1 et 2 ;

[Fig. 4] La figure 4 est une vue en perspective d'un module du mât de la figure 3 ;

[Fig. 5] La figure 5 est une coupe en perspective d'un support du système de démantèlement des figures 1 et 2, la coupe étant réalisée selon un plan comprenant un axe vertical du système de démantèlement ;

[Fig. 6] La figure 6 est une vue en perspective d'un guide du support de la figure 5 ;

[Fig. 7] La figure 7 est une coupe du système de démantèlement des figures 1 et 2, selon le plan VII visible à la figure 2 ;

[Fig. 8] La figure 8 est une vue en perspective d'un système de manutention appartenant au système de démantèlement des figures 1 et 2 ;

[Fig. 9] La figure 9 est une vue en perspective du système de démantèlement de la figure 1, représenté dans une deuxième étape de prolongement ;

[Fig. 10] La figure 10 est une coupe du système de démantèlement de la figure 1, au cours de la deuxième étape de prolongement, la coupe étant analogue à celle de la figure 7 ;

[Fig. 11] La figure 11 est une coupe du système de démantèlement de la figure 1, au cours d'une troisième étape de prolongement, la coupe étant analogue à celle des figures 7 et 10 ; et

[Fig. 12] La figure 12 est une coupe du système de démantèlement de la figure 1, au cours d'une quatrième étape de prolongement, la coupe étant analogue à celle des figures 7, 10 et 11.

[0020] Sur les figures 1 et 2 est présenté un système de démantèlement 1 comprenant une partie fixe 2, un mât 4, un système de manutention 6 et un outil 8.

[0021] Le système de démantèlement 1 est utilisé à l'intérieur d'une installation nucléaire 9 lorsqu'une intervention, notamment de démantèlement, est réalisée.

[0022] L'installation nucléaire 9 est représentée uniquement à la figure 2, de manière simplifiée. À la figure 2, le système de démantèlement 1 et l'installation nucléaire 9 sont représentés en coupe selon un plan comprenant un axe vertical Z. En pratique, l'installation nucléaire 9 comprend une enceinte 91 qui délimite un volume intérieur V9 de manière étanche. L'enceinte 91 est par exemple l'enceinte d'un réacteur nucléaire, ou un caisson de confinement. Dans l'exemple, l'enceinte 91 est l'enceinte protégeant le cœur du réacteur d'une centrale nucléaire à Uranium Naturel Graphite Gaz (UNGG). Ainsi, dans l'exemple, plusieurs empilements 93 de briques de graphite sont disposés dans le volume intérieur V9 de l'enceinte 91, la plupart des briques de graphite étant percée d'un conduit central pouvant accueillir une cartouche de combustible ou une barre de contrôle. Dans l'exemple, le système de démantèlement 1 permet de manipuler les briques de graphite de sorte à les évacuer

des empilements 93.

[0023] Le volume intérieur V9 de l'enceinte 91 est donc soumis à une activité radioactive importante, sous la forme de rayonnements ionisants et sous la forme de contaminations, comme par exemple des poussières et des matériaux radioactifs.

[0024] Le système de démantèlement 1 repose sur l'enceinte 91 de l'installation nucléaire 9, par l'intermédiaire de sa partie fixe 2. La partie fixe 2 porte le mât 4, qui s'étend vers le bas, c'est-à-dire vers l'intérieur de l'enceinte 91. Le mât 4 est sensiblement vertical, et s'étend ainsi selon l'axe vertical Z, qui est un axe principal du système de démantèlement 1. Ainsi, le mât 4 est porté par la partie fixe 2 au niveau de l'extrémité supérieure du mât. En pratique, le mât 4 s'étend au-travers d'une ouverture 95, ménagée dans l'enceinte 91 et débouchant dans le volume intérieur V9. De préférence, l'ouverture 95 est circulaire.

[0025] Dans la suite de la description, les termes « haut », « bas », « supérieur », « inférieur », « monter » et « descendre » se comprennent en faisant référence à l'axe vertical Z. De plus, l'orientation « horizontale » fait référence à une orientation perpendiculaire à l'axe vertical Z.

[0026] Sur la figure 3, seul le mât 4 est représenté.

[0027] L'outil 8 est porté par le mât 4, de sorte à pouvoir effectuer des opérations dans le volume V9 nécessaires au démantèlement de l'installation nucléaire 1. Par exemple, l'outil 8 permet de manipuler les briques des empilements 93. De préférence, l'outil 8 comprend en pratique un bras robotisé fixé au mât 4 et manipulant un ou plusieurs outils pour effectuer les opérations de démantèlement.

[0028] Le mât 4 est formé de plusieurs modules, à savoir un module d'interface 41 et un ou plusieurs modules additionnels 43. Le module d'interface 41 et le ou les modules additionnels 43 sont assemblés entre eux en étant juxtaposés selon l'axe vertical Z. À la figure 4, un des modules additionnels 43 est représenté seul.

[0029] Le module d'interface 41 est situé à l'extrémité basse du mât 4, et permet de fixer l'outil 8 au mât 4. L'outil 8 est donc fixé à l'extrémité basse du mât 4. Le ou les modules additionnels 43 sont donc situés au-dessus du module d'interface 41, et permettent, selon le nombre effectif, de modifier la hauteur H4 du mât 4, la hauteur H4 étant mesurée selon l'axe vertical Z. Sur l'exemple de la figure 3, le mât 4 comprend trois modules additionnels 43.

[0030] Le module d'interface 41 est un tronçon de cylindre circulaire droit, qui est centré sur un axe Z41, confondu avec l'axe vertical Z en configuration montée du mât 4, et qui comprend une paroi cylindrique 411. La paroi cylindrique 411 est délimitée, selon l'axe Z41, par une bride supérieure 412 et par une bride inférieure 413, qui forment des bords respectifs opposés de la paroi cylindrique 411. Les brides supérieure 412 et inférieure 413 s'étendent ainsi dans un plan perpendiculaire à l'axe Z41 et sont parallèles entre elles.

[0031] La paroi cylindrique 411 du module d'interface 41 est pleine, et donc étanche. On définit un volume intérieur V41 du module d'interface 41 comme étant le volume délimité radialement par la paroi cylindrique 411 et axialement par les plans dans lesquels les brides 412 et 413 s'étendent.

[0032] Les brides 412 et 413 du module d'interface 41 sont assemblées de manière étanche avec la paroi cylindrique 411, par exemple par soudage.

[0033] La bride supérieure 412 présente une surface plane 414, de forme annulaire, perpendiculaire à l'axe Z41 et orientée vers le haut, et plusieurs trous taraudés non visibles sur les figures, s'étendant parallèlement à l'axe Z41 et débouchant sur la surface plane 414. Avantagusement, les trous taraudés de la bride supérieure 412 sont régulièrement répartis autour de l'axe vertical Z41. Dans l'exemple, la bride supérieure 412 comprend dix-huit trous taraudés. En variante non-représentée, la bride supérieure comprend un nombre différent de trous taraudés.

[0034] On note « D412 » le diamètre intérieur de la bride supérieure 412, mesuré perpendiculairement à l'axe vertical Z41.

[0035] La bride inférieure 413 présente une surface plane 416, de forme annulaire, perpendiculaire à l'axe Z41 et orientée vers le bas, et plusieurs trous 417, s'étendant parallèlement à l'axe Z41 et débouchant sur la surface plane 416. Dans l'exemple, la bride inférieure 413 comprend quarante trous 417. En variante non-représentée, la bride inférieure comprend un nombre de trous 417 différent.

[0036] On note « H41 » la hauteur du module d'interface 41, mesurée parallèlement à l'axe Z41 entre la bride supérieure 412 et la bride inférieure 413. La hauteur H41 est de préférence comprise entre 1000 mm et 1500 mm, dans l'exemple égale à 1350 mm.

[0037] En pratique, l'outil 8 est fixé au module d'interface 41 par l'intermédiaire de la bride inférieure 413. À cet effet, l'outil 8 comprend une bride adaptée pour être fixée à la bride inférieure 413. Avantagusement, lorsque l'outil 8 est fixé au module d'interface 41, l'outil ferme entièrement et de manière étanche l'ouverture basse du module d'interface, c'est-à-dire l'ouverture de la bride inférieure 413. En d'autres termes, le volume intérieur V41 du module d'interface 41 n'est pas accessible au travers de la bride inférieure 413 lorsque l'outil 8 est fixé à la bride inférieure.

[0038] Chaque module additionnel 43 est un tronçon de cylindre circulaire droit, qui est centré sur un axe Z43, confondu avec l'axe vertical Z en configuration montée du mât 4, et qui comprend une paroi cylindrique 431. La paroi cylindrique 431 est délimitée, selon l'axe Z43, par une bride supérieure 432 et par une bride inférieure 433, qui forment des bords respectifs opposés de la paroi cylindrique 431. Les brides supérieure 412 et inférieure 413 s'étendent ainsi dans un plan perpendiculaire à l'axe Z43 et sont parallèles entre elles.

[0039] On note « D4 » le diamètre extérieur du mât 4,

qui correspond au diamètre extérieur des parois cylindriques 411 et 431 des modules 41 et 43. De préférence, le diamètre D4 correspond également au diamètre extérieur des brides supérieures 412 et 432 ainsi qu'au diamètre extérieur des brides inférieures 433, qui sont donc affleurantes avec les faces extérieures des parois cylindriques 411 et 431. Avantageusement, le diamètre extérieur D4 du mât 4 est constant sur toute la hauteur du mât, c'est-à-dire depuis le bas de la paroi cylindrique 411 du module 41, jusqu'en haut de la paroi cylindrique 431 du module 43 de plus haut.

[0040] On note « H43 » la hauteur d'un module additionnel 43, mesurée parallèlement à l'axe Z43 entre la bride supérieure 432 et la bride inférieure 433. La hauteur H43 est de préférence comprise entre 1000 mm et 1500 mm, dans l'exemple égale à 1250 mm. En variante, les hauteurs H41 et H43 sont égales.

[0041] La hauteur H4 du mât 4 correspond à la somme de la hauteur de l'ensemble des modules 41 et 43. Ainsi, dans l'exemple des figures 1 à 3, la hauteur H4 est égale à trois fois la hauteur H43 plus une fois la hauteur H41. En pratique, la hauteur du module 41 et des modules H43 sont adaptées en fonction de l'environnement de travail du mât 4 au sein de l'installation nucléaire 9.

[0042] La paroi cylindrique 431 des modules additionnels 43 est pleine, et donc étanche. On définit un volume intérieur V43 d'un module additionnel 43 comme étant le volume délimité radialement par la paroi cylindrique 431 et axialement par les plans dans lesquels les brides 432 et 433 s'étendent.

[0043] Les brides 432, 433 de chaque module additionnel 43 sont assemblées de manière étanche avec la paroi cylindrique 431 de ce module, par exemple par soudage.

[0044] La bride supérieure 432 de chaque module additionnel 43 présente une surface plane 434, de forme annulaire, perpendiculaire à l'axe Z43 et orientée vers le haut, et plusieurs trous taraudés 435, s'étendant parallèlement à l'axe Z43 et débouchant sur la surface plane 434. Avantageusement, les trous taraudés 435 sont régulièrement répartis autour de l'axe vertical Z43. Dans l'exemple, la bride supérieure 432 comprend dix-huit trous taraudés 435. En variante non-représentée, la bride supérieure comprend un nombre différent de trous taraudés.

[0045] On note « D432 » le diamètre intérieur de bride supérieure 432, mesuré perpendiculairement à l'axe vertical Z43. En pratique, le diamètre D432 est égal au diamètre D412.

[0046] Les diamètres D412 et D432 sont de préférence compris entre 1200 mm et 1800 mm, dans l'exemple de préférence encore égaux à 1550 mm. Le diamètre D4 est de préférence compris entre 1250 mm et 1850 mm, dans l'exemple de préférence encore égal à 1650 mm.

[0047] En pratique, les brides supérieures 432 des modules additionnels 43 sont identiques à la bride supérieure 412 du module d'interface 41.

[0048] La bride inférieure 433 de chaque module ad-

ditionnel 43 présente une surface plane 436, de forme annulaire, perpendiculaire à l'axe Z43 et orientée vers le bas, et plusieurs trous 437, s'étendant parallèlement à l'axe Z43 et débouchant sur la surface plane 436. En pratique, la bride inférieure 433 comprend autant de trous 437 que les brides supérieures 412 et 432 comprennent de trous taraudés. Avantageusement, les trous 437 de la bride inférieure 433 de chaque module additionnel 43 sont alignés avec les trous taraudés 435 de la bride supérieure 432 de ce module.

[0049] Avantageusement, chaque module additionnel 43 comprend des renforcements 438. Les renforcements 438 de chaque module additionnel 43 s'étendent depuis la paroi cylindrique 431 vers l'axe vertical Z43, de sorte à former des niches. Les renforcements 438 de chaque module additionnel 43 sont disposés au niveau de l'extrémité basse de la paroi cylindrique 431, de sorte que la bride inférieure 433 de ce module est partiellement visible dans les renforcements 438, au niveau des trous 437 qui traversent la bride inférieure de part en part, en débouchant donc à l'opposé de la surface plane 436. Ainsi, les trous 437 sont traversants et débouchent dans les renforcements 438. En d'autres termes, les trous 437 de chaque module additionnel 43 sont accessibles depuis l'extérieur du module additionnel, c'est-à-dire depuis l'extérieur de la paroi cylindrique 431, via les renforcements. Ainsi, les trous 437 d'un module additionnel 43 ne débouchent pas dans le volume intérieur V43 de ce module additionnel.

[0050] Deux modules juxtaposés l'un à l'autre suivant l'axe vertical Z parmi les modules 41 et 43, c'est-à-dire un module additionnel 43 disposé au-dessus d'un autre module additionnel 43 ou au-dessus du module d'interface 41, sont assemblés ensemble au moyen de leurs brides. Plus précisément, la bride inférieure 433 du module supérieur est fixée à la bride supérieure 412 ou 433 du module inférieur, à l'aide de vis passant au travers des trous 437 de la bride inférieure 433 et étant vissées dans les trous taraudés de la bride supérieure 412 ou dans les trous taraudés 435 de la bride supérieure 433, chaque vis comportant une tête en appui contre la bride inférieure 433. En outre, les têtes des vis sont accessibles dans les renforcements 438 du module supérieur, ce qui permet de visser les vis depuis l'extérieur du module additionnel 43 supérieur. L'assemblage de deux modules juxtaposés s'effectue donc par brides vissées entre elles. Un tel assemblage est particulièrement avantageux, car il permet d'assembler un module 41 avec un module 43 ou deux modules 43 entre eux de manière étanche, c'est-à-dire qu'il n'existe pas d'ouverture entre deux modules juxtaposés reliant leur volume intérieur V41 et V43 avec l'extérieur.

[0051] Avantageusement, la bride inférieure 433 de chaque module additionnel 43 présente une jupe de centrage 439, qui s'étend depuis la surface plane 436 de la bride, parallèlement à l'axe Z43, en s'éloignant de la paroi cylindrique 431. La jupe de centrage 439 forme donc un tronçon de cylindre centré sur l'axe Z43 du module ad-

ditionnel, dont le diamètre extérieur, mesuré perpendiculairement à l'axe Z43 et noté « D439 » sur la figure 2, est sensiblement égal aux diamètres D412 et D432, à des jeux près. Comme mieux visible sur la figure 2, lorsqu'un module additionnel 43 est juxtaposé au-dessus d'un autre module additionnel 43 ou du module d'interface 41, la jupe de centrage 439 du module supérieur s'étend au travers de la bride supérieure 412 ou 432 du module inférieur, en étant en contact avec la bride supérieure, et s'étend ainsi dans le volume intérieur V41 ou V43 du module le plus bas. Le fait que le diamètre extérieur D439 de la jupe de centrage 439 est sensiblement égal aux diamètres D412 et D432 permet de centrer entre eux deux modules juxtaposés, c'est-à-dire que leur axe respectif Z41, Z43 soient confondus, ce qui est particulièrement avantageux pour faciliter leur assemblage par brides vissées, et ainsi renforcer l'étanchéité entre deux modules juxtaposés.

[0052] Le module d'interface 41 et chaque module additionnel 43 comporte des barres de guidage 45, qui s'étendent parallèlement aux axes Z41 et Z43 en étant portées par leur paroi cylindrique 411, 413. Dans l'exemple, le module d'interface 41 et chaque module additionnel 43 comportent chacun trois barres de guidage 45, qui sont régulièrement espacées selon une direction circumférentielle à l'axe Z41, Z43. En variante non-représentée, un nombre différent de barres de guidage est prévu, par exemple une barre de guidage ou quatre barres de guidage.

[0053] Chaque barre de guidage 45 comprend une gorge haute 451 et une gorge basse 453, qui s'étendent chacune dans un plan perpendiculaire à l'axe vertical Z41.

[0054] À l'état assemblé du mât 4, chacune des barres 45 du module d'interface 41 est alignée, selon une direction parallèle à l'axe vertical Z, avec l'une des barres 45 du module additionnel 43 supérieur. De même, pour deux modules additionnels 43 juxtaposés, chacune des barres 45 du module inférieur est alignée, selon une direction parallèle à l'axe vertical, avec l'une des barres 45 du module additionnel supérieur. Ainsi, les barres de guidage 45 des modules 41 et 43 forment ensemble trois barres de guidage du mât 4.

[0055] Avantagement, le module d'interface 41 et chaque module additionnel 43 comportent chacun une plaque de fermeture 47. La plaque de fermeture 47 est en pratique un disque s'étendant dans un plan perpendiculaire à l'axe vertical Z41, Z43 de diamètre égal au diamètre D412, D432 et disposé dans le volume intérieur V41, V43 du module. La plaque de fermeture 47 est assemblée de manière étanche avec la paroi latérale 411, 431, par exemple par soudage.

[0056] De préférence, la plaque de fermeture 47 de chaque module 41, 43 est disposée à proximité de la bride supérieure 412, 432, de sorte que le volume compris entre la paroi cylindrique 411, 431, la plaque de fermeture 47 et le plan dans lequel s'étend la bride supérieure 412, 432 est négligeable en comparaison du vo-

lume intérieur V41, V43 du module. Ainsi, dans la suite de la description, on considère que le volume intérieur V41, V43 de chaque module est délimité radialement par la paroi cylindrique 411, 431 et axialement d'une part par la plaque de fermeture 47 et d'autre part par le plan dans lequel la bride inférieure 413, 433 s'étend.

[0057] En outre, le volume intérieur V41 du module d'interface 41 est un volume fermé et étanche, lorsque l'outil 8 est fixé au module d'interface 41. En effet, ce volume est fermé de manière étanche par la paroi cylindrique 411, par la plaque de fermeture 47 du module d'interface 41 et par l'outil 8, qui ferme entièrement, de manière étanche, l'ouverture basse du module d'interface.

[0058] De plus, à l'état assemblé du mât, le volume intérieur V43 de chaque module additionnel 43 est un volume fermé et étanche. En effet, ce volume est fermé de manière étanche par la paroi cylindrique 431 de ce module additionnel, par la plaque de fermeture 47 de ce module additionnel et par la plaque de fermeture 47 du module additionnel ou du module d'interface, situé sous ce module additionnel.

[0059] La partie fixe 2 du système de démantèlement 1 est mieux visible à la figure 5, où elle est représentée seule et en coupe, selon le même plan que la coupe de la figure 2.

[0060] La partie fixe 2 comprend un support 21, qui repose sur l'enceinte 91 de l'installation nucléaire 9, et un cylindre de guidage 23. Le support 21 et le cylindre de guidage 23 sont assemblés entre eux, par exemple par soudage. En pratique, le support 21 est disposé à l'extérieur de l'enceinte 91.

[0061] Le cylindre de guidage 23 est un tube creux, formant un volume intérieur V23 et s'étendant selon un axe central qui est confondu avec l'axe vertical Z, depuis le support 21 vers le volume intérieur V9 de l'installation nucléaire 9, au travers de l'ouverture 95 de l'enceinte 91. Ainsi, le haut du cylindre de guidage 23 est situé à l'extérieur de l'enceinte 91 et le bas du cylindre de guidage est situé dans le volume intérieur V9 délimité par l'enceinte.

[0062] On note « H23 » la hauteur du cylindre de guidage 23, mesurée parallèlement à l'axe central du cylindre de guidage. Avantagement, la hauteur H23 est sensiblement égale à trois fois la hauteur H43. Ainsi, le cylindre de guidage 23 entoure et permet de guider simultanément trois modules juxtaposés parmi les modules 41 et 43.

[0063] La partie fixe 2 est prévue pour reposer de manière étanche sur l'enceinte 91, c'est-à-dire pour qu'aucune ouverture ne soit présente entre l'extérieur du cylindre de guidage 23 et l'enceinte 91. Par exemple, cette étanchéité est obtenue en soudant la partie fixe à l'enceinte, ou encore en disposant un joint entre la partie fixe et l'enceinte.

[0064] Le cylindre de guidage 23 de la partie fixe 2 comprend plusieurs guides 25, qui sont disposés à l'intérieur du volume intérieur V23. Chaque guide 25 est

allongé et s'étend parallèlement à l'axe central du cylindre de guidage 23. Dans l'exemple, la partie fixe 2 comprend trois guides 25, qui sont régulièrement répartis autour d'une direction circonférentielle à l'axe central du cylindre de guidage. En variante non-représentée, la partie fixe 2 comprend un nombre différent de guides 25, comme par exemple un guide ou quatre guides. En pratique, la partie fixe comprend autant de guides 25 que

chaque module 41 et 43 comprend de barres de guidage 45.

[0065] Chaque guide 25 comprend plusieurs patins 251 qui sont répartis le long du guide. Dans l'exemple, chaque guide comprend trois patins 251.

[0066] Les patins 251 de chaque guide 25 sont mobiles en translation selon un axe radial à l'axe central du cylindre de guidage 23 et sont actionnés par des vérins hydrauliques 257. Tous les patins d'un même guide 25 sont actionnés par des vérins hydrauliques 257 connectés à une même ligne hydraulique, de sorte que tous les vérins hydrauliques d'un même guide exercent une pression égale sur les patins 251 de ce guide.

[0067] Avantageusement, les patins 251 de l'un au moins des guides 25 comprennent des ailettes 253. Dans l'exemple, parmi les trois guides 25, les patins 251 de deux des guides 25 ne comprennent pas d'ailettes 253 et les patins du troisième guide 25, représenté à la figure 6, comprennent les ailettes 253. Les ailettes 253 s'étendent vers l'axe central du cylindre de guidage 23, en donnant à chacun des patins 251 une forme en « U » dans un plan perpendiculaire à l'axe central.

[0068] Chaque guide 25 comprend également un doigt 255, actionné par un vérin hydraulique 259. Dans l'exemple, chaque doigt 255 est mobile en translation selon un axe radial à l'axe central du cylindre de guidage 23. Chaque doigt 255 est mobile entre une position de déverrouillage, dans laquelle le doigt est situé au plus proche du cylindre de guidage 23, et une position de verrouillage, dans laquelle le doigt est le plus éloigné du cylindre de guidage 23, c'est-à-dire le plus rapproché de l'axe central du cylindre de guidage 23.

[0069] Avantageusement, la partie fixe 2 comprend également deux butées 27, qui s'étendent vers le haut depuis le côté supérieur du support 21 parallèlement à l'axe vertical Z. En pratique, chaque butée 27 est un tube, dans l'exemple un tube à section rectangulaire. Les butées 27 sont rigidement fixées au support 21, par exemple par boulonnage ou par soudage. En variante, chaque butée 27 est un profilé, ou un ensemble mécanosoudé.

[0070] Avantageusement, la partie fixe 2 comprend un bouchon 29. Le bouchon 29 est de forme annulaire et est fixé sur le haut du support 21, en recouvrant partiellement le cylindre de guidage 23. Le bouchon 29 comprend une ouverture circulaire, de diamètre D29.

[0071] Lorsque la partie fixe 2 porte le mât 4, le mât s'étend dans le cylindre de guidage 23 de sorte que les barres de guidage 45 des modules 41 et 43 sont en contact avec les patins 251 des guides 25 du cylindre de guidage. Ainsi, à chaque barre de guidage 45 est asso-

ciée un des guides 25. En pratique, les patins 251 de chaque guide sont actionnés par les vérins précités jusqu'à être en contact avec les barres de guidage 45, et à exercer des efforts sur les barres de guidage. Ces efforts permettent de centrer et d'aligner le mât 4 par rapport au cylindre de guidage 23.

[0072] En pratique, parmi les trois patins 251 de chaque guide 25, le patin haut et le patin bas permettent de reprendre les efforts exercés par le mât 4, en étant en contact avec la barre de guidage du module 41, 43 le plus haut et du module le plus bas parmi les trois modules situés dans le cylindre de guidage. Il est avantageux que cette reprise des efforts s'effectue à l'aide de deux patins éloignés d'une distance verticale importante, car les performances de guidage du mât 4 sont améliorées, ainsi que la résistance du système de démantèlement 1. De plus, parmi les trois patins 251 de chaque guide 25, le patin central permet d'assurer le guidage du mât 4, lorsque le mât 4 est constitué seulement du module d'interface 41 et d'un module additionnel 43.

[0073] En outre, pour le guide 25 dont les patins 251 comprennent les ailettes 253, ces dernières entourent les barres de guidage 45 associées au guide, de sorte à positionner angulairement les barres de guidage 45 selon une direction circonférentielle à l'axe vertical Z. Les ailettes 253 empêchent ainsi la rotation du mât 4 autour de l'axe vertical Z. En d'autres termes, le guide 25 dont les patins 251 comprennent des ailettes 253 est un guide anti-rotation.

[0074] De plus, lorsque la partie fixe 2 porte le mât 4, les doigts 255 sont en position de verrouillage, de sorte à s'étendre dans les gorges hautes 451 ou dans les gorges basses 453 des barres de guidage 45 du module additionnel 43 situé le plus haut le long du mât 4, ou du module d'interface 41 au cours des phases de montage et de démontage du mât 4, lorsque le mât 4 ne comprend que le module d'interface. Ainsi, le déplacement du mât 4 selon l'axe Z, vers le haut ou vers le bas, est empêché, par blocage des barres de guidage contre les doigts 255, lorsqu'ils sont en position de verrouillage. Le mât 4 est alors suspendu à la partie fixe 2 par l'intermédiaire des doigts 255.

[0075] Lorsque les doigts 255 sont en position de déverrouillage, ils ne s'étendent pas dans les gorges hautes 451 ni dans les gorges basses 453 des barres de guidage 45, et le déplacement du mât 4 selon l'axe Z n'est alors pas empêché. Le déplacement du mât selon l'axe Z est alors avantagement guidé par les patins 251 de l'ensemble des guides 25, contre lesquels les barres de guidage 45 glissent, ce qui permet de contraindre la position des barres de guidage perpendiculairement à l'axe Z.

[0076] Comme mieux visible à la figure 7, lorsque la partie fixe 2 porte le mât 4, le mât 4 s'étend dans le volume V23 du cylindre de guidage 23 mais n'occupe pas l'ensemble du volume V23. Ainsi, un espace annulaire V24 est formé entre le mât 4 et le cylindre de guidage 23. En pratique, les guides 25 de la partie fixe 2 sont disposés dans l'espace annulaire V24.

[0077] De plus, le bouchon 29 de la partie fixe 2 permet de fermer de manière étanche le haut de l'espace annulaire V24. Pour cela, en pratique, le diamètre D29 de l'ouverture du bouchon 29 est sensiblement égal, à un jeu près, au diamètre extérieur D4 du mât 4. En outre, un joint est avantageusement prévu entre le bouchon 29 et le mât 4. Ainsi, l'espace annulaire est délimité radialement par le mât 4 et par le cylindre de guidage 23, et est délimité verticalement vers le haut par le bouchon 29, tout en étant ouvert, vers le bas, sur le volume intérieur V9 de l'installation nucléaire 9.

[0078] Ainsi, le volume intérieur V9 de l'installation nucléaire 9 est isolé de l'extérieur, c'est-à-dire que l'enceinte 91 est étanche, malgré la présence de l'ouverture 95 par laquelle passe le cylindre de guidage 23. En effet, aucune ouverture n'est présente entre l'extérieur du cylindre de guidage 23 et l'enceinte 91, grâce à la partie fixe 2 qui repose de manière étanche sur l'enceinte. De plus, aucune ouverture n'est présente entre le cylindre de guidage 23 et le mât 4, grâce au bouchon 29. En outre, le mât 4 ne relie pas le volume intérieur V9 avec l'extérieur, grâce à l'outil 8 et aux plaques de fermeture 47, qui segmentent de manière étanche les modules 41 et 43.

[0079] Avantageusement, le système de démantèlement 1 comprend des flexibles 81, représentés de manière schématique uniquement à la figure 7 et à la figure 12, disposés dans l'espace annulaire V24. Les flexibles 81 sont destinés à l'alimentation de l'outil 8 en énergie et/ou à son contrôle. En pratique, les flexibles 81 peuvent regrouper des tuyauteries flexibles hydrauliques ou pneumatiques et/ou des câbles conducteurs permettant de délivrer une alimentation électrique et/ou de faire transiter des signaux électriques correspondant à des signaux de contrôle ou à des données, par exemple en provenance de capteurs appartenant à l'outil 8. En pratique, un passage est ménagé dans le bouchon 29 pour les flexibles 81, ce passage étant étanche.

[0080] Sur les figures 1 à 3, le mât 4 est représenté avec le module d'interface 41 et trois modules additionnels 43. Cependant, le nombre de module additionnels 43 peut être diminué, pour faire baisser la hauteur H4 du mât, ou augmenté, pour faire augmenter la hauteur H4.

[0081] Le système de manutention 6 est prévu à cet effet, en permettant d'ajouter ou de retirer au mât 4 des modules additionnels 43.

[0082] Comme visible sur la figure 8, le système de manutention 6 comprend deux actionneurs 61, s'étendant verticalement vers le haut. Chaque actionneur 61 est supporté et guidé par une structure de guidage 63.

[0083] Dans l'exemple, les actionneurs 61 sont des vérins, de préférence, des vérins hydrauliques. En variante, les vérins 61 sont des vérins pneumatiques, ou des vérins électriques.

[0084] Chaque vérin 61 comprend une extrémité basse 611, fixée à la structure de guidage 63, et une extrémité haute 613, mobile par rapport à la structure de guidage 63. Chaque vérin 61 est actionnable, c'est-à-dire

qu'il est prévu pour être actionné dans un mouvement de retrait-extension, permettant de faire varier sa longueur L61, qui correspond à la distance, mesurée parallèlement à l'axe vertical Z, entre ses extrémités 611 et 613. En pratique, l'extrémité haute 613 de chaque vérin 61 est guidée dans son mouvement de retrait-extension par un guide 615, fixe par rapport à l'extrémité haute 613 et qui coulisse sur la structure de guidage 63 associé.

[0085] Les vérins 61 sont ainsi actionnables entre une configuration de retrait, dans laquelle les extrémités hautes 613 sont au plus proche des extrémités basses 611, et une configuration d'extension, dans laquelle les extrémités hautes sont le plus éloignées des extrémités basses. Dans l'exemple, la longueur L61 varie entre 750 mm, lorsque les vérins sont en configuration de retrait, et 2100 mm, lorsque les vérins sont en configuration d'extension. Ainsi, dans l'exemple, la course des vérins 61 est égal à 1350 mm. Sur les figures 1, 2, 8, 9, 10 et 12, les vérins 61 sont représentés en configuration d'extension. Sur la figure 11, les vérins sont représentés en configuration de retrait.

[0086] De manière générale, la course des vérins 61 est au moins égal à la hauteur H43 des modules 41 et 43.

[0087] Les structures de guidage 63 sont fixées à la partie fixe 2, plus précisément au support 21, et s'étendent depuis la partie fixe 2 vers le haut. Les structures de guidage 63 sont par exemple soudées au support 21. En pratique, les structures de guidage 63 sont situées de part et d'autre du cylindre de guidage 23.

[0088] Le système de manutention 6 comprend un palonnier 65 et une bride de manutention 67.

[0089] Le palonnier 65 est prévu pour être relié à des moyens de levage, tels que par exemple un pont roulant ou une grue, qui ne sont pas représentés sur les figures. Ainsi, le palonnier 65 est mobile horizontalement et verticalement dans l'installation nucléaire 9, à l'extérieur de l'enceinte 91.

[0090] Dans l'exemple, le palonnier 65 est un palonnier mono-poutre, comprenant deux points de levage 651 et deux extrémités 653. Les points de levage 651 sont par exemple utilisés pour le passage d'élingues permettant de relier le palonnier à un pont roulant. En variante non-représentée, le palonnier 65 est d'un autre type, par exemple un palonnier monobloc ou un palonnier multi-poutre.

[0091] La bride de manutention 67 est fixée au palonnier 65. Dans l'exemple, le palonnier comprend deux points d'attache 655, qui permettent de fixer la bride de manutention. En variante non-représentée, le nombre de points d'attache 655 est différent, par exemple trois ou quatre.

[0092] La bride de manutention 67 est prévue pour être fixée à un module additionnel 43, en étant fixée à la bride supérieure 432 du module additionnel. Ainsi, le système de manutention 6 permet, en coopération avec des moyens de levage non-représentés, de manutentionner un module additionnel 43 dans l'installation nucléaire 9. En pratique, un module additionnel 43 manutentionné

par le système de manutention 6 est suspendu sous la bride de manutention 67. Sur les figures 1, 2 et 8, un module additionnel 43 ne faisant pas partie du mât 4 est ainsi représenté suspendu au système de manutention 6.

[0093] Le palonnier 65 est en outre prévu pour être posé sur les extrémités hautes 613 des vérins 61, par l'intermédiaire de ses extrémités 653. L'actionnement des vérins 61, par exemple pour passer de leur configuration d'extension à leur configuration de retrait, entraîne alors un déplacement vertical du palonnier 65. On définit ainsi une position haute du palonnier, qui correspond à la configuration d'extension des vérins, et une position basse du palonnier, qui correspond à la configuration de retrait des vérins.

[0094] De préférence, lorsque le palonnier 65 est posé sur les vérins 61, les moyens de levage restent connectés au palonnier, mais ne sont pas utilisés, c'est-à-dire que les moyens de levage ne portent pas le palonnier. Maintenir les moyens de levage connectés au palonnier permet d'éviter à un intervenant d'approcher le système de démantèlement 1 pour déconnecter les moyens de levage des points de levage 651.

[0095] En variante, lorsque le palonnier 65 est posé sur les vérins 61, il est séparé des moyens de levage. Ainsi, les moyens de levage sont utilisés pour poser ou retirer le palonnier 65 sur les vérins 61, indépendamment du fait qu'un module soit fixé au système de manutention 6 ou non.

[0096] Le palonnier 65 est représenté posé sur les vérins 61 aux figures 9 à 11.

[0097] En pratique, lorsque la bride de manutention 67 est fixée à un module, le déplacement vertical du palonnier entre ses positions haute et basse est guidé par le déplacement vertical du mât 4, qui est lui-même guidé par le cylindre de guidage 23.

[0098] Avantagusement, les structures de guidage 63 permettent de guider le palonnier 65, en particulier lorsqu'il n'est pas fixé à un module. Pour cela, les structures de guidage 63 sont de préférence en forme de « C » dans un plan horizontal, dont l'ouverture est dirigée vers l'axe Z. Ainsi, les ouvertures des structures de guidage 63 sont dirigées l'une vers l'autre. Lorsque le palonnier 65 repose sur les vérins 61, il s'étend entre les deux structures de guidage 63, et chaque structure de guidage entoure une des extrémités 653 du palonnier. Ainsi, les structures de guidage empêchent tout mouvement horizontal du palonnier 65, ce qui permet de sécuriser le déplacement du palonnier entre ses positions haute et basse lorsqu'il n'est pas accouplé à un module.

[0099] Le système de démantèlement 1 est particulièrement adapté aux environnements nucléaires, qui sont soumis à de fortes contraintes en terme de radioprotection, c'est-à-dire en terme de maîtrise des rayonnements ionisants et des contaminations radioactives.

[0100] Notamment, il est particulièrement avantageux que les parois cylindriques 411 et 431 des modules 41 et 43 sont étanches et que les extrémités basse et haute des modules sont fermées par les plaques de fermeture

47 et/ou par l'outil 8, car les volumes intérieurs V41 et V43 des modules sont ainsi isolés du volume intérieur V9 de l'installation nucléaire, et ne peuvent ainsi pas être soumis à des contaminants radioactifs, tels que par exemple des poussières. Ainsi, le mât 4 présente un volume intérieur étanche, formé conjointement par les volumes V41 et V43.

[0101] En outre, la partie fixe 2 et le mât 4 permettent de faire barrage aux rayonnements ionisants, de sorte à limiter leur échappement par l'ouverture 95 en-dehors de l'enceinte 91. En effet, un rayonnement ionisant dirigé vers l'ouverture 95 doit nécessairement, pour franchir l'ouverture 95, traverser au moins le cylindre de guidage 23, les modules du mât 4 ou le bouchon 29, réduisant ainsi son intensité et donc sa dangerosité. Le système de démantèlement 1 permet ainsi, pour des intervenants situés en-dehors de l'enceinte 91, de limiter l'exposition aux rayonnements ionisants dirigés vers l'ouverture 95.

[0102] Un autre avantage du système de démantèlement 1 est le grand diamètre D4 du mât 4, qui permet l'utilisation d'un outil 8 de grande dimension. En effet, l'outil 8 est prévu pour pouvoir passer dans le cylindre de guidage 23, et sa taille dans un plan horizontal est ainsi conditionnée par le diamètre du cylindre de guidage 23, lui-même prévu en fonction du diamètre du mât 4. Le mât 4 présentant un diamètre D4 important, l'outil 8 peut avoir une taille importante dans un plan horizontal. L'outil 8 peut ainsi être plus performant, ce qui facilite les opérations de démantèlement de l'installation nucléaire 9.

[0103] De plus, le fait que les modules 41 et 43 sont cylindriques augmente la rigidité du mât 4 tout en maîtrisant sa masse, et le mât étant symétrique, il ne présente pas de direction préférentielle pour recevoir des efforts. En d'autres termes, le mât est adapté pour travailler dans toutes les directions.

[0104] Cet avantage provient également de la présence de trois guides 25, qui reprennent les efforts exercés par le mât 4 sur la partie fixe 2 avec une bonne répartition des efforts, tout en permettant un guidage du mât constant dans toutes les directions.

[0105] On décrit à présent une méthode permettant d'ajouter un module additionnel 43 supplémentaire au mât 4, ce qui, dans l'exemple, permet de passer de deux modules additionnels à trois modules additionnels. Cette méthode est donc une méthode de prolongement du mât 4.

[0106] Pour cette description, on désigne « 43n » le module additionnel 43 le plus haut du mât 4, préalablement au prolongement du mât, et on désigne « 43n+1 » le module additionnel 43 supplémentaire ajouté au mât 4 pour réaliser son prolongement. On comprend ainsi que cette méthode de prolongement s'applique quel que soit le nombre de modules additionnels 43 que comprend le mât 4. En pratique, le mât 4 peut comprendre un nombre important de modules additionnels 43, par exemple jusqu'à quatorze modules additionnels 43.

[0107] La première étape de la méthode de prolongement du mât 4 consiste à approcher le module additionnel

43n+1 supplémentaire du mât 4, à l'aide du système de manutention 6. Cette première étape est montrée sur les figures 1 et 2. Au cours de cette première étape, le module additionnel 43n+1 est tout d'abord fixé à la bride de manutention 67 du système de manutention 6, par vissage de la bride supérieure 432 du module additionnel 43n+1 est manutentionné dans l'installation nucléaire 9 à l'aide du palonnier 65. Pendant cette première étape, le mât 4 est verrouillé sur la partie fixe 2 à l'aide des doigts 255, qui s'étendent dans les gorges hautes 451 des barres de guidage 45 du module additionnel 43 le plus haut, c'est-à-dire du module additionnel 43n.

[0108] La deuxième étape de prolongement consiste à fixer le module additionnel 43n+1 au mât 4. Pour cela, le palonnier 65 est tout d'abord positionné en position haute, en étant mis en contact avec les vérins 61, les vérins étant en configuration d'extension. Cette deuxième étape est montrée sur les figures 9 et 10. Le cas échéant, au début de la deuxième étape, les vérins sont actionnés jusqu'à leur configuration d'extension.

[0109] Lorsque le palonnier 65 est posé sur les vérins 61 en position haute, l'axe Z43 du module additionnel 43n+1 est confondu avec l'axe Z43 du module additionnel 43n et la bride inférieure 433 du module additionnel 43n+1 est en contact avec la bride supérieure 432 du module additionnel 43n. La bride inférieure 433 du module additionnel 43n+1 est alors fixée à la bride supérieure 432 du module additionnel 43n, par vissage. Le module additionnel 43n+1 est alors fixé au mât 4, et correspond ainsi au module additionnel 43 le plus haut du mât. De plus, le centrage du module additionnel 43n+1 sur le module additionnel 43n est facilité par la jupe de centrage 439 du module 43n+1, qui pénètre dans la bride supérieure 432 du module 43n.

[0110] À l'issue de la deuxième étape de prolongement, le module additionnel 43n+1 est disposé, selon l'axe vertical Z, au-dessus de la partie fixe 2, et le mât 4 est maintenu d'une part en étant fixé sur la partie fixe 2 par l'intermédiaire du module additionnel 43n, dont les gorges hautes 451 reçoivent les doigts 255, et d'autre part en étant suspendu sous le palonnier 65, qui repose sur les vérins 61, par l'intermédiaire de la bride de manutention 67.

[0111] La troisième étape de prolongement consiste à abaisser le mât 4, par rapport à la partie fixe 2, de sorte que le mât soit fixé sur la partie fixe 2 par l'intermédiaire du module additionnel 43n+1. Pour cela, les doigts 255 des guides 25 sont basculés en position de déverrouillage, de sorte que le mât 4 est uniquement maintenu en position par la bride de manutention 67 en étant suspendu sous le palonnier 65. Ensuite, les vérins 61 sont escamotés depuis leur configuration d'extension jusqu'à leur configuration de retrait, entraînant la descente, selon l'axe vertical Z, du palonnier 65 et du mât 4. Le palonnier 65 est ainsi descendu de sa position haute jusqu'à sa position basse. Depuis la configuration d'extension jusqu'à la configuration de retrait des vérins, le mât 4 des-

cend, selon l'axe vertical Z, d'une hauteur égale à la hauteur H43. À l'issue de la descente du mât 4, les gorges hautes 451 du module additionnel 43n+1 sont alignées, selon l'axe vertical Z, avec les doigts 255 des guides 25.

Les doigts 255 sont alors basculés en position de verrouillage, de sorte à fixer le mât 4 sur la partie fixe 2. À la figure 11, le système de démantèlement 1 est représenté à l'issue de la troisième étape de prolongement du mât 4.

[0112] De plus, lorsque le palonnier 65 est en position basse, ses extrémités 655 reposent sur les butées 27 de la partie fixe 2. Ainsi, la position basse du palonnier 65 est stable, y-compris en cas de défaillance de l'un ou des deux vérins 61. En outre, si la course des vérins 61 est supérieur à la hauteur H43, les butées 27 permettent de définir avec précision la position basse du palonnier 65, y compris lorsque l'extrémité haute 611 des vérins descend peut descendre plus bas que les butées 27.

[0113] Au cours de la descente du mât 4, le mât est guidé par le cylindre de guidage 23, par coopération des barres de guidage 45 avec les patins 251 des guides 25.

[0114] La quatrième et dernière étape de prolongement du mât 4 consiste à séparer le mât 4 du système de manutention 6. Pour cela, la bride de manutention 67 est séparée du module additionnel 43n+1, en retirant les vis reliant la bride supérieure 432 du module additionnel à la bride de manutention. Les vérins 61 sont ensuite déployés depuis leur configuration de retrait jusqu'à leur configuration d'extension, de sorte à remonter le palonnier 65 et la bride de manutention 67 en position haute. Cette configuration est illustrée à la figure 12.

[0115] À l'issue de la quatrième étape de prolongement du mât 4, le palonnier 65 est soit maintenu posé sur les vérins 61, soit éloigné de la partie fixe 2 et du mât 4, à l'aide des moyens de levage, jusqu'à une position de parking sécurisée au sein de l'installation nucléaire 9. Lorsque le palonnier 65 est maintenu posé sur les vérins 61, les vérins sont soit maintenus en configuration d'extension, soit escamotés en configuration de retrait, de sorte que le palonnier 65 repose également sur les butées 27, de manière stable.

[0116] Cette méthode de prolongement du mât 4 s'applique également pour la mise en place du premier module additionnel 43, c'est-à-dire du module additionnel le plus bas, sur le module d'interface 41. Dans ce cas, le module additionnel 43 correspond au module additionnel 43n+1 précédemment décrit et le module d'interface 41 correspond au module additionnel 43n précédemment décrit, les signes de référence étant adaptés en conséquent.

[0117] On décrit à présent une méthode permettant de retirer un module additionnel 43 du mât 4. Cette méthode est donc une méthode de raccourcissement du mât 4.

[0118] Pour cette description, on désigne « 43n+1 » le module additionnel 43 le plus haut du mât 4, préalablement au raccourcissement du mât, et on désigne « 43n » le module additionnel 43 situé immédiatement sous le module additionnel 43n+1. Le module additionnel 43n+1

correspond donc au module retiré du mât 4 par cette méthode.

[0119] La première étape de la méthode de raccourcissement du mât 4 consiste à suspendre le mât 4 au système de manutention 6. Cette étape est sensiblement analogue à la quatrième étape de la méthode de prolongement du mât 4, réalisée de manière inversée. Ainsi, de manière succincte, au cours de cette étape, le palonnier 65 est, le cas échéant, posé sur les vérins 61, puis les vérins sont descendus en configuration de retrait, permettant de descendre le palonnier 65 de sa position haute vers sa position basse, et la bride de manutention 67 est vissée à la bride supérieure 432 du module additionnel 43n+1. En variante, au cours de cette étape, les vérins sont préalablement descendus en configuration de retrait, puis le palonnier est posé sur les vérins, en étant descendu par les moyens de levage de sa position haute vers sa position basse, puis la bride de manutention 67 est vissée au module additionnel 43n+1.

[0120] La deuxième étape de la méthode de raccourcissement du mât 4 consiste à remonter le mât 4, par rapport à la partie fixe 2. Cette étape est sensiblement analogue à la troisième étape de la méthode de prolongement du mât 4, réalisée de manière inversée. Ainsi, de manière succincte, au cours de cette étape, les doigts 255 sont basculés en position de déverrouillage pour libérer le module additionnel 43n+1 et permettre le déploiement des vérins 61 en configuration d'extension, puis les doigts sont basculés en position de verrouillage, de sorte à fixer le mât 4 par rapport à la partie fixe 2, par l'intermédiaire du module additionnel 43n.

[0121] Au cours de la remontée du mât 4, le mât est guidé par le cylindre de guidage 23, par coopération des barres de guidage 45 avec les patins 251 des guides 25.

[0122] La troisième étape de la méthode de raccourcissement du mât 4 consiste à détacher le module additionnel 43n+1 du mât 4. Pour cela, les vis maintenant fixés ensemble la bride supérieure 432 du module additionnel 43n et la bride inférieure 433 du module additionnel 43n+1 sont retirés. À l'issue de cette étape, le module additionnel 43n+1 ne fait plus partie du mât 4 et le mât n'est plus suspendu au palonnier 65.

[0123] La quatrième étape de la méthode de raccourcissement du mât 4 consiste à évacuer le module additionnel 43n+1. Pour cela, le palonnier 65 est utilisé, avec l'aide des moyens de levage, pour déplacer le module additionnel 43n+1 à distance du mât 4 et de la partie fixe 2, par exemple jusqu'à une zone de stockage de l'installation nucléaire 9. Au cours de cette étape, le palonnier 65 est donc séparé des vérins 61.

[0124] Cette méthode de raccourcissement du mât 4 s'applique également pour le retrait du premier module additionnel 43, c'est-à-dire du module additionnel le plus bas. Dans ce cas, le module additionnel 43 correspond au module additionnel 43n+1 précédemment décrit et le module d'interface 41 correspond au module additionnel 43n précédemment décrit, les signes de référence étant adaptés en conséquent.

[0125] Au cours du prolongement du mât 4 et au cours du raccourcissement du mât 4, tout comme au cours de l'utilisation du système de démantèlement 1, par exemple en cas d'opérations de maintenance, le mât peut être remonté ou abaissé d'une hauteur inférieure à la hauteur d'un module, grâce aux gorges basses 453. Par exemple, au cours de la deuxième étape de la méthode de raccourcissement, la remontée du mât peut s'effectuer en deux opérations. Une première opération consiste à sortir les doigts 255 des gorges hautes 451 du module additionnel 43n+1 en basculant les doigts en position de déverrouillage, puis à déployer les vérins 61 jusqu'à une configuration intermédiaire entre la configuration de retrait et la configuration d'extension, puis à basculer les doigts en position de verrouillage, de sorte qu'ils s'insèrent dans les gorges basses 453 du module 43n+1. Le mât 4 est alors maintenu dans cette position intermédiaire, ce qui permet par exemple de faciliter le nettoyage du haut du module 43n+1. Une deuxième opération consiste ensuite à basculer les doigts 255 en position de déverrouillage, hors des gorges basses 453, puis à déployer les vérins 61 jusqu'à leur configuration d'extension, puis à basculer les doigts en position de verrouillage, de sorte à terminer la montée du mât 4.

[0126] Les méthodes de prolongement et de raccourcissement du mât 4 sont particulièrement simples à mettre en œuvre, ce qui est très avantageux pour faire varier la hauteur H4 du mât 4. Il est ainsi simple d'ajuster la position verticale de l'outil 8, qui dépend de la hauteur du mât, en fonction des opérations devant être réalisées par l'outil.

[0127] Par ailleurs, les méthodes de prolongement et de raccourcissement du mât 4 sont particulièrement avantageuses, car elles sont sécurisées et fiables. En effet, à chaque étape de ces méthodes, le mât 4 est maintenu de manière sécurisée, par la partie fixe 2 et/ou par le palonnier 65. Les risques d'accident, comme par exemple de chute du mât 4, sont donc maîtrisés, ce qui est crucial dans un environnement nucléaire.

[0128] Lorsque le mât 4 est suspendu au palonnier 65 et que le mât est monté ou descendu l'aide des vérins 61, la sécurité du système de démantèlement 1 est par ailleurs améliorée par la présence des butées 27. En effet, en cas de défaillance de l'un des deux vérins 61, ou des deux vérins 61, le palonnier 65 prend appui sur les butées 27, ce qui empêche sa chute incontrôlée dans le volume intérieur V9 de l'installation nucléaire 9. Les butées 27 permettent ainsi de retenir le palonnier 65 et d'empêcher la chute du mât 4.

[0129] De plus, la méthode de raccourcissement du mât 4 permet de maîtriser les risques radioactifs lors du retrait d'un module additionnel 43n+1. En effet, aucune manipulation du module additionnel n'est effectuée tant que le module n'est pas remonté en-dehors du volume V9, c'est-à-dire tant que le module n'est pas situé au-dessus de la partie fixe 2. Ainsi, les intervenants dévissant le module 43n+1 du module 43n sont protégés des rayonnements ionisants par la partie fixe 2 et par le mât

4, comme expliqué ci-dessus.

[0130] En outre, la maîtrise des pollutions radioactives, en particulier des poussières radioactives, est particulièrement aisée lors du retrait d'un module additionnel 43n+1. Notamment, lorsque le module 43n+1 est situé au-dessus de la partie fixe 2 et avant que ce module soit séparé du module 43n, il est très simple à décontaminer par un nettoyage mécanique, par exemple à l'aide de lingettes imprégnées. En effet, grâce au fait que le volume V43 est étanche, seule la surface extérieure du module doit être nettoyée, ce qui est simple à réaliser. Ce nettoyage est d'autant plus simple à réaliser que le module additionnel 43n+1 est situé à hauteur de travail pour un intervenant positionné debout sur l'enceinte 91 de l'installation nucléaire 9. En effet, la hauteur entre l'enceinte 91, au niveau de l'ouverture 95, et le bas du module additionnel 43n+1, correspond environ à la hauteur H43 des modules 41 et 43. La hauteur H43 étant préférentiellement comprise entre 1000 mm et 1500 mm, le module 43n+1 est accessible à hauteur d'homme, ce qui permet une intervention facilitée de la part d'un intervenant, y-compris lorsque cet intervenant porte une tenue de protection nucléaire, généralement encombrante.

[0131] En variante non-représentée, la partie fixe 2 comprend un nombre de guides 25 différent, par exemple un guide, ou quatre guides. Le nombre de barres de guidage 45 des modules 41 et 43 est alors adapté en conséquence. Dans une variante où la partie fixe 2 comprend un seul guide 25, alors le mât 4 est de plus centré par rapport au cylindre de guidage 23 par une ou plusieurs glissières.

[0132] En variante non-représentée, parmi les patins 251 d'un guide 25, certains sont mobiles en translation en étant actionnés par les vérins hydrauliques 257, et d'autres sont fixes. Par exemple, chaque guide comprend un patin fixe et deux patins mobiles. La répartition entre patins fixes et patins mobiles peut être identique entre tous les guides, ou varier entre les guides.

[0133] En variante non-représentée, parmi les guides 25, certains comprennent uniquement des patins 251 mobiles en translation en étant actionnés par les vérins hydrauliques 257, et d'autres comprennent uniquement des patins fixes

[0134] En variante non-représentée, la hauteur H23 est sensiblement égale à un multiple de la hauteur H43 différent de trois, par exemple une fois la hauteur H43, ou quatre fois la hauteur H43. Les guides 25 comprennent alors un nombre de patins 251 différent, par exemple un ou quatre patins 251. Ainsi, dans cette variante, le cylindre de guidage 23 permet de guider simultanément un nombre de modules 41 et 43 différent de trois, comme un ou quatre modules.

[0135] En variante non-représentée, les barres de guidage 45 ne comprennent pas de gorge basse 453, ou des gorges intermédiaires, disposées entre les gorges hautes et les gorges basses.

[0136] En variante non-représentée, les vérins 257 et/ou les vérins 259 sont d'autres actionneurs que des

vérins hydrauliques, comme par exemple des vérins pneumatiques, des vérins électriques ou des électroaimants linéaires.

[0137] En variante, les vérins 61 sont remplacés par d'autres actionneurs, comme par exemple des systèmes à colonnes hélicoïdales, des systèmes avec treuils et câbles, des crémaillères, des systèmes à vis sans fin, ou encore des chaînes de poussée.

[0138] En variante non-représentée, le module d'interface 41 est identique aux modules additionnels 43. Dans une telle variante, l'outil 8 est alors adapté pour pouvoir être fixé aux brides inférieures des modules.

[0139] En variante non-représentée, les modules 41 et 43 sont des tronçons de cylindre droit non-circulaires, comme par exemple des tronçons de prismes droits.

[0140] En variante non-représentée, tous les modules 41 et 43 ne comprennent pas de plaque de fermeture 47. Par exemple, seul le module le plus bas du mât 4 comprend une plaque de fermeture.

[0141] En variante non-représentée, la bride inférieure 413 du module d'interface 41 comprend une jupe de centrage 439, permettant de centrer l'outil 8 par rapport au module d'interface.

[0142] Dans l'exemple, les liaisons entre modules 41 et 43, ainsi que la liaison des modules avec la bride de manutention 67, sont des liaisons vissées. En variante non-représentée de l'invention, les liaisons entre modules 41 et 43, et/ou la liaison des modules avec la bride de manutention, s'effectuent à l'aide d'autres types de liaisons rigides démontables. Par exemple, les modules sont assemblés entre eux, et avec la bride de manutention, par des liaisons boulonnées, goupillées ou de type collier d'assemblage. De préférence, la liaison entre les modules et la liaison d'un module avec la bride de manutention sont du même type.

[0143] Dans l'exemple, lorsque le palonnier 65 est en position basse, il repose sur les butées 27. Ainsi, dans la configuration de la figure 11, le mât 4 est à la fois maintenu par les doigts 255 qui s'insèrent dans les gorges hautes 451 et par le palonnier 65 qui repose sur les butées. En variante non-représentée, les butées sont disposées plus bas que la position basse du palonnier, de sorte que le palonnier ne repose pas sur les butées. Les butées 27 sont alors des organes de sécurité permettant de retenir le palonnier 65 et d'empêcher la chute du mât 4 en cas de défaillance des doigts 255 ou des vérins 61, et facilitent la maintenance du mât en permettant son maintien lors d'opérations de maintenance spécifique.

[0144] Dans l'exemple, la partie fixe 2 du système de démantèlement 1 repose directement sur l'enceinte 91 de l'installation nucléaire 9. Le système de démantèlement est donc relié de manière fixe à l'installation nucléaire. En variante non-représentée de l'invention, la partie fixe 2 repose sur une plateforme, cette plateforme reposant elle-même sur l'enceinte 91. Dans une telle variante, la plateforme ferme de manière étanche l'ouverture 95 de l'enceinte 91, et la plateforme comprend elle-même une ouverture de passage du cylindre de guidage

23 et du mât 4, cette ouverture de passage étant elle-même fermée de manière étanche par le système de démantèlement 1. Le cylindre de guidage 23 de la partie fixe 2 s'étend alors toujours au travers de l'ouverture 95 de l'enceinte 91, puisqu'il s'étend au travers de l'ouverture de la plateforme elle-même disposée dans l'ouverture 95 de l'enceinte. Une telle plateforme est soit fixe, soit mobile en rotation sur elle-même, par rapport à l'installation nucléaire et par rapport à l'enceinte 91, autour d'un axe de rotation vertical. Ainsi, le système de démantèlement est relié à l'installation nucléaire par l'intermédiaire de la plateforme, soit de manière fixe, soit de manière mobile. De préférence, lorsqu'une telle plateforme est mobile en rotation sur elle-même, l'axe de rotation de la plateforme est décalé de l'axe principal Z du système de démantèlement 1. Ainsi, la rotation de la plateforme sur elle-même entraîne un déplacement du système de démantèlement et donc du mât 4 dans un plan perpendiculaire à l'axe principal Z, ce qui permet d'augmenter le champ d'action de l'outil 8 fixé en bas du mât, facilitant ainsi les opérations de démantèlement. Par ailleurs, la plateforme mobile n'est pas entraînée en rotation lors du prolongement ou du raccourcissement du mât 4. En pratique, la partie fixe 2 peut reposer sur toute structure, fixe ou mobile, disposée en intermédiaire entre la partie fixe et l'enceinte 91.

[0145] Dans la deuxième étape de la méthode de prolongement du mât décrite ci-dessus, le palonnier 65 est tout d'abord posé en position haute sur les vérins 61, les vérins étant en configuration d'extension, puis le module additionnel 43n+1 est fixé au module additionnel 43n. En variante, au début de la deuxième étape, les vérins sont en configuration de retrait. Ainsi, au cours de la deuxième étape, le module additionnel 43n+1 est tout d'abord mis en place sur le module additionnel 43n à l'aide du palonnier 65, le centrage des deux modules étant facilité par l'insertion de la jupe de centrage 439 du module 43n+1 dans la bride supérieure 432 du module 43n, puis le module additionnel 43n+1 est fixé au module 43n, prolongeant ainsi le mât 4. Une fois les modules 43n+1 et 43n fixés ensemble, toujours dans la deuxième étape, les vérins 61 sont remontés en configuration d'extension, de sorte à entrer en contact avec le palonnier 65. Un avantage de cette variante est de faciliter la mise en place du module 43n+1, et plus particulièrement son alignement avec le module 43n, car le palonnier 65 n'étant pas posé sur les vérins 61 avant la mise en place du module 43n+1, il est libre d'être déplacé par les moyens de levage.

[0146] Dans la méthode de prolongement du mât 4 décrite ci-dessus, la dernière étape consiste à séparer le mât 4 du système de manutention 6. De même, à l'issue de la méthode de raccourcissement du mât décrite ci-dessus, le palonnier 65 n'est plus relié au mât 4. Ainsi, lorsque l'outil 8 est en fonctionnement, le palonnier 65 n'est pas relié au mât. En variante, lorsque l'outil 8 est en fonctionnement, le palonnier 65 est relié au mât, c'est-à-dire que la bride de manutention 67 est fixée sur le module le plus haut du mât. Dans une telle variante, le

palonnier est ainsi en position basse. En pratique, cette configuration correspond alors à la configuration représentée à la figure 11. Dans une telle variante, l'ordre des étapes de la méthode de prolongement du mât diffère alors : la méthode de prolongement commence par la quatrième étape, qui consiste à séparer le mât du système de manutention, puis la méthode se poursuit par la première étape, qui consiste à approcher le module additionnel 43n+1, par la deuxième étape, qui consiste à fixer le module additionnel au mât, puis termine par la troisième étape, qui consiste à abaisser le mât 4. De même, l'ordre des étapes de la méthode de raccourcissement du mât diffère également : la méthode de raccourcissement commence par la deuxième étape, qui consiste à remonter le mât 4, puis se poursuit par la troisième étape, qui consiste à détacher le module additionnel 43n+1, puis par la quatrième étape, qui consiste à évacuer le module additionnel à l'aide du palonnier, puis termine par la première étape, qui consiste à fixer la bride de manutention 67 au mât 4 raccourci. L'avantage de cette variante est que, lorsque l'outil 8 est en fonctionnement pour effectuer des opérations de démantèlement, le mât 4 reste relié au palonnier 65, qui sert alors de sécurité : en cas de défaillance du cylindre de guidage 23, par exemple des doigts 255, la chute du mât 4 est empêchée par le palonnier.

[0147] Toute caractéristique décrite pour une variante dans ce qui précède peut être mise en œuvre pour les autres variantes décrites précédemment, pour autant que techniquement faisable.

[0148] Une partie du projet ayant mené à la présente invention a reçu un financement du programme de recherche et de formation Euratom 2019-2020 dans le cadre de la convention de subvention n°945273.

Revendications

1. Système de démantèlement (1) pour une installation nucléaire (9), comprenant :

- une partie fixe (2), configurée pour être reliée à l'installation nucléaire (9) ;
- un mât (4) porté par la partie fixe et s'étendant selon un axe vertical (Z) depuis la partie fixe vers le bas, le mât comportant au moins deux modules (41, 43) assemblés entre eux et juxtaposés selon l'axe vertical ;
- un outil (8), porté par le module (41) le plus bas du mât (4) ; et
- un système de manutention (6), adapté pour :

- ajouter un module supplémentaire (43) en haut du mât (4) puis faire descendre le mât par rapport à la partie fixe, selon l'axe vertical, de sorte à prolonger le mât ; et
- faire monter le mât par rapport à la partie fixe, selon l'axe vertical, puis retirer du mât

le module (43) le plus haut du mât, de sorte à raccourcir le mât,

caractérisé en ce que le système de manutention (6) comprend :

- un palonnier (65), configuré pour être relié à des moyens de levage et pour être fixé au module supplémentaire (43) pour l'ajouter en haut du mât et au module (43) le plus haut du mât pour le retirer du mât ; et

- deux actionneurs (61), chaque actionneur étant déployable selon l'axe vertical (Z) et ayant une course qui est au moins égal à une hauteur (H43) des modules (41, 43),

et en ce que le palonnier est configuré pour être posé sur les actionneurs, de sorte que le déploiement des actionneurs entraîne le déplacement du palonnier entre une position haute et une position basse.

2. Système de démantèlement (1) selon la revendication 1, dans lequel chaque module (41, 43) du mât est un tronçon de cylindre droit. 25
3. Système de démantèlement (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel chaque module (41, 43) comprend au moins une gorge (451), et dans lequel la partie fixe (2) comprend au moins un doigt (255), mobile entre une position de verrouillage, dans laquelle le doigt s'étend dans l'une des gorges des modules, de sorte à empêcher le déplacement du mât (4) par rapport à la partie fixe, et une position de déverrouillage, dans laquelle le doigt ne s'étend pas dans les gorges des modules. 30
4. Système de démantèlement (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la partie fixe (2) comprend deux butées (27), les butées étant configurées pour retenir le palonnier (65) et empêcher la chute du mât (4) lorsque le palonnier est relié au module (43) le plus haut du mât, notamment en cas de défaillance des actionneurs (61). 40
5. Système de démantèlement (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le système de manutention (6) comprend, pour chaque actionneur (61), une structure de guidage (63) qui supporte et guide l'actionneur, et dans lequel, lorsque le palonnier (65) est déplacé entre sa position haute et sa position basse, le palonnier est guidé par les structures de guidage, en particulier lorsque le palonnier n'est pas relié au module supplémentaire (43). 50
6. Système de démantèlement (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le

système de manutention (6) comprend une bride de manutention (67), fixée au palonnier (65) et configurée pour être assemblée à un module supplémentaire (43) à ajouter au mât (4) ou au module (43) le plus haut du mât à retirer du mât.

7. Méthode de prolongement du mât (4) d'un système de démantèlement (1) conforme à l'une quelconque des revendications précédentes, la méthode de prolongement comprenant au moins les étapes suivantes :

a) fixer un module supplémentaire (43n+1) au palonnier (65) et approcher du mât (4) le module supplémentaire à l'aide du palonnier ;

b) fixer le module supplémentaire (43n+1) au module le plus haut (43n) du mât et mettre en contact le palonnier avec les actionneurs (61) ;

c) à l'aide des actionneurs (61), abaisser le palonnier de sa position haute à sa position basse ; et

d) séparer le palonnier du module supplémentaire, puis, à l'aide des actionneurs, remonter le palonnier de sa position basse à sa position haute.

8. Méthode de prolongement selon la revendication 7, dans laquelle le système de démantèlement (1) est en outre conforme à la revendication 3, et dans laquelle, au cours des étapes a), b) et d), le mât (4) est verrouillé sur la partie fixe (2) à l'aide du ou de chaque doigt (255) en position de verrouillage.

9. Méthode de raccourcissement du mât (4) d'un système de démantèlement (1) conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 6, la méthode de raccourcissement comprenant au moins les étapes suivantes :

a) poser le palonnier (65) sur les actionneurs (61), descendre le palonnier de sa position haute à sa position basse et fixer le palonnier au module le plus haut (43n+1) du mât (4) ;

b) à l'aide des actionneurs, remonter le palonnier de sa position basse à sa position haute ;

c) détacher du mât (4) le module le plus haut (43n+1) du mât ; et

d) à l'aide du palonnier (65), évacuer le module détaché (43n+1) à distance du mât.

10. Méthode de raccourcissement selon la revendication 9, dans laquelle le système de démantèlement (1) est en outre conforme à la revendication 3, et dans laquelle, au cours des étapes a), c) et d), le mât (4) est verrouillé sur la partie fixe (2) à l'aide du ou de chaque doigt (255) en position de verrouillage.

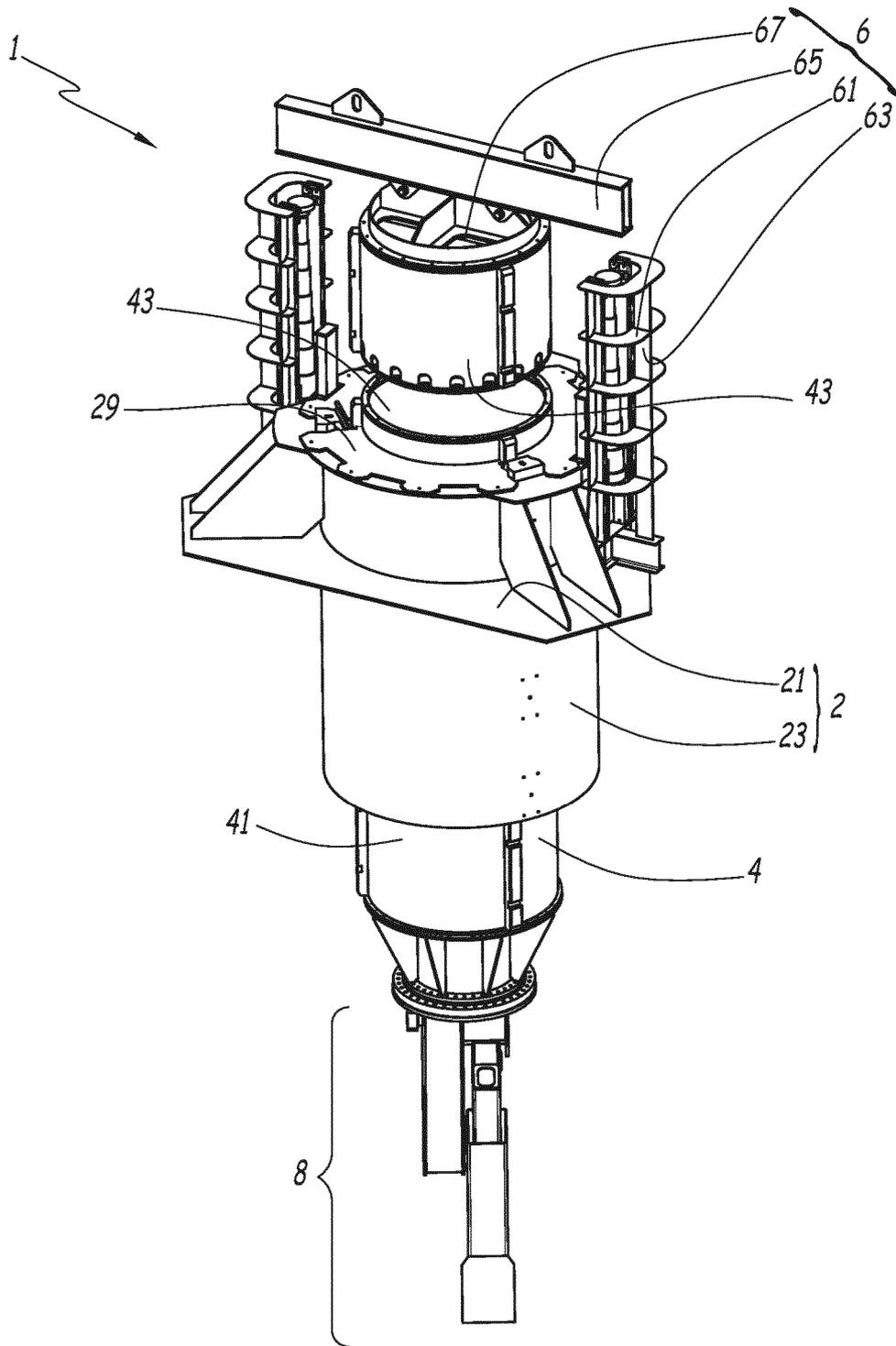


FIG. 1

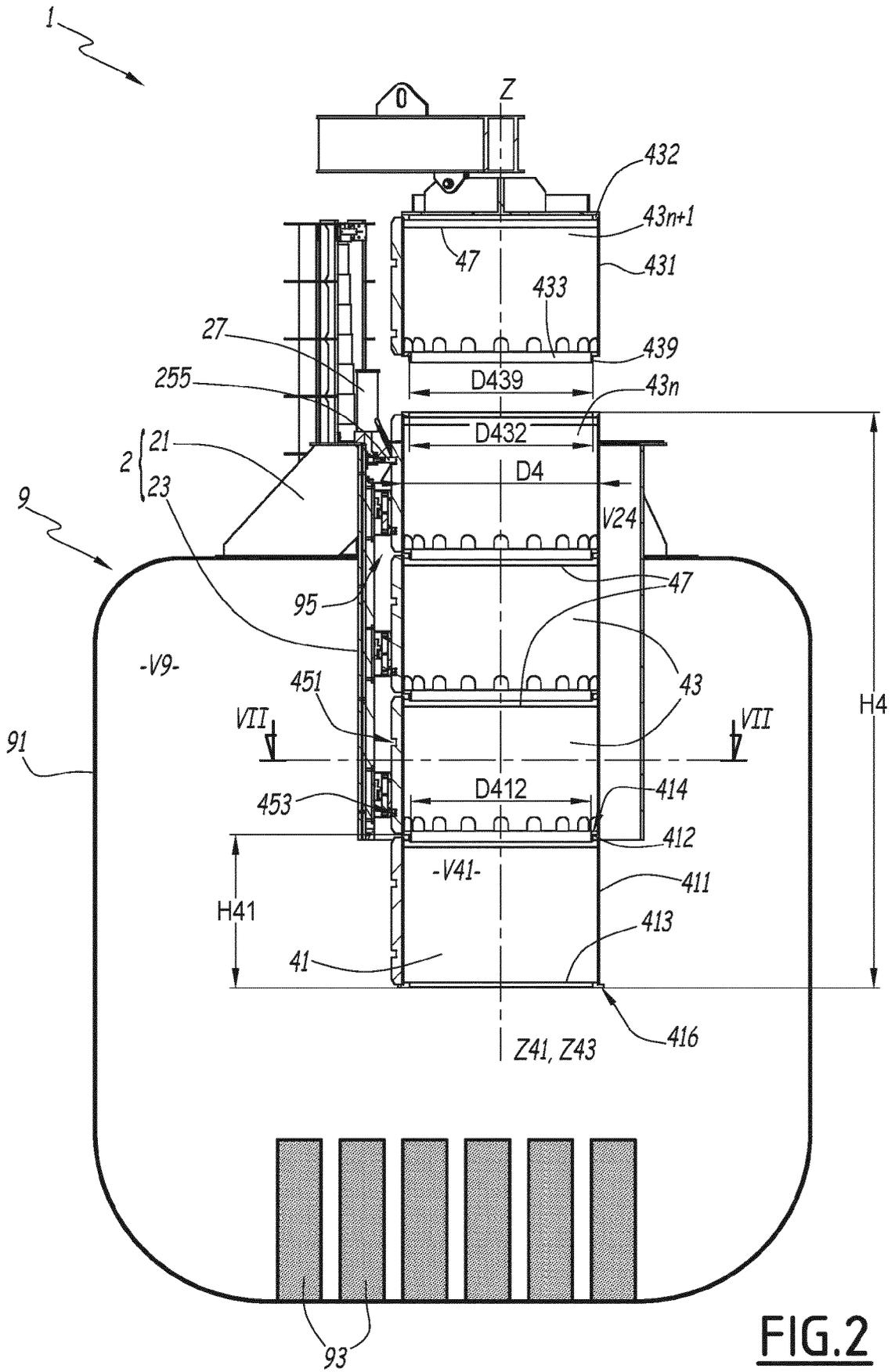


FIG. 2

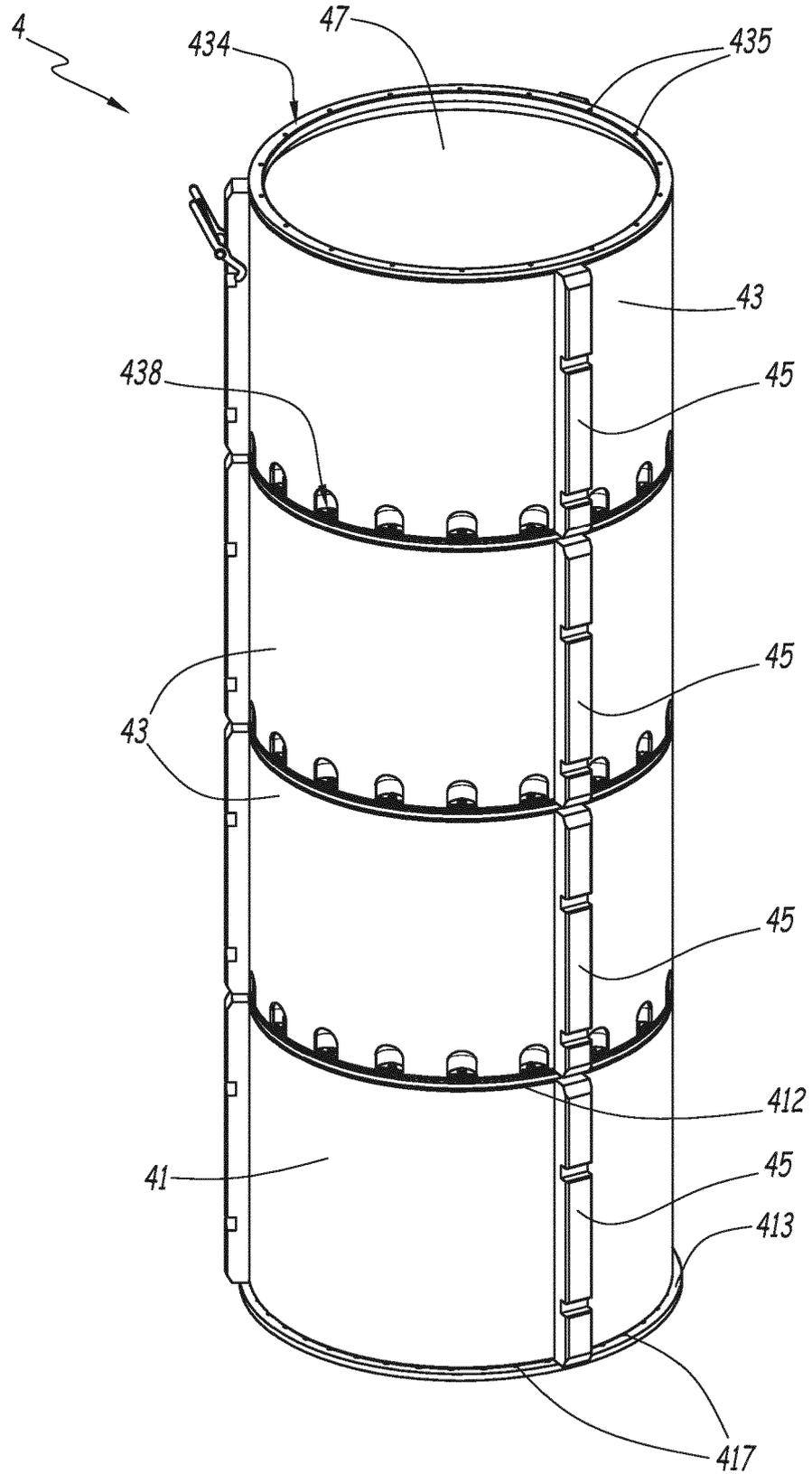


FIG.3

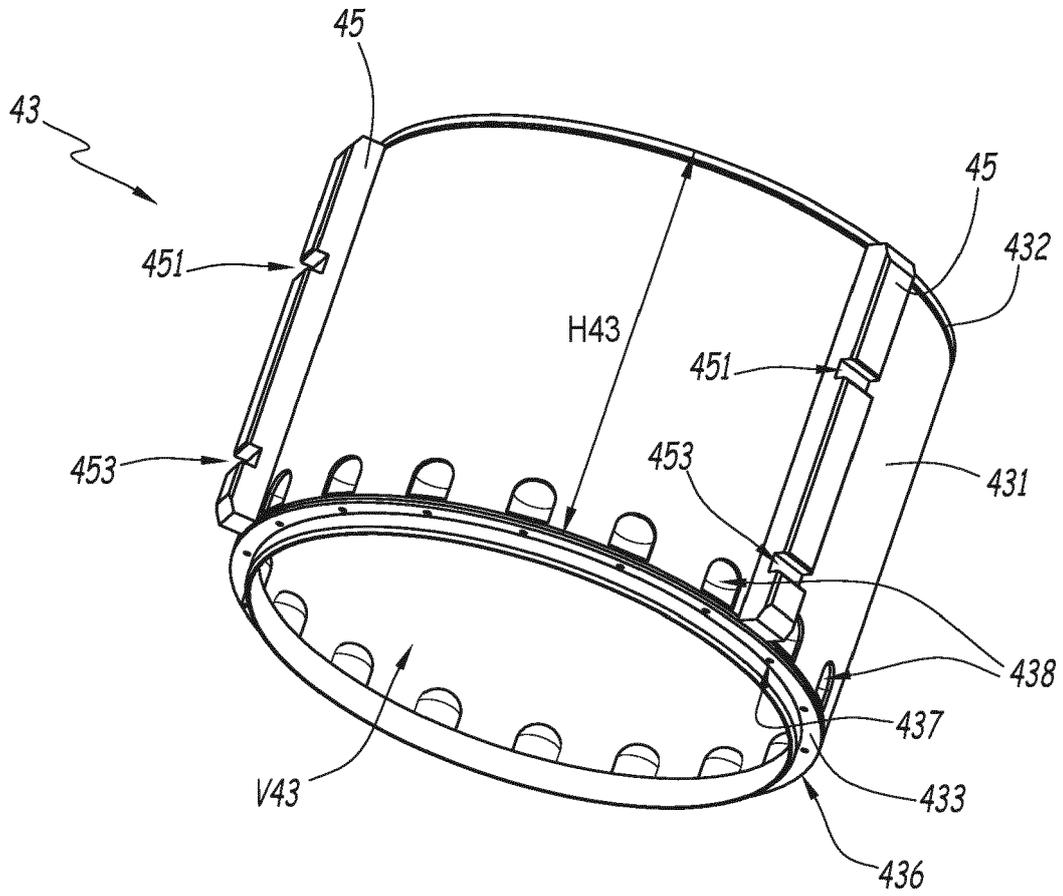


FIG.4

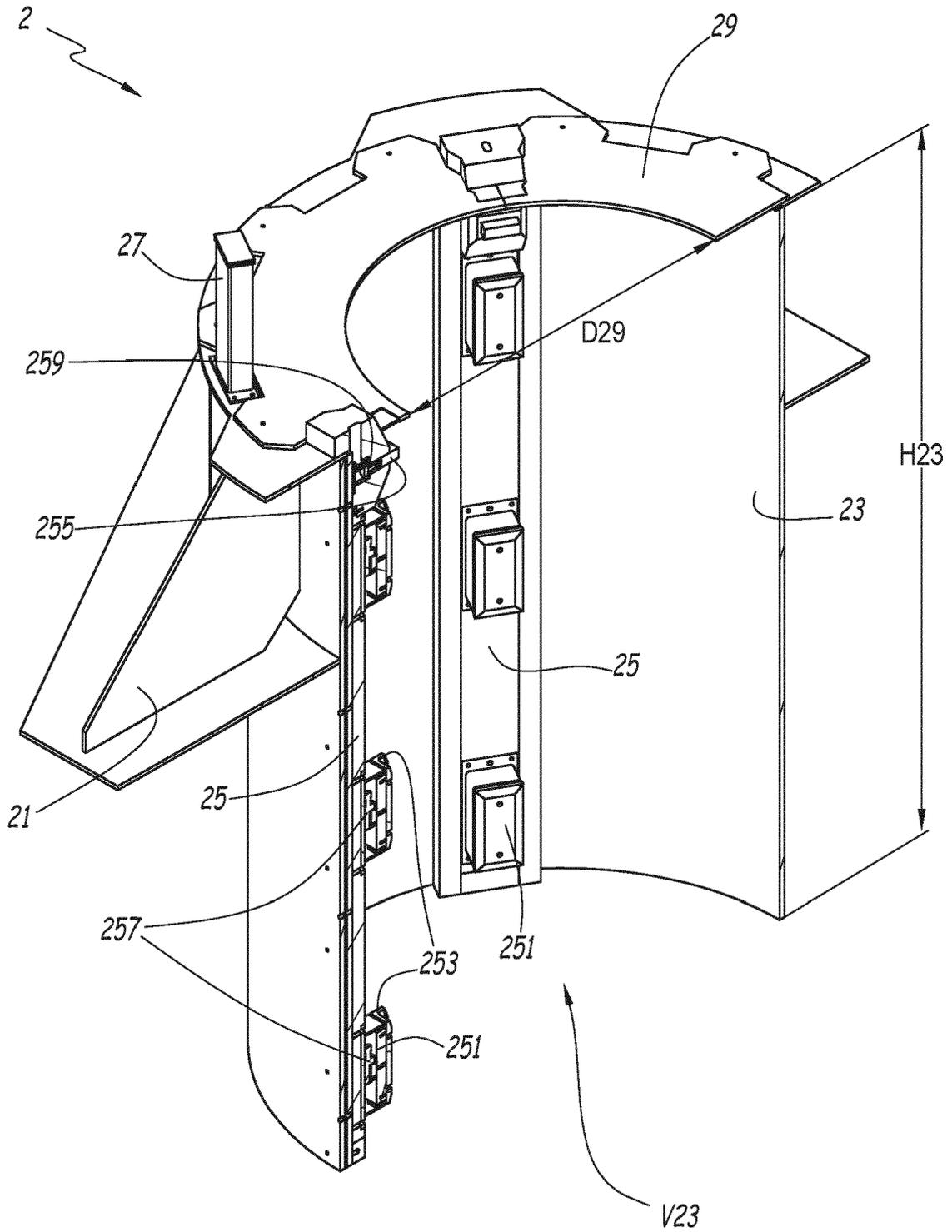


FIG.5

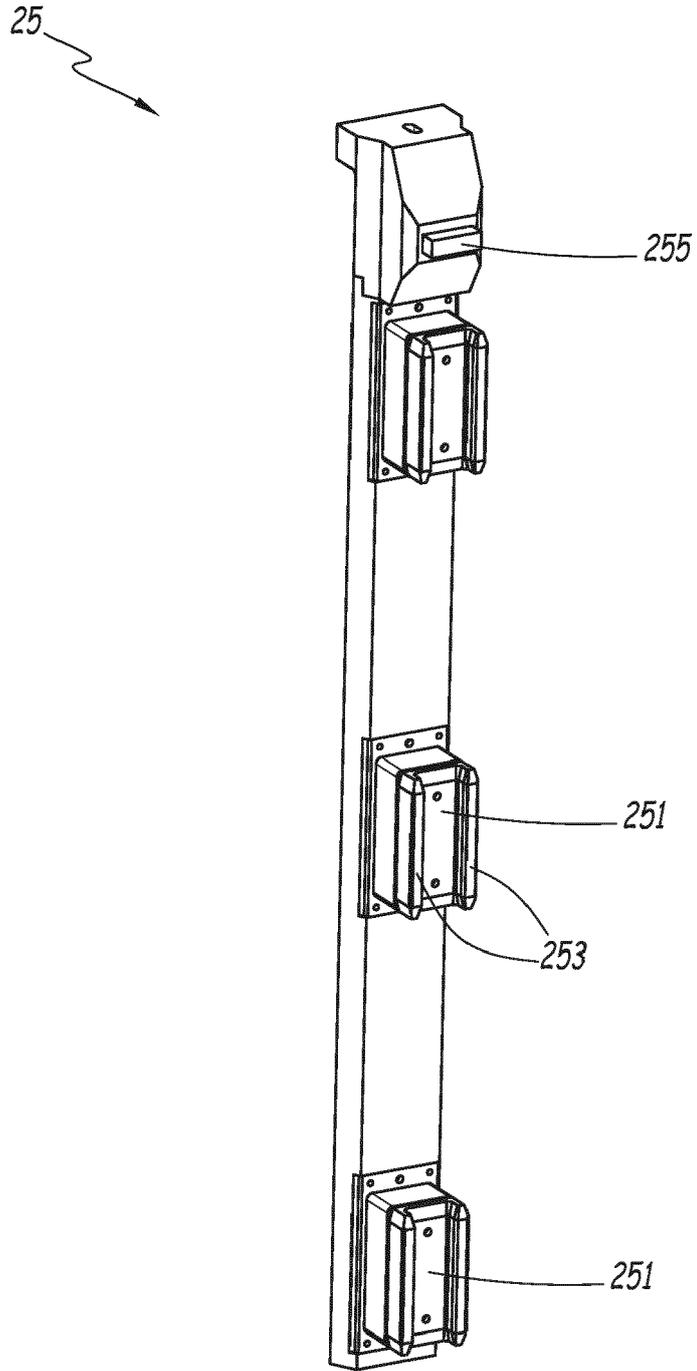


FIG.6

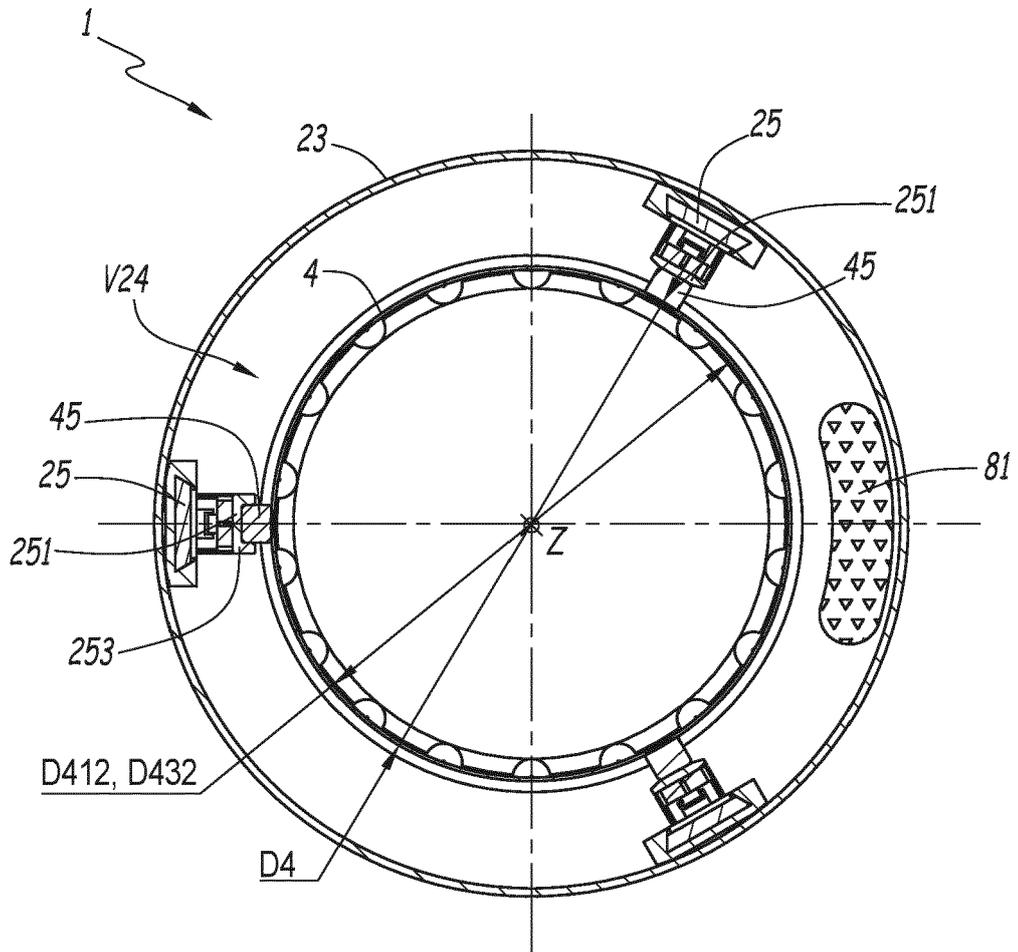


FIG. 7

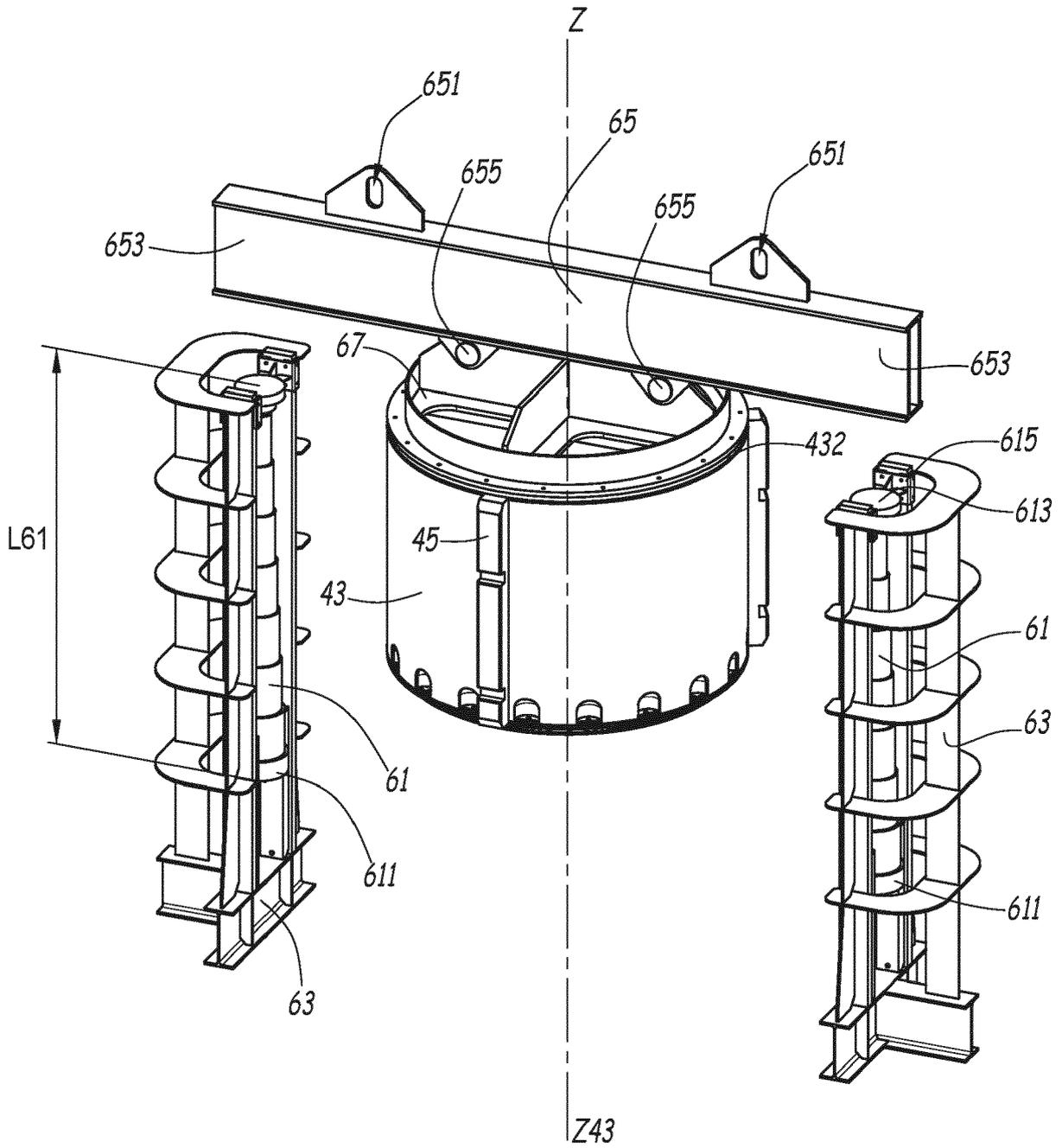


FIG.8

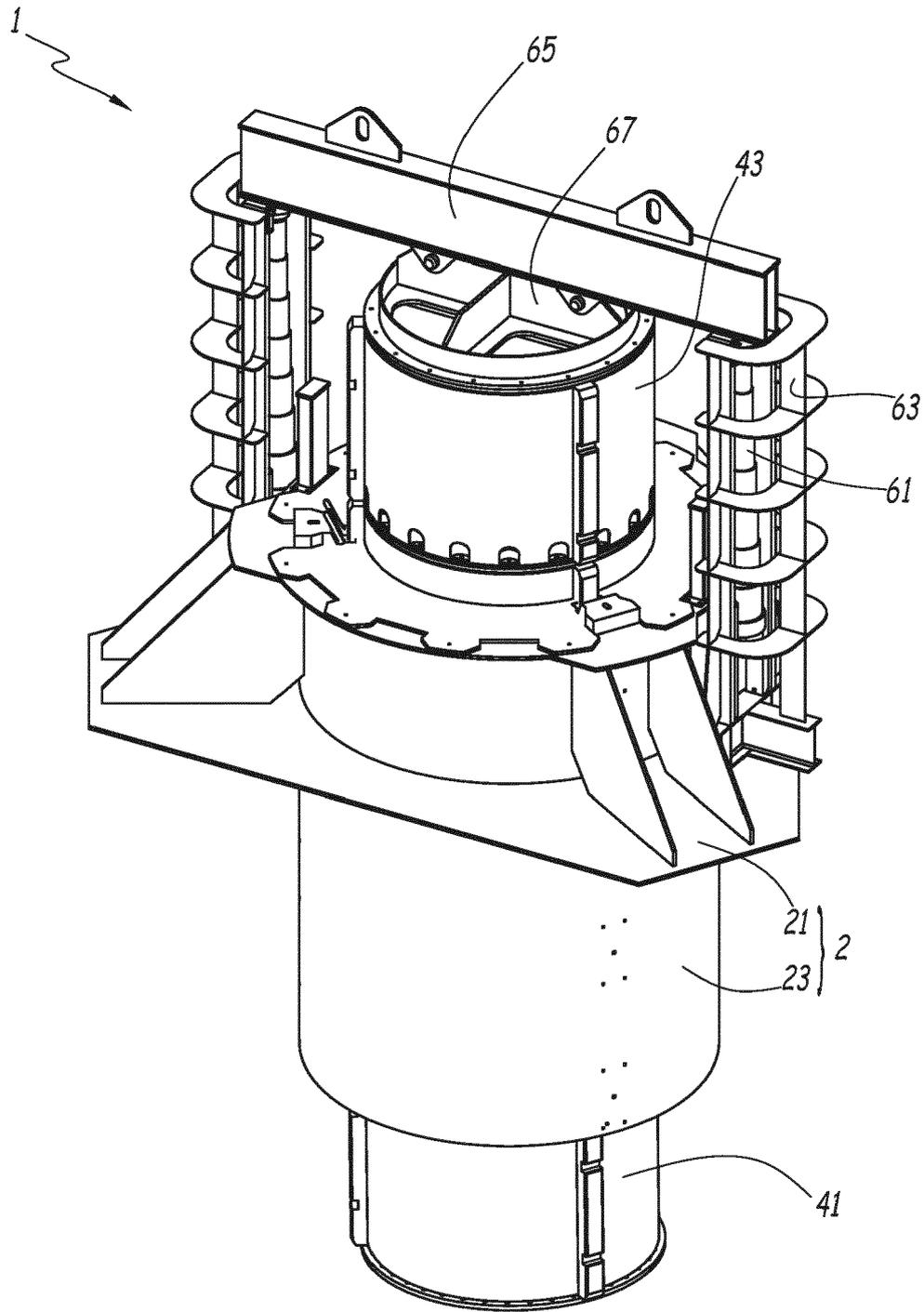


FIG. 9

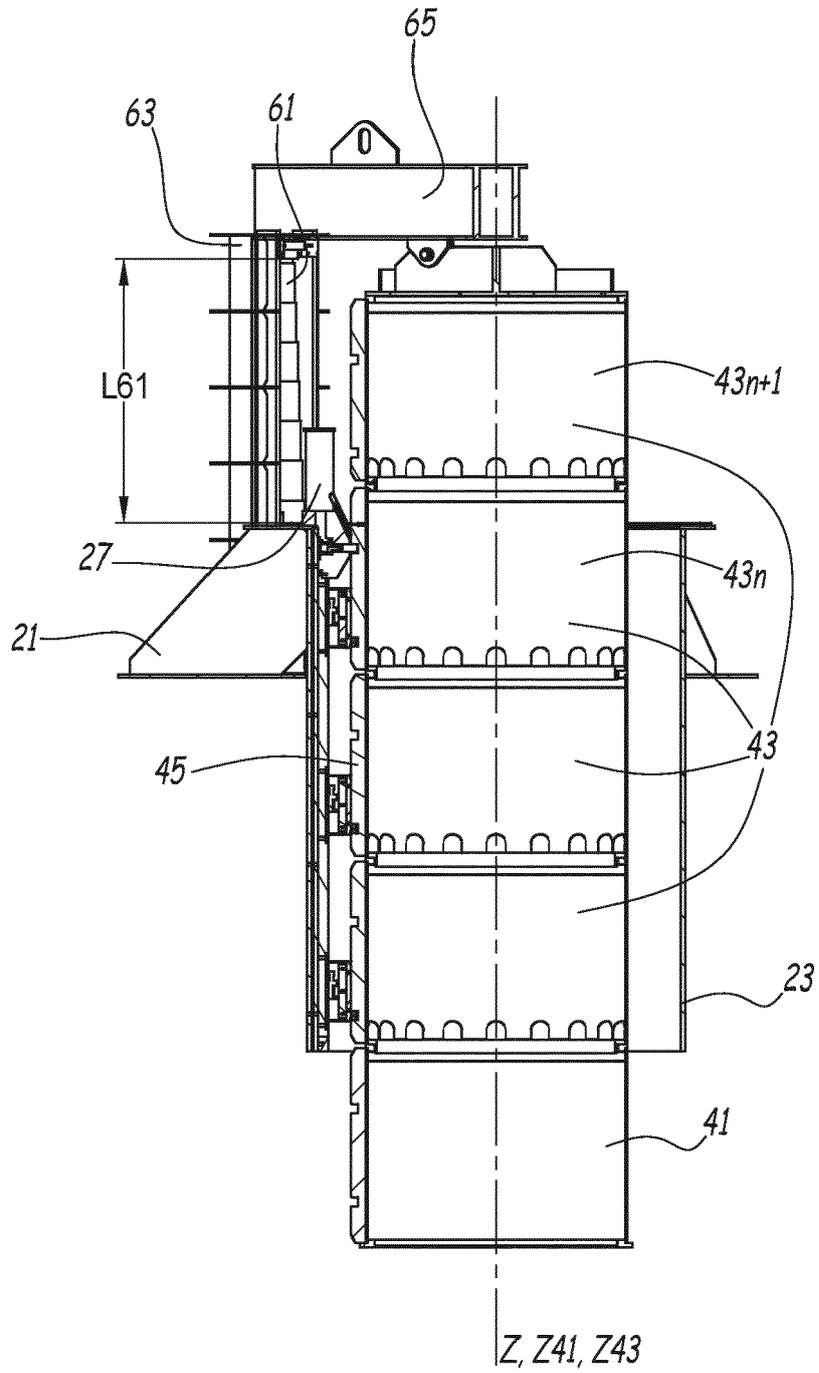


FIG.10

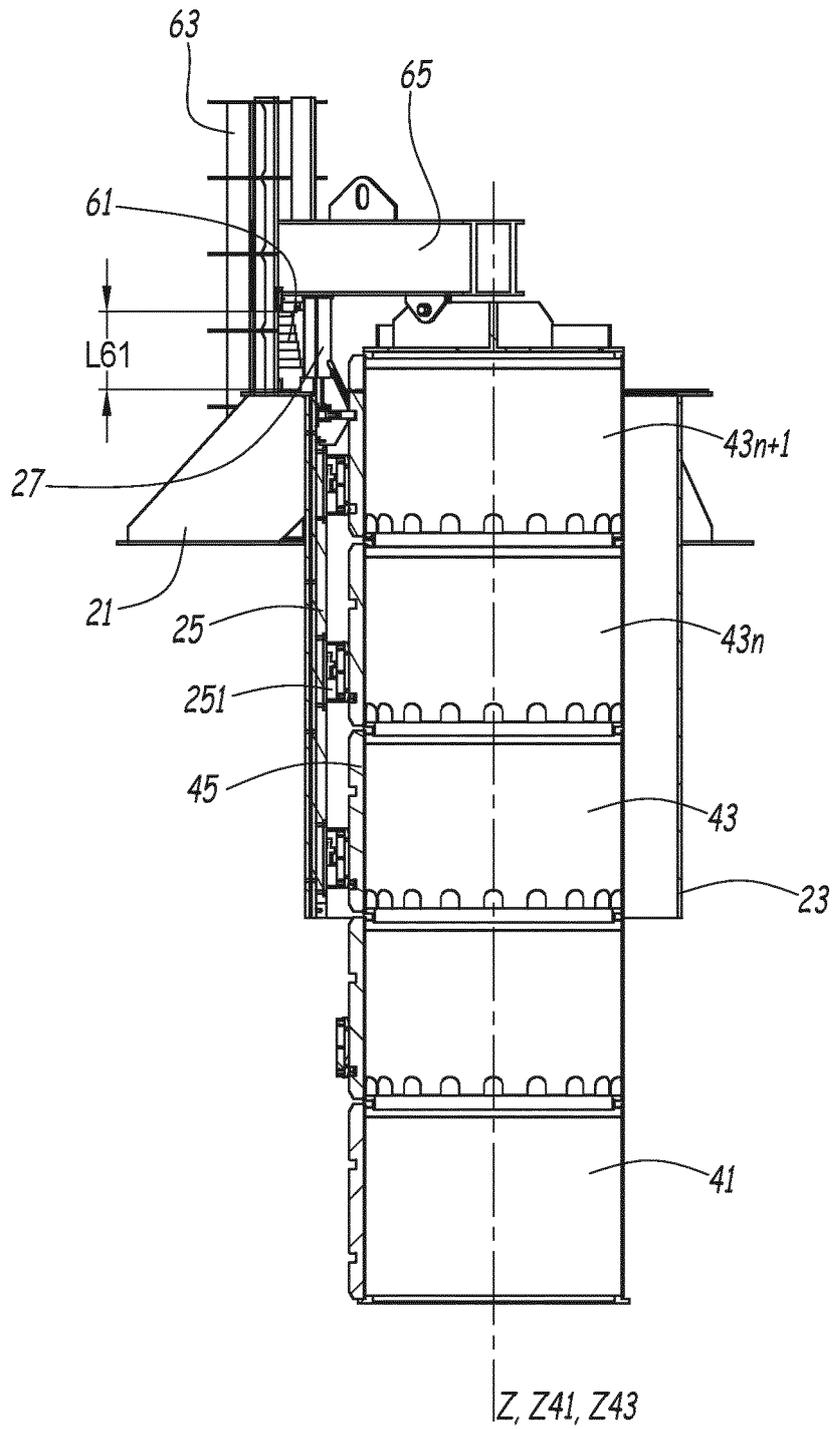


FIG.11

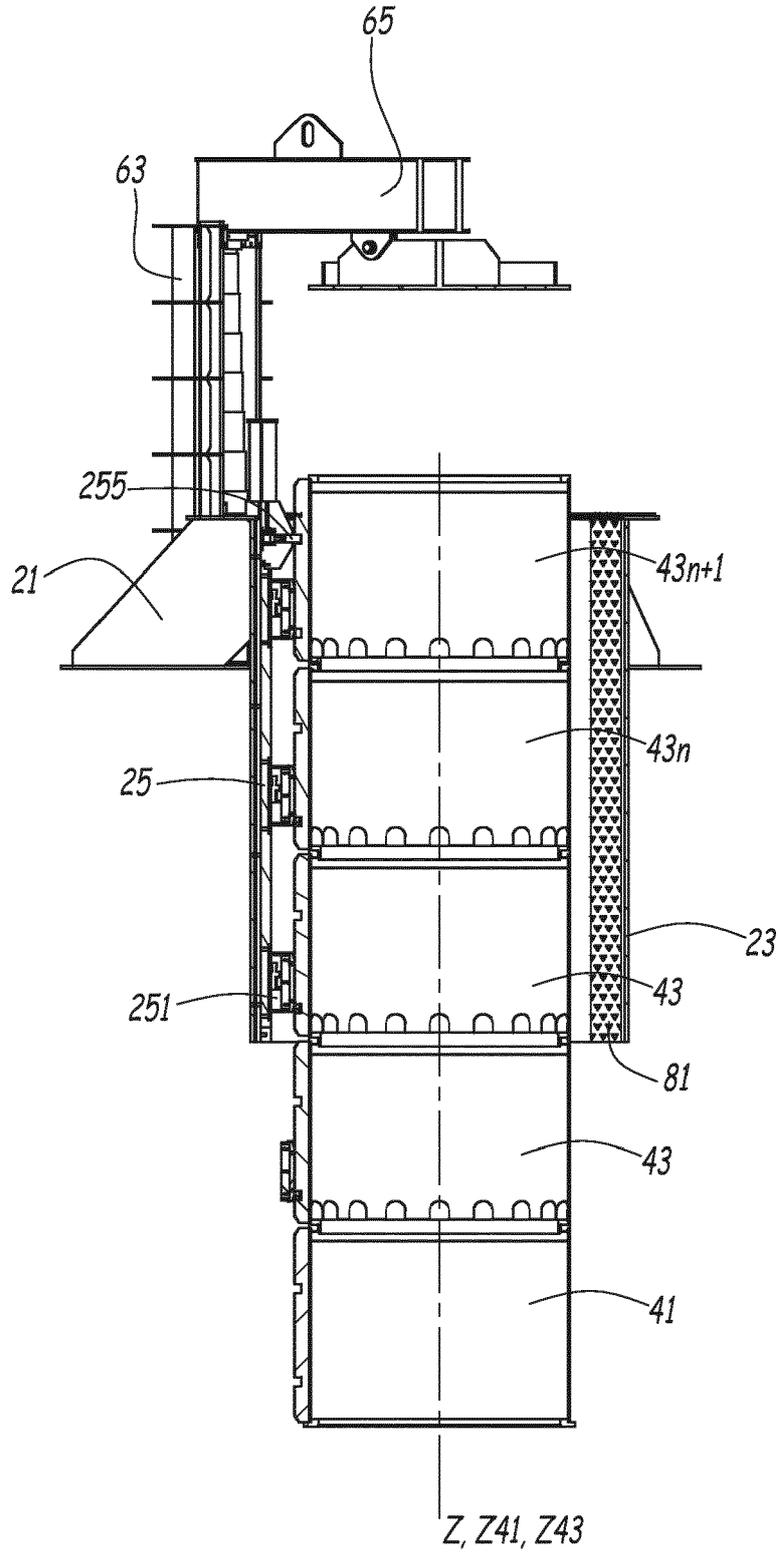


FIG.12



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 22 19 6896

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	EP 2 466 591 A1 (EURATOM [BE]) 20 juin 2012 (2012-06-20) * alinéas [0034] - [0039]; figures 1-8 * -----	1-10	INV. G21F9/28 G21C19/32 G21D1/00 G21F5/14
A	FR 2 743 445 A1 (FRAMATOME SA [FR]) 11 juillet 1997 (1997-07-11) * page 28, ligne 8 - page 30, ligne 33; figures 10-14 *	1-10	
X	GB 2 176 924 A (ATOMIC ENERGY AUTHORITY UK) 7 janvier 1987 (1987-01-07)	1-3	
A	* page 2, ligne 33 - page 2, ligne 129; revendications 1-4; figures 1-5 * -----	4-10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			G21F G21D G21J G21C
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 20 janvier 2023	Examineur Lohberger, Severin
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	

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 22 19 6896

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

20-01-2023

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 2466591	A1	20-06-2012	AUCUN

FR 2743445	A1	11-07-1997	AUCUN

GB 2176924	A	07-01-1987	FR 2583205 A1 12-12-1986
		GB 2176924 A	07-01-1987
		JP S61288200 A	18-12-1986

EPC FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- GB 2176924 A [0007]