

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 04.05.00.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 09.11.01 Bulletin 01/45.

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

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71 Demandeur(s) : FRAMATOME Société anonyme — FR.

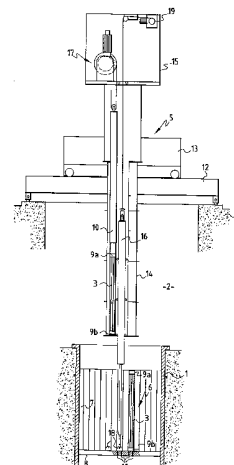
72 Inventeur(s) : JOLY PHILIPPE, JUBLOT PATRICE et HAZELARD CLAUDE.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : CABINET LAVOIX.

54 PROCÉDE ET DISPOSITIF DE CHARGEMENT DU COEUR D'UN REACTEUR NUCLEAIRE AVEC DES ASSEMBLAGES DE COMBUSTIBLE.

57 On met en place, avant le chargement d'un assemblage de combustible (3), dans au moins une position d'assemblage adjacente à la position destinée à l'assemblage (3) dont on effectue le chargement, au moins un moyen de guidage (18) de l'embout inférieur (9b) de l'assemblage de combustible, de manière à guider l'embout inférieur de l'assemblage de combustible sur ses quatre faces latérales, le moyen de guidage ayant une hauteur, au-dessus de la plaque de support de coeur (8) du réacteur, inférieure à 5 % de la hauteur du coeur. On déplace l'assemblage de combustible (3) vers le bas suivant un axe vertical décalé par rapport à l'axe vertical de la position de l'assemblage de combustible dans le coeur (6), de manière à l'éloigner des assemblages voisins pendant le déplacement. Puis on recadre la position de l'assemblage (3) sur l'axe vertical de sa position de chargement dans le coeur (6) et on effectue la fin de la descente à petite vitesse pour assurer automatiquement le guidage de l'embout inférieur (9b) et la dépose de l'assemblage (3) sur la plaque de support de coeur (8). On peut ainsi réaliser un déplacement à grande vitesse de l'assemblage de combustible vers sa position de chargement.



L'invention concerne un procédé et un dispositif de chargement du cœur d'un réacteur nucléaire refroidi par de l'eau et en particulier d'un réacteur nucléaire refroidi par de l'eau sous pression.

5 Les réacteurs nucléaires à eau sous pression comportent, à l'intérieur d'une cuve, un cœur constitué par des assemblages de combustible de forme prismatique droite à section carrée disposés avec leurs axes verticaux suivant toute la hauteur du cœur, juxtaposés suivant leurs faces latérales. Chacun des assemblages de combustible comporte un embout inférieur destiné à venir reposer sur une plaque de support du cœur horizontale dis-
10 posée transversalement dans la cuve du réacteur nucléaire et traversée par des ouvertures de passage d'eau de refroidissement du réacteur. La plaque de support de cœur comporte des ouvertures de passage d'eau et des moyens de positionnement d'un assemblage de combustible, au niveau de chacune des positions d'assemblage de combustible du cœur, ces positions
15 d'assemblage de combustible constituant un réseau à maille carrée suivant la surface d'appui de la plaque de support du cœur. Les moyens de positionnement de chacun des assemblages de combustible sur la plaque de support du cœur sont généralement constitués par des pions en saillie par rapport à la face supérieure de la plaque de support destinés à être engagés
20 dans des ouvertures de l'embout inférieur des assemblages de combustible pour assurer leur mise en place en des emplacements bien déterminés sur la plaque de support.

Le chargement du cœur du réacteur nucléaire est réalisé depuis le niveau supérieur d'une piscine du réacteur dans laquelle débouche une
25 partie supérieure de la cuve du réacteur nucléaire qui est alors ouverte et remplie d'eau. On réalise le chargement du cœur par déplacement, dans la direction verticale et vers le bas, de chacun des assemblages de combustible du cœur successivement, de manière à déposer l'assemblage de combustible sur la plaque de support du cœur par l'intermédiaire de son embout inférieur dans une position bien définie dans laquelle deux pions en saillie de la
30 plaque de support de cœur s'engagent dans l'embout inférieur de l'assemblage de combustible. La position de chargement de l'assemblage de combustible à l'intérieur du cœur est par exemple délimitée sur deux côtés laté-

raux adjacents par deux surfaces limitatives sensiblement continues sur toute la hauteur du cœur, perpendiculaires entre elles, qui sont constituées soit par deux faces d'assemblages de combustible voisins de l'assemblage dont on assure le chargement, soit par deux côtés perpendiculaires d'un cloisonnement disposé dans la cuve du réacteur nucléaire, à la périphérie du cœur.

Un des problèmes à résoudre, pour réaliser le chargement du cœur d'un réacteur nucléaire dans des conditions satisfaisantes, est relatif au guidage des assemblages de combustible pour assurer leur dépose et leur positionnement sur la plaque de support du cœur, à la fin du déplacement vertical utilisant la machine de chargement. Il est en effet nécessaire de diriger parfaitement l'embout inférieur de l'assemblage de combustible dans la phase finale de la descente de l'assemblage, pour pouvoir engager les ouvertures de l'embout inférieur sur les pions en saillie de la plaque de support du cœur assurant le positionnement de l'assemblage de combustible dans le cœur.

Les assemblages de combustible qui sont rechargés dans le cœur du réacteur nucléaire sont constitués, pour partie, par des assemblages usagés qui ont séjourné dans le réacteur nucléaire pendant des cycles de fonctionnement d'une durée totale de plusieurs mois ou plusieurs années. Ces assemblages peuvent avoir été déformés sous irradiation à l'intérieur du cœur du réacteur nucléaire, si bien qu'ils peuvent présenter, par exemple, des défauts de rectitude dans leur direction axiale. Il en résulte des difficultés accrues pour engager les ouvertures de l'embout inférieur de l'assemblage de combustible sur les pions en saillie de la plaque de support du cœur.

On a donc proposé d'utiliser des outils guidant l'embout inférieur ou pied de l'assemblage de combustible, lors de sa dépose sur la plaque inférieure de cœur.

On a par exemple proposé, dans le FR-2.588.689, un patin de guidage porté par le mât de la machine de chargement du réacteur nucléaire qui assure le guidage du pied de l'assemblage de combustible au moment de sa dépose.

On propose également dans ce document différentes variantes des moyens de guidage qui peuvent être mis en place par la machine de chargement sur la plaque de support du cœur. Ces dispositifs de guidage s'étendent sur une hauteur importante au-dessus de la plaque de support du cœur, éventuellement sur toute la hauteur du cœur, et leur manipulation par la machine de chargement est une opération complexe qui se traduit par des périodes d'indisponibilité de la machine de chargement pour la manutention des assemblages de combustible.

Dans le FR-2.652.942, on a proposé un outil d'aide au chargement comportant des pavés positionneurs et un porteur équipé de moyens de déplacement autonomes lui permettant de se mouvoir sur la plaque inférieure de cœur. Le guidage à distance de l'outil n'est pas aisé et la récupération de l'outil peut poser des problèmes. De plus, la mécanique est complexe et les opérations de maintenance doivent être effectuées sur un dispositif contaminé.

En outre, le chargement d'un réacteur nucléaire doit s'effectuer aussi rapidement que possible car les périodes de chargement se situent sur le chemin critique de l'opération d'arrêt du réacteur nucléaire pour rechargement, entretien et réparation. Tout gain de temps obtenu sur l'opération de chargement du cœur diminue donc le temps d'immobilisation de la centrale nucléaire et permet de réaliser des économies importantes. Dans le cas de la mise en œuvre de dispositifs de guidage nécessitant l'utilisation de la machine de chargement, comme décrit par exemple dans le FR-2.588.689, la vitesse d'utilisation et la productivité de la machine de chargement sont considérablement réduites.

D'autre part, l'utilisation d'un patin de guidage accompagnant la machine de chargement ne fournit pas un guidage aussi précis que des dispositifs placés sur la plaque de support de cœur. La mise en place de dispositifs de guidage sur la plaque de support du cœur par la machine de chargement réduit également la disponibilité et donc la productivité de la machine de chargement, pour le chargement d'assemblages de combustible dans le cœur.

Le but de l'invention est donc de proposer un procédé de chargement du cœur d'un réacteur nucléaire refroidi par de l'eau avec des assemblages de combustible de forme prismatique droite à section carrée disposés avec leurs axes verticaux suivant toute la hauteur du cœur, juxtaposés suivant leurs faces latérales et comportant chacun un embout inférieur ayant quatre faces latérales destiné à venir reposer sur une plaque de support du cœur horizontale traversée par des ouvertures de passage d'eau de refroidissement et comportant des moyens de positionnement d'un assemblage de combustible, en regard de chacune d'un ensemble de positions d'assemblage de combustible du cœur, le chargement étant réalisé depuis le niveau supérieur d'une piscine du réacteur dans laquelle débouche une partie supérieure d'une cuve du réacteur nucléaire renfermant le cœur du réacteur, ouverte et remplie d'eau, par déplacement, dans la direction verticale et vers le bas, au moyen d'une machine de chargement, de chacun des assemblages de combustible du cœur en position verticale, successivement, pour placer chaque assemblage de combustible dans une position d'assemblage à l'intérieur du cœur ayant un axe vertical de positionnement de l'assemblage et délimitée par au moins une surface limitative s'étendant sensiblement sur toute la hauteur du cœur, ce procédé de chargement permettant d'améliorer la précision et la rapidité du chargement des assemblages de combustible dans le cœur et donc de limiter la durée totale nécessaire pour le chargement d'un cœur de réacteur nucléaire.

Dans ce but :

- on met en place, avant le chargement d'un assemblage de combustible, dans au moins une position d'assemblage adjacente à la position de l'assemblage dont on effectue le chargement, au moins un moyen de guidage de l'embout inférieur de l'assemblage de combustible, de manière à guider l'embout inférieur suivant ses quatre faces latérales pour le déposer sur la plaque de support de cœur, le moyen de guidage ayant une hauteur inférieure à 5% de la hauteur du cœur, au-dessus de la plaque de support du cœur et étant engagé dans des ouvertures de passage d'eau pour son positionnement et son immobilisation,

- on déplace l'assemblage de combustible vers le bas suivant un axe vertical décalé dans une direction parallèle à la plaque de support du cœur par rapport à l'axe vertical de positionnement de l'assemblage de combustible dans le cœur, de manière à le maintenir éloigné de l'au moins une surface limitative pendant le déplacement,

- on arrête le déplacement vertical à la première vitesse de l'assemblage de combustible au plus tard lorsque l'embout inférieur de l'assemblage de combustible est parvenu à une distance verticale de la plaque de support de cœur égale à 5 % de la hauteur du cœur,

- on déplace l'assemblage de combustible sensiblement horizontalement pour placer son axe suivant l'axe de positionnement de l'assemblage dans le cœur du réacteur, et

- on déplace l'assemblage de combustible, dans la direction verticale et vers le bas, à une seconde vitesse inférieure à la première, pour le déposer sur la plaque de support de cœur, l'embout inférieur de l'assemblage de combustible étant alors guidé sur ses quatre faces latérales.

Afin de bien faire comprendre l'invention, on va décrire, en se référant aux figures jointes en annexe, un mode de réalisation d'un dispositif de chargement du cœur d'un réacteur nucléaire et sa mise en œuvre dans un procédé de chargement suivant l'invention.

La figure 1 est une vue en élévation et en coupe de l'ensemble du dispositif de chargement et de moyens de mise en place de moyens de guidage d'un assemblage de combustible, suivant un premier mode de réalisation.

Les figures 2, 3 et 4 sont des vues, respectivement, en élévation, en coupe verticale et de dessus d'un moyen de guidage pour la mise en œuvre du procédé de l'invention.

Les figures 5 et 6 sont des vues en coupe d'un dispositif permettant de mettre en place les moyens de guidage sur la plaque de support du cœur, dans une première et dans une seconde positions fonctionnelles.

La figure 7 est une vue en plan du réseau de positions d'assemblages du cœur d'un réacteur nucléaire en cours de chargement.

La figure 8 est une vue en élévation et en coupe partielle d'un dispositif de mise en place de moyens de guidage d'un assemblage de combustible pour la mise en œuvre du procédé suivant l'invention, suivant un second mode de réalisation.

5 La figure 9 est une vue de dessus du dispositif de mise en place représenté sur la figure 8 et de la machine de chargement du réacteur nucléaire.

Sur la figure 1, on a représenté, de manière schématique, la partie supérieure de la cuve 1 d'un réacteur nucléaire, pendant une opération de chargement du cœur du réacteur par des assemblages de combustible 3.

10 La cuve 1 est ouverte à sa partie supérieure en communication avec une piscine 2 du réacteur nucléaire délimitée par des parois en béton à l'intérieur du bâtiment du réacteur.

Pendant l'opération de rechargement du cœur du réacteur nucléaire à l'intérieur de la cuve 1, la piscine 2 et la cuve 1 sont remplies d'eau. Sur la figure 1, on a représenté la partie supérieure de parois 4 en béton de la piscine qui porte des rails sur lesquels se déplace la machine de chargement 5 du réacteur nucléaire.

15 A l'intérieur de la cuve 1, l'espace occupé par le cœur 6 du réacteur nucléaire est délimité par un cloisonnement périphérique 7 et, à sa partie inférieure, par la plaque de support du cœur 8 sur laquelle sont déposés les assemblages de combustible 3 constituant le cœur 6.

20 Les assemblages de combustible 3 sont constitués chacun par un faisceau de crayons de combustible maintenus dans une ossature dont les parties d'extrémité, respectivement supérieure et inférieure, sont constituées par un embout supérieur 9a et par un embout inférieur 9b. Chacun des assemblages de combustible du cœur repose sur la plaque de support du cœur 8, par l'intermédiaire de son embout inférieur 9b. Le positionnement de l'assemblage de combustible sur la plaque de support du cœur 8 est assuré par des pions en saillie sur la face supérieure de la plaque de support 8 ve-

25

30

nant s'engager dans des ouvertures des parties d'angle de l'embout inférieur 9b de forme sensiblement carrée.

De plus, la plaque de support du cœur 8 est traversée par des ouvertures de passage d'eau 11 assurant le passage de l'eau de refroidissement du réacteur circulant dans la direction verticale et de bas en haut suivant la direction axiale des assemblages de combustible 3 du cœur 6.

5 Au droit de chacune des positions d'assemblages de combustible 3 du cœur 6, la plaque de support du cœur 8 est traversée par quatre ouvertures 11 de passage d'eau et comporte deux pions de positionnement d'assemblages de combustible.

10 Pour réaliser le chargement du cœur 6 du réacteur nucléaire, chacun des assemblages de combustible 3 destinés à constituer le cœur 6 est pris en charge par la machine de chargement 5, dans une disposition verticale et descendu suivant un axe de déplacement vertical, à l'intérieur de la cuve 1, par la machine de chargement, jusqu'à la dépose de l'assemblage de combustible par l'intermédiaire de son embout inférieur 9b sur la plaque de support de cœur 8, dans un emplacement d'assemblage de combustible parfaitement déterminé.

15 La machine de chargement 5 comporte un pont roulant 12 se déplaçant sur des rails solidaires de la partie supérieure des parois 4 de la piscine 2 du réacteur, dans une première direction (perpendiculaire au plan de la figure 1).

20 Le pont roulant 5 comporte de plus un chariot 13 qui est monté mobile sur la surface supérieure des poutres du pont 12 de direction transversale, dans une direction perpendiculaire à la direction de déplacement du pont roulant 12. Le chariot 13 porte un tube de guidage 14 d'axe vertical s'étendant en-dessous du chariot 13 entre les poutres transversales du pont roulant 12 et une tour 15 s'étendant verticalement au-dessus du chariot 13.

25 A l'intérieur du tube de guidage 14, sont montés mobiles, dans la direction verticale, le mât de chargement 10 des assemblage de combustible et une perche 16 d'un dispositif de mise en place sur la plaque de support du cœur 8 de dispositifs 18 de guidage de l'embout inférieur 9b ou pied des assemblages de combustible.

30

Le mât de chargement 10 comporte une partie interne mobile dont l'extrémité inférieure comporte des moyens de préhension de l'assemblage de combustible 3, par l'intermédiaire de son embout supérieur 9a.

5 Le mât de chargement 10 est suspendu, par l'intermédiaire d'une poulie, au câble de levage d'un treuil de levage 17 disposé dans la tour 15 de la machine de chargement.

La perche 16 du moyen de mise en place des dispositifs de guidage 18 est suspendue au câble d'un treuil de levage 19 passant sur une poulie de suspension montée à la partie supérieure de la tour 15.

10 Le déplacement à mouvements croisés du pont roulant 12 et du chariot 13 de la machine de chargement 5 permet de placer l'axe du mât de chargement 10 d'un assemblage de combustible 3 de forme prismatique à section carrée à l'aplomb d'une position quelconque d'assemblages de combustible dans le cœur 6 du réacteur présentant un axe vertical de positionnement de l'assemblage et de placer également l'axe vertical de la perche 15 16 à la verticale d'une position quelconque d'assemblage de combustible dans le cœur 6, cette position constituant une position adjacente de la position de dépose de l'assemblage de combustible 3.

20 Il est à remarquer que les déplacements verticaux du mât de chargement 10 et de la perche 16 peuvent être réalisés de manière indépendante les uns des autres.

25 Sur la figure 1, le mât de chargement 10 a été représenté dans une position relevée dans laquelle il est entièrement rétracté à l'intérieur du tube de guidage 14 de la machine de chargement et la perche 16 dans une position extraite de dépose d'un moyen de guidage 18. Les treuils 17 et 19 permettent de déplacer le mât de chargement 10 et la perche 16 dans leur direction axiale verticale entre leur position rétractée et une position basse de dépose d'un assemblage de combustible ou d'un moyen de guidage 18, respectivement, sur la plaque de support de cœur 8.

30 Sur les figures 2 à 4, on a représenté un moyen de guidage 18 qui peut être mis en place sur la plaque de support de cœur 8, par la perche 16, pour assurer le guidage du pied 9b d'un assemblage de combustible à la fin

de son déplacement vertical et vers le bas pour sa dépose sur la plaque de support de cœur 8.

Le moyen de guidage 18 comporte une enveloppe 20 de forme globalement pyramidale ayant une base carrée prolongée par une jupe parallélépipédique de raccordement à une plaque de base carrée 21. La plaque de base 21 présente la forme et les dimensions d'une section carrée d'un assemblage de combustible 3.

Sur la base carrée 21, en saillie vers le bas, sont fixés deux, trois ou quatre pions de positionnement et d'immobilisation 22 dont le diamètre est légèrement inférieur au diamètre des ouvertures d'eau 11 traversant la plaque de support de cœur 8 au niveau de chacune des positions d'assemblages de combustible. De plus, les pions 22 sont placés de manière à pouvoir s'engager dans les ouvertures de la plaque de support de cœur 4 présentes dans chacune des positions d'assemblages de combustible du cœur 6.

Le moyen de guidage 18 comporte de plus, fixée à l'intérieur de l'enveloppe 20, à son extrémité supérieure, une pièce de préhension et de levage 23 traversée par une ouverture profilée 24. Enfin, suivant deux angles disposés aux extrémités d'une diagonale de la base 21, la plaque de base 21 et l'enveloppe 20 sont traversées par des ouvertures verticales 25 d'engagement de deux pions en saillie de la plaque de support de cœur 8 disposés dans un emplacement d'assemblage de combustible.

La plaque de base 21 est traversée, à sa partie centrale, par une ouverture 26 pour le passage des guidages des doigts de gant de l'instrumentation du coeur.

Les moyens 18 de guidage des embouts supérieurs d'assemblages de combustible sont destinés à être mis en place sur la plaque de support de cœur dans un emplacement d'assemblage de combustible. Le moyen 18 est orienté de manière que les pions 22 soient introduits pratiquement sans jeu dans les ouvertures de passage d'eau de la plaque de support de cœur assurant ainsi le centrage et le positionnement du moyen de guidage 18 sur la plaque de support de cœur.

De plus, deux pions en saillie par rapport à la face supérieure de la plaque de support de cœur sont engagés dans les ouvertures 25 dans les angles de la plaque de base 21 et de la jupe de l'enveloppe 20.

5 Lorsque le moyen de guidage 18 est placé dans une position d'assemblage de combustible, les quatre faces inclinées de l'enveloppe 30 de forme pyramidale sont dirigées vers quatre emplacements d'assemblage de combustible adjacents à l'emplacement sur lequel est disposé le moyen de guidage 18. Les surfaces extérieures inclinées des faces de l'enveloppe 20 de forme pyramidale sont donc susceptibles d'assurer le guidage d'un as-
10 semblage de combustible dans quatre emplacements voisins du moyen de guidage.

Lorsqu'un embout inférieur d'assemblages de combustible vient en contact avec l'une des surfaces externes inclinées de l'enveloppe pyramidale du moyen de guidage 18, cette surface exerce sur l'embout inférieur de
15 l'assemblage de combustible un effet de guidage dans la direction verticale et dans une direction horizontale, du fait de l'inclinaison de la surface de guidage. Ces effets de guidage peuvent être optimisés en jouant sur l'angle d'inclinaison des surfaces de l'enveloppe pyramidale.

L'ouverture 24 usinée dans la pièce de préhension et de levage 23 du
20 moyen de guidage 18 présente une partie d'entrée évasée puis un col resserré et enfin une partie élargie par rapport au col. Une telle forme d'ouverture est une forme classique dans le cas de pièces dont on assure le levage dans une centrale nucléaire en utilisant un moyen de levage à doigts de préhension manœuvrables, telles que des grappes de commande de la
25 réactivité du cœur.

Le moyen de guidage 18 peut être pris en charge et déplacé par une perche telle que la perche 16 comportant un organe de prise à doigts de préhension manœuvrables.

30 Sur les figures 5 et 6, on a représenté la perche 16 qui comporte un corps tubulaire 16a suspendu par l'intermédiaire d'une tête de suspension 27 sur laquelle est fixé un palonnier 26, au câble de levage du treuil 19.

La tête de suspension 27 est fixée sur la partie supérieure du corps 16a sur laquelle est fixé, au niveau d'une ouverture traversante de direction

axiale, le corps d'un vérin 28 disposé axialement dans la tête de levage 27 et prolongé axialement par un élément tubulaire allongé 29 monté coaxialement à l'intérieur de l'élément tubulaire 16a. Un élément tubulaire 31 dans le prolongement axial de l'élément 16a porte, à son extrémité inférieure, un ensemble de préhension 30 manœuvrable par l'intermédiaire de la tige 32 du vérin 28, comportant un support tubulaire 33.

L'ensemble de préhension 30 comprend un porte-pince 34 solidaire du support tubulaire 33 sur lequel sont montés, pivotants autour d'axes 35', deux doigts de préhension 35 analogues à des doigts de préhension d'une grappe de commande du réacteur nucléaire.

A l'intérieur du support tubulaire 33 est montée mobile la tige 32 du vérin 28 à la partie inférieure de laquelle est montée articulée autour d'un axe 37', dans une disposition coaxiale, la tige 37 d'une olive 37a de manœuvre des doigts 35.

L'extrémité inférieure de la tige 32 dans le prolongement axial de laquelle est montée de manière articulée la tige 37 de l'olive 37a présente une partie élargie sur laquelle vient en appui une partie d'extrémité inférieure d'un ressort hélicoïdal de rappel 38 disposé dans un alésage de direction axiale du support tubulaire 33 et en appui par son extrémité supérieure sur un épaulement du support tubulaire 33.

Le ressort 38 est taré de manière à assurer le rappel de la tige 32 et de l'olive 37a solidaire de la tige 37 dans une position basse représentée sur la figure 6 dans laquelle l'olive 37a assure l'écartement des doigts 35.

En alimentant en fluide moteur le vérin pneumatique 28, on assure le déplacement de la tige de manœuvre 32 et de l'olive 37a solidaire de la tige 37 vers le haut dans la direction axiale en comprimant le ressort 38, de manière que l'olive 37a, en position haute, assure le rapprochement maximal des doigts 35, comme représenté sur la figure 5.

Dans cette position rapprochée, les doigts 35 peuvent être introduits dans une ouverture de préhension telle que l'ouverture 24 d'un moyen de guidage 18 analogue à l'ouverture du pommeau d'une grappe de commande du réacteur nucléaire.

En relâchant la pression d'actionnement du vérin 28, on assure le déplacement de la tige 32, de la tige 37 et de l'olive 37a dans la direction axiale et vers le bas, sous l'effet du ressort 38 qui avait été comprimé lors du déplacement vers le haut de la tige d'actionnement 32.

5 L'olive 37a assure alors l'écartement des doigts, comme représenté sur la figure 6.

L'extrémité des doigts 35 vient alors se loger dans la partie élargie de l'ouverture 24, en-dessous de la partie médiane à faible diamètre, et assure l'accrochage du moyen de guidage 18 à l'extrémité de la perche 16.

10 On peut alors réaliser le déplacement du moyen de guidage 18 suspendu à l'extrémité de l'ensemble de préhension 30 de la perche 16. Le maintien en position accrochée du moyen de guidage 18 est assuré de manière passive par le ressort 38.

15 La manœuvre de la perche 16, depuis le poste de commande de la machine de chargement 5, au-dessus du niveau supérieur de la piscine permet de placer le moyen de guidage 18 sur la plaque de support de cœur, sur un emplacement d'assemblage de combustible, les pions 22 du moyen de guidage étant introduits dans les ouvertures d'eau traversant la plaque de support de cœur au niveau de l'emplacement d'assemblage de combustible.

20 En actionnant le vérin 28, on peut libérer les doigts 35 de l'ouverture 24 du moyen de guidage 18 et relever la perche de manœuvre 16 pour laisser en place le moyen de guidage à l'emplacement d'assemblage de combustible sur la plaque de support de cœur du réacteur nucléaire.

25 Pour effectuer ces manœuvres, le palan de levage 19 de la perche de manœuvre 16 comporte un moteur alternatif piloté par l'intermédiaire d'un variateur de vitesse qui permet un déplacement, dans la direction verticale, des moyens de guidage à mettre en place, à une vitesse d'environ 15 m par minute. Le palan de levage comporte de plus un frein de service intégré, un réducteur et un tambour à enroulement en acier inoxydable muni d'un frein
30 de sécurité. La perche de manœuvre 16 est suspendue, à l'aide de câbles en acier inoxydable et le palonnier de suspension 26 de la perche comporte un axe dynamométrique permettant d'arrêter le mouvement de la perche en cas de surcharge ou de sous-charge et lors de la dépose du moyen de gui-

dage. En outre, au moins un codeur est associé au palan de levage de la perche, pour connaître la position exacte de l'extrémité de la perche portant le moyen de guidage 18, dans la direction verticale et pour détecter une éventuelle survitesse du palan.

5 Le vérin comporte deux capteurs de position permettant de repérer l'état engagé ou désengagé des doigts 35 du grappin, les signaux des capteurs de position étant transmis au poste de commande de la machine de chargement 5.

10 La perche de manœuvre 16 présente en partie haute sensiblement le même encombrement qu'une perche de télévision utilisée habituellement sur les machines de chargement des réacteurs nucléaires afin de réutiliser les éléments de guidage existants d'une perche de télévision dans le tube 14, de sorte qu'on peut effectuer un échange entre la perche de télévision et la perche de manœuvre sur le site du réacteur nucléaire.

15 Cependant, la partie inférieure de la perche 16 présente des dimensions sensiblement plus faibles que le corps d'une perche de télévision pour permettre l'introduction dans le cœur avec un jeu suffisant entre la perche et l'assemblage combustible.

20 Les moyens de contrôle et de commande de la perche de manutention 16 des moyens de guidage 18 sont intégrés au poste de commande de la machine de chargement 5.

25 Sur la figure 7, on a représenté la surface supérieure de la plaque de support de cœur 8 du réacteur nucléaire et le cœur 6 du réacteur sous la forme d'un réseau d'emplacements à maille carrée d'assemblages de combustible 3 sur la plaque de support de cœur 8.

30 Le cœur 6 a été représenté de manière conventionnelle, pendant une opération de chargement, les emplacements 40 occupés par un assemblage de combustible déjà chargé dans le cœur étant indiqués par une croix et les emplacements 40 qui ne sont pas encore occupés par un assemblage de combustible ne comportant aucun signe d'identification.

Les emplacements 40 d'assemblages de combustible du cœur 6 du réacteur sont disposés suivant un réseau à maille carrée délimité extérieu-

rement par un contour périphérique 39 correspondant à une section transversale du cloisonnement 7 délimitant le cœur 6.

5 Le cloisonnement 7 du cœur 6 est constitué par des plaques verticales planes ayant sensiblement la hauteur du cœur disposées verticalement suivant le contour 39.

Les assemblages 3 situés à la périphérie du cœur sont en appui suivant une ou deux faces latérales sur des plaques du cloisonnement.

10 On a de plus représenté sous la forme d'un carré inscrit à l'intérieur d'un emplacement 40 et barré d'une croix un assemblage de combustible 3 en cours de chargement dans un emplacement 40 et par des carrés inscrits dans des emplacements 40 et non affectés de croix, des moyens de guidage 18 utilisés pendant le chargement de l'assemblage de combustible 3.

15 Comme il est visible sur la figure, le logement à l'intérieur du cœur, dans lequel on place l'assemblage de combustible 3, dont l'emplacement 40a constitue la section transversale dans le plan de la plaque de support de cœur 8, est délimité sur deux côtés adjacents par deux faces latérales d'assemblage de combustible dans des positions voisines du logement dans lequel on réalise le chargement de l'assemblage de combustible, ces faces latérales d'assemblages de combustible voisins étant perpendiculaires entre
20 elles.

Les deux autres côtés du logement dans lequel on charge l'assemblage de combustible 3 ne sont pas occupés par des faces latérales d'assemblages de combustible.

25 Le chargement du cœur du réacteur nucléaire est réalisé suivant des diagonales successives et parallèles entre elles telles que 41a, 41b, et 41c, de telle sorte que, lors du chargement d'un assemblage de combustible quelconque, le logement de réception de l'assemblage de combustible est toujours fermé sur deux côtés par des faces s'étendant de manière sensiblement continue sur toute la hauteur du cœur et ouvert sur ses deux autres
30 côtés.

Dans le cas du chargement des assemblages 3 suivant la diagonale 41a, chacun des logements de chargement d'un assemblage de combustible est délimité sur deux côtés par deux faces perpendiculaires entre elles

s'étendant sur toute la hauteur du cœur, constituées par deux parties de plaques du cloisonnement perpendiculaires entre elles.

5 Dans le cas du chargement des assemblages de combustible suivant les diagonales suivantes 41b, 41c, les logements dans lesquels sont introduits les assemblages de combustible sont délimités sur deux faces perpendiculaires entre elles soit par deux parties de plaque de cloisonnement, soit par une partie de plaque de cloisonnement et une face d'assemblage de combustible, soit par deux faces latérales d'assemblages de combustible.

10 Le chargement est effectué dans un premier sens pour une première diagonale et dans le sens opposé pour la diagonale suivante, comme représenté par exemple par les flèches à l'extrémité des lignes 41a, 41b et 41c.

15 Dans tous les cas, pendant le chargement du cœur 6 du réacteur nucléaire, chacun des logements dans lesquels on vient placer un assemblage de combustible 3 est fermé sur deux côtés par des faces de cloisonnement ou d'assemblages de combustible contenant des faces limitatives s'étendant de manière sensiblement continue suivant toute la hauteur du cœur et ouvert sur ses deux autres côtés, chacun des logements d'assemblage de combustible ayant bien entendu une forme analogue à la forme d'un assemblage de combustible, c'est-à-dire une forme prismatique droite à section carrée.

20 On va maintenant décrire les opérations de chargement d'un assemblage de combustible 3 dans un logement d'assemblage de combustible du cœur situé à la verticale de l'emplacement 40a représenté sur la figure 7, à l'intérieur d'une rangée d'emplacements 41h disposés suivant une diagonale parallèle aux diagonales 41a, 41b et 41c.

25 La rangée diagonale 41h a été remplie d'assemblages de combustible 3 jusqu'à l'emplacement 40a, le logement correspondant de l'assemblage de combustible 3 à charger étant délimité sur deux côtés par des faces d'assemblages de combustibles voisins du logement dans lequel on réalise le chargement de l'assemblage de combustible 3.

30 Lors d'opérations préalables au rechargement du cœur 6 du réacteur nucléaire, on a placé sur un stand de stockage dans le fond de la piscine 2

du réacteur, deux moyens de guidage 18 qui seront utilisés lors de chacune des opérations de chargement d'un assemblage de combustible tel que 3.

Avant de réaliser la dépose de l'assemblage de combustible, cet assemblage de combustible 3 pouvant être fixé au mât de chargement 10 de la machine de chargement 5, on met en place deux moyens de guidage 18 dans des emplacements d'assemblages de combustible entourant l'emplacement 40a sur lequel on doit réaliser la dépose d'un assemblage de combustible 3, de manière à guider l'embout inférieur 9b de l'assemblage de combustible sur ses quatre faces latérales lors de la dépose de l'assemblage sur la plaque de support de cœur. Pour cela, on utilise la perche de manutention 16 des moyens de guidage dont le fonctionnement est indépendant du fonctionnement du mât de chargement d'assemblages de combustible.

En réalité, on verra par la suite qu'il suffit en général, à chaque étape de chargement d'un assemblage de combustible, de déplacer un seul moyen de guidage 18 d'un emplacement d'assemblage de combustible à un autre pour délimiter l'emplacement de chargement d'un assemblage de combustible au-dessus de la plaque de support de cœur 8.

La partie des moyens de guidage 18 en saillie au-dessus de la plaque de support de cœur 8 après introduction des pions 22 à l'intérieur des trous de passage d'eau de la plaque de support de cœur correspond à la hauteur de l'enveloppe 20, cette hauteur étant très faible par rapport à la hauteur totale du cœur. C'est ainsi que dans le cas d'un cœur de réacteur nucléaire refroidi par de l'eau sous pression constitué par des assemblages d'une hauteur de l'ordre de 4 à 5 mètres selon les réacteurs, la hauteur de l'enveloppe des moyens de guidage 18 est inférieure à 20 cm, c'est-à-dire inférieure à 5 % de la hauteur totale du cœur.

Après avoir mis en place les dispositifs de guidage 18 dans les deux positions requises autour de l'emplacement 40a, on positionne la machine de chargement, de manière que son axe vertical de déplacement de l'assemblage de combustible soit sensiblement décalé par rapport à l'axe vertical de l'emplacement 40a de l'assemblage de combustible sur la plaque supérieure du cœur, dans une direction horizontale parallèle à la plaque 8, à

l'opposé des deux faces d'assemblages de combustible délimitant le logement de l'assemblage de combustible 3 à charger.

Le décalage de l'axe de déplacement vertical de la machine de chargement est d'environ 10 cm par rapport aux deux faces délimitant le logement de manière que, lors de la descente de l'assemblage de combustible dans le cœur du réacteur nucléaire, les deux faces de l'assemblage de combustible en cours de chargement se trouvent à une certaine distance en vis-à-vis des deux faces du logement constitué par des faces d'assemblages de combustible voisins, ce qui permet d'éviter tout choc ou tout frottement de l'assemblage de combustible.

Il est alors possible d'assurer la descente de l'assemblage de combustible 3 à une première vitesse rapide à l'intérieur de la cuve du réacteur nucléaire, par exemple à une vitesse de 15 mètres par minute.

On arrête la descente de l'assemblage de combustible à vitesse rapide, au plus tard lorsque l'embout inférieur 9b est parvenu à une distance verticale au-dessus de la plaque de support de cœur égale à 5 % de la hauteur du cœur, c'est-à-dire au niveau de la partie supérieure des moyens de guidage 18. On déplace alors l'assemblage de combustible dans une direction sensiblement horizontale, pour disposer son axe vertical suivant l'axe de sa position de chargement dans le cœur du réacteur nucléaire. On reprend alors la descente verticale de l'assemblage de combustible à une seconde vitesse inférieure à la première, ou vitesse lente, qui peut être par exemple de 1,2 mètre par minute.

Lorsque l'embout inférieur 9b de l'assemblage de combustible parvient dans la zone occupée par les moyens de guidage 18, légèrement au-dessus de la surface supérieure de la plaque de support de cœur 8, l'embout inférieur de l'assemblage de combustible peut entrer en contact avec les faces inclinées des moyens de guidage 18 dirigées vers le logement de l'assemblage de combustible en cours de chargement. Ces faces inclinées assurent un guidage du pied de l'assemblage de combustible, aussi bien dans la direction axiale verticale que dans deux directions horizontales respectivement perpendiculaires aux deux faces des assemblages voisins de l'assemblage 3 en cours de chargement et exercent des forces repoussant

le pied de l'assemblage de combustible vers l'intérieur de l'emplacement 40a. L'embout inférieur est guidé, pendant cette phase, aussi bien par les moyens de guidage 18 que par les embouts d'assemblages adjacents (ou des parties du cloisonnement suivant la position de chargement).

5 L'embout inférieur de l'assemblage de combustible 3, pourvu que cet assemblage de combustible soit correctement orienté vient se placer sur l'emplacement 40a, de telle sorte que les ouvertures de l'embout s'engagent sur les pions de centrage et de positionnement correspondants de la plaque de support de cœur 8.

10 Le chargement d'un assemblage de combustible par le procédé selon l'invention est donc réalisé de manière rapide et avec une très grande sûreté d'exécution.

Il est à remarquer que le déplacement de l'assemblage de combustible dans la direction verticale, pour sa descente sur la plaque de support de cœur, n'est gêné par aucun élément adjacent du fait que ses faces dirigées vers les assemblages de combustible voisins sont éloignées d'une distance suffisante résultant du décalage des axes (par exemple 10 cm) et que les deux autres faces de l'assemblage de combustible sont disposées sur des côtés du logement qui ne sont pas fermés.

20 Une telle descente de l'assemblage de combustible avec un axe sensiblement décalé par rapport à la position de l'axe de son logement est appelée chargement en "grand décalé".

25 Le chargement de l'assemblage de combustible par rangées disposées suivant des diagonales du réseau carré, successivement dans un sens et dans l'autre, est appelé chargement "en serpent".

Après le chargement de l'assemblage de combustible 3 dans le logement à l'aplomb de l'emplacement 40a, on effectue le chargement d'un assemblage de combustible dans le logement voisin suivant la diagonale 41h à l'aplomb de l'emplacement 40b sur la plaque supérieure de cœur 8.

30 Il est à remarquer que l'un des côtés de l'emplacement 40b est déjà bordé par un dispositif de guidage 18 et qu'il suffit de déplacer le second dispositif de guidage 18 utilisé précédemment.

Pour cela, on réalise, dans un premier temps, la remontée du mât 10 de chargement d'assemblages de combustible à l'intérieur du tube de la machine de chargement et on fait descendre et on déplace latéralement la perche de manutention 16 des moyens de guidage 18 de manière simultanée pour venir prendre en charge le moyen de guidage 18 à déplacer.

On soulève le moyen de guidage 18 pris en charge à une hauteur permettant son passage au-dessus du second moyen de guidage 18 laissé en place sur la plaque de support du cœur et on déplace le moyen de guidage 18 pris en charge jusqu'à sa nouvelle position adjacente à l'emplacement 40b. Les déplacements horizontaux d'un emplacement à un autre sont réalisés à l'aide de la machine de chargement. On réalise ensuite la dépose du moyen de guidage pris en charge sur l'emplacement libre voisin de l'emplacement 40b.

Après libération du moyen de guidage dans sa nouvelle position, on remonte la perche de manutention à l'intérieur du tube de guidage de la machine de manutention et on déplace la machine de chargement du combustible jusqu'à une zone de prise en charge d'un assemblage de combustible dont on assure ensuite la dépose dans le logement à l'aplomb de l'emplacement 40b de la manière qui a été décrite en ce qui concerne la dépose d'un assemblage de combustible 3 dans le logement à l'aplomb de l'emplacement 40a.

On poursuit les opérations de chargement suivant la ligne 41h jusqu'à l'extrémité de la rangée puis on effectue le chargement de la rangée suivante, de direction diagonale, dans un sens opposé.

Dans certaines positions, à l'extrémité des rangées, il peut être nécessaire de déplacer les deux dispositifs de guidage pour assurer le chargement du premier ou du deuxième assemblage de combustible d'une rangée.

Le procédé suivant l'invention permet donc de réaliser rapidement et de manière très sûre le chargement complet du cœur d'un réacteur nucléaire, par des manœuvres entraînant une indisponibilité minimale de la machine de chargement.

Sur les figures 8 et 9, on a représenté un second mode de réalisation du dispositif permettant de mettre en œuvre le procédé suivant l'invention.

Les éléments correspondants sur la figure 1 relative au premier mode de réalisation et sur les figures 8 et 9 relatives au second mode de réalisation portent les mêmes repères.

Dans le cas du second mode de réalisation, la perche 16 de manutention des moyens de guidage 18 déplacée dans la direction verticale par le treuil 19 est portée par un chariot 43 qui se déplace sur un second pont roulant 42 monté lui-même mobile sur les mêmes rails que le premier pont roulant 12 de la machine de manutention 5 fixés sur les parties d'extrémité supérieure des parois 4 de la piscine 2.

De ce fait, les déplacements de la perche de manutention 16 des moyens de guidage 18 peuvent être réalisés indépendamment des déplacements de la machine de chargement 5, ce qui permet de mettre en place les moyens de guidage 18 des assemblages de combustible sur la plaque de support de cœur 8 du réacteur sans rendre indisponible la machine de chargement.

De ce fait, pendant les opérations de pose d'un moyen de guidage 18 (ou de deux moyens de guidage 18) préalablement au chargement d'un assemblage de combustible 3, on peut réaliser en temps masqué la prise en charge de l'assemblage de combustible par la machine de chargement. La réalisation des opérations de mise en place des moyens de guidage 18 en temps masqué pendant les déplacements de la machine de chargement, compte tenu des vitesses retenues pour réaliser les différents déplacements de la machine de chargement et du pont et du chariot de déplacement de la perche de manutention des moyens de guidage 18 permet d'accélérer le rechargement du cœur.

De plus, le pont de manutention et le chariot de déplacement de la perche de manutention des moyens de guidage peuvent être utilisés pour le déplacement et la mise en œuvre de différents outillages et en particulier d'un outil de connexion et de déconnexion des tiges de commande des grappes de réglage de la réactivité dans le cœur du réacteur nucléaire. Dans ce cas, après le rechargement du cœur, on dépose les moyens de guidage

18 sur leur stand de stockage dans le fond de la piscine et on démonte la perche de manutention 16 des moyens de guidage pour la déposer sur un stand de stockage prévu dans la piscine du réacteur.

5 On monte sur le second pont roulant 42 et le chariot 43 l'outil de connexion et de déconnexion des tiges de commande des grappes du réacteur nucléaire.

10 Le stockage du second pont roulant 42 de la perche de manutention 16 est réalisé, comme représenté sur la figure 9, dans une zone de stockage située au voisinage du stand 44 de stockage des équipements internes supérieurs du réacteur nucléaire.

Dans tous les cas, le procédé et le dispositif suivant l'invention permettent de réaliser, de manière très rapide et très sûre, le chargement du cœur d'un réacteur nucléaire.

15 L'invention ne se limite pas strictement au mode de réalisation qui a été décrit.

C'est ainsi que les moyens de guidage de l'assemblage de combustible et la perche de manutention de ces moyens de guidage peuvent être réalisés sous une forme différente de celle qui a été décrite.

20 Le chargement du cœur du réacteur nucléaire peut également être réalisé suivant une séquence différente de celle qui a été décrite qui présente l'avantage de ne nécessiter qu'un nombre de déplacements minimal des moyens de guidage.

25 De manière générale, l'invention s'applique au chargement du cœur de tout réacteur nucléaire refroidi par de l'eau comportant des assemblages de combustible de forme prismatique à section carrée disposés de manière juxtaposée dans le cœur du réacteur nucléaire suivant un réseau à mailles carrées.

REVENDICATIONS

1.- Procédé de chargement du cœur d'un réacteur nucléaire refroidi par de l'eau avec des assemblages de combustible (3) de forme prismatique droite à section carrée disposés avec leurs axes verticaux suivant toute la hauteur du cœur (6), juxtaposés suivant leurs faces latérales et comportant chacun un embout inférieur (9b) ayant quatre faces latérales, destiné à venir reposer sur une plaque de support de cœur (8) horizontale traversée par des ouvertures (11) de passage d'eau de refroidissement et comportant des moyens de positionnement d'un assemblage de combustible en regard de chacune d'un ensemble de positions d'assemblage de combustible (3) du cœur (6), le chargement étant réalisé, depuis le niveau supérieur d'une piscine (2) du réacteur dans laquelle débouche une partie supérieure d'une cuve (1) du réacteur nucléaire renfermant le cœur (6), ouverte et remplie d'eau, par déplacement dans la direction verticale et vers le bas au moyen d'une machine de chargement (5), de chacun des assemblages de combustible (3) du cœur (6) en position verticale, successivement, pour placer chaque assemblage de combustible dans une position d'assemblage à l'intérieur du cœur (6) ayant un axe vertical de positionnement de l'assemblage et délimitée par au moins une surface limitative s'étendant sensiblement sur toute la hauteur du cœur, caractérisé par le fait :

- qu'on met en place, avant le chargement d'un assemblage de combustible (3), dans au moins une position d'assemblage adjacente à la position de l'assemblage (3) dont on effectue le chargement, au moins un moyen de guidage (18) de l'embout inférieur (9b) de l'assemblage de combustible, de manière à guider l'embout inférieur (9b) suivant ses quatre faces latérales pour le déposer sur la plaque de support de cœur (8), le moyen de guidage (18) ayant une hauteur inférieure à 5 % de la hauteur du cœur, au-dessus de la plaque de support de cœur (8) et étant engagé dans des ouvertures (11) de passage d'eau pour son positionnement et son immobilisation,

- qu'on déplace l'assemblage de combustible dans la direction verticale et vers le bas à une première vitesse suivant un axe vertical décalé dans une direction parallèle à la plaque de support de cœur (8), par rapport à l'axe vertical de positionnement (40a, 40b) de l'assemblage de combusti-

ble dans le cœur (6), de manière à le maintenir éloigné de l'au moins une surface limitative pendant le déplacement,

5 - qu'on arrête le déplacement vertical à la première vitesse de l'assemblage de combustible (3) au plus tard lorsque l'embout inférieur (9b) de l'assemblage de combustible (3) est parvenu à une distance verticale de la plaque de support de cœur (8) égale à 5 % de la hauteur du cœur (6),

- qu'on déplace l'assemblage de combustible (3) sensiblement horizontalement pour placer son axe suivant l'axe de positionnement de l'assemblage dans le cœur (6) du réacteur nucléaire,

10 - qu'on déplace l'assemblage de combustible (3), dans la direction verticale et vers le bas, à une seconde vitesse inférieure à la première, pour le déposer sur la plaque de support de cœur (8), l'embout inférieur (9b) de l'assemblage de combustible (3) étant alors guidé sur ses quatre faces latérales.

15 2.- Procédé suivant la revendication 1, dans le cas du chargement d'un cœur (6) de réacteur nucléaire dont les assemblages de combustible (3) reposent sur la plaque de support de cœur (8) en des emplacements (40) disposés suivant un réseau à mailles carrées, caractérisé par le fait que le chargement des assemblages de combustible (3) dans le cœur du réacteur nucléaire est réalisé suivant des lignes diagonales (41a, 41b, 41c, 41h) du réseau à mailles carrées des emplacements (40) de chargement de la plaque de support de cœur (8), chacun des assemblages de combustible (3) étant chargé de manière que son embout supérieur vienne en appui sur un emplacement (40a, 40b) disposé suivant une ligne diagonale à la suite de l'emplacement de chargement d'un assemblage précédent et qu'on déplace, 20 suivant une ligne diagonale parallèle et voisine de la ligne diagonale suivant laquelle on réalise le chargement, l'au moins un moyen de guidage (18), entre deux opérations de chargement d'un assemblage de combustible (3).

3.- Procédé suivant la revendication 2, caractérisé par le fait qu'on 30 réalise le chargement suivant les lignes diagonales (41a, 41b, 41c, 41h) parallèles entre elles, successivement, dans un sens puis dans l'autre.

4.- Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que la première vitesse de déplacement vertical de l'as-

semblage de combustible suivant l'axe vertical décalé est de l'ordre de 15 m/minute.

5.- Dispositif de chargement du cœur d'un réacteur nucléaire refroidi par de l'eau avec des assemblages de combustible (3) de forme prismatique droite à section carrée disposés avec leurs axes verticaux suivant toute la hauteur du cœur (6), juxtaposés suivant leurs faces latérales et comportant chacun un embout inférieur (9b) destiné à venir reposer sur une plaque de support de cœur (8) horizontale traversée par des ouvertures (11) de passage d'eau de refroidissement et comportant des moyens de positionnement d'un assemblage de combustible en regard de chacune d'un ensemble de positions d'assemblage de combustible (3) du cœur (6), le chargement étant réalisé, depuis le niveau supérieur d'une piscine (2) du réacteur dans laquelle débouche une partie supérieure d'une cuve (2) du réacteur nucléaire renfermant le cœur (6), ouverte et remplie d'eau, par déplacement dans la direction verticale et vers le bas au moyen d'une machine de chargement (5), de chacun des assemblages de combustible (3) du cœur (6) en position verticale, successivement, pour placer chaque assemblage combustible dans une position de chargement à l'intérieur du cœur (6) délimitée par au moins une surface limitative sensiblement continue sur toute la hauteur du cœur et comportant un axe de chargement vertical, caractérisé par le fait qu'il comporte :

- au moins un moyen de guidage (18) de l'embout inférieur (9b) d'un assemblage de combustible (3) comportant une enveloppe (20) au moins partiellement de forme pyramidale à base carrée, une plaque de support sur laquelle est fixée l'enveloppe de forme carrée ayant la dimension de la section transversale d'un assemblage de combustible (3) sur laquelle sont fixés en saillie, dans une direction opposée à l'enveloppe (20) de forme pyramidale, au moins deux pions de positionnement (22) dans une ouverture (11) de passage d'eau traversant la plaque de support de cœur (8) et une pièce de préhension et de levage (23) solidaire de l'enveloppe (20) dans une disposition opposée suivant l'axe de l'enveloppe pyramidale (20) à la plaque de base (21) ayant une ouverture de préhension (24), suivant l'axe de l'enveloppe pyramidale (20),

- une perche de manutention comportant des moyens manœuvrables à distance de préhension d'un moyen de guidage (18) à l'aide de doigts de préhension d'un grappin, par l'intermédiaire de l'ouverture (24) de la pièce de préhension (23) du moyen de guidage (18),

5 - des moyens de déplacement (19) de la perche de manutention (16) dans la direction verticale,

- des moyens de déplacement (12, 13, 42, 43) de la perche de manutention dans un plan horizontal suivant deux directions perpendiculaires entre elles, disposés au-dessus du niveau de la piscine (2) et des moyens de commande à distance des doigts de manutention (35) du grappin de la perche de manutention pour la prise et le relâchement d'un moyen de guidage (18).

10

6.- Dispositif suivant la revendication 5, caractérisé par le fait que la perche de manutention (16) des moyens de guidage (18) présente en partie haute des dimensions analogues à ceux d'une perche de télévision de la machine de chargement, de manière à pouvoir être échangée avec la perche de télévision sur le site du réacteur nucléaire.

15

7.- Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 5 et 6, caractérisé par le fait que la perche de manutention (16) comporte un ensemble de préhension (30) ayant un support tubulaire (33) sur lequel sont montés pivotants des doigts de préhension (35) d'un grappin et dans lequel est montée coulissante une tige d'actionnement (32) d'un vérin de manœuvre (28) du grappin de la perche de manutention solidaire, à l'une de ses extrémités, d'une olive (37a) d'actionnement des doigts (35) pour leur déplacement entre une position rapprochée et une position écartée de prise, par déplacement de la tige d'actionnement (32) du vérin dans la direction axiale.

20

25

8.- Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 5 à 7, caractérisé par le fait que les moyens de déplacement de la perche de manutention (16) des moyens de guidage (18) dans un plan horizontal suivant deux directions perpendiculaires entre elles sont constitués par un pont roulant (12) et un chariot (13) à déplacements croisés d'une machine de chargement (5) comportant un mât de chargement (10) d'assemblages de combustible (3), la perche de manutention (16) étant montée mobile dans la di-

30

rection verticale à l'intérieur d'un tube de guidage (14) du mât de chargement (10) de la machine de chargement (5) et reliée à un treuil (19) de déplacement dans la direction verticale solidaire du chariot (13) de la machine de chargement (5).

- 5 9.- Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 5 à 7, caractérisé par le fait que les moyens de déplacement de la perche de manutention (16) dans un plan horizontal suivant deux directions perpendiculaires entre elles sont constitués par un second pont roulant (42) indépendant d'un premier pont roulant (12) d'une machine de chargement (5) du réacteur nucléaire mobile sur des rails de déplacement situés au-dessus du niveau supérieur de la piscine (2) du réacteur nucléaire et un chariot (43) indépendant de la machine de chargement (5), monté mobile sur la poutre du second pont roulant (42) dans une direction perpendiculaire à la direction de déplacement du second pont roulant (42).
- 10

1/6

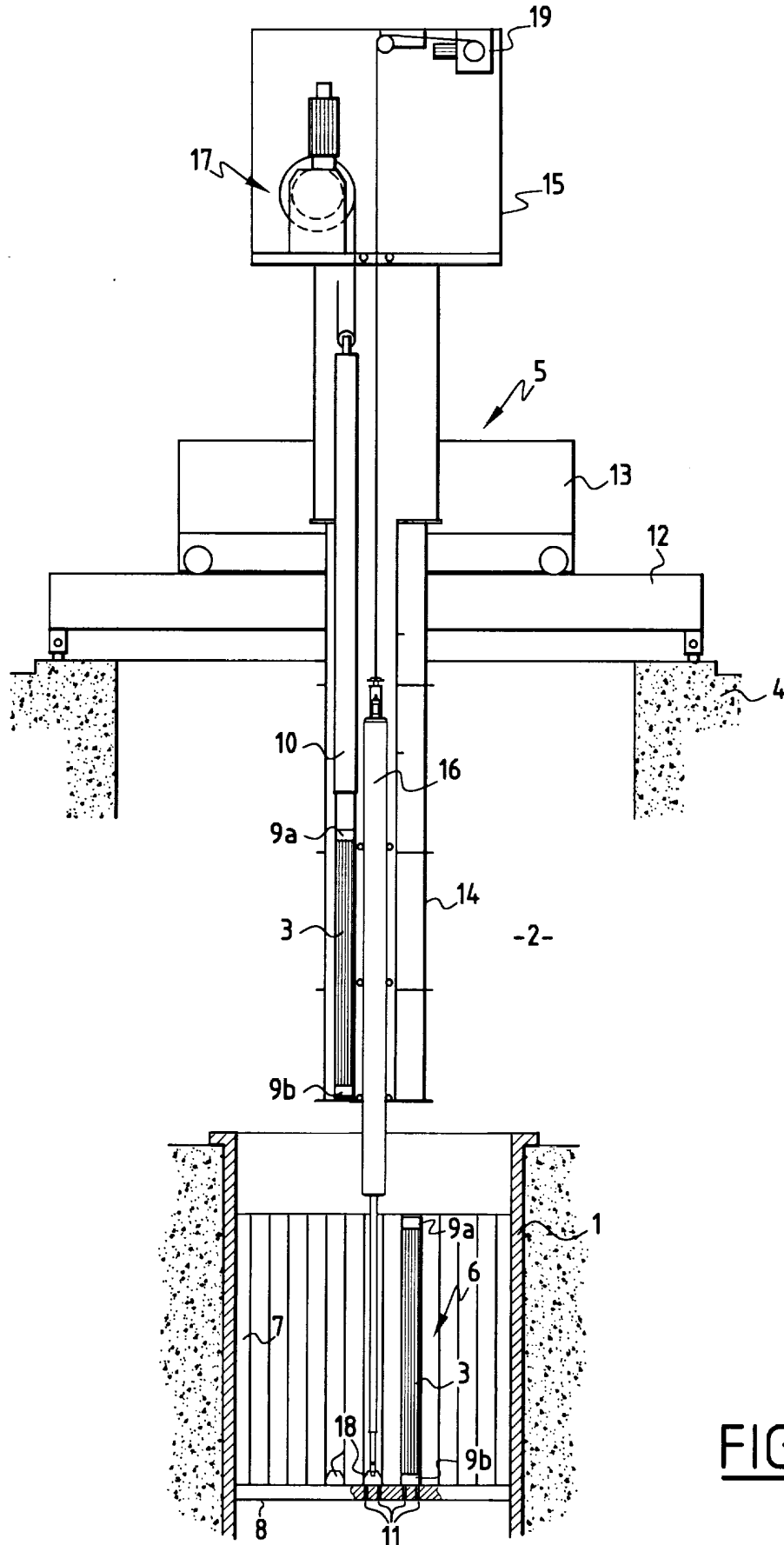


FIG. 1

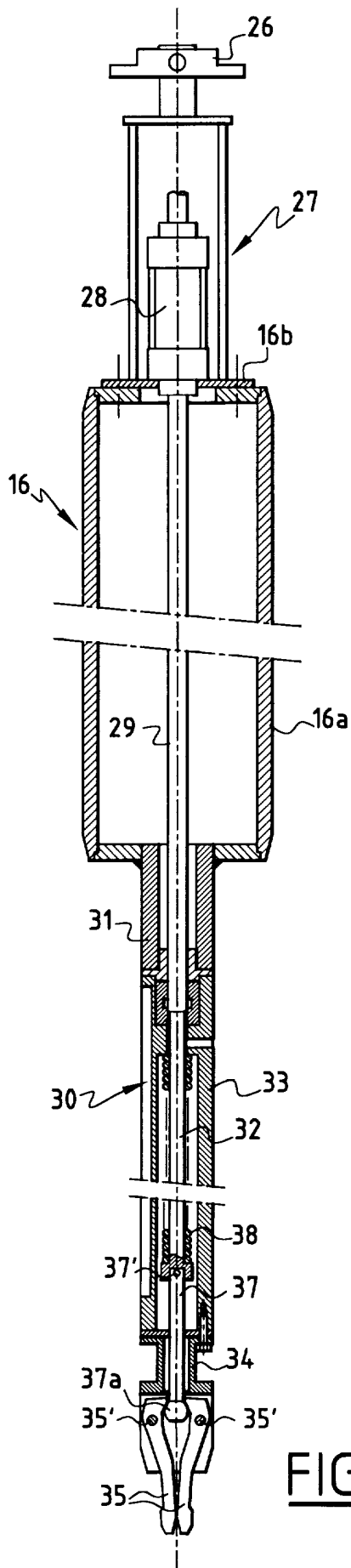


FIG. 5

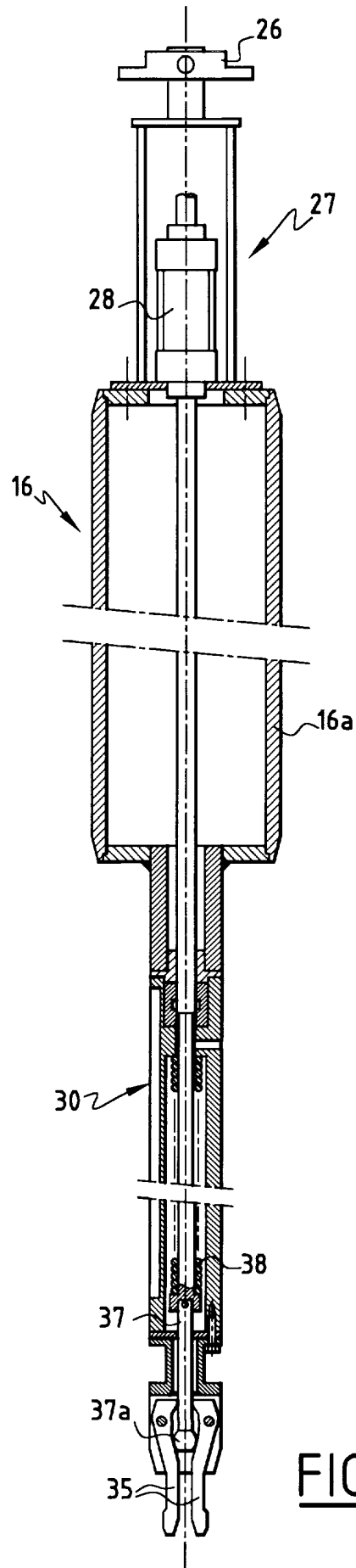


FIG. 6

4/6

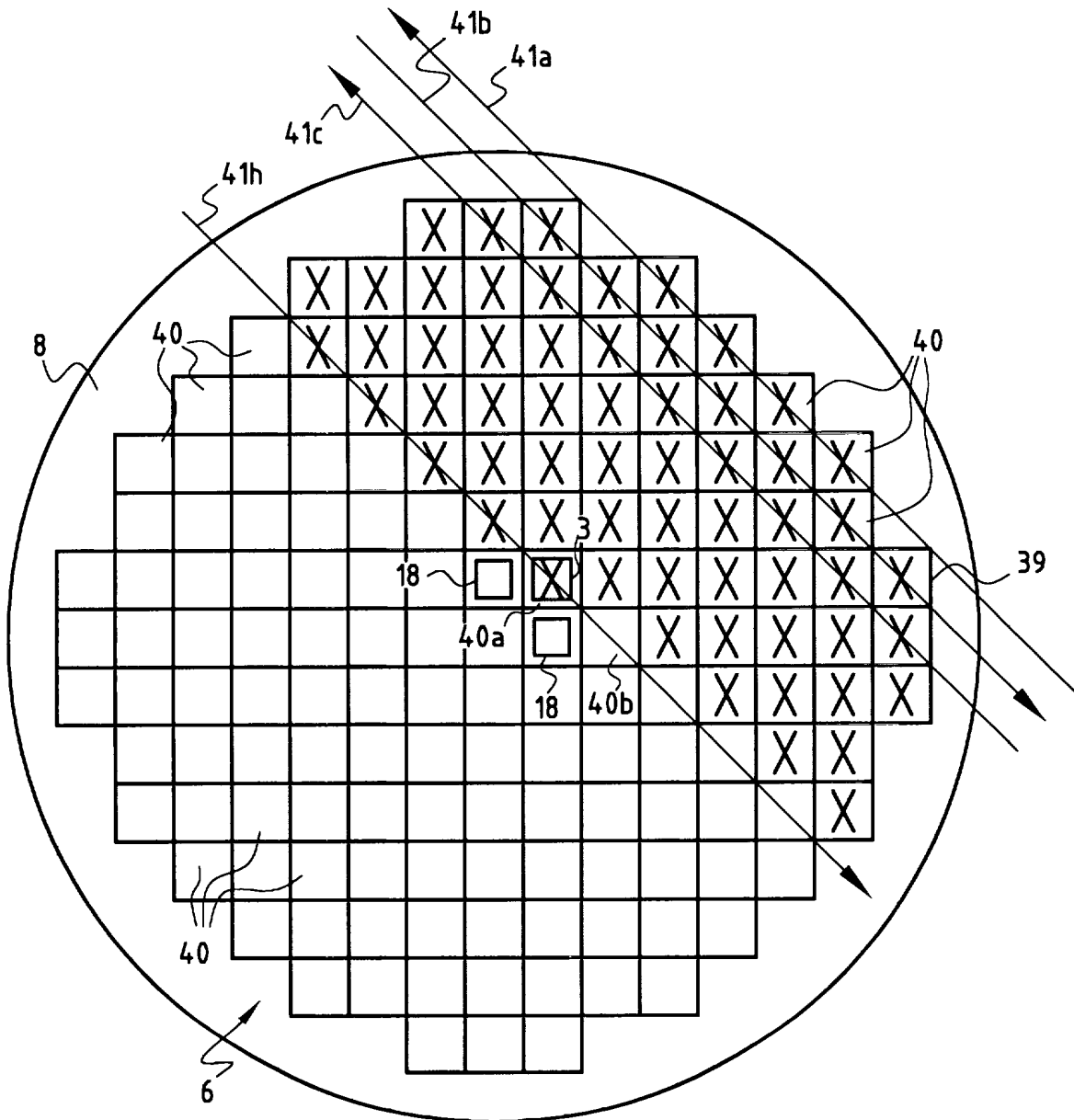


FIG. 7

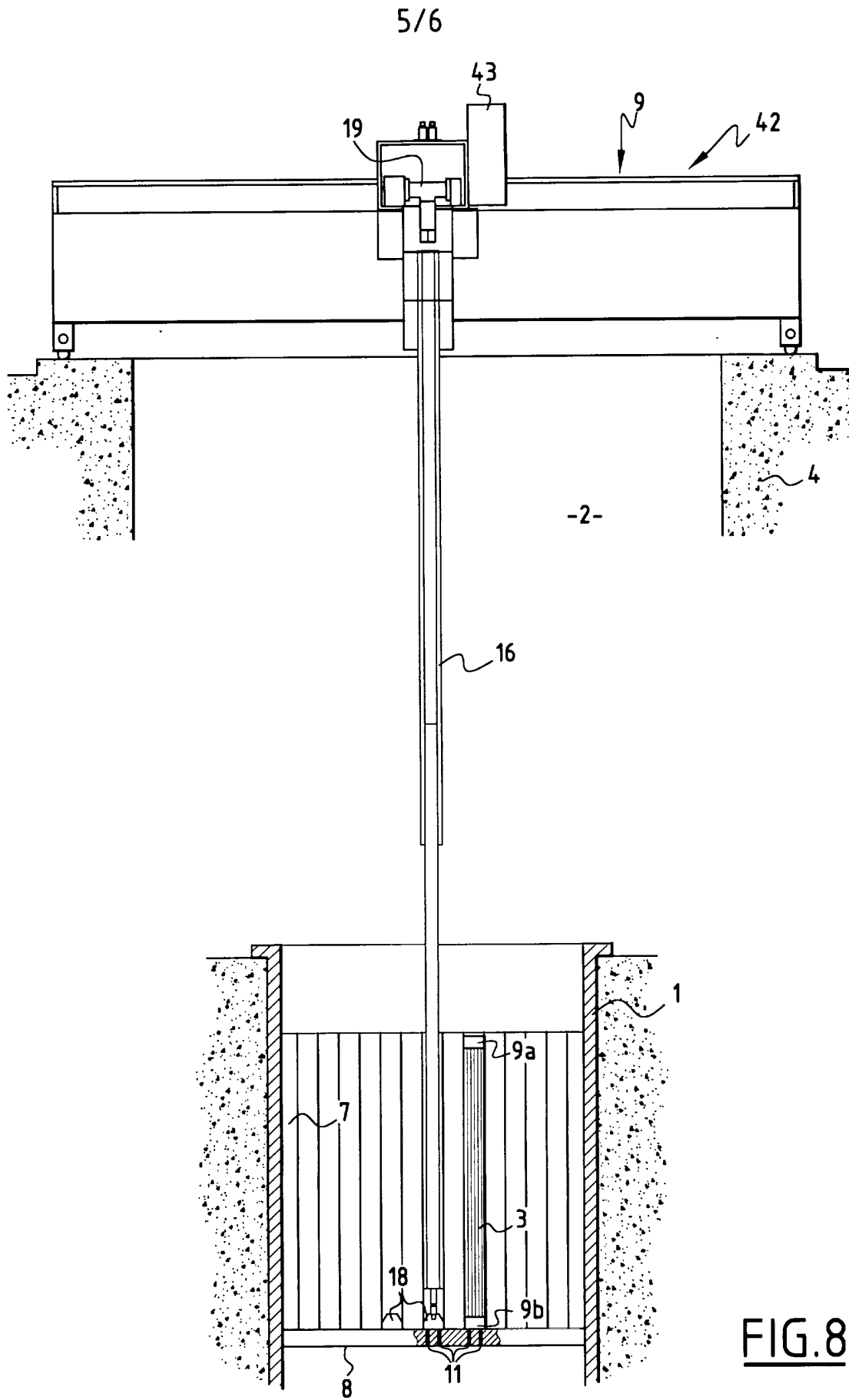


FIG. 8

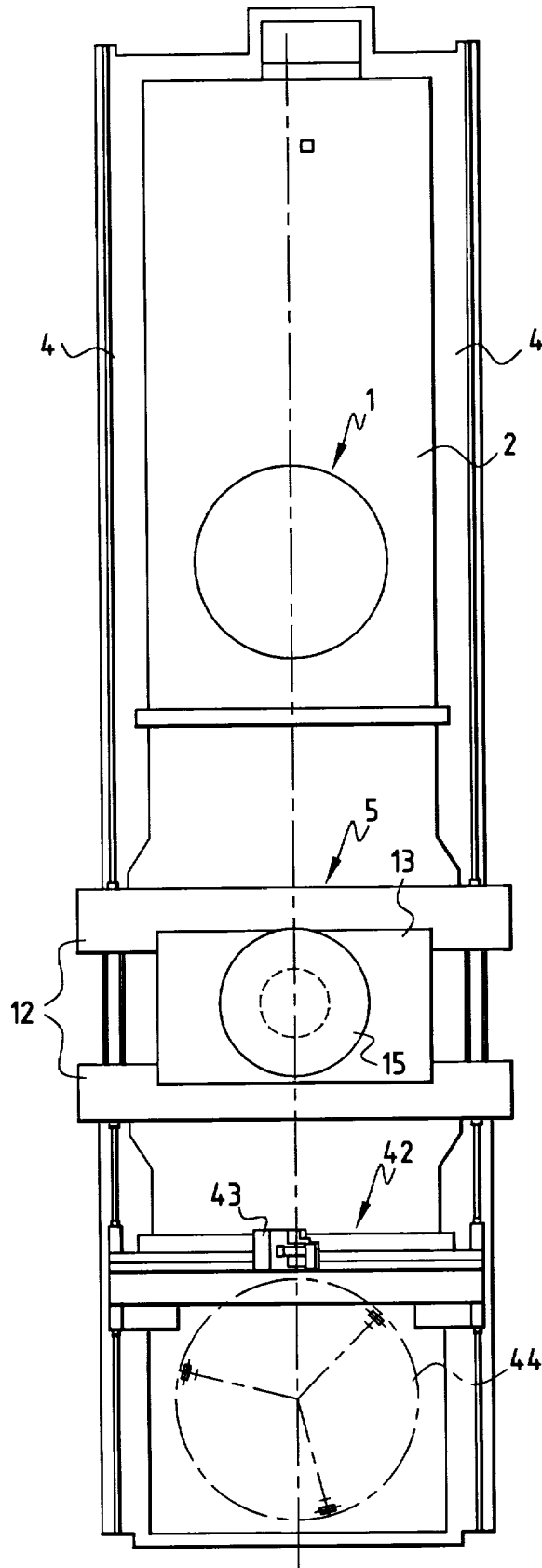


FIG. 9



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

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

2808615

N° d'enregistrement
national

FA 591768
FR 0005729

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	US 5 898 745 A (PUGH ANTHONY A ET AL) 27 avril 1999 (1999-04-27) * colonne 2, ligne 66 - colonne 4, ligne 53; figures 1-3 *	1,2,5	G21C19/14
A	US 4 676 945 A (BARKHURST DAVID J) 30 juin 1987 (1987-06-30) * colonne 3, ligne 34 - colonne 5, ligne 2; figures 1-6 *	1,2,5	
A	FR 2 614 128 A (ELECTRICITE DE FRANCE) 21 octobre 1988 (1988-10-21) * page 5, ligne 6 - page 17, ligne 27; figures 1-17 *	1,2,5,8	
A	EP 0 620 561 A (REEL SA) 19 octobre 1994 (1994-10-19) * colonne 4, ligne 34 - colonne 7, ligne 57; figures 1-14 *	1-3,5,8	
A	US 5 737 377 A (MEUSCHKE ROBERT E ET AL) 7 avril 1998 (1998-04-07) * revendications 1,2,11,12,18; figures 1,2,9,10,12,13 *	1,5,6,8	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 02, 31 mars 1995 (1995-03-31) & JP 06 324187 A (FUJI ELECTRIC CO LTD), 25 novembre 1994 (1994-11-25) * abrégé *	7	G21C
D,A	EP 0 220 117 A (FRAMATOME SA ;COGEMA (FR)) 29 avril 1987 (1987-04-29) * page 4, ligne 32 - page 9, colonne 7; figures 1-10 *	1,5,8	
-/--			
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
17 novembre 2000		Deroubaix, P	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**
établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

2808615

N° d'enregistrement
national

FA 591768
FR 0005729

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
D, A	FR 2 652 942 A (ELECTRICITE DE FRANCE) 12 avril 1991 (1991-04-12) * page 5, ligne 22 - page 17, ligne 34; figures 1-8 * -----	1,5	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		17 novembre 2000	Deroubaix, P
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>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</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons</p> <p>& : membre de la même famille, document correspondant</p>			

1

EPO FORM 1503 12.98 (P04C14)