

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 80 12581**

(54) Dispositif de cloisonnement du cœur d'un réacteur nucléaire.

(51) Classification internationale (Int. Cl.<sup>3</sup>). G 21 C 3/30, 13/00.

(22) Date de dépôt..... 6 juin 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 50 du 11-12-1981.

(71) Déposant : FRAMATOME, société anonyme, résidant en France.

(72) Invention de : Jean-Luc Leroy.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Lucien Bouget, Creusot-Loire,  
15, rue Pasquier, 75008 Paris.

L'invention concerne un dispositif de cloisonnement du coeur d'un réacteur nucléaire constitué par des assemblages prismatiques juxtaposés à l'intérieur d'une enveloppe limitant latéralement un espace entourant le coeur dans lequel circule un liquide de refroidissement dans la direction  
5 longitudinale des assemblages.

Dans les réacteurs nucléaires,  
en particulier dans les réacteurs nucléaires à eau sous pression, le coeur du réacteur constitué par un ensemble d'assemblages prismatiques, généralement à section carrée et disposé verticalement, est parcouru par un liquide de refroidissement tel que l'eau sous pression, dans  
10 la direction longitudinale des assemblages pour le refroidissement de ceux-ci et le transfert de la chaleur du coeur vers les générateurs de vapeur.

Les assemblages combustibles sont généralement constitués par un  
15 ensemble de tubes renfermant la matière fissile réunis sous forme d'un faisceau grâce à des grilles de maintien transversales par rapport aux tubes constituant l'assemblage.

L'ensemble du coeur est disposé dans une jupe enveloppe qui est généralement de forme cylindrique comme la cuve qui contient le coeur et ses équipements annexes baignant dans le liquide de refroidissement. Cette  
20 enveloppe doit être écartée des assemblages du coeur pour diminuer les effets néfastes de l'irradiation sur le matériau qui la constitue. D'autre part, l'ensemble des assemblages constituant le coeur présente une section transversale de forme irrégulière comportant des redans qui s'inscrivent  
25 à l'intérieur de la section de la jupe enveloppe, si bien qu'il subsiste entre les assemblages périphériques et la jupe enveloppe une zone annulaire qui est vide de combustible.

Pour conserver la géométrie initiale du coeur et empêcher le refroidissant de circuler librement dans cette zone et le canaliser sur le coeur proprement dit, il est connu d'utiliser un ensemble de cloisonnement qui  
30 épouse exactement le contour du coeur.

Cet ensemble de cloisonnement est porté à une température voisine de celle du coeur avec lequel il est en contact alors que l'enveloppe cylindrique du coeur est à une température sensiblement plus basse.

35 En effet, le fluide de refroidissement ayant cédé une partie de

ses calories au fluide à vaporiser dans les générateurs de vapeur et ré-introduit dans la cuve du réacteur circule en contact avec la surface externe de l'enveloppe du coeur avant de venir en contact avec les assemblages combustibles constituant le coeur. Ce fluide recyclé est donc à une température nettement plus basse que la température du coeur. Les dispositifs de cloisonnement utilisés jusqu'ici sont constitués par des plaques de direction longitudinale dont la longueur est pratiquement égale à la hauteur du coeur reliées de façon rigide à l'enveloppe du coeur par l'intermédiaire de plaques de renfort transversales appelées conformateurs disposées à intervalles réguliers dans la direction longitudinale des plaques de cloisonnement, dans l'espace entourant le coeur.

Il est en effet nécessaire de relier de façon rigide par des éléments de grande résistance, les plaques de cloisonnement et l'enveloppe cylindrique, pour que le coeur puisse résister à des sollicitations telles que celles mises en jeu lors de séismes par exemple.

Une telle structure doit d'autre part être construite avec une grande précision dimensionnelle pour être parfaitement ajustée aux dimensions et à la forme de l'ensemble constituant le coeur du réacteur.

Des contraintes thermiques engendrées par la différence de température entre l'enveloppe du coeur et les plaques de cloisonnement prennent donc naissance dans la structure de cloisonnement reliée rigidement à l'enveloppe du coeur.

En outre, pour la réalisation de la structure de cloisonnement il est nécessaire de disposer de plaques de très grandes dimensions parfaitement usinées et ces plaques sont d'une réalisation délicate et d'un prix de revient élevé.

Le but de l'invention est donc de proposer un dispositif de cloisonnement du coeur d'un réacteur nucléaire constitué par des assemblages combustibles prismatiques juxtaposés à l'intérieur d'une enveloppe limitant latéralement un espace entourant le coeur dans lequel circule un fluide de refroidissement dans la direction longitudinale des assemblages, cependant que le cloisonnement comporte des plaques fixées sur l'enveloppe du coeur appelée conformateurs, disposées transversalement par rapport aux assemblages à intervalles réguliers dans la direction longitudinale, dans l'espace entourant le coeur et des plaques de direction longitudinale, ce dispositif de cloisonnement étant d'une construction simple utilisant des plaques longitudinales pour lesquelles un usinage de finition n'est pas nécessaire et autorisant des différences de dilatation entre l'enveloppe du coeur et le cloisonnement.

Dans ce but, les plaques de direction longitudinale sont disposées dans les espaces ménagés entre deux conformateurs successifs légèrement en retrait par rapport aux assemblages avec lesquels elles ne sont pas en contact et ces plaques sont reliées aux conformateurs avec un certain jeu  
5 dans la direction longitudinale, les conformateurs étant en appui sur les assemblages disposés à la périphérie du coeur par l'intermédiaire d'une partie de leur surface périphérique.

Afin de bien faire comprendre l'invention, on va maintenant décrire à titre d'exemple non limitatif, en se référant aux figures jointes en  
10 annexe, un mode de réalisation d'un dispositif de cloisonnement suivant l'invention dans le cas d'un réacteur nucléaire à eau sous pression.

La figure 1 représente une cuve d'un réacteur nucléaire à eau sous pression équipée d'un dispositif de cloisonnement suivant l'invention, dans une vue en coupe par un plan vertical de symétrie.

15 La figure 2 représente une vue plus détaillée d'une partie du coeur du réacteur et du dispositif de cloisonnement maintenant les assemblages.

La figure 3 représente une vue agrandie d'une partie de la figure 2.

La figure 4 représente une vue en coupe suivant A-A de la figure 3.

La figure 5 représente, dans une vue en élévation avec coupe partielle, une variante d'exécution de la liaison entre les plaques longitudinales et les conformateurs.  
20

Sur la figure 1, on a représenté schématiquement l'ensemble du réacteur, enfermé dans une cuve 1, muni de tubulures 2 et 3 respectivement pour l'entrée et la sortie du réfrigérant primaire constitué par de l'eau sous pression qui assure en fonctionnement le refroidissement du coeur 4 du réacteur.  
25

Ce coeur est composé d'assemblages combustibles 5 disposés verticalement constitués chacun d'un ensemble de crayons de matériau combustible maintenus latéralement les uns par rapport aux autres par des grilles 6  
30 disposées à différents niveaux.

Les assemblages sont de section carrée et sont juxtaposés les uns contre les autres. L'ensemble est disposé à l'intérieur d'une enveloppe cylindrique 8 qui supporte tout le coeur par l'intermédiaire d'un fond support 9. L'enveloppe de coeur 8 est suspendue à la bride supérieure de la cuve, ce qui assure le support de l'ensemble du coeur.  
35

Les tubulures d'entrée 2 de l'eau de refroidissement dans le réacteur débouchent dans la cuve 1 à l'extérieur de l'enveloppe de coeur 8. Les tubulures de sortie 3 débouchent à l'intérieur de cette enveloppe 8. La

circulation qui est établie en fonctionnement comporte ainsi un trajet descendant dans l'espace annulaire entre la cuve 1 et l'enveloppe 8, suivie d'un trajet ascendant à travers le fond support 9 et le coeur 4, le fond 9 étant percé d'ouvertures pour le passage de l'eau sous pression.

5 Sur la figure 1, on a également représenté, comme autres éléments habituels d'un réacteur nucléaire à eau sous pression, les équipements internes supérieurs 14 qui comprennent la plaque supérieure de coeur 15, les plaques 9 et 15 servant de plaques de soutien des assemblages du coeur du réacteur nucléaire.

10 La plaque supérieure 15 appuie directement sur les assemblages par le poids des équipements internes supérieurs et le serrage du couvercle de cuve. La plaque inférieure et la plaque supérieure de coeur sont percées de nombreux trous pour le centrage des assemblages combustibles et pour le passage de l'eau de refroidissement.

15 On a fait figurer en outre, d'une manière très schématique, des plaques écrans 19 qui s'étendent dans la direction longitudinale des assemblages combustibles, c'est à dire dans la direction verticale, entre les conformateurs 17 solidaires de l'enveloppe de coeur 8.

En se reportant à la figure 2, on voit de façon plus précise, le dispositif de cloisonnement, au niveau du coeur du réacteur schématisé par  
20 un seul assemblage combustible 5 reposant sur le fond support 9 et maintenu en place par la plaque supérieure de coeur 15 en appui sur des ressorts 16 par l'intermédiaire desquels s'exerce la pression de la plaque de soutien supérieure 15.

25 De façon schématique le dispositif de cloisonnement est constitué par des plaques 17 disposées horizontalement, c'est à dire transversalement par rapport à la direction longitudinale de l'assemblage et par des plaques longitudinales 19 disposées dans chacun des intervalles entre deux plaques 17 et reliées à ces plaques 17.

30 Les plaques 17 appelées conformateurs sont fixées sur l'enveloppe de coeur à l'intérieur d'embrisements 20, par vissage et soudage.

Les trous 22 traversant les conformateurs 17 permettent la circulation du fluide de refroidissement dans la direction verticale.

Les assemblages 5 disposés à la périphérie du coeur viennent en butée  
35 par l'intermédiaire de leurs plaques entretoises 6 sur les conformateurs 17 dont l'espacement vertical correspond à l'espacement entre les grilles entretoises 6 de l'assemblage.

En se reportant à la figure 3, on voit le dispositif de fixation des

plaques verticales 19 sur les conformateurs 17, chacune des plaques verticales 19 étant disposées dans un espace ménagé entre deux conformateurs 17.

5 Sur la figure 3, on a représenté un conformateur 17 a) disposé à un niveau quelconque suivant la hauteur de l'assemblage et deux conformateurs 17 b) disposés l'un à la partie supérieure et l'autre à la partie inférieure de l'assemblage, ces conformateurs constituant les parties extrêmes du dispositif de cloisonnement.

10 On voit que les plaques verticales 19 sont reliées au conformateur 17 a) en position intermédiaire par un dispositif de liaison 25 comportant une partie supérieure 26 filetée, une partie médiane 27 à faible diamètre et une partie inférieure 28 comportant un trou borgne 29 à section hexagonale dirigé suivant l'axe du dispositif 25 et un épaulement annulaire 48.

15 Le conformateur 17 a) est percé d'un trou 30 comportant deux parties à diamètre différent séparées par un épaulement sur lequel vient en appui l'épaulement 48 du dispositif 25 lors de la mise en place du cloisonnement.

20 Les plaques verticales 19 sont reliées au conformateur 17 a) par vissage de l'extrémité filetée 26 du dispositif 25 dans un trou taraudé pratiqué dans la partie inférieure de la plaque 19, disposée au dessus du conformateur 17 a).

25 Le vissage du dispositif 25 se fait en engageant un outil à section hexagonale dans le trou borgne 29. Lorsque le vissage du dispositif 25 est terminé, l'épaulement 48 est venu en appui contre le conformateur 17 a).

La plaque verticale 19 qui se trouve en dessous du conformateur 17a) comporte à sa partie supérieure un trou borgne lisse d'un diamètre tel que la plaque 19 peut venir s'engager sur la partie inférieure 28 du dispositif 25.

30 Chacune des plaques verticales 19 en position intermédiaire entre deux conformateurs 17 a) est donc maintenue contre le conformateur 17 a) disposé à sa partie inférieure par vissage de la pièce 25. En revanche, un jeu j) est maintenu entre la partie supérieure de la plaque verticale 19 et la partie inférieure du conformateur 17a) disposées au dessus de la plaque verticale 19.

35 D'autre part, lorsque la plaque 19 prend place entre deux conformateurs 17 a), sa partie inférieure reposant sur le conformateur inférieur, la partie inférieure 28 du dispositif de fixation 25 engagée dans le trou

borgne ménagé dans la plaque 19 ne vient pas en butée au fond de ce trou borgne, un certain jeu étant ménagé. De cette façon, les plaques 19 peuvent se dilater librement dans la direction verticale, c'est à dire dans la direction longitudinale des assemblages.

5 Un déplacement relatif entre les conformateurs 17 fixés rigidement sur l'enveloppe 8 et les plaques 19 faisant partie du dispositif de cloisonnement peut en effet se produire par dilatation différentielle entre l'enveloppe balayée extérieurement par un fluide à température relativement plus basse que le coeur, et les plaques 19 et l'extrémité des conformateurs qui sont en contact avec la périphérie du coeur.

10 Sur la figure 3, on voit également un dispositif de liaison 32 permettant de relier le conformateur inférieur 17 b) à la plaque verticale inférieure 19.

Le dispositif 32 comporte une partie supérieure filetée 33 qui vient se fixer dans un trou taraudé ménagé dans la partie inférieure de la plaque verticale inférieure 19 et une partie inférieure 34 engagée dans un trou 35 traversant le conformateur inférieur 17 b). Le trou 35 comporte deux parties de diamètres différents séparés par un épaulement sur lequel vient s'appliquer un épaulement ménagé entre deux parties à diamètres différents de la portion inférieure 34 du dispositif 32.

La liaison entre le conformateur supérieur 17 b) et la plaque verticale 19 disposée à la partie supérieure du cloisonnement se fait par l'intermédiaire d'un dispositif 36 comportant une partie supérieure filetée 37 et une partie inférieure lisse 38 comportant un épaulement venant en appui sur un épaulement prévu sur le perçage 39 traversant le conformateur 17 b) et comportant une partie filetée pour le vissage de la partie 37 du dispositif 36.

La partie supérieure de la plaque verticale 19 est percée d'un trou lisse dans lequel s'engage la partie inférieure 38 du dispositif 36, cette partie 38 <sup>n'</sup> étant cependant pas engagée jusqu'au fond du trou 40 lors de la mise en place de la plaque 19. De même un jeu j est prévu entre la partie supérieure de cette plaque 19 et la partie inférieure du conformateur supérieur 17 b). De cette façon, le cloisonnement peut se déformer lors de dilatations différentielles du cloisonnement et de l'enveloppe 8.

35 Les faces 41 des plaques 19 dirigées vers le coeur sont en retrait par rapport aux bords 43 des conformateurs 17 dirigés vers le coeur et en contact avec les plaques entretoises 6 des assemblages 5 disposés à la périphérie du coeur.

De cette façon, les faces 41 des plaques 19 n'entrent pas en contact avec les assemblages 5 qui sont maintenus uniquement par la partie 43 de la surface périphérique des conformateurs 17.

5 Ces surfaces 43 sont usinées de façon à comporter des chanfreins 44 qui facilitent la mise en place et l'extraction des assemblages 5 disposés à la périphérie du coeur du réacteur.

Sur la figure 4 on voit que les conformateurs 17 ont une forme telle que leur surface périphérique 43 dirigée vers le coeur ménage un espace correspondant exactement au contour extérieur de ce coeur.

10 Les plaques verticales 19 sont disposées entre chacun des conformateurs un peu en retrait par rapport à la surface périphérique du coeur, de façon à épouser le contour du coeur sur toute la périphérie de celui-ci.

15 Comme dans l'art antérieur, les conformateurs disposés à un certain niveau dans le coeur du réacteur sont juxtaposés et reliés à l'enveloppe 8 de façon que l'ensemble des conformateurs disposés à ce niveau ait une section correspondant à la section de l'espace annulaire ménagé entre le coeur et l'enveloppe 8.

20 Sur la figure 4 on a ainsi représenté deux conformateurs 17 c) et 17 d) qui déterminent une partie de cette espace annulaire dans lequel l'eau sous pression circule en passant par les trous 22 ménagés dans les conformateurs 17. Il est bien évident que d'autres conformateurs disposés au même niveau que les conformateurs 17 c) et 17 d) et non représentés sur la figure 4 complètent l'ensemble déterminant le contour du coeur.

25 Sur la figure 4, on voit également les plaques verticales 19 disposées en retrait par rapport aux faces d'appui 43 des conformateurs en retrait suivant un contour reproduisant le contour du coeur.

30 Sur la figure 5, on voit une variante d'exécution de la liaison entre un conformateur intermédiaire 17 a) et deux plaques verticales 19. Cette liaison est du type à tenons 44 usinés sur les parties extrêmes des plaques 19 et à mortaises 45 usinées sur les faces supérieures et inférieures du conformateur 17 a). Cet assemblage permet également une dilatation différentielle du cloisonnement par rapport à l'enveloppe de coeur 8.

35 On voit que les principaux avantages du dispositif selon l'invention sont de permettre un montage et un usinage plus faciles du cloisonnement par utilisation de plaques verticales d'une hauteur limitée disposées entre deux conformateurs successifs et en retrait par rapport à la péri-



phérie du coeur.

Les faces 41 de ces plaques 19 qui ne viennent jamais en contact avec les assemblages peuvent être usinées de façon relativement grossière, ce qui diminue les coûts de fabrication. D'autre part, ces plaques  
5 peuvent permettre une dilatation différentielle entre l'enveloppe et le cloisonnement par le fait leur montage est réalisé avec un certain jeu dans la direction longitudinale des assemblages.

Ces jeux prévus entre les plaques 19 et les conformateurs 17 permettent d'autre part un équilibrage des pressions entre le coeur et l'es-  
10 pace disposé entre l'enveloppe et le coeur dans le cas d'un accident de perte de réfrigérant.

Il est évident que comme dans le cas des dispositifs connus antérieurement, les plaques 19 permettent de canaliser le fluide réfrigérant sur le coeur, le fluide pénétrant dans le coeur par les trous 42 ménagés  
15 dans la plaque support 9 comme représenté à la figure 2.

Enfin, les plaques 19 jouent également un rôle dans la protection neutronique et contre le rayonnement gamma de la cuve du réacteur.

Mais l'invention ne se limite pas au mode de réalisation qui vient d'être décrit, elle en comporte au contraire toutes les variantes.

20 C'est ainsi qu'on peut imaginer d'autres modes de liaison entre les plaques verticales et les conformateurs et que l'invention ne se limite pas aux deux modes de réalisation qui ont été décrits.

On peut par exemple imaginer des dispositifs de fixation à ressorts entre les plaques 19 et les conformateurs 17 permettant des mouvements  
25 relatifs des plaques par rapport aux conformateurs dans la direction verticale.

On peut également imaginer que certains conformateurs ne soient pas situés en vis à vis des grilles entretoises.

Enfin, l'invention s'applique non seulement aux réacteurs nucléaires à eau sous pression, mais également à tout autre type de réacteur  
30 comportant un coeur constitué par des assemblages combustibles prismatiques juxtaposés à l'intérieur d'une enveloppe limitant latéralement un espace entourant le coeur dans lequel circule un fluide de refroidissement.

35 En particulier, l'invention ne se limite pas à un mode de réalisation où les conformateurs sont disposés horizontalement et les plaques de direction longitudinales verticalement.

REVENDICATIONS

1.- Dispositif de cloisonnement du coeur d'un réacteur nucléaire constitué par des assemblages combustibles prismatiques juxtaposés à l'intérieur d'une enveloppe limitant latéralement un espace entourant le coeur, dans lequel circule un fluide de refroidissement dans la direction longitudinale des assemblages, le cloisonnement comportant des plaques fixées sur l'enveloppe du coeur, appelées conformateurs, disposées transversalement par rapport aux assemblages à intervalles réguliers dans la direction longitudinale, dans l'espace entourant le coeur et des plaques de direction longitudinales caractérisé par le fait que les plaques de direction longitudinales sont disposées dans les espaces ménagés entre deux conformateurs successifs, légèrement en retrait par rapport aux assemblages avec lesquels elles ne sont pas en contact et que ces plaques sont reliées aux conformateurs avec un certain jeu dans la direction longitudinale, les conformateurs étant en appui sur les assemblages disposés à la périphérie du coeur par l'intermédiaire d'une partie de leur surface périphérique.

2.- Dispositif de cloisonnement selon la revendication 1, dans le cas d'assemblages combustibles constitués par un faisceau de crayons combustibles de grande longueur maintenus en place par des grilles entretoises régulièrement espacées suivant la longueur de l'assemblage caractérisé par le fait qu'une partie au moins des conformateurs sont en appui sur les assemblages par l'intermédiaire des grilles entretoises.

3.- Dispositif de cloisonnement suivant l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé par le fait que chacune des plaques de direction longitudinale est en contact par l'une de ses parties extrêmes avec l'un des conformateurs limitant l'espace dans lequel est disposée la plaque longitudinale et reliée à celle-ci par vissage cependant qu'un certain jeu est ménagé entre l'autre extrémité de la plaque de direction longitudinale et l'autre conformateur ménageant l'espace dans lequel est disposée cette plaque longitudinale qui est reliée à ce second conformateur par l'intermédiaire d'un axe lisse engagé dans une ouverture pratiquée à l'extrémité correspondante à la plaque longitudinale.

4.- Dispositif de cloisonnement suivant l'une quelconque des revendications 1 et 2 caractérisé par le fait que les plaques de direction longitudinale sont reliées aux conformateurs par l'intermédiaire de liaison, à tenons et mortaises.

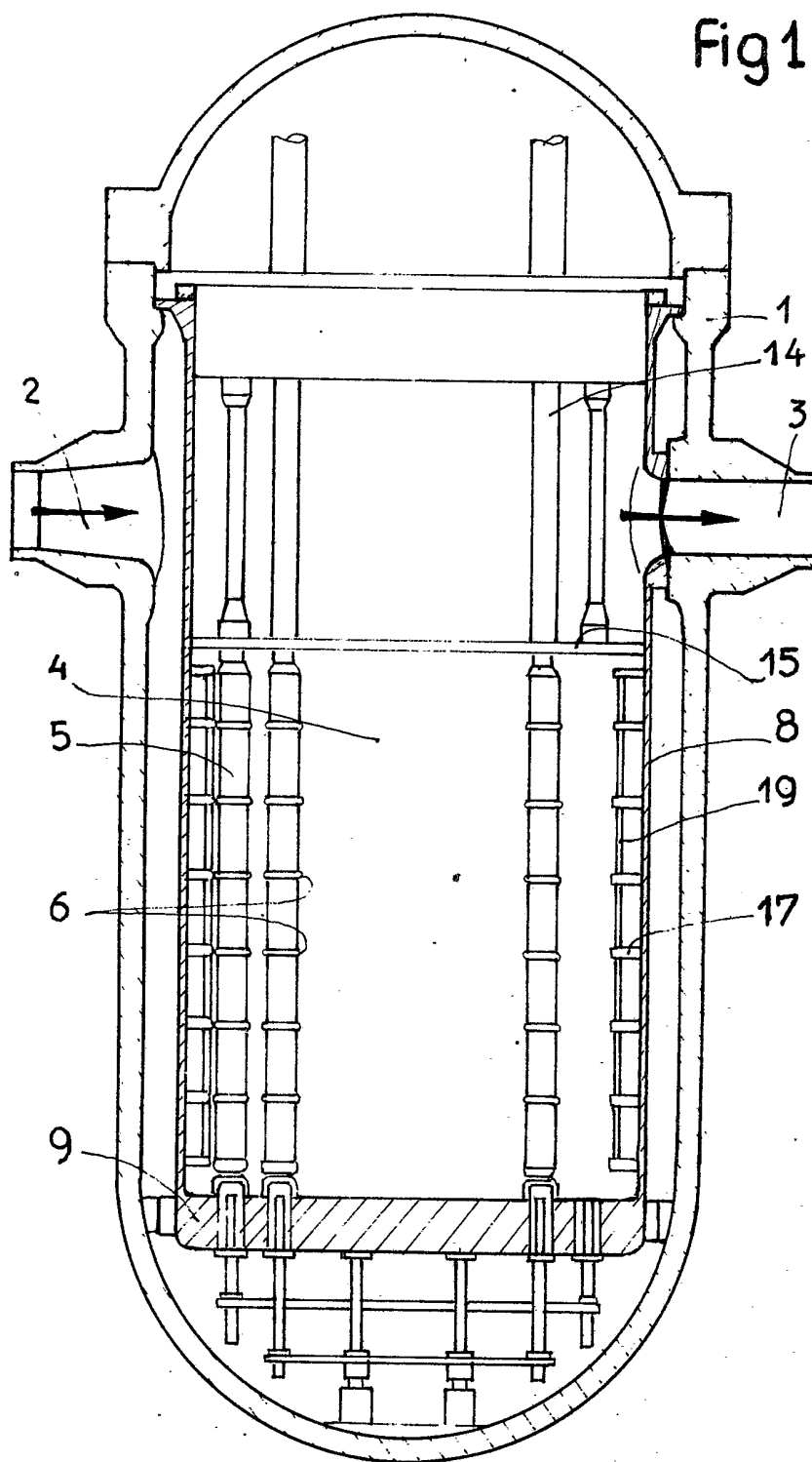
5.- Dispositif de cloisonnement suivant l'une quelconque des

revendications 1, 2, 3 et 4, caractérisé par le fait que la partie de la surface périphérique des conformateurs venant en contact avec les assemblages disposés à la périphérie du coeur comporte des chanfreins pour faciliter la mise en place et l'extraction des assemblages combus-

5 tibles du coeur.

1/3

Fig 1



2/3

Fig 2

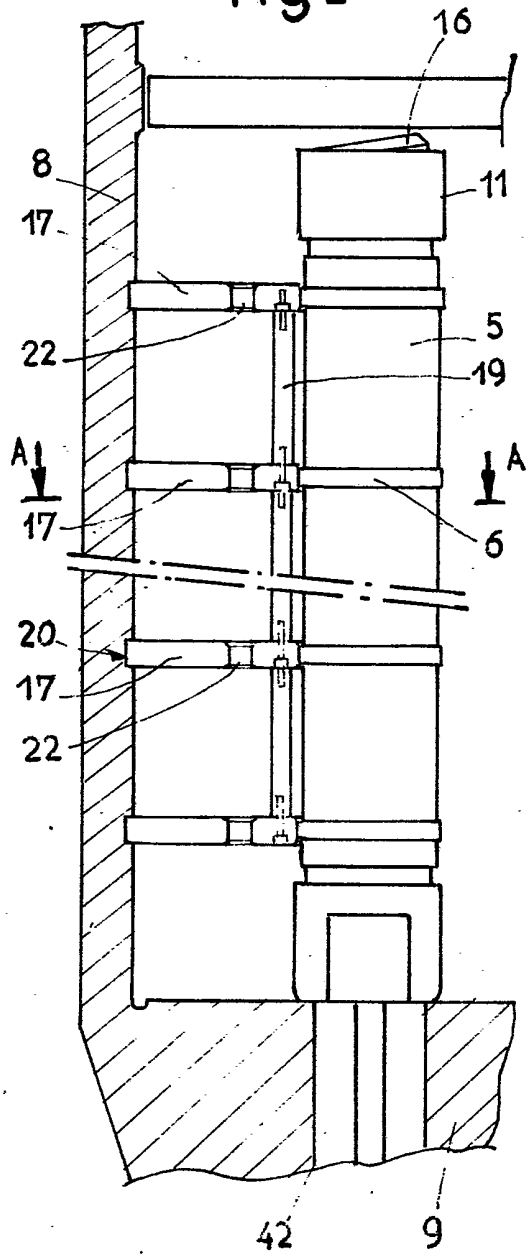
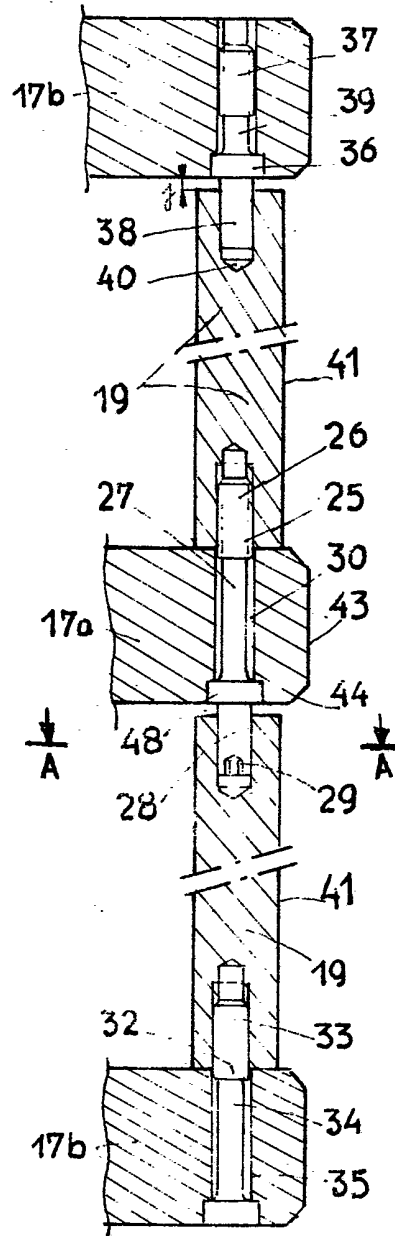


Fig 3



3/3

