

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

**2 285 682**

(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction).

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 75 28342**

(54) **Assemblage combustible pour réacteur nucléaire.**

(51) Classification internationale (Int. Cl.<sup>2</sup>). **G 21 C 3/34, 15/04.**

(22) Date de dépôt ..... **16 septembre 1975, à 15 h 4 mn.**

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *Demande de brevet déposée en Grande-Bretagne le 17 septembre 1974, n. 40.472/1974 au nom de United Kingdom Atomic Energy Authority.*

(41) Date de la mise à la disposition du public de la demande ..... **B.O.P.I. — «Listes» n. 16 du 16-4-1976.**

(71) Déposant : **Etablissement public dit : UNITED KINGDOM ATOMIC ENERGY AUTHORITY, résidant en Grande-Bretagne.**

(72) Invention de :

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : **Simonnot, Rinuy, Santarelli.**

La présente invention concerne les réacteurs nucléaires et des assemblages combustibles à utiliser dans des réacteurs nucléaires refroidis par de l'eau légère ou lourde.

Les assemblages combustibles destinés à ces réacteurs comportent couramment des éléments combustibles supportés  
5 parallèlement à distance les uns des autres pour former des faisceaux ou grappes convenablement proportionnés de manière qu'à l'intérieur du coeur du réacteur nucléaire, le fluide de refroidissement passant sur les éléments combustibles dans une direction  
10 parallèle à leur surface soit chauffé. Ensuite, le fluide de refroidissement chauffé est acheminé dans une installation d'utilisation de la chaleur, par exemple un échangeur de chaleur ou une turbine à vapeur.

Il a été proposé d'utiliser un dispositif auxiliaire  
15 de refroidissement des grappes de combustible nucléaire se composant d'un ou plusieurs tubes de refroidissement par pulvérisation qui sont reliés à leur propre source de fluide de refroidissement et se prolongent dans la grappe parallèlement aux éléments combustibles et desquels l'eau de refroidissement peut être pulvérisée  
20 latéralement dans la grappe contre les éléments combustibles à partir de trous ménagés dans leur paroi latérale. Le débit du fluide de refroidissement principal peut ainsi être complété par le fluide de refroidissement auxiliaire ou remplacé par ce dernier dans certains cas.

25 Une difficulté soulevée dans ces dispositions est due au fait que seuls les éléments combustibles qui sont proches du tube de refroidissement par pulvérisation sont directement en regard de ce dernier et peuvent être facilement atteints par le fluide de refroidissement auxiliaire.

30 Selon l'invention, un assemblage combustible se composant d'une grappe d'éléments combustibles nucléaires supportés de façon que leurs axes soient parallèles et à distance les uns des autres par des grilles transversales afin de définir des interstices pour l'écoulement axial du fluide de refroidissement  
35 du réacteur, présente au moins un desdits interstices qui est occupé en partie par un conduit axial réservé à un fluide de refroidissement.

dissement auxiliaire comportant des trous latéraux par lesquels un fluide de refroidissement auxiliaire est pulvérisé dans la grappe et un déflecteur se prolongeant à partir d'une grille transversale dans une position en regard des trous pour dévier le jet  
5 du fluide de refroidissement auxiliaire sur des parties des éléments combustibles qui sont inaccessibles au fluide de refroidissement auxiliaire. Le déflecteur comporte de préférence des plaques fixées à une grille et orientées vers le bas à partir de celle-ci sur la trajectoire d'un ou plusieurs jets de fluide  
10 de refroidissement auxiliaire sortant des trous latéraux du conduit. Si les éléments combustibles sont disposés de façon que leurs axes soient verticaux, comme cela se fait couramment, par rangées à un pas uniforme, la face de la plaque tournée vers le conduit du fluide de refroidissement auxiliaire est délimitée par  
15 deux bords longitudinaux espacés d'une distance équivalant sensiblement au pas des éléments combustibles. Lorsque ces derniers sont disposés sur des cercles concentriques autour d'un conduit central réservé au fluide de refroidissement auxiliaire, la plaque est placée de préférence de façon que son axe vertical se  
20 trouve dans un plan passant par une position correspondant au milieu du pas. Si les bords de la plaque sont effilés, il se produit alors une déviation bien définie du fluide de refroidissement auxiliaire et il est préférable que les bords longitudinaux verticaux de la plaque forment des angles aigus avec la face  
25 de cette dernière qui est tournée vers le conduit réservé au fluide de refroidissement auxiliaire.

L'invention sera décrite plus en détail en regard du dessin annexé à titre d'exemple nullement limitatif et sur lequel :

30 la figure 1 est une vue en plan d'une moitié d'un assemblage combustible nucléaire ;

la figure 2 est une vue de côté de la figure 1 sur laquelle la plupart des éléments combustibles sont omis ;

la figure 3 est une vue dans le sens de la flèche  
35 III sur la figure 2 ;

la figure 4 est une vue à grande échelle d'une par-

tie de la plaque défectrice représentée sur la coupe transversale de la figure 5 ; et

la figure 5 est une vue schématique montrant l'effet obtenu grâce à l'invention.

5 La figure 1 représente la moitié d'un assemblage de trente six éléments combustibles nucléaires destinés à un réacteur nucléaire à tubes de force et comprenant une grappe d'éléments combustibles 2 supportés par des grilles transversales de manière que leurs axes soient parallèles et à distance les  
10 uns des autres. Une telle grille est représentée en 3 et elle se compose d'une bande externe 4 reliée à intervalles de 60° par des âmes 5 qui divisent l'espace délimité par la bande en six secteurs dont chacun contient six viroles 6 de positionnement des éléments combustibles. Les viroles 6 sont soudées les unes  
15 aux autres à leur point de contact et aux âmes 5. Le positionnement correct des viroles est favorisé par des entretoises 7 en forme de C. Les viroles 6 entourent les éléments combustibles 1 et les maintiennent, avec des raccords terminaux (non représentés) à distance les uns des autres, leurs axes étant verticaux  
20 et parallèles de manière à définir des interstices entre eux dans lesquels un fluide de refroidissement principal peut passer pour extraire la chaleur du combustible. Dans l'un de ces interstices se trouve un conduit 8 réservé à un fluide de refroidissement  
25 auxiliaire passant dans une virole centrale 9 et fixé à celle-ci à laquelle les extrémités radialement internes des âmes 5 sont assujetties. Le conduit 8 est fermé à l'extrémité inférieure et présente un certain nombre de trous latéraux 10 dans sa paroi de façon que lorsque le conduit 8 est relié par son autre extrémité à une source de fluide de refroidissement auxiliaire, celui-ci  
30 sorte sous forme de plusieurs jets dirigés transversalement dans la grappe de combustible perpendiculairement au sens d'écoulement du fluide de refroidissement principal. Ce refroidissement par pulvérisation est utile comme refroidissement complémentaire à celui assuré par l'écoulement axial du fluide de refroidissement principal le long de la grappe d'une extrémité à l'autre,  
35 ou en remplacement du refroidissement assuré par le fluide prin-

cipal.

Les constituants de la grappe de combustible décrite jusqu'ici sont tous connus et ne font pas partie de l'invention. D'après ce qui précède, il est évident que les éléments combustibles qui ne se trouvent pas directement en regard des trous 10 du conduit 8 sont refroidis moins efficacement par le fluide de refroidissement auxiliaire que ceux qui sont directement en regard du conduit. Pour améliorer le refroidissement de ces éléments combustibles par le fluide de refroidissement auxiliaire, on prévoit des éléments permettant de modifier la direction du jet du fluide de refroidissement auxiliaire après son injection dans la grappe pour le dévier vers les surfaces des éléments combustibles qui normalement sont inaccessibles au fluide de refroidissement auxiliaire. Ces éléments sont constitués par un certain nombre de plaques 11 en T fixées par leurs traverses 11a aux viroles adjacentes 6 par des soudures 12 et fendues pour dégager l'âme radiale adjacente 5. Chaque tige 11b des plaques 11 se trouve directement en regard d'un ou plusieurs trous 10 du conduit 8 et présente une face tournée vers ce dernier. Cette face est délimitée par des bords longitudinaux 11c séparés d'une distance  $w$  équivalant approximativement à la moitié du pas ou écartement entre axes des éléments combustibles. Les bords 11c de la traverse sont biseautés de manière que les surfaces marginales forment un angle aigu  $\alpha$  de préférence de  $60^\circ$  avec la face de la plaque 11 (figure 4). En outre, les plaques 11 sont placées de façon que l'axe vertical X-X (figure 3) passant le long de la face 11b tournée vers le conduit, se trouve dans un plan passant par ladite position correspondant au milieu du pas.

En fonctionnement, les éléments combustibles sont normalement refroidis convenablement par le fluide de refroidissement principal s'écoulant axialement dans les interstices formés entre lesdits éléments. Lorsqu'un refroidissement auxiliaire est nécessaire, un fluide de refroidissement auxiliaire est injecté transversalement dans la grappe par l'intermédiaire des trous 10 des conduits. Afin que le fluide de refroidissement auxiliaire atteigne et mouille les éléments de la rangée externe qui ne sont

pas accessibles directement par les jets du fluide de refroidissement auxiliaire, des plaques 11 sont suspendues à la grille de manière à dévier un jet 13 sortant des trous, comme indiqué en 10 vers les parties des surfaces des éléments combustibles 2a et 5 2b qui, du fait qu'elles sont partiellement masquées par les autres éléments, ne peuvent pas être mouillées directement et convenablement par le fluide de refroidissement auxiliaire.

Il importe que les plaques 11 présentent des bords effilés de façon que le jet 13 de l'eau de refroidissement auxiliaire soit dévié et correctement dirigé à partir de la plaque 10 pour envelopper la paire adjacente des éléments combustibles 2a, 2b, comme on le voit sur la figure 5. Les plaques n'ont pas besoin d'être planes mais sont de préférence planes et sous cette forme, elles sont pratiquement insensibles à tout désalignement 15 qui peut se produire entre le jet du fluide de refroidissement auxiliaire et la plaque plus large qui peut s'établir après un certain temps de fonctionnement, par exemple en raison d'une obstruction partielle des trous 10.

Il va de soi que de nombreuses modifications peuvent être apportées à l'assemblage combustible décrit sans sortir 20 du cadre de l'invention.

REVENDEICATIONS

1. Assemblage combustible pour réacteur nucléaire  
comprenant une grappe d'éléments combustibles supportés de manière  
que leurs axes soient parallèles et à distance les uns des autres  
5 par des grilles transversales afin de définir des interstices  
pour l'écoulement axial d'un fluide de refroidissement et dont  
l'un au moins des interstices est occupé par un conduit axial  
réservé à un fluide de refroidissement auxiliaire présentant des  
trous latéraux par lesquels le fluide de refroidissement auxiliaire  
10 est pulvérisé dans la grappe, assemblage caractérisé en ce qu'il  
comporte des éléments défecteurs s'étendant à partir d'une grille  
transversale dans une position en regard des trous pour dévier  
le jet du fluide de refroidissement vers les parties des éléments  
combustibles qui sont inaccessibles au fluide de refroidissement  
15 auxiliaire.

2. Assemblage combustible selon la revendication 1,  
caractérisé en ce que les éléments défecteurs sont constitués  
par une plaque fixée à une grille et orientés vers le bas sur  
la trajectoire d'un ou plusieurs jets du fluide de refroidissement  
20 auxiliaire provenant du conduit qui lui est réservé.

3. Assemblage combustible selon la revendication 2,  
caractérisé en ce que la plaque est suspendue verticalement à une  
grille entre deux rangées d'éléments combustibles, les éléments  
de chaque rangée étant à un pas uniforme, la plaque ayant une face  
25 tournée vers le conduit réservé au fluide de refroidissement auxi-  
liaire, ladite face étant délimitée par deux bords longitudinaux  
parallèles séparés par une largeur de plaque équivalant sensible-  
ment à la moitié du pas ou écartement entre axes des éléments  
combustibles.

30 4. Assemblage combustible selon la revendication  
3, caractérisé en ce que les éléments combustibles sont disposés  
sur des cercles concentriques autour d'un conduit central réservé  
au fluide de refroidissement auxiliaire et la plaque est disposée  
de façon que son axe vertical se trouve dans un plan passant par  
35 une position correspondant au milieu du pas entre les éléments  
combustibles vers lesquels le fluide de refroidissement auxiliaire

est dévié.

5. Assemblage combustible selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que les plans dans lesquels se trouvent les bords longitudinaux de la plaque forment des angles aigus avec la face de cette dernière qui est tournée vers le conduit réservé au fluide de refroidissement auxiliaire.

6. Assemblage combustible selon la revendication 5, caractérisé en ce que chaque angle aigu est d'environ 60°.

7. Assemblage combustible selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'une grille de positionnement des éléments combustibles présente des cellules destinées à loger lesdits éléments combustibles et un conduit réservé au fluide de refroidissement auxiliaire, la grille comportant des plaques orientées vers le bas qui sont en regard des trous latéraux ménagés dans le conduit.

