



MINISTERE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

NUMERO DE PUBLICATION : 1007333A3

NUMERO DE DEPOT : 08901386

Classif. Internat. : G21C

Date de délivrance le : 23 Mai 1995

Le Ministre des Affaires Economiques,

Vu la Convention de Paris du 20 Mars 1883 pour la Protection de la propriété industrielle;

Vu la loi du 28 Mars 1984 sur les brevets d'invention, notamment l'article 22;

Vu l'arrêté royal du 2 Décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d'invention, notamment l'article 28;

Vu le procès verbal dressé le 27 Décembre 1989 à 14H40 à l'Office de la Propriété Industrielle

ARRETE:

ARTICLE 1.- Il est délivré à : FRAMATOME; COGEMA
Tour Fiat, Place de la Coupole 1, F-92400 COURBEVOIE(FRANCE); rue Paul Dautier 2,
F-78141 VELIZY-VILLACOUBLAY (FRANCE)

représenté(e)s par : OVERATH Philippe, CABINET BEDE, Place de l'Alma, 3 - B 1200
BRUXELLES.

un brevet d'invention d'une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes annuelles, pour : DISPOSITIF ET PROCEDE DE REDRESSAGE DES AISETTES DE GUIDAGE DES GRILLES-ENTRETOISES D'UN ASSEMBLAGE COMBUSTIBLE D'UN REACTEUR NUCLEAIRE.

INVENTEUR(S) : Guironnet Louis, rue Pierre Audry 51, F-69909 Lyon (FR)

PRIORITE(S) 28.12.88 FR FRA 8817347

ARTICLE 2.- Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité de l'invention, sans garantie du mérite de l'invention ou de l'exactitude de la description de celle-ci et aux risques et périls du(des) demandeur(s).

Bruxelles, le 23 Mai 1995
PAR DELEGATION SPECIALE :

WUYTS L
Directeur.

"Dispositif et procédé de redressage des ailettes de guidage des grilles-entretoises d'un assemblage combustible d'un réacteur nucléaire".

L'invention concerne un dispositif de redressage des ailettes de guidage des grilles-entretoises d'un assemblage combustible d'un réacteur nucléaire.

5 Les assemblages combustibles des réacteurs nucléaires, tels que les assemblages combustibles pour les réacteurs nucléaires à eau sous pression comportent une ossature dans laquelle des crayons combustibles de grande longueur sont disposés pour constituer
10 un faisceau. L'ossature comporte des grilles-entretoises espacées les unes des autres suivant la longueur de l'assemblage et reliées entre elles par des tubes-guides.

15 Chacune des grilles-entretoises comporte un ensemble de cellules destinées à recevoir chacune un crayon combustible et disposées suivant un réseau régulier, généralement à mailles carrées.

20 Le réseau constituant la grille est entouré par un cadre dont la section transversale correspond à la section de l'assemblage et qui est constitué par des plaquettes assemblées entre elles, par exemple sous la forme d'un contour de forme carrée.

25 Les plaquettes constituant le cadre de la grille-entretoise sont découpées suivant leurs bords longitudinaux, pour constituer des ailettes en saillie par rapport à la face supérieure et par rapport à la face inférieure de la grille-entretoise.

30 Les ailettes sont pliées en direction de l'intérieur de la grille, suivant le bord de la plaquette correspondante et de manière à former un angle parfaitement défini avec la plaquette correspondante.

Les ailettes des grilles-entretoises sont destinées d'une part à faciliter le guidage de l'assemblage combustible, lors de sa mise en place dans le

coeur du réacteur ou dans un alvéole de stockage et d'autre part à assurer le brassage du réfrigérant primaire en circulation en contact de l'assemblage combustible, pendant le fonctionnement du réacteur.

5 Les ailettes de guidage des grilles-entretoises des assemblages combustibles sont inclinées vers l'intérieur de manière à éviter à la grille de l'assemblage de s'accrocher à la structure des équipements internes de la cuve du réacteur ou à un assem-
10 blage combustible mitoyen, lors du rechargement ou du déchargement du coeur du réacteur.

Les ailettes des grilles-entretoises des assemblages combustibles peuvent être déformées ou pliées, sous l'effet de chocs intervenant lors de leur
15 manutention ou produits par des corps étrangers entraînés par le réfrigérant et circulant à grande vitesse, pendant le fonctionnement du réacteur.

Après une période de fonctionnement de l'ordre d'un an, les assemblages combustibles contenus
20 dans la cuve du réacteur et constituant le coeur peuvent être examinés avant d'être rechargés dans le coeur afin de déterminer si certains de ces assemblages présentent des détériorations.

De manière générale, seul un tiers des assemblages du coeur est renouvelé mais l'ensemble des
25 assemblages combustibles est déchargé pour permettre d'effectuer des contrôles, par exemple à l'intérieur de la cuve du réacteur.

Les assemblages combustibles sont placés
30 sous eau dans une piscine, telle qu'une piscine de stockage, pour être examinés avant leur rechargement éventuel dans le coeur.

Après un temps de fonctionnement prolongé, les ailettes de guidage des grilles-entretoises de

certains assemblages peuvent se trouver déformées, pour les raisons données ci-dessus.

5 Afin de pouvoir réutiliser les assemblages combustibles dont les grilles-entretoises peuvent présenter des ailettes déformées, on a proposé de neutraliser les ailettes déformées ou repliées suivant un angle différent de leur angle d'inclinaison défini, en effectuant un pliage complet des ailettes déformées ou en position défectueuse, afin de venir les plaquer
10 contre la paroi de la grille correspondante. Dans ces conditions, les ailettes ne peuvent plus remplir leur rôle en ce qui concerne le guidage de l'assemblage ni en ce qui concerne le mélange du fluide de refroidissement primaire circulant au contact de l'assemblage.

15 De plus, cette opération de pliage complet des ailettes risque de conduire à leur rupture au niveau de la ligne de pliage, avant d'atteindre la position finale de l'ailette en contact contre la plaquette. Ce risque est d'autant plus grand que le métal de
20 la plaquette est rendu moins ductile du fait de l'irradiation.

En outre, les dispositifs proposés pour réaliser ces opérations de repliage complet des ailettes
25 sont peu adaptées à une mise en oeuvre sous une hauteur d'eau supérieure à la protection biologique minimale correspondant à une hauteur de trois mètres.

Le but de l'invention est donc de proposer un dispositif de redressage des ailettes de guidage
30 des grilles-entretoises d'un assemblage combustible d'un réacteur nucléaire, destinées au maintien transversal des crayons combustibles et comportant un cadre extérieur dont la section transversale correspond à la section de l'assemblage constitué par des plaquettes métalliques comportant sur l'un au moins de leurs

côtés correspondant à l'un des bords du cadre, un ensemble d'ailettes présentant une inclinaison parfaitement définie par rapport à la plaquette correspondante, l'opération de redressage des ailettes dont l'inclinaison a été modifiée par pliage pendant le fonctionnement ou la manutention de l'assemblage combustible étant effectuée à distance et sous une certaine hauteur d'eau dans une piscine, grâce au dispositif qui comporte une perche de grande longueur sur laquelle est monté un moyen de support et de déplacement d'un outillage d'intervention au niveau de l'assemblage, mobile dans la direction axiale de la perche et dans deux directions perpendiculaires à la direction axiale de la perche, ce dispositif permettant de rétablir l'inclinaison des ailettes de manière très précise, quelle que soit leur position à l'état déformé, avec une commande et un contrôle à distance des opérations.

Dans ce but, l'outillage d'intervention comporte :

- un moyen de guidage fixé rigidement sur le support d'outillage et présentant une glissière ayant une direction perpendiculaire à l'axe de la perche,
- un coulisseau monté mobile sur la glissière du moyen de guidage,
- une butée d'appui fixée rigidement à l'une des extrémités du moyen de guidage, à proximité d'une extrémité correspondante de la glissière,
- au moins un moyen de pliage d'au moins une ailette solidaire d'une extrémité du coulisseau éloignée de l'axe de la perche et située à l'extérieur de la glissière du moyen de guidage, à proximité de la butée d'appui,

- un moyen de déplacement commandé à distance du coulisseau dans le moyen de guidage,
- et au moins une caméra vidéo portée par le support pour fournir une image de la zone dans laquelle on effectue le redressage.

5 Afin de bien faire comprendre l'invention, on va maintenant décrire, à titre d'exemple non limitatif, en se référant aux figures jointes en annexe, un mode de réalisation d'un dispositif suivant l'invention et différentes variantes d'outillage permettant d'effectuer le redressage d'ailettes de grilles-entretoises d'assemblages combustibles.

10 La figure 1 est une vue en élévation latérale d'un assemblage combustible d'une structure évoluée.

15 La figure 2 est une vue partielle en plan d'une grille-entretoise de l'assemblage représenté sur la figure 1.

20 La figure 3A est une vue en coupe suivant 3-3 de la figure 2, dans le cas d'une grille-entretoise intermédiaire de l'assemblage.

 La figure 4A est une vue analogue à la figure 3A d'une grille d'extrémité de l'assemblage combustible représenté sur la figure 1.

25 Les figures 3B et 4B sont des vues analogues aux figures 3A et 4A respectivement d'une grille intermédiaire et d'une grille d'extrémité d'un assemblage combustible d'une structure classique, dans le cas des réacteurs nucléaires à eau sous pression.

30 La figure 5 est une vue schématique en élévation du dispositif de redressage suivant l'invention en position de service dans une piscine de stockage d'assemblage combustible.

6

La figure 6 est une vue de face de l'outillage d'intervention du dispositif de redressage suivant l'invention.

5 La figure 7 est une vue de dessus suivant 7 de la figure 6.

La figure 8 est une vue de côté suivant 8 de la figure 6.

La figure 9 est une vue agrandie du détail 9 de la figure 6.

10 La figure 10 est une vue de dessus suivant 10 de la figure 9.

La figure 11 est une vue en coupe suivant 11-11 de la figure 9.

15 La figure 12 est une vue en élévation latérale d'une variante de réalisation du moyen de redressage d'ailettes d'un outillage d'intervention d'un dispositif suivant l'invention.

20 La figure 13 est une vue analogue à la figure 9, dans le cas de l'utilisation d'un moyen de repliage d'ailettes suivant une seconde variante.

Sur la figure 1, on voit un assemblage combustible désigné de manière générale par le repère 1.

25 Cet assemblage combustible comporte une ossature constituée par les grilles-entretoises 2 espacées suivant la direction longitudinale de l'assemblage, des tubes-guides 3 auxquels les grilles 2 sont fixées rigidement, un embout supérieur 4 et un embout inférieur 5 fixés à l'extrémité des tubes-guides 3.

30 Les crayons combustibles 6 de l'assemblage qui présentent une longueur inférieure à la longueur des tubes-guides 3 sont placés dans l'ossature de manière à constituer un faisceau dans lequel les crayons sont disposés parallèlement les uns aux autres.

Les crayons sont maintenus latéralement par les grilles-entretoises 2 de manière à constituer un réseau régulier à mailles carrées, suivant les sections transversales de l'assemblage.

5 Les grilles d'extrémité 2a et 2b de l'assemblage présentent quelques différences de structure avec les grilles intermédiaires 2, ainsi qu'il sera expliqué plus loin.

10 En position de stockage ou en position de service, l'assemblage est disposé verticalement comme représenté sur la figure 1 et repose sur un support par l'intermédiaire de son embout inférieur 5.

15 Sur la figure 2, on voit une grille-entretoise intermédiaire 2 ou grille de mélange de l'assemblage représenté sur la figure 1.

20 Une telle grille de mélange est constituée par un ensemble de plaquettes métalliques 8 disposées et assemblées à angle droit de manière à constituer un réseau à mailles carrées dont chacune des cellules 9 peut recevoir un crayon combustible 6 pour assurer son positionnement dans le réseau et son maintien latéral.

Certaines cellules 7 sont destinées à recevoir un tube-guide 3 qui est fixé de manière rigide sur les parois de la cellule 7.

25 Les grilles-entretoises 2 et les tubes guides 3 constituent ainsi une ossature rigide susceptible de recevoir les crayons combustibles 6.

30 La grille-entretoise 2 est délimitée, suivant son contour extérieur dont la forme carrée correspond à la section de l'assemblage combustible, par un cadre constitué par des plaquettes 10 assemblées à angle droit suivant les angles de la grille-entretoise 2.

Comme il est visible sur les figures 2 et 3A, le bord supérieur de chacune des plaquettes 10 est découpé pour constituer des ailettes successives 12 qui sont repliées vers l'intérieur de la grille-entretoise pour former avec le plan de la plaquette 10 un angle d'une valeur parfaitement définie visible sur la figure 3A.

Dans le cas d'une grille-entretoise d'un assemblage de structure évoluée comme représenté sur les figures 2, 3A et 4A, seize ailettes 12 sont disposées sur le bord supérieur de chacune des plaquettes 10 du cadre extérieur à section carrée de la grille-entretoise, ces ailettes 12 constituant des ailettes de guidage de l'assemblage, en cours de manutention.

Comme il est visible sur la figure 1, le bord inférieur de chacune des plaquettes du cadre d'une entretoise 2 de l'assemblage comporte des ailettes de guidage 13 qui sont également repliées vers l'intérieur de l'entretoise, suivant le bord inférieur de la plaquette correspondante, pour faire un angle parfaitement défini avec le plan de cette plaquette 10 du cadre de la grille-entretoise.

Chacune des grilles-entretoises intermédiaires 2 de l'assemblage comporte de plus, dans le prolongement du bord supérieur de chacune des cellules 9 recevant un crayon combustible, des ailettes 14 appelées ailettes de mélange et servant au mélange de l'eau de refroidissement circulant en contact avec le crayon, à sa sortie de la grille-entretoise. On obtient ainsi une homogénéisation de température de l'eau prélevant la chaleur fournie par les crayons combustibles des assemblages.

Chacune des cellules 9 destinée à recevoir un crayon combustible comporte des bossettes 15 en

saillie vers l'intérieur de la cellule 9 et des ressorts 16 comportant généralement deux parties actives dans deux cellules 9 voisines de la grille-entretoise. Les crayons combustibles 6 sont maintenus à l'intérieur des cellules 9, entre les ressorts 16 et les bossettes 15.

Dans le cas d'une cellule 7 destinée à recevoir un tube-guide 3, un manchon 17 permet la fixation rigide, généralement par sertissage, du tube-guide sur la grille-entretoise.

Dans le cas de l'assemblage combustible de structure avancée telle que représentée sur les figures 2, 3A et 4A, les ressorts 16 sont en un alliage de nickel présentant une grande élasticité et de très bonnes caractéristiques de tenue dans l'ambiance du réacteur nucléaire. Ces ressorts 16 sont rapportés et fixés sur les plaquettes dans des zones constituant certaines parois des cellules.

Les plaquettes en alliage de zirconium sont assemblées entre elles pour constituer les cellules et embouties de manière à permettre la réalisation des bossettes 15.

Dans le cas d'une grille-entretoise d'extrémité telle que 2a ou 2b représentée sur la figure 4A, les parois des cellules 9 destinées à recevoir des crayons combustibles ne comportent pas, dans le prolongement de leur bord supérieur, des ailettes de mélange 14. En revanche, les plaquettes 10 constituant le cadre extérieur de ces grilles-entretoises comportent des ailettes de guidage 12 et 13 inclinées vers l'intérieur de la grille-entretoise, suivant un angle parfaitement défini, de la même manière que les grilles-intermédiaires de mélange 2.

Sur les figures 3B et 4B, on a représenté deux cellules 9' voisines d'une plaque 10' du cadre extérieur d'une grille-entretoise présentant une structure classique et différente de la structure évoluée de la grille représentée sur les figures 2, 3A et 4A.

Une telle grille-entretoise de structure classique est constituée uniquement par des plaquettes en alliage de zirconium assemblées pour constituer un réseau à mailles carrées et dans lesquelles sont réalisées par emboutissage et formage les bossettes 15' et les ressorts 16' de maintien des crayons combustibles.

Dans le cas des grilles intermédiaires de mélange telles que représentées sur la figure 3B, les parties supérieures des plaquettes constituant les parois des cellules sont prolongées par des ailettes de mélange 14' inclinées vers l'intérieur des cellules 9'.

En revanche, dans le cas des grilles-entretoises telles que représentées sur la figure 4B, les parties supérieures des plaquettes délimitant les cellules ne comportent pas de telles ailettes de mélange.

Dans le cas des plaques-entretoises intermédiaires aussi bien que des plaques-entretoises d'extrémité, les plaquettes 10' formant le cadre externe de la grille-entretoise comportent sur leur bord supérieur aussi bien que sur leur bord inférieur, des ailettes de guidage 12' et 13' repliées vers l'intérieur de la grille-entretoise en faisant un angle parfaitement défini par rapport au plan de la plaquette 10' correspondante.

Cependant, dans ce type d'assemblage classique, le pliage des ailettes 12' et 13' n'est pas ef-

fectué suivant un bord de la plaquette 10' situé au niveau des bords supérieurs des plaquettes délimitant les cellules mais suivant une partie de la plaquette 10' située au-dessus de cette partie supérieure des cellules.

5 Cette construction, moins satisfaisante que celle représentée sur les figures 3A et 4A en ce qui concerne la résistance à la déformation de la plaque entretoise, permet de replier les ailettes de guidage 10 12' ou 13' complètement contre la surface intérieure de la plaquette 10' correspondante.

Il est bien évident que cette possibilité n'existe pas dans le cas des ailettes de guidage 12 et 13 d'un assemblage de structure évoluée, dans la 15 mesure où ces ailettes 12 et 13 se trouvent au niveau d'une plaquette délimitant une rangée de cellules de la grille. Dans ce cas l'ailette de guidage 12 ou 13 ne peut être repliée vers l'intérieur que d'un angle de 90° - . Cet angle est généralement voisin de 70° . 20 Il en résulte donc une gêne en ce qui concerne l'introduction des crayons combustibles et la circulation du fluide réfrigérant à l'entrée ou à la sortie de la grille-entretoise.

Dans tous les cas, lorsque les ailettes de 25 guidage 12 et 13 ou 12' et 13' sont repliées vers l'intérieur, ces ailettes n'assurent plus leur rôle de guidage lors des manutentions de l'assemblage.

Le dispositif suivant l'invention représenté de manière générale sur la figure 5 permet de redres- 30 ser les ailettes de guidage des grilles-entretoises d'un assemblage combustible situé dans une piscine, lorsque ces ailettes de guidage ont été déformées ou repliées, lors des manutentions de l'assemblage. L'opération effectuée grâce au dispositif suivant l'in-

vention permet de remplacer les ailettes de guidage, dans une position où leur inclinaison correspond à l'inclinaison parfaitement définie suivant la conception de la grille-entretoise.

5 Sur la figure 5, on a représenté le dispositif suivant l'invention dans une position permettant le redressage des ailettes de guidage des grilles-entretoises d'un assemblage combustible 1 placé en position verticale dans une piscine 20 de stockage d'as-
10 semblages combustibles. L'assemblage combustible 1 est engagé par sa partie inférieure, dans un dispositif de support 21 reposant lui-même sur un socle 22. Le dispositif 21 présentant une certaine conicité est évasé vers le haut pour faciliter l'introduction de la partie
15 inférieure de l'assemblage combustible 1.

L'outillage d'intervention permettant d'effectuer le redressage des ailettes de guidage des grilles-entretoises de l'assemblage 1, désigné de manière générale par le repère 24, peut être mis en place
20 au niveau de la grille-entretoise 2 sur laquelle on effectue le redressage, grâce à un dispositif de support et de déplacement comportant une perche ou colonne de grande longueur 25 sensiblement verticale le long de laquelle un ensemble de déplacement à chariots
25 croisés 26 portant l'outillage d'intervention 24 peut être déplacé suivant la direction verticale. Le dispositif 26 à chariots croisés porte également au moins une caméra vidéo 27 permettant de fournir une image de
30 la zone dans laquelle on effectue le redressage des ailettes de la grille-entretoise.

La partie supérieure de l'assemblage combustible est placée sous une hauteur d'eau de l'ordre de quatre mètres et les opérations de mise en place de l'outillage d'intervention et de redressage des ailet-

tes sont commandées depuis un poste de contrôle 28
disposé au-dessus du niveau supérieur de la piscine 20
et constitué par une passerelle sur laquelle sont fi-
xées les extrémités des dispositifs de télécommande 30
5 permettant d'actionner à distance les moyens de dépla-
cement de l'outillage d'intervention 24 et les moyens
de commande de cet outillage.

Les moyens de télécommande 30 sont consti-
tués par des gaines de grande longueur dans lesquelles
10 on peut déplacer un élément de manoeuvre rigide dans
le sens de la poussée et déformable en flexion guidé
par des billes, depuis le poste de contrôle 28. Un tel
dispositif, généralement connu sous le nom de télécom-
mande à billes, est bien connu dans la technique géné-
15 rale des télécommandes.

Un opérateur 31 dispose de manettes accessi-
bles depuis la passerelle du poste de contrôle 28,
pour déplacer l'ensemble à chariots croisés 26 dans la
direction verticale, le long de la perche 25, afin de
20 placer l'outillage d'intervention 24 au niveau d'une
grille-entretoise 2 sur laquelle on effectue le re-
dressage des ailettes de guidage. De plus, l'opérateur
31 peut assurer un positionnement précis de l'outil-
lage d'intervention par télécommande à distance des
25 chariots croisés 26 dont les déplacements sont guidés
dans deux directions perpendiculaires entre elles et
perpendiculaires à l'axe de la perche 25 sensiblement
verticale.

L'opérateur 31 peut également commander,
30 depuis le poste de contrôle 28, l'actionnement de
l'outillage de redressage des ailettes.

L'ensemble du dispositif de mise en place de
l'outillage d'intervention comportant la perche 25 et
les chariots à déplacements croisés 26 fait l'objet

d'une demande de brevet des Sociétés FRAMATOME et COGEMA déposée le même jour que la présente demande de brevet.

5 Sur les figures 6, 7 et 8, on voit le dispositif à chariots croisés 26 sur la partie supérieure duquel sont fixées deux équerres 36 et 37 en position verticale. L'outillage de redressage des ailettes, désigné de manière générale par le repère 35, est supporté par les équerres 36 et 37, par l'intermédiaire
10 d'une équerre 38 et d'un support de guidage 39 fixés respectivement sur l'équerre 37 et sur l'équerre 36.

 L'extrémité de la gaine 40 de la télécommande à billes 30 assurant l'actionnement de l'outil
15 de redressage est fixée sur l'équerre 38 par l'intermédiaire de deux écrous 41.

 Le support de guidage 39 délimite à sa partie interne une glissière dans laquelle est monté un coulisseau 42 portant à son extrémité un crochet de
20 redressage 43. La glissière du support de guidage 39 a une direction sensiblement perpendiculaire à l'axe de la perche 25. Le crochet 43 vient en saillie à l'extrémité de la glissière du support 39, cette extrémité du support 39 étant solidaire d'une butée d'appui 45.

25 Le coulisseau 42 comporte à sa partie supérieure, une rainure longitudinale 46 dans laquelle est engagée l'extrémité d'une vis 47 traversant la partie supérieure du support 39.

30 Le coulisseau 42 et le crochet d'extrémité 43 de ce coulisseau peuvent se déplacer dans la direction de la glissière perpendiculaire à l'axe 44 tout en étant guidé par la vis 47 engagée dans la rainure 46. L'orientation du coulisseau et du crochet 43 autour de l'axe de translation du coulisseau est donc fixée de cette manière.

L'élément 48 constituant la partie mobile interne de la télécommande à billes 30 est fixé, à son extrémité, à une tige filetée 49 elle-même engagée dans un trou taraudé d'une pièce de liaison 50. La
5 pièce de liaison 50 comporte une rainure en T 51 dans laquelle vient s'engager une partie d'extrémité de forme correspondante du coulisseau 42 opposée au crochet 43. Une vis 52 permet de relier de manière rigide le coulisseau 42 et la pièce de liaison 50.

10 La butée d'appui 45 est fixée sur le support 39, à l'extrémité de la glissière située vers l'extérieur par rapport à l'axe 44 de la perche, par l'intermédiaire d'un support 54 prolongeant la glissière à sa partie inférieure et deux vis 55 fixées dans le
15 support 39.

Comme il est visible sur les figures 6 et 9, on voit que, lors de la mise en service de l'outillage 35 pour le redressage d'une ailette de guidage 12, d'une grille-entretoise de l'assemblage, la butée 45
20 vient en appui sur la face externe de la plaquette 10 du cadre de la grille-entretoise, de manière que son bord supérieur soit situé exactement suivant la ligne de pliage de l'ailette de guidage 12.

25 Le crochet 43 comporte un corps 56 qui est fixé par l'intermédiaire d'une vis 57 à l'extrémité du coulisseau 42.

Sur la figure 9, l'ailette 12 a été représentée dans une position en traits pleins correspondant à sa position normale dont l'inclinaison est parfaitement définie et en traits pointillés correspondant à sa position à l'état déformé, avant redressage.
30

La position de l'extrémité du bec du crochet 43, par rapport à la face d'appui de la butée 45, dans la direction longitudinale du coulisseau est réglée de

manière que la distance 58 entre l'extrémité interne du bec du crochet 43 et la face d'appui de la butée 45 soit supérieure à la distance séparant l'extrémité de l'ailette 12 dans sa position déformée, de la ligne de pliage de la plaquette 10.

D'autre part, la pente de la surface intérieure du bec du crochet 43 correspond à l'inclinaison de l'ailette de guidage 12 dans sa position correcte représentée en traits pleins et obtenue après redressage, compte tenu de la déformation élastique de cette ailette.

Le crochet 43 est engagé sur l'ailette 12 à redresser par le dessus, la partie inférieure de la surface d'appui de la butée 45 venant en contact avec la surface externe de la plaquette 10.

L'ensemble du dispositif de mise en place de l'outillage est alors descendu pour venir placer le crochet 43 dans sa position représentée sur la figure 9. Dans cette position, le bord d'extrémité de l'ailette 12 se trouve légèrement en-dessous du bord supérieur de la surface interne du crochet 43.

Comme il est visible en particulier sur la figure 10, la partie antérieure du crochet 43 comporte un méplat 59 et deux parties courbes 60 de manière que l'extrémité du crochet puisse être introduite entre les deux crayons combustibles 6 disposés dans les cellules situées de part et d'autre de l'ailette 12 à redresser.

Le redressage de l'ailette 12 est réalisé par un déplacement du crochet 43 d'amplitude parfaitement déterminée, en direction de la plaquette 10.

A l'issue de ce déplacement parfaitement déterminé, la distance 61 séparant l'extrémité de l'ailette de la plaque 10 correspond à la position correc-

te parfaitement définie de cette ailette qui est maintenue en position redressée par la surface intérieure du crochet 43 dont la pente correspond à l'inclinaison définie de l'ailette 12.

5 Le déplacement du coulisseau 43 en direction de la plaquette 10 est obtenu par traction sur l'élément mobile 48 de la télécommande à billes 30 entraînant un déplacement du coulisseau et du crochet 43 d'une amplitude parfaitement définie.

10 L'amplitude de déplacement de la télécommande à billes est choisie de manière à dépasser très légèrement la position définie de l'ailette 12 qui revient à sa position correcte, par élasticité, après relâchement de l'effort exercé par le crochet 43, par
15 l'intermédiaire du coulisseau 42.

Sur la figure 11, on voit la section de la partie de liaison 63 du crochet 43 entre le corps 56 et le bec délimité par les méplats 59 ainsi que le trou de fixation 64 du crochet 43 sur l'extrémité du
20 coulisseau 42, par l'intermédiaire des vis 57.

Sur la figure 12, on voit un crochet 65 comportant un bec 66 dont la surface intérieure inclinée 67 présente une inclinaison beaucoup plus forte par rapport à la verticale que la surface inclinée du crochet 43 représenté sur la figure 7A. Un crochet tel
25 que 65 peut être utilisé pour amorcer le redressage des ailettes, lorsque celles-ci sont très inclinées. Le redressage final étant assuré par le bec du crochet 43 mis en oeuvre après un premier redressage de l'ailette en utilisant le crochet 65.
30

La forme du bec 66 du crochet peut également être adaptée pour effectuer le relevage d'une ailette lorsque celle-ci est dans une position inclinée vers l'intérieur de la grille-entretoise.

Sur la figure 13, on voit un outillage d'intervention dont l'extrémité qui se substitue au crochet 43 du dispositif représenté sur les figures 6, 7 et 8 est constituée par un poussoir 68 comportant un bec d'extrémité 69 ayant une surface inclinée 70 permettant de faire passer une ailette 12 d'une position défectueuse relevée représentée en pointillés à une position d'inclinaison correcte représentée en traits pleins.

Dans ce cas, la télécommande à billes est actionnée non plus dans le sens de la traction mais dans le sens de la poussée après que l'extrémité du support de guidage 39 constituée par la butée 45 soit mise en appui contre la surface externe de la plaquette 10.

Dans ce cas, l'ailette de guidage 12 est repoussée vers l'intérieur de la grille-entretoise jusqu'à sa position d'inclinaison correcte. Cette position est déterminée de manière très précise par réglage de la distance 71 séparant l'extrémité de l'ailette, de la face intérieure de la plaquette 10.

On peut également imaginer un outillage mixte permettant de réaliser simultanément le repoussage des ailettes dont le relevage est excessif et le redressage d'ailettes repliées vers l'intérieur de la grille-entretoise. Dans ce cas, on utilisera un dispositif associant des crochets redresseurs tels que le crochet 43 et un poussoir tel que le poussoir 68 représenté sur la figure 13.

Les crochets de redressage sont engagés sur les ailettes adjacentes à l'ailette sur laquelle on effectue le repoussage et un poussoir, placé dans une position intermédiaire entre les crochets de redressage, est appliqué sur l'ailette située en position centrale.

Les différentes opérations qui ont été décrites sont contrôlées grâce à des caméras vidéo telles que la caméra 27 portée par le dispositif à chariots croisés 26. Une image de la zone dans laquelle on effectue le redressage des ailettes est fournie à l'opérateur 31 grâce à des écrans de télévision.

Les opérations effectuées sur les ailettes d'un assemblage combustible sont déterminées par une inspection de l'assemblage à l'intérieur de la piscine. Dans le cas général, le défaut d'inclinaison des ailettes est de l'ordre de 10 à 20° et leur redressement peut être effectué en utilisant un crochet 43 dont la surface intérieure du bec présente l'inclinaison voulue. En réalité, l'angle intérieur de la surface du bec du crochet 43 sera légèrement plus fermé pour tenir compte de l'élasticité de l'ailette, lors du relâchement de l'effort de traction, comme expliqué plus haut.

L'amplitude de déplacement de la partie mobile de la télécommande à bille de l'outillage est préréglée de manière à obtenir directement la cote correspondant à un redressage correct de l'ailette.

L'ouverture rapide obtenue grâce à la poignée de la télécommande permet le dégagement du crochet de l'ailette, le support du dispositif à chariots croisés 26 étant ensuite manoeuvré verticalement le long de la perche 25 pour déplacer ce dispositif.

Pendant toute l'opération de redressage de l'ailette et pendant l'opération de dégagement du crochet, le dispositif à chariots croisés est dans une position fixe.

On peut également effectuer le redressage des ailettes en utilisant le dispositif avec un chariot flottant.

Pour celà, l'outillage de redressage des ailettes est monté sur le support à chariots croisés, dans sa position ouverte, c'est-à-dire avec le crochet de redressage dans sa position éloignée de la butée d'extrémité du support à glissière. Le crochet est muni d'un capteur miniaturisé permettant de signaler à l'opérateur, grâce à un voyant situé au poste de commande 28, que l'extrémité du crochet est placée correctement sur l'ailette 12.

L'opération de redressage consiste à manoeuvrer les chariots croisés de façon à engager le crochet sur l'ailette et à descendre le support jusqu'au moment où le voyant indique une position correcte. Le chariot supportant l'outillage de redressage est alors débrayé pour le rendre flottant. L'action sur la poignée de la télécommande à billes 30 permet de rapprocher la butée en appui de réaction sur la plaquette périphérique 10 et le crochet en appui sur l'ailette de guidage. On effectue ainsi le redressage de l'ailette par autocentrage.

Dans certains cas, les ailettes peuvent être fortement repliées vers l'intérieur de la grille-entretoise et par exemple, dans le cas d'une grille-entretoise de structure évoluée représentée sur les figures 2, 3A et 4A, repliées à l'horizontale contre les parois de cellules correspondantes. Dans le cas d'un assemblage de structure classique tel que représenté sur les figures 3B et 4B, les ailettes de guidage 12' et 13' peuvent même être repliées vers l'intérieur de la grille-entretoise, au-delà de la position horizontale.

Dans ce cas, on utilise un crochet tel que représenté sur la figure 12 permettant d'ébaucher le redressage de l'ailette dans une première phase.

Dans une seconde phase, on effectue le redressage de l'ailette jusqu'à sa position correcte, en utilisant un crochet de redressage de forme appropriée.

5 Le dispositif de mise en place de l'outillage d'intervention peut être conçu de manière à recevoir sur son plateau horizontal deux dispositifs à chariots croisés. Dans ce cas, l'un des chariots peut recevoir un outil comportant un crochet à forte inclinaison permettant d'amorcer le redressage des ailettes et l'autre chariot un outil de finition permettant de redresser l'ailette jusqu'à son inclinaison correcte et bien définie. Dans ce cas, on réduit les temps d'intervention et on supprime les phases de changement d'outils qui peuvent être fortement irradiés et de ce fait on diminue le temps d'exposition des opérateurs aux rayonnements ionisants.

10

15

 L'outillage d'intervention peut également comporter plusieurs crochets, cet outil étant alors constitué sous la forme d'un peigne susceptible d'agir simultanément sur plusieurs ailettes ou même sur l'ensemble des ailettes de guidage associées à une plaquette du cadre externe d'une grille-entretoise.

20

 Dans ce but, l'outillage peut comporter de deux à seize crochets disposés de manière adjacente les uns par rapport aux autres.

25

 L'outillage qui a été décrit peut permettre, par simple retournement du support de guidage et du coulisseau, d'effectuer le redressage des ailettes situées suivant le bord inférieur des plaquettes périphériques de la grille-entretoise.

30

 Dans le cas où le dispositif de mise en place de l'outillage comporte deux dispositifs à chariots croisés, il est possible de monter des outillages dis-

5 tincts pour redresser les ailettes inférieures et les ailettes supérieures respectivement. On peut également monter un outillage permettant d'effectuer le redressage des ailettes sur l'un des dispositifs à chariots croisés et un outillage destiné au repoussage des ailettes sur l'autre chariot croisé.

10 Dans ce cas, l'outillage de redressage des ailettes peut être placé de manière à fournir une réaction d'appui, lors de l'opération de repoussage des ailettes.

15 L'ensemble des opérations de redressage ou de repoussage des ailettes est réalisé sous la surveillance de trois caméras orientables à distance, afin de suivre le déroulement de ces opérations et notamment de surveiller si l'ailette en cours de redressage ne risque pas de se rompre au niveau de la ligne de pliage. Si une amorce de rupture est observée, on effectuera l'élimination de l'ailette en utilisant par exemple un outil de récupération de corps
20 étrangers dans les assemblages combustibles comportant une pince, tel que décrit dans la demande de brevet français 88-09025.

25 Ce dispositif comporte un support à chariots croisés qui peut être utilisé pour obtenir la rupture complète de l'ailette.

30 Pour cela, on effectue le serrage de l'extrémité de l'ailette entre les deux parties de la pince et l'on déplace le chariot frontal du dispositif de support dans un mouvement alternatif d'avance et de retrait pour réaliser un pliage successif de l'ailette dans un sens et dans l'autre au niveau de la ligne de pliage comportant l'amorce de rupture. On réalise ainsi la rupture complète de l'ailette qui est déposée dans un container d'évacuation placé à proximité de l'assemblage.

On pourra noter que la suppression de quelques ailettes ne risque pas d'altérer le fonctionnement normal du réacteur ni d'influer de façon sensible sur la sécurité de ce réacteur.

5 L'opération de restauration des ailettes de l'assemblage peut donc consister soit à redresser une ailette dont l'inclinaison est défectueuse si cette ailette ne présente pas d'amorce de rupture, en particulier au niveau de sa ligne de pliage, soit à élimi-
10 ner cette ailette si celle-ci présente le risque de se rompre lors de l'opération de redressement.

 L'invention s'applique à la restauration des ailettes de guidage de tout assemblage combustible comportant des grilles-entretoises dont les plaquettes
15 périphériques comportent, sur leur bord supérieur et/ou sur leur bord inférieur, des ailettes de guidage.

REVENDECATIONS

- 1.- Dispositif de redressage des ailettes de guidage (12) des grilles-entretoises (2) d'un assemblage combustible (1) d'un réacteur nucléaire, destinées au maintien transversal des crayons combustibles (6) et comportant un cadre extérieur dont la section transversale correspond à la section de l'assemblage constitué par des plaquettes métalliques (10) comportant sur l'un au moins de leurs côtés correspondant à l'un des bords du cadre, un ensemble d'ailettes (12) présentant une inclinaison parfaitement définie par rapport à la plaquette (10) correspondante, l'opération de redressage des ailettes dont l'inclinaison a été modifiée par pliage pendant le fonctionnement ou la manutention de l'assemblage combustible étant effectuée à distance et sous une certaine hauteur d'eau dans une piscine de stockage d'assemblages combustibles, grâce au dispositif qui comporte une perche (25) de grande longueur sur laquelle est monté un moyen de support et de déplacement (26) d'un outillage d'intervention (35) au niveau de l'assemblage, mobile dans une direction axiale de la perche (25) et dans deux directions perpendiculaires à cette direction axiale, caractérisé par le fait que l'outillage d'intervention (35) comporte :
- un moyen de guidage (39) fixé rigidement sur le support d'outillage (26) et présentant une glissière ayant une direction perpendiculaire à l'axe (44) de la perche (25),
 - un coulisseau (42) monté mobile sur la glissière du moyen de guidage (39),
 - une butée d'appui (45) fixée rigidement à l'une des extrémités du moyen de guidage (39), à proximité d'une extrémité correspondante de la glissière,

- un moyen de pliage d'au moins une ailette solidaire d'une extrémité du coulisseau (42) éloignée de l'axe (44) de la perche (25) et située à l'extérieur de la glissière du moyen de guidage (39), à proximité de la butée d'appui (45),
- un moyen de déplacement (30) commandé à distance du coulisseau (42) dans le moyen de guidage (39),
- et au moins une caméra vidéo portée par le support (26) pour fournir une image de la zone dans laquelle on effectue le redressage.

2.- Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que le moyen de pliage (43) de l'ailette (12) est constitué par un crochet fixé à l'extrémité du coulisseau et comportant une partie d'extrémité constituant un bec ayant une surface intérieure inclinée dont l'inclinaison par rapport à un plan vertical correspond à l'inclinaison parfaitement définie de l'ailette (12), par rapport à la plaquette (10).

3.- Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que le moyen de pliage (65) de l'ailette (12) est constitué par un crochet fixé à l'extrémité du coulisseau (42), dont la partie d'extrémité constitue un bec (66) ayant une surface intérieure (67) dont l'inclinaison par rapport à un plan vertical est sensiblement plus forte que l'inclinaison définie de l'ailette (12) par rapport à la plaquette (10).

4.- Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que le moyen de pliage (68) est constitué par un poussoir ayant une surface extérieure d'extrémité (70) présentant une inclinaison par rapport à un plan vertical sensiblement identique à l'inclinaison définie d'une ailette (12) par rapport à la plaquette (10) correspondante.

5.- Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait que le moyen de déplacement commandé à distance du coulisseau (42) dans le moyen de guidage (39) est constitué par une télécommande à billes (30) actionnée manuellement depuis un poste de contrôle (28) situé au-dessus du niveau de la piscine.

6.- Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que le moyen de pliage de l'ailette (12) est constitué par au moins deux crochets ou poussoirs fixés dans des positions adjacentes à l'extrémité d'au moins un coulisseau (42).

7.- Dispositif suivant la revendication 6, caractérisé par le fait que le moyen de pliage des ailettes comporte un nombre de crochets (43) identique au nombre d'ailettes disposées suivant l'un des bords d'une plaquette (10) d'une grille-entretoise (2), le redressage de l'ensemble des ailettes associées au bord de la plaquette (10) étant effectué en une seule opération.

8.- Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé par le fait qu'il comporte au moins deux chariots (26) à déplacements croisés dans des directions perpendiculaires à l'axe de la perche (25), chacun des dispositifs (26) à chariots croisés portant un outillage d'intervention (35) d'un type défini.

9.- Procédé de redressage des ailettes de guidage (12) des grilles-entretoises (2) d'un assemblage combustible (1) d'un réacteur nucléaire, destinées au maintien transversal des crayons combustibles (6) et comportant un cadre extérieur dont la section transversale correspond à la section de l'assemblage, constitué par des plaquettes métalliques (10) comportant sur l'un au moins de leurs côtés correspondant à

l'un des bords du cadre, un ensemble d'ailettes (12) présentant une inclinaison parfaitement définie par rapport à la plaquette (10) correspondante, le procédé étant mis en oeuvre alors que l'assemblage combustible est placé sous une certaine hauteur d'eau dans une piscine de stockage d'assemblages combustibles, par déplacement d'un support d'outillage (26) à l'intérieur de la piscine dans la direction verticale et dans deux directions horizontales perpendiculaires entre elles, grâce à un dispositif à chariots à déplacements croisés (26) superposés dont le chariot supérieur constitue le support d'outillage, de manière à mettre une butée d'appui (45) fixée sur le support d'outillage (26), en contact avec la surface externe d'une plaquette (10) au voisinage d'au moins une ailette (12) à redresser et de manière à engager au moins un crochet de redressage (43) sur une ailette à redresser et par traction sur le crochet de redressage de manière à replacer l'ailette (12) dans sa position d'inclinaison correcte, caractérisé par le fait que les deux chariots du dispositif à chariots à déplacements croisés (26) sont immobilisés pendant qu'on exerce une traction sur l'ailette (12) à redresser, par l'intermédiaire du crochet (43).

10.- Procédé de redressage des ailettes de guidage (12) des grilles-entretoises (2) d'un assemblage combustible (1) d'un réacteur nucléaire, destinées au maintien transversal des crayons combustibles (6) et comportant un cadre extérieur dont la section transversale correspond à la section de l'assemblage, constitué par des plaquettes métalliques (10) comportant sur l'un au moins de leurs côtés correspondant à l'un des bords du cadre, un ensemble d'ailettes (12) présentant une inclinaison parfaitement définie par

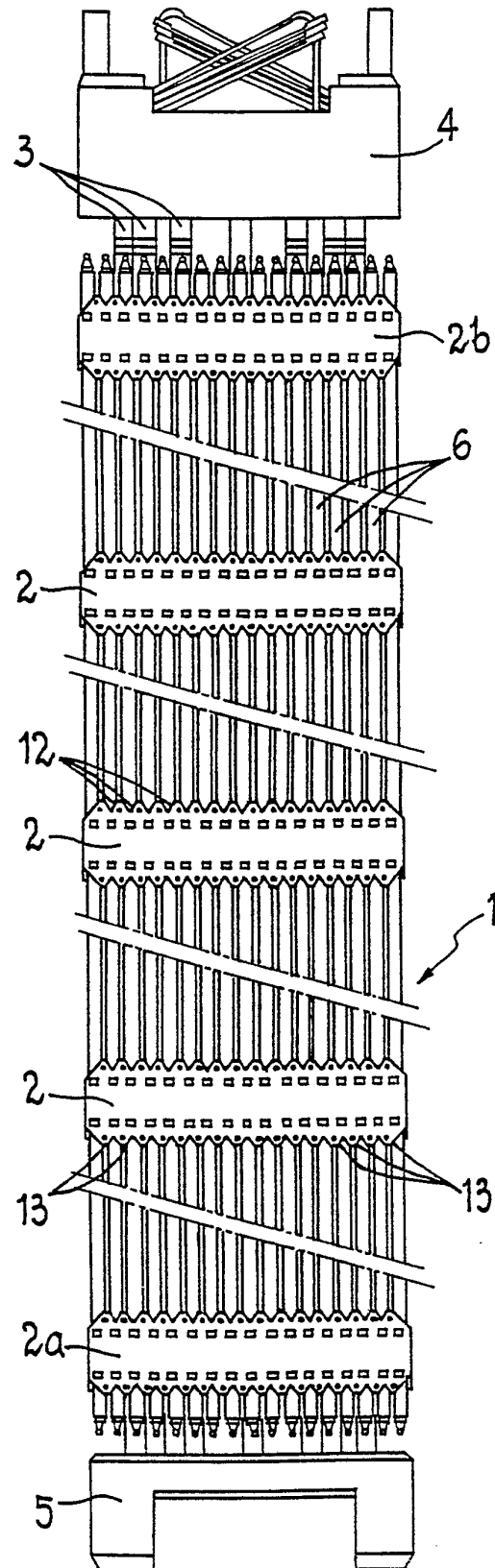
rapport à la plaquette (10) correspondante, le procédé étant mis en oeuvre alors que l'assemblage combustible est placé sous une certaine hauteur d'eau dans une piscine de stockage d'assemblages combustibles, par

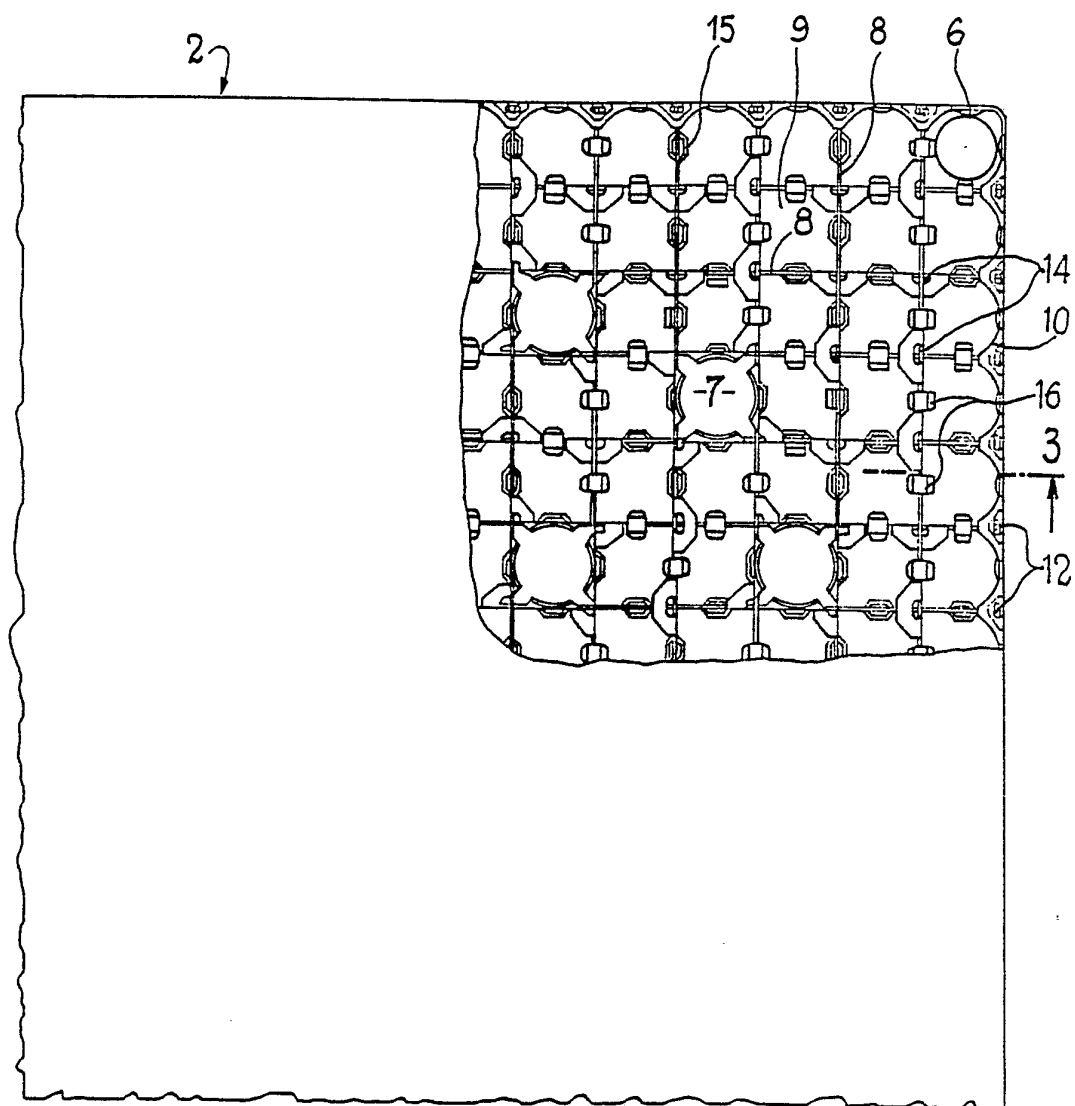
5 déplacement d'un support d'outillage (26) à l'intérieur de la piscine dans la direction verticale et dans deux directions horizontales perpendiculaires entre elles, grâce à un dispositif à chariots à déplacements croisés (26) superposés dont le chariot supérieur

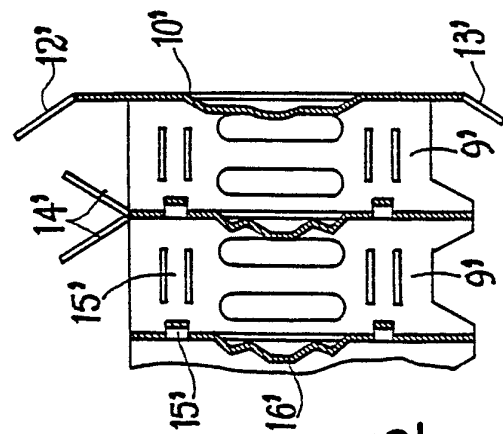
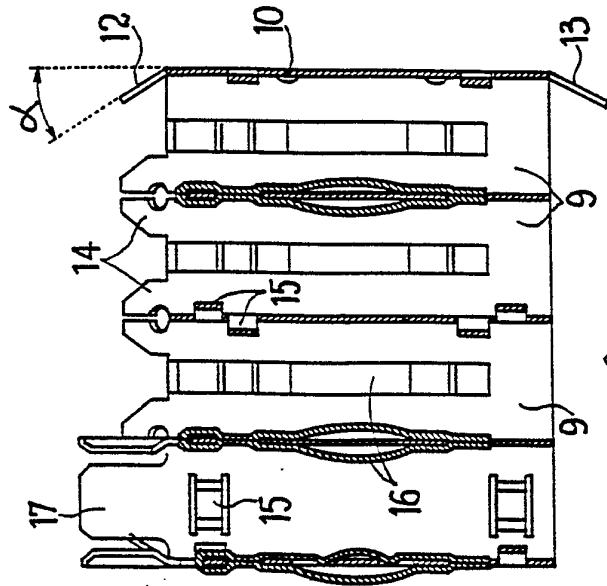
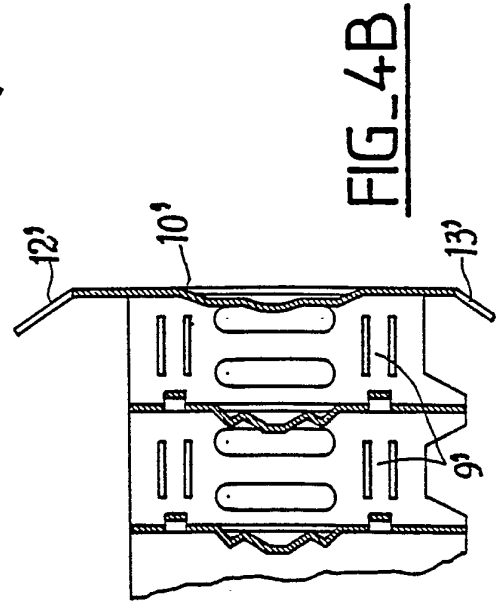
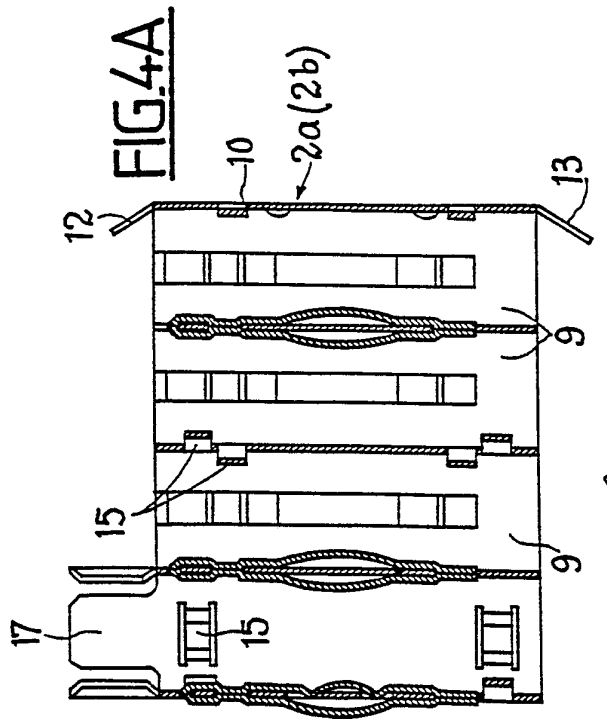
10 constitue le support d'outillage, de manière à mettre une butée d'appui (45) fixée sur le support d'outillage (26), en contact avec la surface externe d'une plaquette (10) au voisinage d'au moins une ailette (12) à redresser et de manière à engager au

15 moins un crochet de redressage (43) sur une ailette à redresser et par traction sur le crochet de redressage de manière à replacer l'ailette (12) dans sa position d'inclinaison correcte, caractérisé par le fait que le chariot supérieur est débrayé et libre en translation

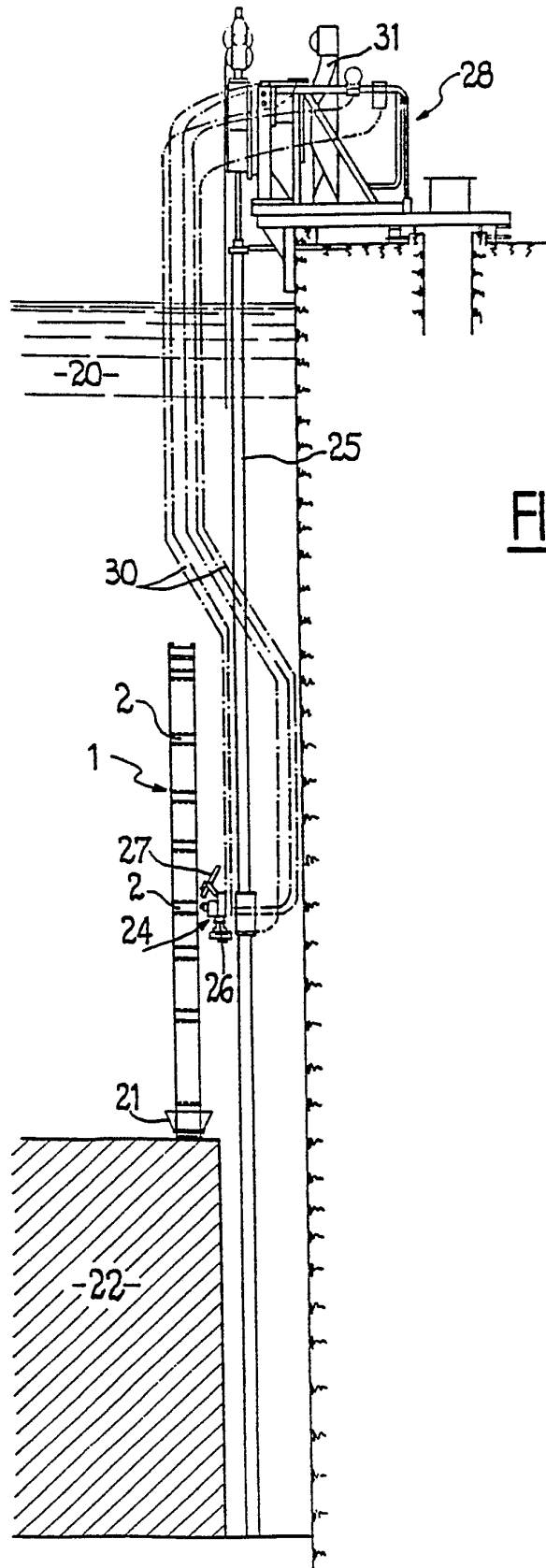
20 pendant qu'on exerce une traction sur l'ailette (12), l'effort de traction étant repris par la butée (45) en appui sur la plaquette (10).

FIG. 1

FIG. 2



32



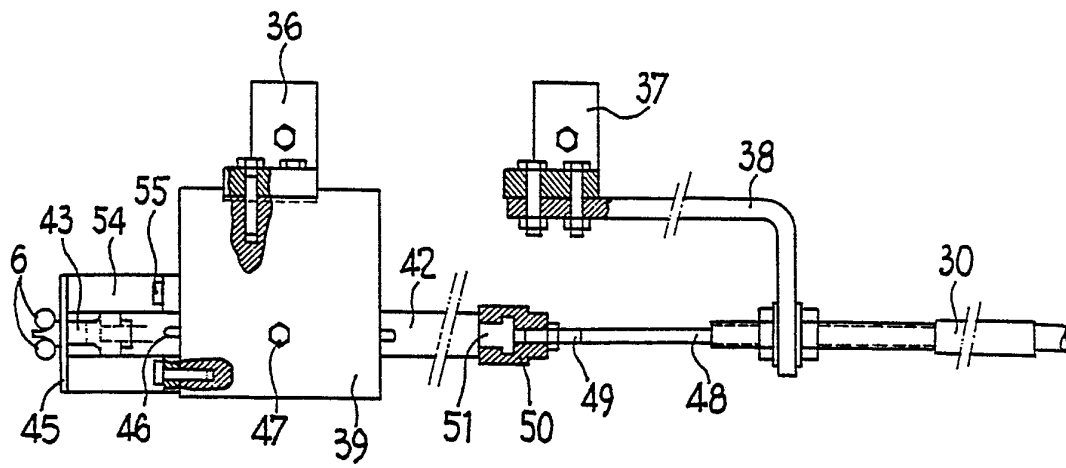
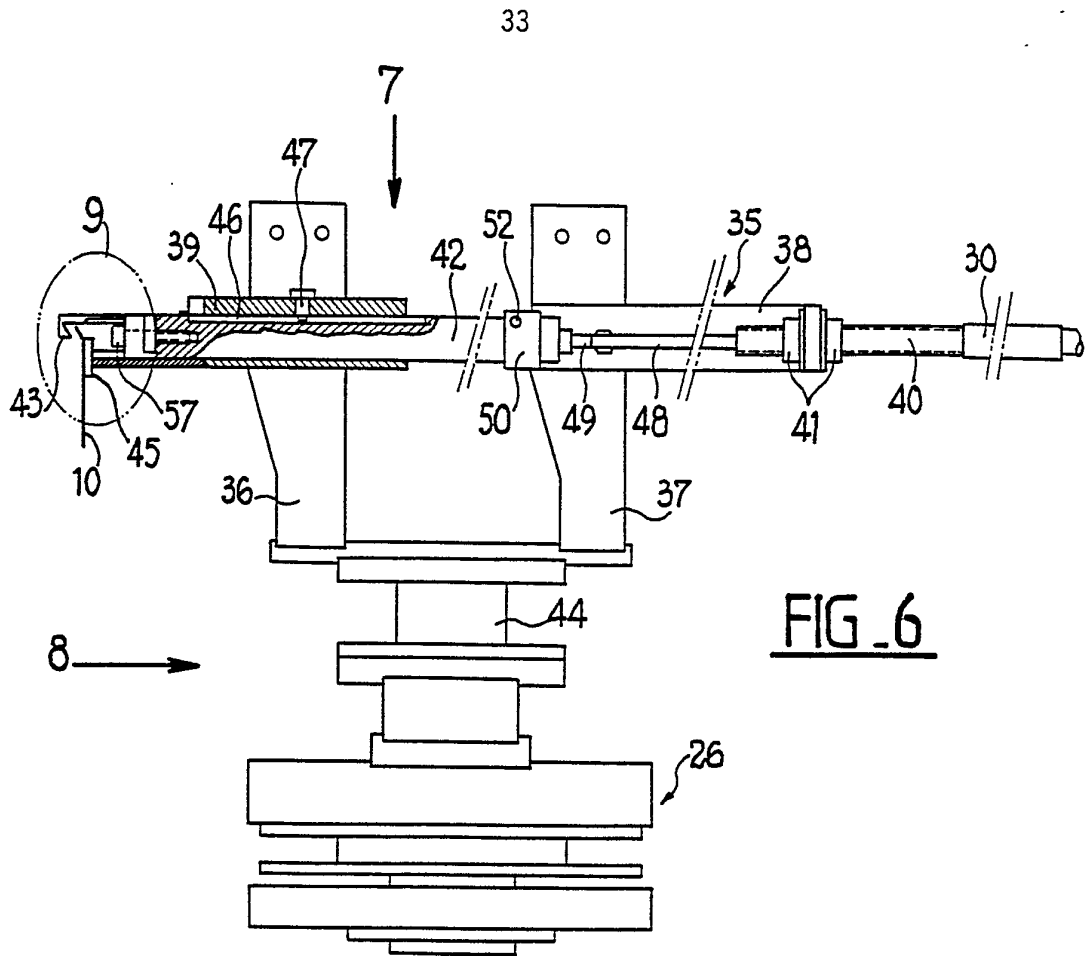


FIG. 7

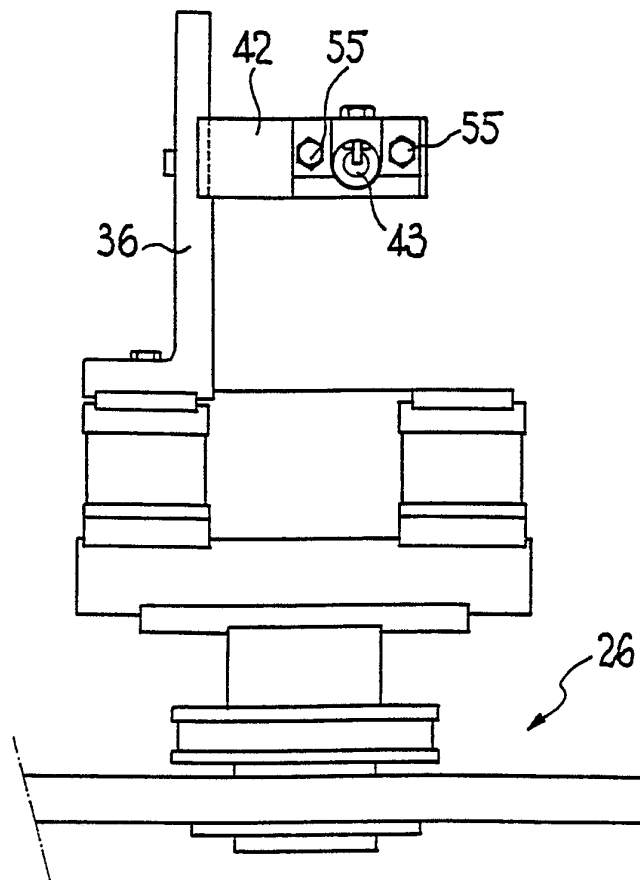
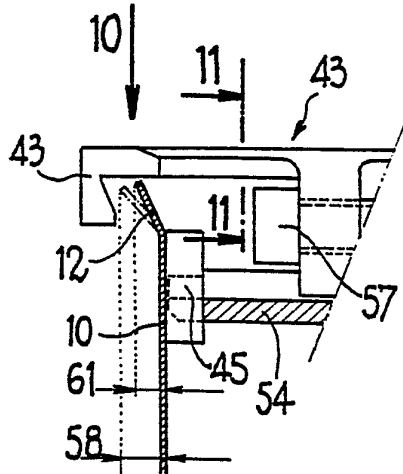
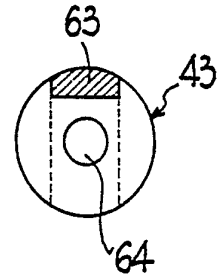
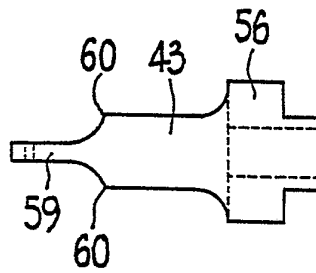
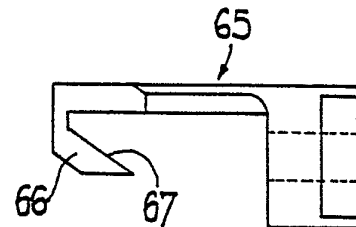
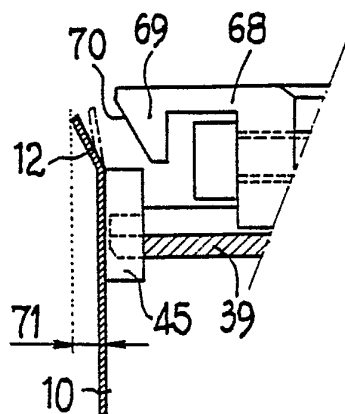
FIG_8

FIG. 9FIG. 11FIG. 10FIG. 12FIG. 13



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE

établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2
de la loi belge sur les brevets d'invention
du 28 mars 1984

Numero de la demande
nationale

BO 4135
BE 8901386

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.5)
Y A	US-A-4 791 801 (WESTINGHOUSE) * colonne 7, ligne 48 - ligne 61 * * colonne 10, ligne 65 - colonne 12, ligne 28; figures 3,5,7,8,10 * ---	1,2,5 9	G21C3/335
Y A	FR-A-2 298 859 (FRAMATOME) * page 3, ligne 29 - page 4, ligne 14 * * page 4, ligne 33 - ligne 40; figures 1,2 * -----	1,2,5 8	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.5)
			G21C
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
28 Octobre 1994		Jandl, F	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	