

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
2 août 2007 (02.08.2007)

PCT

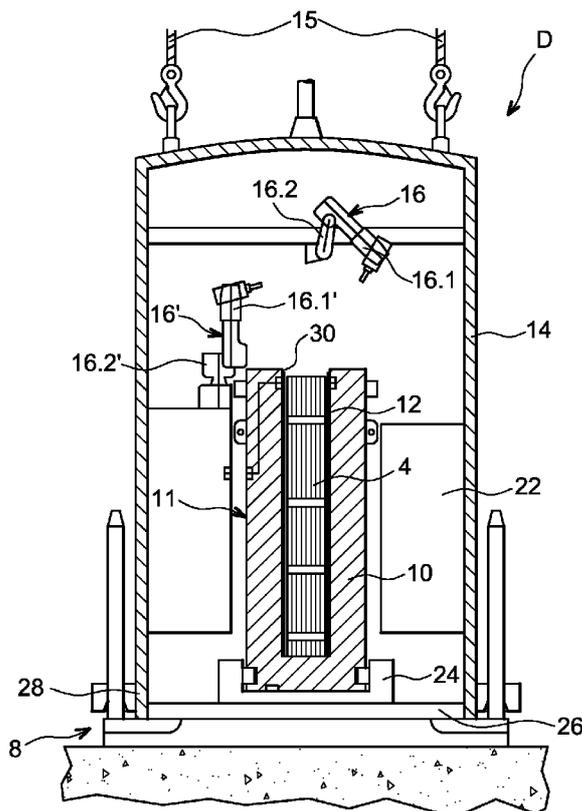
(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2007/085586 A2**

- (51) Classification internationale des brevets : **Non classée**
- (21) Numéro de la demande internationale : PCT/EP2007/050625
- (22) Date de dépôt international : 23 janvier 2007 (23.01.2007)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité : 0650258 25 janvier 2006 (25.01.2006) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE** [FR/FR]; 25 rue Leblanc, Immeuble "le Ponant D", F-75015 Paris (FR).
- (72) Inventeurs; et
- (75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **BONTEMPS, Virginie** [FR/FR]; 38 Boulevard Cap de Villa, F-84000 Avignon (FR). **ARGOUD, Jean-Claude** [FR/FR]; 185 Impasse Souchière, F-38330 Montbonnot (FR).
- (74) Mandataire : **POULIN, Gérard**; BREVATOME, 3, rue du Docteur Lancereaux, F-75008 Paris (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR CLOSING IN A WATER-FILLED POOL A LOADED CASE WITH IRRADIATED NUCLEAR FUEL

(54) Titre : PROCEDE ET DISPOSITIF DE FERMETURE EN PISCINE D'UN ETUI CHARGE AVEC DU COMBUSTIBLE NUCLEAIRE IRRADIE



(57) Abstract: The invention mainly concerns a method for conditioning nuclear fuel in a water-filled pool in a case (12) arranged in a container (10), including the following steps: immersing the case (12) and the container (10), filling the case (12), installing a closure device (D) comprising plugs and means for fixing a plug on said case (12) and for verifying its being fixed. The invention also concerns a device for closing (D) a loaded case (12) with an irradiated nuclear fuel in a water-filled pool.

(57) Abrégé : La présente invention a principalement pour objet un procédé de conditionnement de combustible nucléaire en piscine dans un étui (12) disposé dans un container (10), comportant les étapes d'immersion de l'étui (12) et du container (10), de remplissage de l'étui (12), de mise en place d'un dispositif de fermeture (D) comportant des bouchons et des moyens pour fixer un bouchon sur ledit étui (12) et pour vérifier cette fixation. La présente invention a également pour objet un dispositif de fermeture (D) d'un étui (12) chargé avec un combustible irradié en piscine.

WO 2007/085586 A2



SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR,  
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,  
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**(84) États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT,

**Publiée :**

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport*

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

**PROCEDE ET DISPOSITIF DE FERMETURE EN PISCINE D'UN ETUI  
CHARGÉ AVEC DU COMBUSTIBLE NUCLÉAIRE IRRADIÉ**

**DESCRIPTION**

**5    DOMAINE TECHNIQUE ET ART ANTÉRIEUR**

La présente invention se rapporte à un procédé de conditionnement de combustible nucléaire irradié en piscine et à un dispositif de fermeture en piscine d'étuis contenant du combustible nucléaire irradié, en vue de leur entreposage ou de leur retraitement, voire de leur stockage en site profond.

Dans le cadre de la gestion des combustibles irradiés, après leur utilisation en réacteur, ceux-ci subissent une étape de refroidissement en piscine dans un bâtiment, dit bâtiment combustible, qui se trouve généralement à côté du bâtiment réacteur.

A la fin de cette étape de refroidissement, les combustibles irradiés sont retirés de la piscine, puis évacués vers un lieu d'entreposage en attente d'un exutoire définitif qui peut être soit le retraitement, soit le stockage géologique.

L'étape de refroidissement en piscine est d'une durée limitée du fait de la capacité réduite des piscines de refroidissement.

Dans ce cadre, il est alors envisagé de conditionner les combustibles irradiés dans des étuis formant la première barrière de confinement, chaque étui étant lui-même disposé dans un container formant une deuxième barrière de confinement et assurant la

tenue mécanique de l'ensemble. Ce container est destiné au transport de l'étui vers son lieu d'entreposage provisoire.

5 A l'heure actuelle, le conditionnement des combustibles nucléaires irradiés s'effectue dans des cellules chaudes, qui assurent le confinement et la protection contre les rayonnements par des parois blindées. Ces cellules chaudes présentent l'inconvénient d'être de construction lourde et  
10 coûteuse.

Il est également connu du document FR 2 806 828, un dispositif de fermeture sous eau d'un étui de combustible irradié comportant une cloche destinée à venir recouvrir de manière étanche une  
15 extrémité ouverte de l'étui de manière étanche, un robot étant amené dans la cloche par un tube, reliant la cloche à l'environnement extérieur, ce robot étant destiné à fixer le bouchon sur l'étui.

Le dispositif permet d'amener un tube pour  
20 aspirer l'eau contenue dans l'étui avant la mise en place du bouchon.

Ce dispositif et son procédé associé ne permettent pas un conditionnement de combustible nucléaire sûr, puisque aucune vérification de  
25 l'étanchéité de la fermeture de l'étui n'est effectuée. En outre, lorsque le combustible irradié est sorti de la piscine, une seule protection biologique formée par l'étui le sépare de l'environnement extérieur.

En outre, la cloche est reliée à  
30 l'environnement extérieur par un canal permettant le passage, notamment du moyen de soudage. Ainsi

l'étanchéité aux rayonnements est difficile à mettre en œuvre.

Le document DE 8906938 décrit une installation pour enfermer du combustible nucléaire dans un étui, cette installation étant disposée dans un bassin.

Cette installation en deux parties, comporte un logement cylindrique inférieur dans lequel est disposé directement l'étui avant son remplissage avec le combustible et une cloche recouvrant le haut du container. Le logement inférieur comporte dans son fond une évacuation de l'eau contenu dans l'étui.

Ce stockage n'offre qu'une seule barrière biologique formée par l'étui.

En outre, cette installation est très encombrante et difficile à manipuler, notamment à transporter pour être mise en œuvre dans d'autres piscines.

Par ailleurs, aucune vérification de l'étanchéité de la fermeture du container n'est décrite.

C'est par conséquent un but de la présente invention d'offrir un procédé de conditionnement de combustible nucléaire irradié permettant un stockage à l'air libre sans risque de rayonnement.

C'est également un but de la présente invention d'offrir un dispositif permettant de conditionner en piscine du combustible nucléaire irradié de manière sûre et dans un conditionnement assurant une double protection biologique.

C'est également un but de la présente invention d'offrir un dispositif de fermeture d'étui en piscine de coût de revient faible relativement aux dispositifs connus.

## 5 **EXPOSÉ DE L'INVENTION**

Les buts précédemment énoncés sont atteints par un procédé de conditionnement en piscine de combustible nucléaire, comportant les étapes :

- 10 - d'immersion dans la piscine d'un étui disposé dans un container,
- de mise en place du dispositif de fermeture au dessus du container,
- d'abaissement du niveau de l'eau dans le dispositif d'abaissement à un niveau inférieur à une  
15 extrémité ouverte du container,
- de fixation d'un bouchon sur l'étui,
- de retrait de l'eau dans l'étui,
- de vérification de l'étanchéité de la  
20 fermeture.

20 Un dispositif selon la présente invention comporte une cloche apte à recouvrir le container recevant l'étui, la cloche étant munie de moyens de fixation du bouchon sur l'étui, de vidange et de séchage de l'étui, de vérification de l'absence d'eau  
25 dans l'étui et de l'étanchéité de la fermeture obtenue par le bouchon.

La cloche est entreposée dans la piscine et est disposée au dessus d'un container pour le recouvrir lors du conditionnement de combustible nucléaire.

Le dispositif selon la présente invention présente l'avantage d'être facilement transportable. Il permet de conditionner des combustibles directement dans leur piscine d'entreposage, ainsi l'utilisation de  
5 moyen lourd, comme une cellule chaude, n'est plus nécessaire. Le coût d'exploitation d'un tel dispositif est donc réduit.

En outre, le conditionnement directement en piscine permet de bénéficier de la protection  
10 biologique opérée par l'eau et évite le transport de combustible irradié sans protection biologique et mécanique complètement sûre.

La cloche comporte les équipements qui permettent de sécher les éléments combustibles, de  
15 réaliser le soudage d'un couvercle étanche sur l'étui et le contrôle de l'étanchéité de la fermeture. Toutes les opérations sont réalisées à distance et sous eau.

La présente invention a alors principalement pour objet un procédé de conditionnement  
20 en piscine de combustible nucléaire dans un étui contenu dans un container, comportant les étapes :

- immersion du container et de l'étui dans la piscine,
- chargement de l'étui avec du combustible  
25 nucléaire,
- mise en place d'un dispositif de fermeture de l'étui au dessus du container, ledit dispositif comportant au moins un premier bouchon d'étui,
- 30 - maintien d'une pression de fluide pneumatique dans le dispositif de manière à maintenir

le niveau de l'eau à un niveau inférieur à une extrémité ouverte du l'emballage,

5 - fixation d'un bouchon sur une extrémité ouverte de l'étui par un moyen contenu dans le dispositif,

- vidange de l'étui par un moyen de vidange contenu dans le dispositif,

- vérification de l'étanchéité de la fermeture réalisée par le bouchon,

10 - retrait du dispositif.

Lors de la vidange de l'étui, il est prévu un retrait de l'eau au moyen d'une pompe, puis un balayage de gaz dans l'étui pour sécher l'intérieur de l'étui.

15 De manière avantageuse, en fin de vidange une vérification de l'absence d'eau dans l'étui est effectuée, par exemple par une mesure de remontée de pression.

20 Le contrôle de l'étanchéité de la fermeture peut comporter :

- un balayage à l'hélium de l'intérieur de l'étui et mise sous pression de l'intérieur de l'étui avec de l'hélium,

25 - une mise en œuvre d'un spectromètre à hélium pour détecter une éventuelle fuite d'hélium.

De manière préférée, la fixation du premier bouchon s'effectue par soudage.

30 Un deuxième bouchon contenu dans le dispositif de fermeture, est avantageusement fixé sur le premier bouchon avant le retrait du dispositif de

fermeture, celui-ci peut comporter des moyens de préhension.

Il peut également être prévu de mettre en place un bouchon sur le container après retrait du  
5 dispositif de fermeture.

De manière très avantageuse, l'emballage et le dispositif de fermeture sont disposés l'un par rapport à l'autre dans une position relative déterminée, permettant notamment une automatisation du  
10 procédé de fermeture.

La présente invention a également pour objet un dispositif de fermeture en piscine d'un étui disposé dans un container, ledit étui étant chargé avec un combustible irradié, comportant une cloche, au moins  
15 un premier bouchon muni de connecteurs, des moyens pour mettre en place ledit bouchon sur l'étui, des moyens de fixation du bouchon sur l'étui, des moyens de retrait de l'eau, des moyens de vérification du retrait total de l'eau et de moyens de contrôle de l'étanchéité de la  
20 fermeture de l'étui sur le bouchon.

Le dispositif de fermeture peut comporter un bras formant les moyens de mise en place du bouchon sur l'étui.

Les moyens de vidange peuvent comporter une  
25 pompe et un moyen pour effectuer un balayage sous gaz de l'étui afin de le sécher, ladite pompe et ledit moyen de balayage étant connectables à au moins un connecteur.

De manière préférée, les moyens de  
30 vérification de l'étanchéité comportent un moyen pour injecter de l'hélium dans l'étui et un spectromètre à

hélium ; le moyen pour injecter de l'hélium est connectable à au moins un connecteur.

Les moyens de fixation sont avantageusement des moyens de soudage, ces moyens étant amenés à  
5 proximité de l'étui par un bras contenu dans la cloche.

De manière avantageuse, le dispositif de fermeture peut contenir un dispositif de stockage de plusieurs premiers bouchons, permettant la fermeture de plusieurs étuis sans avoir à remonter le dispositif de  
10 fermeture.

Le dispositif de fermeture peut également comporter un dispositif de stockage de plusieurs deuxièmes bouchons destinés à être fixés sur les premiers bouchons.

#### 15 **BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS**

La présente invention sera mieux comprise à l'aide de la description qui va suivre et des dessins annexés, sur lesquels :

- les figures 1A et 1B sont des  
20 représentations schématiques du cadre de la mise en œuvre du procédé et du dispositif selon la présente invention dans un mode de repos et un mode de fermeture respectivement,

- la figure 2 est un diagramme des  
25 différentes étapes du procédé selon la présente invention,

- la figure 3 est une vue en coupe longitudinale d'un dispositif de chargement selon la présente invention.

**EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS**

Sur les figures 1A et 1B, on peut voir une piscine 2 remplie d'eau dans laquelle sont entreposés des combustibles nucléaires 4 irradiés pour leur refroidissement. Ces combustibles peuvent être sous forme d'assemblage de plusieurs crayons de combustible ou des combustibles en plaques ou toute autre forme.

Cette piscine peut recevoir un dispositif de fermeture D selon la présente invention qui peut être maintenu immergé dans la piscine même en l'absence d'utilisation de celui-ci.

La piscine 2 comporte un fond 6 pourvu d'un socle 8 pour recevoir un container 10 dans lequel est disposé un étui 12. Cet étui 12 est destiné à contenir le combustible irradié et forme une première barrière de confinement, le container 10 quant à lui forme une deuxième barrière de confinement et assure également le maintien mécanique de l'ensemble.

Le container 10 est destiné à assurer le confinement biologique et sa protection mécanique lors de son transport vers un lieu d'entreposage.

Dans la suite de la description, l'ensemble container 10 et étui 12 sera appelé emballage et indiqué par la référence 11.

Le procédé selon la présente invention est représenté sous forme d'organigramme sur la figure 2 et prévoit notamment :

- à l'étape 100, d'immerger le container 10 dans lequel a été disposé au préalable l'étui 12,
- à l'étape 200, de remplir l'étui 12 avec le combustible irradié,

- à l'étape 300, de disposer le dispositif D au dessus de l'emballage de manière à couvrir l'emballage, une extrémité inférieure 28 du dispositif repose sur le socle 8 dans le fond de la piscine  
5 (figure 3),

- à l'étape 400, de maintien du niveau d'eau à un niveau inférieur à une extrémité ouverte 30 de l'emballage 11,

- à l'étape 500, de mise en place d'un  
10 bouchon sur l'étui et de fixation de celui-ci de manière étanche, le dispositif de fermeture comportant des moyens permettant d'extraire l'eau contenue dans l'étui, de sécher l'intérieur de l'étui et de vérifier l'étanchéité de fermeture opérée par celui-ci,

15 - à l'étape 600, de retrait de l'eau contenu dans l'étui,

- à l'étape 700, de vérification de l'absence d'eau dans l'étui,

- à l'étape 800, de vérification de  
20 l'étanchéité de la fermeture de l'étui.

Le dispositif D, représenté à la figure 3, comporte une cloche 14 ayant sensiblement une section en U renversé, apte à être déplacée dans la piscine de manière à pouvoir être placée au dessus de l'emballage.

25 La cloche peut être déplacée au moyen d'élingues 15 fixées sur une partie supérieure de la cloche et reliées à un pont mobile.

La cloche 14 comporte des moyens pour mettre en place des bouchons, des moyens pour les fixer  
30 par exemple par soudage, des moyens pour vidanger l'intérieur de l'étui, des moyens pour vérifier

l'absence d'eau dans l'étui et des moyens pour vérifier l'étanchéité de la fermeture de l'étui (non représentés) en coopération avec les connecteurs du bouchon.

5                    La cloche 14 comporte au moins un bras, deux bras 16, 16' dans l'exemple représenté, pour mettre en œuvre les moyens cités ci-dessus.

                  Dans l'exemple représenté sur la figure 3, le dispositif selon l'invention comporte un bras 16' 10 pour la mise en place des bouchons et un bras 16 pour le soudage des bouchons et la vérification de la fermeture.

                  Les bras 16, 16' sont, par exemple formés par deux membres allongés 16.1, 16.1', 16.2, 16.2', 15 articulés l'un par rapport à l'autre, l'un des membres étant muni par exemple d'un moyen de préhension (non représenté), tel qu'une pince.

                  Les bras 16, 16' peuvent être commandés de l'extérieur par des opérateurs ou être déplacés suivant 20 un programme informatique sans intervention extérieure.

                  Le bras 16' met en place les bouchons, et met avantageusement en place les tubes d'amené d'air ou d'hélium et fixe ceux-ci sur des connecteurs des bouchons.

25                    La cloche 14 comporte avantageusement un dispositif de stockage 22 de plusieurs bouchons d'étui. Dans l'exemple représenté sur la figure 3, ce dispositif 22 est placé sur une paroi intérieure de la cloche 14. Ce stockage dans la cloche 14 évite de 30 devoir remonter la cloche entre chaque fermeture d'étui.

De manière avantageuse, ce dispositif de stockage permet de stocker deux types de bouchon, un premier type destiné à être en contact avec le combustible nucléaire et un deuxième type comportant des moyens de préhension de l'étui et destiné à être fixé sur une face extérieure du premier bouchon.

De manière avantageuse, les deux types de bouchon sont stockés dans des dispositifs de stockage distincts.

Le socle 8 comporte des moyens pour positionner la cloche 14 et l'emballage 11 dans une position relative identique à chaque chargement d'étui 12.

Le socle 8 comporte, par exemple un logement 24 de diamètre intérieur sensiblement égal au diamètre extérieur de l'emballage 11, et un disque 26 de diamètre extérieur sensiblement égal au diamètre intérieur d'une extrémité inférieure 28 ouverte de la cloche 14, le disque 26 et le logement 24 étant dans l'exemple représenté coaxiaux.

Ainsi lorsque la cloche 14 est mise en place sur le socle 8, celle-ci occupe une position unique, de même pour l'étui 12. Il est alors possible d'automatiser le procédé de fermeture, puisque les positions de l'emballage, en particulier de l'étui et de la cloche sont toujours les mêmes ; les bras peuvent alors se déplacer suivant une commande préétablie, sans intervention d'un opérateur pendant les étapes de fermeture.

Nous allons maintenant décrire de manière détaillée les étapes particulières du procédé selon la présente invention.

5 A l'étape 100, l'emballage 11 est immergé et mis en place dans le logement 24 du socle 8.

A l'étape 300, le dispositif 300 est disposé par-dessus l'emballage 11, l'extrémité inférieure 28 de la cloche 14 vient se placer autour du disque 26 du socle 8. Chaque emballage 11 et la cloche 10 14 ont alors toujours la même position relative.

Lors de l'étape 400, le niveau d'eau est maintenu en dessous de l'extrémité ouverte 30 de l'emballage 11 par un système de mise en pression qui injecte du gaz, par exemple de l'air sous pression dans 15 la cloche. Ainsi l'extrémité supérieure 30 de l'emballage 11 se trouve à l'air bien qu'il soit disposé dans la piscine, la fermeture de l'étui 12 peut avoir lieu dans un environnement sec tout en bénéficiant de la protection biologique accordée par 20 l'eau.

De manière avantageuse, l'intérieur de la cloche 14 est maintenu sec en permanence par le système de mise en pression, pour limiter une détérioration éventuelle des appareillages qu'elle comporte. De plus, 25 lorsqu'elle est mise en place sur l'emballage, le niveau d'eau est maintenu par le système de mise en pression.

Lors de l'étape 500, un premier bouchon est retiré de son dispositif de stockage 22 par le bras 16 30 et est disposé sur l'extrémité ouverte 13 de l'étui 12 de manière à l'obturer entièrement.

Les premiers bouchons comportent des connecteurs permettant un contrôle du séchage et permettant l'injection d'Hélium à l'intérieur de l'étui. Ces connecteurs sont du type auto-obturant, bien connus de l'homme du métier. Après injection de l'hélium dans l'étui, l'extrémité des connecteurs est soudée.

Comme nous le décrirons par la suite, ces connecteurs permettent de vérifier la présence d'eau dans l'étui et l'étanchéité de la fermeture obtenue par le bouchon après la mise en place du bouchon.

Les connecteurs permettent également de vidanger l'étui selon l'étape 600.

Ce bouchon est ensuite fixé sur l'étui 12, avantageusement par soudage. On pourrait également prévoir de visser le bouchon.

Le soudage est par exemple un soudage au tungstène (TIG).

Lors de l'étape 600, l'eau contenue dans l'étui est retirée au moyen d'une pompe connectée à l'extrémité d'un connecteur du bouchon. Il est prévu, outre l'extraction au moyen d'une pompe, le séchage de l'intérieur de l'étui par un balayage, par exemple à l'air.

On pourrait envisager de retirer l'eau avant de mettre le bouchon.

L'étui 12 est centré dans le container 10, qui est lui-même centré dans la pièce 24.

Lors de l'étape 700, il est procédé à une vérification de l'absence d'eau dans l'étui, par exemple par une mesure de remontée de pression. Cette

mesure consiste à mettre l'étui en dépression et à vérifier la stabilité de la dépression.

Si la mesure montre que de l'eau persiste dans l'étui, l'étape 600 est reproduite, en particulier pour le séchage par balayage à l'air. Puis une nouvelle vérification selon l'étape 700 a lieu.

Si la mesure montre que l'intérieur de l'étui est sec, on passe à l'étape 800 de vérification de l'étanchéité de fermeture réalisée par le bouchon et la soudure. Par exemple, on injecte par un connecteur du bouchon un gaz, avantageusement de l'hélium, puis on contrôle au moyen d'un spectromètre à hélium une fuite éventuelle d'hélium au niveau de la soudure.

Si une fuite est détectée, c'est-à-dire si la soudure présente un défaut, on passe à l'étape 1300. Lors de cette étape 1300, il peut être prévu de réparer cette soudure si le défaut est petit. Sinon les opérations sont arrêtées la cloche est retirée, l'étui est également retiré de l'emballage, puis ouvert pour récupérer le combustible.

Si aucune fuite n'est détectée, on peut prévoir à une étape 900 de retirer un deuxième bouchon du dispositif de stockage, et de le fixer, par exemple par soudage, sur le premier bouchon. Ce deuxième bouchon permet la préhension de l'étui. Pour le soudage, le moyen utilisé pour souder le premier bouchon sur l'étui peut être utilisé.

Si un deuxième bouchon n'est pas fixé sur le premier bouchon, on passe directement à une étape 1000 (flèche en pointillés)

Dans une étape ultérieure 1000, la cloche est retirée.

Puis dans une étape 1100, un bouchon est mis en place sur le container.

5 On pourrait également envisager de mettre en place le couvercle sur le container en présence de la cloche.

A une étape 1200, le container muni de l'étui chargé est retiré de la piscine

10 Le dispositif de fermeture selon la présente invention comporte une cloche et tous les moyens pour mettre en œuvre le procédé tel que décrit précédemment.

Le dispositif de fermeture comporte donc :

- 15 - une cloche,  
- au moins un premier bouchon muni de connecteurs,  
- un bras pour mettre en place ledit bouchon sur l'étui,  
20 - des moyens de fixation du bouchon sur l'étui,  
- des moyens de retrait de l'eau, formés par exemple par une pompe et moyens de balayage de gaz,  
- des moyens de vérification du retrait  
25 total de l'eau par mesure d'une remontée de pression, et,  
- des moyens de contrôle de l'étanchéité de la fermeture de l'étui sur le bouchon, par injection d'hélium et détection d'une fuite d'hélium par un  
30 spectromètre à hélium.

Ainsi, ce dispositif est complètement autonome et isolé de l'environnement extérieur par son immersion dans la piscine. Aucune fuite de rayonnement ne peut avoir lieu, puisque aucun transfert d'appareillage entre la cloche et l'environnement à l'air n'a lieu.

On peut, en outre, prévoir que le dispositif de fermeture fonctionne selon une séquence déterminée, sans intervention humaine. Au contraire, on peut prévoir que chaque étape soit pilotée par un opérateur.

La cloche mesure par exemple 2 mètres de diamètre et 3 mètres de haut.

Le dispositif de fermeture selon la présente invention permet avantageusement de ne pas utiliser de moyen lourd comme les cellules chaudes pour réaliser le conditionnement du combustible irradié.

Le dispositif de fermeture selon la présente invention offre l'avantage d'être transportable dans différents lieux, ainsi celui-ci peut servir pour plusieurs piscines, ce qui permet de réduire les coûts.

En outre, le conditionnement en piscine permet de conserver la protection biologique accordée par l'eau.

De plus, l'utilisation d'un étui disposé dans un container, rend possible l'utilisation d'un premier couvercle sans protection biologique interne. Le premier couvercle est alors de faible épaisseur. Ainsi la hauteur de l'étui est réduite, d'où il en

résulte un meilleur remplissage des dispositifs  
d'entreposage.

**REVENDICATIONS**

1. Procédé de fermeture en piscine (2) d'un étui (12) contenu dans un container (10), ledit étui  
5 (12) étant chargé avec du combustible nucléaire, comportant les étapes :
- immersion de l'emballage (11) comportant le container (10) et l'étui (12), dans la piscine (2),
  - chargement de l'étui (12) avec du  
10 combustible nucléaire (4),
  - mise en place d'un dispositif de fermeture (D) de l'étui (12) au dessus du container (10), ledit dispositif comportant au moins un premier bouchon d'étui,
  - 15 - maintien d'une pression de fluide pneumatique dans le dispositif de fermeture, de manière à maintenir le niveau de l'eau à un niveau inférieur à une extrémité ouverte (30) de l'emballage (11),
  - mise en place d'un bouchon sur une  
20 extrémité ouverte (13) de l'étui (12) par un moyen contenu dans le dispositif de fermeture (D),
  - vidange de l'étui (12) par un moyen de vidange contenu dans le dispositif,
  - vérification de l'étanchéité de la  
25 fermeture réalisée par le bouchon,
  - retrait du dispositif de fermeture (D).
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel lors de la vidange de l'étui (12), un retrait de  
30 l'eau au moyen d'une pompe a lieu, puis un balayage de

gaz est effectué dans l'étui (12) pour sécher l'intérieur de l'étui.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel en fin de vidange une vérification de l'absence d'eau dans l'étui (12) est effectuée.

4. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel la vérification de l'absence d'eau est réalisée par une mesure de remontée de pression.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le contrôle de l'étanchéité de la fermeture comporte :

- un balayage à l'hélium de l'intérieur de l'étui et mise sous pression de l'intérieur de l'étui avec de l'hélium,

- une mise en œuvre d'un spectromètre à hélium pour détecter une éventuelle fuite d'hélium.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la fixation du premier bouchon s'effectue par soudage.

25

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel un deuxième bouchon (20) contenu dans le dispositif de fermeture, est fixé sur le premier bouchon avant le retrait du dispositif de fermeture (D).

30

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel un bouchon est mis en place sur le container (10) après retrait du dispositif de fermeture (D).

5

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'emballage (11) et le dispositif de fermeture (D) sont disposés l'un par rapport à l'autre dans une position relative déterminée.

10

10. Dispositif de fermeture en piscine d'un étui (12) disposé dans un container (10), ledit étui (12) étant chargé avec du combustible irradié, comportant une cloche (14) destinée à recouvrir une extrémité ouverte du container, des moyens aptes à maintenir une pression de fluide pneumatique dans la cloche de manière à maintenir un niveau d'eau à un niveau inférieur à l'extrémité ouverte (30) du container chargé de l'étui (12), ladite cloche étant destinée à contenir au moins un premier bouchon muni de connecteurs, le dispositif de fermeture comportant également des moyens (16) pour mettre en place ledit bouchon sur l'étui (12), des moyens de fixation du bouchon sur l'étui, des moyens de retrait de l'eau, des moyens de vérification du retrait total de l'eau et des moyens de contrôle de l'étanchéité de la fermeture de l'étui sur le bouchon.

15

20

25

11. Dispositif selon la revendication précédente, comportant un bras formant les moyens de mise en place du bouchon.

5 12. Dispositif selon la revendication 10 ou 11, dans lequel les moyens de retrait de l'eau comporte une pompe et un moyen pour effectuer un balayage sous gaz de l'étui (12) afin de le sécher, ladite pompe et ledit moyen de balayage étant connectables à au moins  
10 un connecteur.

13. Dispositif selon l'une des revendications 10 à 12, dans lequel les moyens de vérification de l'étanchéité comportent un moyen pour  
15 injecter de l'hélium dans l'étui (12) et un spectromètre à hélium.

14. Dispositif selon la revendication précédente, dans lequel le moyen pour injecter de  
20 l'hélium est connectable à au moins un connecteur.

15. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 10 à 14, dans lequel les moyens de fixation sont des moyens de soudage, ces moyens étant  
25 amenés à proximité de l'étui par un bras contenu dans la cloche.

16. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 10 à 15, comportant un dispositif de  
30 stockage de plusieurs premiers bouchons d'étui (12).

17. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 10 à 16, comportant un dispositif de stockage de plusieurs deuxièmes bouchons destinés à être fixés sur les premiers bouchons (20).

1 / 3

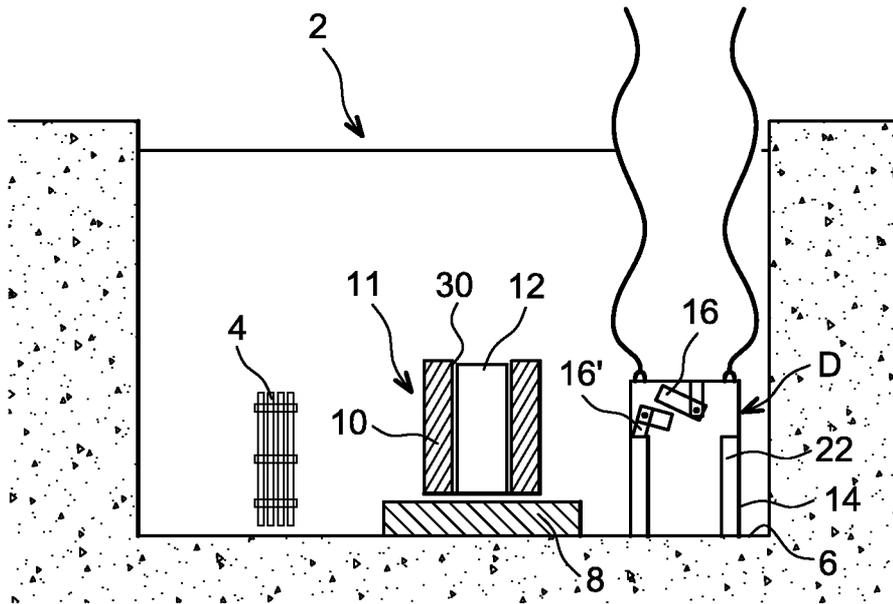


FIG. 1A

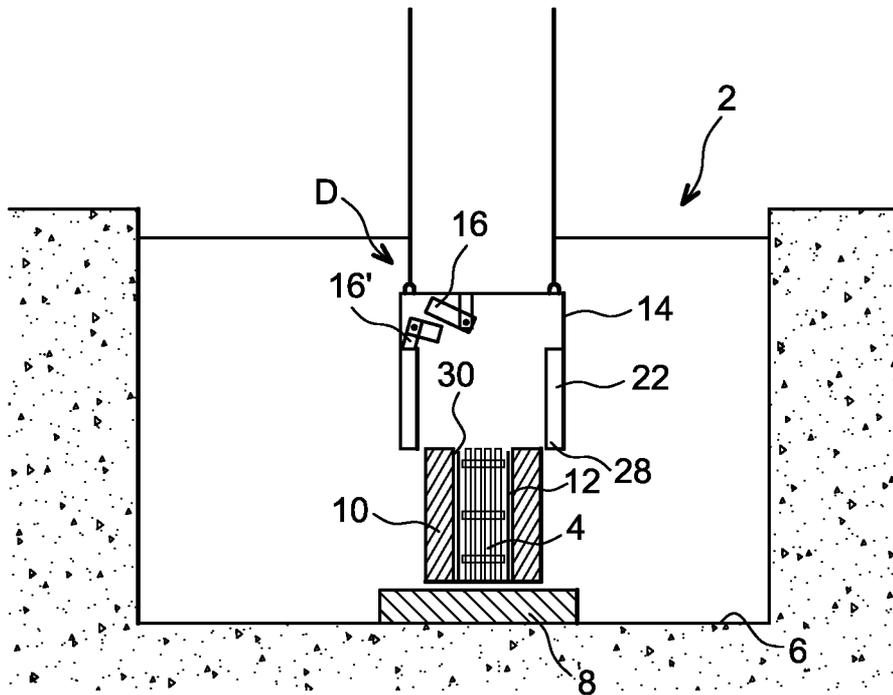


FIG. 1B

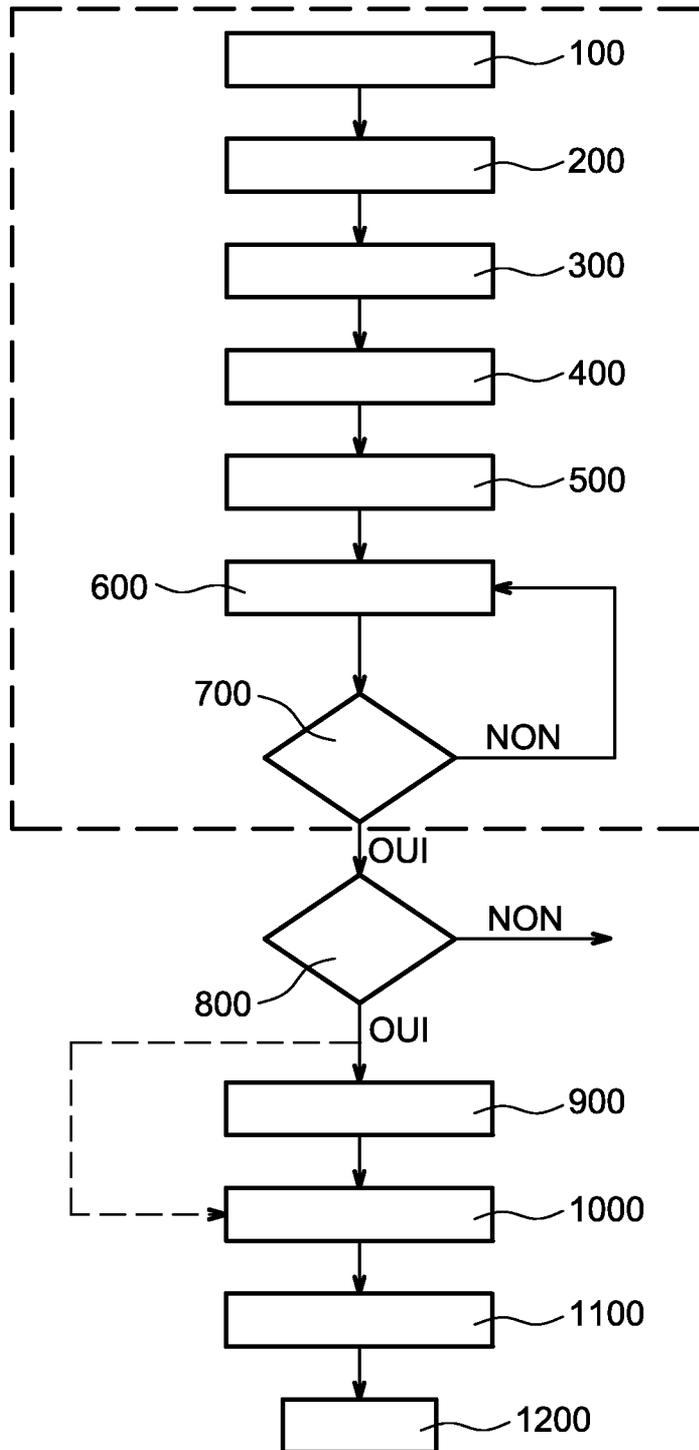


FIG. 2

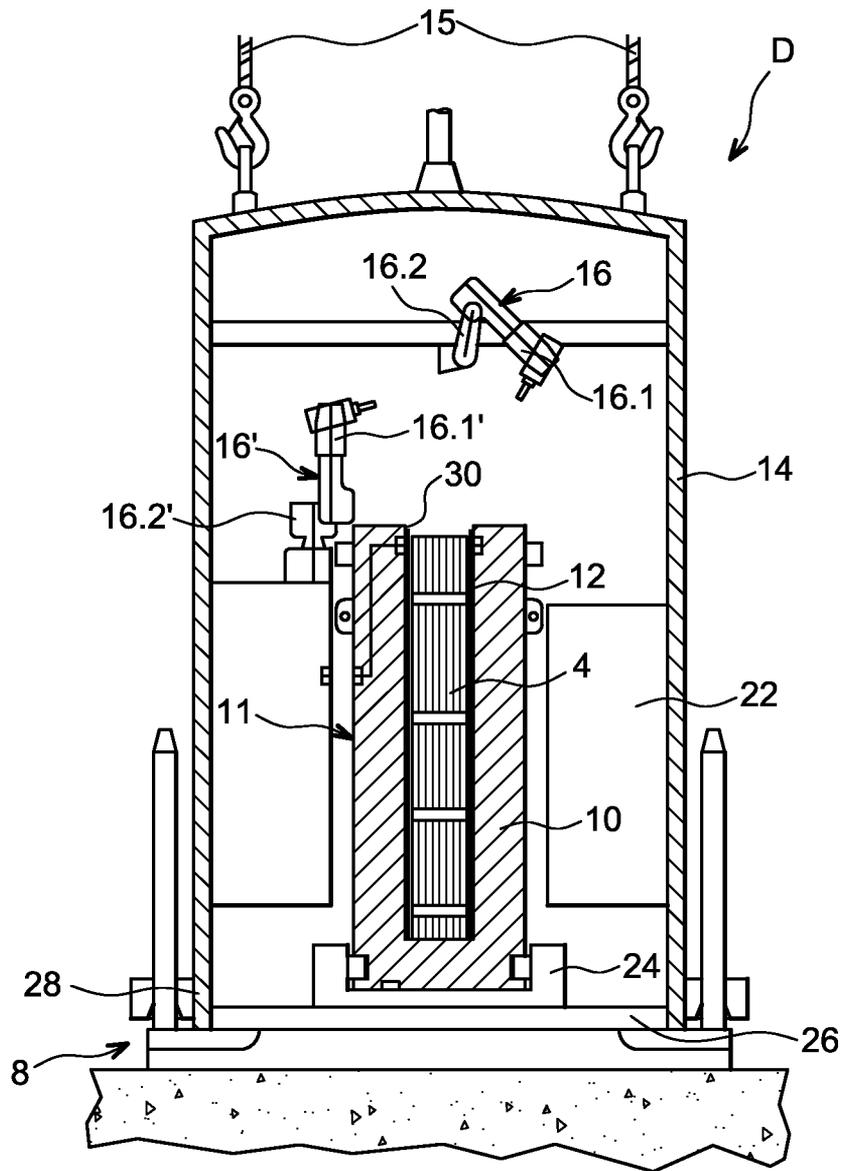


FIG. 3