

(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
21 octobre 2021 (21.10.2021)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2021/209700 A1

(51) Classification internationale des brevets :

G21C 19/07 (2006.01) G21F 5/012 (2006.01)

G21C 19/40 (2006.01) G21F 5/06 (2006.01)

(72) Inventeurs : **TARDY, Marcel** ; 55 rue Lucien Sampaix,
92320 CHATILLON (FR). **NALLET, Stéphane** ; 1 allée
du bois d'amour, 78320 LE MESNIL SAINT DENIS (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2021/050616

(74) Mandataire : **AHNER, Philippe** ; BREVALEX, 95, rue
d'Amsterdam, 75378 PARIS CEDEX 8 (FR).

(22) Date de dépôt international :

08 avril 2021 (08.04.2021)

(81) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible*) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

FR2003732 14 avril 2020 (14.04.2020) FR

(71) Déposant : **ORANO NUCLEAR PACKAGES AND SERVICES** [FR/FR] ; 1 rue des Hérons, 78180 MONTIGNY LE BRETONNEUX (FR).

(54) Title: STORAGE DEVICE FOR STORING AND/OR TRANSPORTING NUCLEAR FUEL ASSEMBLIES, HAVING A LOW-COST DESIGN

(54) Titre : DISPOSITIF DE RANGEMENT POUR L'ENTREPOSAGE ET/OU LE TRANSPORT D'ASSEMBLAGES DE COMBUSTIBLE NUCLEAIRE, PRESENTANT UNE CONCEPTION A COUTS REDUITS

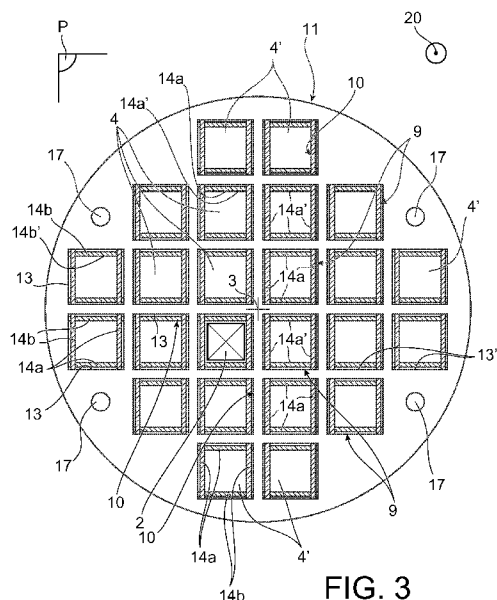


FIG. 3

(57) Abstract: The invention relates to a storage device (1) for transporting and/or storing nuclear fuel assemblies (2), intended to be accommodated in the cavity of a package for transporting and/or storing nuclear fuel assemblies, and comprising adjacent recesses (4, 4'), the device comprising a plurality of transverse structures (11) spaced apart by means of spacers (16), and sleeves (9) each passing through an opening (13) of at least one of the transverse structures (11), each sleeve (9) being made from flat bars (14a, 14b). According to the invention, in at least one transverse plane of the device passing through the sleeves, at least one of these sleeves has an inner recess-delimiting surface (10) formed in part by: - an inner surface (14a') of a first flat bar (14a) made with boron; and - an inner surface (14b') of a second flat bar (14b) made without boron.

(57) Abrégé : L'invention concerne un dispositif de rangement (1) pour le transport et/ou l'entreposage d'assemblages de combustible nucléaire (2), destiné à être logé dans la cavité d'un emballage pour le transport et/ou l'entreposage d'assemblages de combustible nucléaire, et comportant des logements adjacents (4, 4'), le dispositif comprenant une pluralité de structures transversales (11) espacées à l'aide d'entretoises (16), et des chemises (9) traversant chacune une ouverture (13) d'au moins l'une des structures transversales (11), chaque chemise (9) étant réalisée par des plats (14a, 14b). Selon l'invention, dans au moins un plan transversal du dispositif traversant les chemises, au moins l'une de ces chemises, présente une surface intérieure de délimitation de logement (10) formée en partie par : - une surface intérieure (14a') d'un premier plat (14a) réalisé avec du bore; et - une surface intérieure (14b') d'un second plat (14b) réalisé sans bore.

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

— *relative au droit du déposant de revendiquer la priorité de la demande antérieure (règle 4.17(iii))*

Publiée:

— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

DESCRIPTION**TITRE : DISPOSITIF DE RANGEMENT POUR L'ENTREPOSAGE ET/OU LE TRANSPORT D'ASSEMBLAGES DE COMBUSTIBLE NUCLEAIRE, PRESENTANT UNE CONCEPTION A COUTS REDUITS**

5

DOMAINE TECHNIQUE

La présente invention se rapporte au domaine du transport et/ou de l'entreposage d'assemblages de combustible nucléaire, de préférence des assemblages usés au sein desquels le combustible a été irradié.

10

ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE

Un tel dispositif, également appelé « panier » ou « râtelier » de rangement, comprend une pluralité de logements adjacents chacun apte à recevoir un assemblage de combustible nucléaire.

15 Ce dispositif de rangement, destiné à être logé dans une cavité d'un emballage, est conçu afin de pouvoir remplir simultanément trois fonctions essentielles, qui vont être brièvement exposées ci-dessous.

Il s'agit tout d'abord de la fonction de transfert thermique de la chaleur dégagée par les assemblages de combustible. Généralement, il est utilisé de l'aluminium ou l'un de ses alliages, en raison de ses bonnes propriétés de conduction thermique.

20

La seconde fonction concerne l'absorption neutronique, et le souci de maintenir la sous-criticité du dispositif de rangement lorsque celui-ci est chargé avec les assemblages de combustible. Ceci est réalisé en utilisant des matériaux absorbeurs de neutrons dits matériaux neutrophages, tels que le bore.

25 Enfin, la troisième fonction essentielle est relative à la résistance mécanique du dispositif. Il est noté que la résistance mécanique globale du dispositif doit être compatible avec les exigences réglementaires de sûreté pour le transport/entreposage de matières nucléaires, notamment en ce qui concerne les épreuves dites « de chute libre ».

De l'art antérieur, il est connu plusieurs manières de former le panier. L'une d'elles

30 consiste à prévoir des structures transversales, telles que des galettes, espacées les unes

des autres par des entretoises, selon la direction longitudinale du panier. De plus, des chemises orientées longitudinalement traversent les structures transversales, et forment chacune un logement pour la réception d'un assemblage de combustible nucléaire.

Les chemises sont formées à l'aide de plats se succédant selon la direction

- 5 circonférentielle de la chemise. Ces plats peuvent tous être réalisés à l'aide d'un même matériau à base d'aluminium, comprenant une certaine densité de bore afin de remplir la fonction d'absorption neutronique, et d'atteindre le facteur de multiplication effectif « Keff » souhaité.

Cependant, la réalisation de tels plats avec du bore se révèle particulièrement coûteuse,

- 10 impactant fortement le coût de production global du dispositif de rangement.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

L'invention a donc pour but de remédier à l'inconvénient mentionné ci-dessus, relatif aux réalisations de l'art antérieur.

- 15 Pour ce faire, l'invention a pour objet un dispositif de rangement pour le transport et/ou l'entreposage d'assemblages de combustible nucléaire, le dispositif de rangement étant destiné à être logé dans la cavité d'un emballage pour le transport et/ou l'entreposage d'assemblages de combustible nucléaire, et comportant un nombre N de logements adjacents, chacun destiné à recevoir un assemblage de combustible nucléaire,
- 20 le dispositif de rangement comprenant une pluralité de structures transversales espacées les unes des autres selon une direction longitudinale du dispositif de rangement, à l'aide d'une pluralité d'entretoises agencées entre ces structures transversales, le dispositif de rangement comprenant également des chemises formant respectivement les N logements adjacents, chaque chemise traversant une ouverture d'au moins l'une de la
- 25 pluralité de structures transversales, et de préférence d'au moins plusieurs d'entre-elles, chaque chemise étant réalisée par des plats se succédant selon une direction périphérique de la chemise, chaque plat étant agencé parallèlement ou sensiblement parallèlement à un axe longitudinal du logement défini intérieurement par la chemise.
- Selon l'invention, dans au moins un plan transversal du dispositif de rangement
- 30 traversant les N chemises, et de préférence dans plusieurs plans transversaux distincts, au

moins l'une de ces chemises, et de préférence chacune d'au moins une pluralité de chemises parmi ces N chemises, présente une surface intérieure de délimitation de logement formée en partie par :

- une surface intérieure d'un premier plat réalisé avec du bore ; et

5 - une surface intérieure d'un second plat réalisé sans bore.

L'originalité de l'invention réside dans l'hétérogénéité des plats formant une même chemise délimitant un logement destiné à recevoir un assemblage de combustible nucléaire, en particulier en prévoyant au moins un second plat réalisé sans bore. Ce principe résulte d'une constatation inattendue. En effet, le coût de fabrication s'avère

10 largement diminué lorsque la chemise est réalisée avec des plats non-borés et avec d'autres plats présentant une certaine teneur en bore, en comparaison d'une solution classique aboutissant au même facteur de multiplication effectif, et où tous les plats contiennent du bore dans une teneur inférieure à ladite certaine teneur en bore précitée.

En d'autres termes, l'invention prévoit d'associer des plats non borés et des plats borés
15 avec une teneur en bore supérieure à la teneur homogène prévue dans une solution à performances équivalentes de l'art antérieur.

Ce principe participe avantageusement à réduire les coûts de production des dispositifs de rangement, tout en présentant des performances élevées d'un point de vue criticité.

L'invention prévoit également au moins l'une des caractéristiques optionnelles suivantes,
20 prises isolément ou en combinaison.

Dans un plan transversal ou dans chacun d'une pluralité de plans transversaux du dispositif de rangement traversant chacun les N chemises, au moins 30% des N chemises présentent chacune une surface intérieure de délimitation de logement formée en partie
par :

25 - une surface intérieure d'un premier plat réalisé avec du bore ; et

- une surface intérieure d'un second plat réalisé sans bore.

Encore plus préférentiellement, cette caractéristique, tout comme l'ensemble des caractéristiques essentielles et optionnelles de l'invention, est préférentiellement observée dans tous les plans transversaux du dispositif de rangement qui traversent les
30 chemises, ou sensiblement dans tous ces plans.

De préférence, les N chemises sont réparties en des chemises délimitant des logements périphériques et des chemises délimitant de logements intérieurs, et dans un plan transversal ou dans chacun d'une pluralité de plans transversaux du dispositif de rangement traversant chacun les N chemises, au moins 50% des chemises délimitant des logements périphériques présentent chacune une surface intérieure de délimitation de logement formée en partie par :

- une surface intérieure d'un premier plat réalisé avec du bore ; et
- une surface intérieure d'un second plat réalisé sans bore.

De préférence, dans un plan transversal ou dans chacun d'une pluralité de plans

transversaux du dispositif de rangement traversant chacun les N chemises, au moins l'une de ces chemises, et de préférence chacune d'une pluralité de chemises parmi ces N chemises, présente une surface intérieure de délimitation de logement de section de forme générale carrée ou rectangulaire, et formée par :

- une surface intérieure d'un premier plat réalisé avec du bore ;
- une surface intérieure d'un second plat réalisé sans bore ; et
- deux autres plats,

et le premier plat, le second plat et les deux autres plats forment respectivement les quatre côtés de la surface intérieure de délimitation de logement de section de forme générale carrée ou rectangulaire.

Préférentiellement, lesdits deux autres plats sont formés respectivement par :

- deux premiers plats réalisés avec du bore ; ou
- deux seconds plats réalisés sans bore ; ou
- un premier plat réalisé avec du bore et un second plat réalisé sans bore.

De préférence, les plats formant les N chemises sont soit des premiers plats réalisés avec du bore, de préférence avec une même teneur en bore, soit des seconds plats réalisés sans bore.

De préférence, au moins un premier plat est réalisé monobloc, de préférence dans un alliage d'aluminium comprenant du bore, et/ou au moins un premier plat est pourvu d'un revêtement comprenant du bore, de préférence appliqué sur un matériau en alliage

d'aluminium.

De préférence, au moins un second plat est réalisé dans un alliage d'aluminium dépourvu de bore.

De préférence, les chemises s'étendent chacune sur toute la hauteur du dispositif de rangement ou sur sensiblement toute cette hauteur, avec chaque plat s'étendant de

5 manière continue sur toute la hauteur du dispositif de rangement ou sur sensiblement toute cette hauteur, ou bien en étant tronçonné longitudinalement afin de former des tronçons longitudinaux adjacents de chemise. Lorsque les plats sont tronçonnés, les tronçons longitudinaux formant un même plat présentent de préférence tous la même teneur en bore, ou bien sont tous dépourvus de bore. Des solutions alternatives existent,
10 comme le fait de prévoir au sein d'un même plat plusieurs tronçons longitudinaux présentant des teneurs en bore différentes, et/ou de prévoir au sein d'un même plat plusieurs tronçons longitudinaux dont certains présentent du bore, et dont d'autres en sont dépourvus.

Quoique qu'il en soit, la teneur en bore dans les premiers plats reste très
15 préférentiellement constante au sein de l'ensemble du dispositif de rangement, pour des raisons de coûts.

De préférence, dans la conception tronçonnée, au moins l'un des tronçons longitudinaux de chemise est en appui axial sur l'une des structures transversales du dispositif de rangement.

20 De préférence, les structures transversales sont des galettes chacune percée de N ouvertures pour la réception des N chemises, respectivement, les galettes étant de préférence réalisées sans bore.

De préférence, le dispositif de rangement comprend des tirants pour le maintien mécanique de l'empilement des structures transversales et des entretoises selon la
25 direction longitudinale.

De préférence, le nombre de structures transversales, espacées longitudinalement les unes des autres, est supérieure à cinq, et préférentiellement supérieur à dix.

L'invention a également pour objet un emballage pour l'entreposage et/ou le transport d'assemblages de combustible nucléaire, l'emballage comprenant une cavité dans
30 laquelle est logé un dispositif de rangement tel que décrit ci-dessus.

L'invention a enfin pour objet un colis comprenant un tel emballage, ainsi que des assemblages de combustible nucléaire agencés dans les logements adjacents du dispositif de rangement de cet emballage.

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront dans la description
5 détaillée non limitative ci-dessous.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

Cette description sera faite au regard des dessins annexés parmi lesquels ;

[Fig. 1] représente une vue schématique en coupe d'un colis selon l'invention,

10 comprenant en particulier un dispositif de rangement pour l'entreposage et/ou le transport d'assemblages de combustible nucléaire ;

[Fig. 2] représente une vue partielle en perspective du dispositif de rangement, selon un mode de réalisation préféré de la présente invention ;

15 [Fig. 3] est une vue partielle en coupe transversale prise selon le plan transversal P de la figure 2 ;

[Fig. 4] représente une vue en perspective de l'une des chemises du dispositif de rangement montré sur les figures 2 et 3 ;

[Fig. 5] est une vue partielle agrandie de celle montrée sur la figure 3 ;

20 [Fig. 6] représente une vue partielle agrandie similaire à celle de la figure 5, avec le dispositif de rangement se présentant sous la forme d'un mode de réalisation alternatif de l'invention ; et

[Fig. 7] représente une vue partielle en coupe longitudinale du dispositif de rangement se présentant sous la forme d'un autre mode de réalisation alternatif de l'invention.

25 EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PRÉFÉRÉS

En référence à la figure 1, il est représenté un colis 100 comprenant un emballage 200 pour l'entreposage et/ou le transport d'assemblages des combustible nucléaire irradié 2.

L'emballage 200 présente un corps 202 formé par un corps latéral 204, un fond 206, et un couvercle amovible 208. Le fond 206 et le couvercle 208 sont espacés l'un de l'autre selon

30 l'axe central longitudinal 3 de l'emballage, autour duquel s'étend le corps latéral 204.

L'emballage 200 définit à l'intérieur de son corps une cavité 210, dans laquelle se trouve logé un dispositif de rangement 1, qui sera dénommé « panier » dans la suite de la description. Comme cela sera détaillé ci-après, le panier 1 comprend une pluralité de logements adjacents chacun destiné à recevoir l'un des assemblages de combustible nucléaire 2. Lorsque le panier 1 est logé dans la cavité 210 de l'emballage 200, et que les assemblages de combustible nucléaire 2 sont placés dans les logements adjacents du panier 1, le colis 100 est dit « chargé ».

A titre indicatif, il est noté qu'aux extrémités axiales de l'emballage, celui-ci peut présenter des capots amortisseurs de chocs 212, recouvrant respectivement le couvercle 208 et le fond 206 du corps 202 de cet emballage.

La particularité de l'invention réside dans la conception du panier 1 de transport et/ou entreposage d'assemblages de combustible nucléaire irradié, qui va à présent être décrite en référence tout d'abord aux figures 2 à 5.

Le panier 1 comprend une pluralité de logements adjacents 4, 4' disposés parallèlement à l'axe 3, ce dernier correspondant également à l'axe central longitudinal du panier 1.

Le nombre N de logements adjacents est ici de vingt-quatre, mais ce nombre pourrait bien entendu différer, par exemple en étant compris entre dix et cent.

Les logements 4, 4' sont chacun aptes à recevoir au moins un assemblage de combustible 2 de section carrée, et de préférence un seul. De ce fait, ils présentent chacun une surface intérieure de délimitation de logement 10, de section transversale de forme générale carrée ou rectangulaire. Par « surface intérieure de délimitation de logement 10 », il est entendu la surface des éléments de panier qui se trouve directement en regard de la surface extérieure des assemblages de combustible 2, comme cela a été représenté pour l'un d'entre eux sur la figure 3.

Les logements 4, 4' sont donc prévus de manière à être juxtaposés les uns aux autres. Ils sont chacun réalisés par une chemise 9, en étant prévues selon le même nombre N. Chaque chemise 9, parallèle à l'axe 3, s'étend sur toute la hauteur du panier 1 selon la direction longitudinale 20 de ce dernier, ou sensiblement sur toute cette hauteur.

Ce sont donc les N chemises 9 qui forment les N logements 4, 4', parmi lesquels un nombre N1 des logements périphériques 4', ainsi qu'un nombre N2 des logements

intérieurs 4. Ici, il s'agit de douze logements périphériques 4', et de douze logements intérieurs 4, mais leurs nombres peuvent bien entendu différer, sans sortir du cadre de l'invention. Par « logements périphériques », il est entendu des logements traversés par une ligne fictive périphérique du panier 1, et définissant une rangée périphérique fermée de logements 4', dans laquelle sont circonscrits les logements intérieurs 4. Ainsi, les N1
5 logements périphériques 4' sont ici répartis en quatre segments périphériques de deux logements 4', et en quatre logements 4' chacun défini par une chemise 9 agencée entre les extrémités desdits segments périphériques.

La réalisation des N chemises 9 est spécifique à la présente invention, et sera décrite de
10 manière détaillée ultérieurement.

Pour compléter la conception du panier 1, ce dernier comporte une pluralité de structures transversales 11, espacées les unes des autres selon la direction 20. Les structures transversales 11 sont des structures planes ou sensiblement planes, agencées orthogonalement à l'axe 3. En forme générale de disque ou de galette, chacune de ces
15 structures 11 est percée de N ouvertures 13 pour la réception respectivement des N chemises 9. En d'autres termes, une même chemise 9 traverse successivement une ouverture 13 de chacune des galettes 11 du panier 1.

Les galettes 11 sont par exemple réalisées en acier ou dans un alliage métallique, par exemple dans un alliage d'aluminium, mais quel que soit le matériau retenu, celui-ci est
20 préférentiellement dépourvu de bore ou de tout autre élément neutrophage, c'est-à-dire exempts d'éléments absorbeurs de neutrons. Par « éléments absorbeurs de neutrons », il est entendu des éléments qui présentent une section efficace supérieure à 100 barns pour les neutrons thermiques. A titre d'exemples indicatifs, il s'agit d'alliages d'aluminium dépourvus de bore, de gadolinium, d'hafnium, de cadmium, d'indium, etc.

Le nombre de galettes 11 est ici préférentiellement compris entre quinze et vingt-cinq, même si un nombre différent pourrait être adopté. Ces galettes sont espacées longitudinalement les unes des autres à l'aide d'entretoises 16, dont plusieurs d'entre
25 elles sont agencées entre chaque couple de galettes 11 directement consécutives dans l'empilement. Par exemple, ce sont trois à six entretoises 16 qui sont prévues à chaque
30 étage d'espacement entre les galettes 11, les entretoises d'un même étage présentant de

préférence toutes la même hauteur selon la direction 20. Les entretoises 16 sont préférentiellement réalisées en acier, mais d'autres matériaux peuvent être envisagés, sans sortir du cadre de l'invention.

La structure du panier 1 est complétée par des tirants 17 qui maintiennent en

5 compression les galettes 11 et les entretoises 16 les unes contre les autres, selon la direction 20. Le maintien mécanique de l'empilement est ainsi assuré par les tirants 17 qui traversent les galettes 11, et éventuellement aussi les entretoises 16 en prévoyant une conception creuse pour ces dernières. Le nombre de tirants 17 peut alors être identique à celui des entretoises 16 prévues à chaque étage d'espacement des galettes,
10 par exemple quatre entretoises / tirants dans le mode de réalisation représenté sur les figures 2 à 5. Les tirants 17, de conception connue, sont préférentiellement parallèles à l'axe 3, ou sensiblement parallèles à ce dernier.

Chacune des N chemises 9 est réalisée à l'aide de quatre plats se succédant selon la direction circonférentielle de la chemise, ces plats étant agencés parallèlement deux à deux et orientés parallèlement à l'axe 3, ou sensiblement parallèlement à ce dernier. En
15 d'autres termes, les quatre plats d'une même chemise 9 sont orientés parallèlement ou sensiblement parallèlement à un axe longitudinal (non représenté) du logement 4, 4' défini intérieurement par la chemise.

Comme cela est visible sur la figure 4 montrant l'une des chemises 9 du panier, les quatre
20 plats 14a, 14b sont pourvus d'encoches 22 au niveau des leurs chants longitudinaux, de manière à assurer une tenue mécanique par emboîtement. Alternativement, les chants longitudinaux des plats 14a, 14b pourraient par exemple être soudés deux à deux, sans sortir du cadre de l'invention. Ces plats 14a, 14b s'étendent ici chacun de manière continue sur toute la hauteur du panier, ou sensiblement sur toute cette hauteur.

25 Plus spécifiquement en référence à la figure 3, il est noté que la conception de toutes les chemises 9 n'est pas nécessairement identique. Dans le mode de réalisation préféré représenté, certaines chemises 9 formant les logements périphériques 4' présentent toutes la même conception, tandis que d'autres chemises 9, formant les logements intérieurs 4, présentent également toutes une conception identique, distincte de celle
30 des chemises formant les logements périphériques 4'. Ce principe n'est donné qu'à titre

purement illustratif, et non limitatif. En effet, l'une des particularités de l'invention réside dans le fait que chacune d'une pluralité des N chemises 9 soit réalisée avec au moins un premier plat 14a réalisé avec du bore et dont une surface intérieure 14a' forme une partie de la surface de délimitation intérieure de logement 10, et également avec au moins un second plat 14b réalisé sans bore et dont une surface intérieure 14b' forme une autre partie de cette surface 10.

Dans la description qui va suivre, de préférence, tous les premiers plats 14a sont réalisés dans un même matériau, de même que tous les seconds plats 14b sont réalisés dans un même matériau différent de celui des premiers plats. Comme évoqué ci-dessus, pour ce qui concerne les premiers plats 14a, ils comprennent du bore. Ils sont de préférence réalisés monobloc, dans un alliage d'aluminium comportant du bore. Le bore peut alors être réparti de manière homogène dans le plat 14a, ou de manière hétérogène. La teneur en bore dans l'alliage est adaptée en fonction de plusieurs critères comme le facteur de multiplication effectif « Keff » souhaité, le rapport entre le nombre de premiers plats 14a et le nombre de seconds plats 14b, la position des premiers plats 14a au sein du panier, etc. A titre d'exemple indicatif, la teneur massique en bore peut atteindre 16% ou plus dans l'alliage, mais cette valeur peut aussi être abaissée à quelques pourcents seulement. Alternativement, au lieu d'être monobloc, chaque premier plat 14a pourrait être un plat monobloc pourvu d'un revêtement surfacique comprenant du bore. Dans ce cas de figure, le plat monobloc pourrait être réalisé en alliage d'aluminium, et le revêtement pourrait être déposé selon toutes techniques connues, comme par exemple la pulvérisation à froid ou à chaud de particules de carbure de bore.

De préférence, la teneur en bore est identique ou sensiblement identique pour tous les premiers plats 14a des chemises 9 du panier 1.

Pour ce qui concerne les seconds plats 14b, ils sont dépourvus du bore. Ils sont également dépourvus de tout autre élément neutrophage, c'est-à-dire exempts d'éléments absorbeurs de neutrons au sens précité. Pour ces seconds plats 14b, ils sont également de préférence réalisés dans un alliage d'aluminium, mais donc dépourvus de bore.

A cet égard, il est noté que par « plat », il est entendu un élément de forme générale

plane, dont l'épaisseur entre ses surfaces opposées est de dimension inférieure à chacune

des dimensions dans les deux autres directions orthogonales à la direction d'épaisseur, et orthogonales entre elles. De plus, pour chaque plat d'une chemise 9, il peut s'agir d'un unique élément plat comme montré sur la figure 5, ou d'une superposition de plusieurs éléments plats, dans la direction de l'épaisseur, comme montré sur la figure 6. Selon
5 encore une autre alternative, le plat peut être un élément tubulaire parallèle à l'axe 3, renfermant un élément plat de section complémentaire. Chaque plat est préférentiellement plein ou sensiblement plein.

Dans le cadre de l'invention, il est donc effectué un choix judicieux entre les premiers et les seconds plats 14a, 14b pour réaliser chacune des chemises 9 du panier 1. D'une

10 manière générale, la densité de cloisons réalisées à partir des premiers plats 14a comprenant du bore est plus élevée au centre du panier, qu'à sa périphérie. Aussi, les chemises 9 formant les logements périphériques 4' sont réalisées par l'association de premiers plats 14a comprenant du bore, et de seconds plats 14b dépourvus de bore, de préférence deux de chaque. Au contraire, les chemises 9 formant les logements intérieurs
15 4 sont réalisées uniquement par des premiers plats 14a comprenant du bore. Cependant, certaines chemises 9 formant les logements intérieurs 4 pourraient comprendre un ou plusieurs seconds plats 14b dépourvus de bore, de même que certaines chemises 9 formant les logements périphériques 4' pourraient comprendre uniquement des seconds plats dépourvus de bore, sans sortir du cadre de l'invention. Enfin, pour chaque chemise 9
20 formée par l'association de premiers plats 14a comprenant du bore et de seconds plats 14b en étant dépourvus, le nombre de chacun d'eux et leur disposition relative peut être adaptée en fonction des besoins et contraintes rencontrés.

De retour au mode de réalisation préféré montré sur les figures 2 à 5, dans au moins un plan transversal du panier 1 tel que le plan de coupe P des figures 3 et 5, et de préférence
25 dans tous ces plans transversaux ou sensiblement tous ces plans transversaux du panier 1 traversant les chemises 9, la surface intérieure de délimitation de logement 10 des N2 logements intérieurs 4 est formée par quatre premiers plats 14a pourvus de bore, à l'aide de leur surfaces intérieures respectives 14a'.

En outre, toujours dans le/les plans de coupe considérés, la surface intérieure de
30 délimitation de logement 10 des N1 logements périphériques 4' est formée par

l'association de deux premiers plats 14a, et deux seconds plats 14b représentés en traits pleins sur la figure 3.

Pour expliquer encore plus précisément la conception, il va être fait référence au logement périphérique 4' de la figure 5, dans lequel l'assemblage de combustible 2 a été

5 partiellement représenté. Pour ce logement 4', dans le plan transversal du panier, sa surface intérieure de délimitation de logement 10 est constituée par quatre côtés, formés respectivement par quatre segments de droite. Le premier côté de la surface intérieure 10 est réalisé par une surface intérieure 14b' d'un second plat 14b. Le second côté de la surface intérieure 10, adjacent au premier côté, est également réalisé par une surface

10 intérieure 14b' d'un second plat 14b. Le troisième côté de la surface intérieure 10, adjacent au second côté, est réalisé par une surface intérieure 14a' d'un premier plat 14a. Et enfin, le quatrième côté de la surface intérieure 10, reliant les premier et troisième côtés, est également réalisé par une surface intérieure 14a' d'un premier plat 14a.

Ainsi, même si tout ou partie des logements 4 agencés à proximité ou sur le centre du panier 1 peuvent être réalisés par des chemises obtenues uniquement à partir de

15 premiers plats 14a, ceux situés davantage vers la périphérie peuvent résulter d'une association entre des premiers et seconds plats 14a, 14b.

Dans l'exemple du logement chargé 4' de la figure 5, il s'agit donc de deux seconds plats 14b dépourvus de bore, et de deux premiers plats 14a comprenant du bore.

20 Alternativement, pour ces logements périphériques 4' résultant d'une association entre des plats de différentes natures, il pourrait s'agir de trois seconds plats 14b dépourvus de bore, et d'un unique premier plat 14a comprenant du bore. Dans le premier cas, les plats de mêmes natures pourraient être directement consécutifs et orthogonaux deux à deux, ou bien parallèles deux à deux. Toutes ces conceptions alternatives sont également

25 envisageables pour les chemises formant les logements intérieurs 4, sans sortir du cadre de l'invention.

De préférence, l'association de plats 14a, 14b de différentes natures concerne au moins 30% des N logements 4, 4' du panier, et au moins 50% des logements périphériques 4', même si dans le mode représenté, 100% des logements périphériques 4' sont concernés.

Grâce à cette association de plats 14a, 14b dont certains contiennent du bore et d'autres non, les coûts de fabrication sont réduits tout en obtenant des performances élevées en matière de maintien de la sous-criticité.

Selon un mode de réalisation alternatif représenté sur la figure 6, chaque plat d'une

5 chemise est formé par la superposition de deux éléments plats. Ainsi, chaque premier plat 14a est obtenu par la superposition de deux éléments plats 14a-a selon la direction de leur épaisseur. Dans ce cas, c'est l'élément plat intérieur qui définit la surface intérieure 14a'. De plus, les deux éléments plats 14a-a peuvent comprendre du bore, ou seulement l'un des deux, celui disposé vers l'extérieur ou celui disposé vers l'intérieur.

10 Dans ce cas de figure, l'un des deux éléments plats 14a-14a peut être réalisé en acier, pour renforcer la tenue mécanique de la chemise 9.

Une conception similaire peut être prévue pour les seconds plats 14b, avec la superposition de deux éléments plats 14b-a dépourvus de bore, dont l'un est par exemple

15 sous la forme de plats uniques, en coopération avec un/des premiers plats 14a formés par la superposition de deux éléments plats 14a-a. Cette dernière solution est par exemple obtenue en partant d'une chemise dépourvue de bore, par exemple en acier, et sur laquelle un ou plusieurs éléments plats de la chemise sont recouverts intérieurement ou extérieurement d'un élément plat 14a-a pourvu de bore. Dans cette réalisation, la

20 chemise dont il est question peut être réalisée d'une seule pièce formant des plats se succédant selon la direction périphérique de la chemise, où bien à l'aide de plats assemblés les uns aux autres en se succédant selon cette même direction.

Encore un autre mode de réalisation alternatif est représenté sur la figure 7, ce mode étant combinable avec celui de la figure 6.

25 Dans cet autre mode de la figure 7, les plats 14a, 14b et les chemises 9 qu'ils forment ne sont plus continus longitudinalement tout le long du panier, mais ils sont tronçonnés longitudinalement le long de la direction 20, afin de former des tronçons longitudinaux adjacents de chemise 9a. Chaque plat est ainsi tronçonné longitudinalement, par exemple au niveau de chaque galette 11. Sur la figure 7, il peut être observé l'un des plats 14a qui

30 est réalisé par la succession de tronçons longitudinaux adjacents de plats 14a-b, chacun

présentant une extrémité basse en appui axial sur un épaulement 24 situé à l'intérieur de l'ouverture 13 de la galette associée 11.

Enfin, il est noté que quel que soit le mode de réalisation envisagé, les premiers plats 14a sont préférentiellement les seuls éléments du panier comprenant du bore ou tout autre
5 élément neutrophage.

Bien entendu, diverses modifications peuvent être apportées par l'homme du métier aux dispositifs de rangement 1 qui viennent d'être décrits, uniquement à titre d'exemples non limitatifs, et dont la portée est définie par les revendications annexées.

10

15

20

25

30

REVENDEICATIONS

1. Dispositif de rangement (1) pour le transport et/ou l'entreposage d'assemblages de combustible nucléaire (2), le dispositif de rangement étant destiné à être logé dans la cavité (210) d'un emballage (200) pour le transport et/ou l'entreposage d'assemblages de combustible nucléaire, et comportant un nombre N de logements adjacents (4, 4'), chacun destiné à recevoir un assemblage de combustible nucléaire (2), le dispositif de rangement comprenant une pluralité de structures transversales (11) espacées les unes des autres selon une direction longitudinale (20) du dispositif de rangement, à l'aide d'une pluralité d'entretoises (16) agencées entre ces structures transversales (11), le dispositif de rangement comprenant également des chemises (9) formant respectivement les N logements adjacents (4, 4'), chaque chemise (9) traversant une ouverture (13) d'au moins l'une de la pluralité de structures transversales (11), et de préférence d'au moins plusieurs d'entre-elles, chaque chemise (9) étant réalisée par des plats (14a, 14b) se succédant selon une direction périphérique de la chemise, chaque plat étant agencé parallèlement ou sensiblement parallèlement à un axe longitudinal du logement défini intérieurement par la chemise (9), caractérisé en ce que dans au moins un plan transversal du dispositif de rangement traversant les N chemises (9), au moins l'une de ces chemises, et de préférence chacune d'au moins une pluralité de chemises parmi ces N chemises, présente une surface intérieure de délimitation de logement (10) formée en partie par :
- une surface intérieure (14a') d'un premier plat (14a) réalisé avec du bore ; et
 - une surface intérieure (14b') d'un second plat (14b) réalisé sans bore.
2. Dispositif de rangement selon la revendication 1, caractérisé en ce que dans un plan transversal ou dans chacun d'une pluralité de plans transversaux du dispositif de rangement traversant chacun les N chemises (9), au moins 30% des N chemises présentent chacune une surface intérieure de délimitation de logement (10) formée en partie par :
- une surface intérieure (14a') d'un premier plat (14a) réalisé avec du bore ; et
 - une surface intérieure (14b') d'un second plat (14b) réalisé sans bore.

3. Dispositif de rangement selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce que les N chemises (9) sont réparties en des chemises délimitant des logements périphériques (4') et des chemises délimitant des logements intérieurs (4),

et en ce que dans un plan transversal ou dans chacun d'une pluralité de plans

5 transversaux du dispositif de rangement traversant chacun les N chemises (9), au moins 50% des chemises délimitant des logements périphériques (4') présentent chacune une surface intérieure de délimitation de logement (10) formée en partie par :

- une surface intérieure (14a') d'un premier plat (14a) réalisé avec du bore ; et
- une surface intérieure (14b') d'un second plat (14b) réalisé sans bore.

10 4. Dispositif de rangement selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que dans un plan transversal ou dans chacun d'une pluralité de plans transversaux du dispositif de rangement traversant chacun les N chemises, au moins l'une de ces chemises, et de préférence chacune d'une pluralité de chemises parmi ces N chemises, présente une surface intérieure de délimitation de logement (10) de section de

15 forme générale carrée ou rectangulaire, et formée par :

- une surface intérieure (14a') d'un premier plat (14a) réalisé avec du bore ;
- une surface intérieure (14b') d'un second plat (14b) réalisé sans bore ; et
- deux autres plats (14a, 14b),

et en ce que le premier plat (14a), le second plat (14b) et les deux autres plats (14a, 14b)

20 forment respectivement les quatre côtés de la surface intérieure de délimitation de logement (10) de section de forme générale carrée ou rectangulaire.

5. Dispositif de rangement selon la revendication 4, caractérisé en ce que lesdits deux autres plats (14a, 14b) sont formés respectivement par :

- deux premiers plats (14a) réalisés avec du bore ; ou
- 25 - deux seconds plats (14b) réalisés sans bore ; ou
- un premier plat (14a) réalisé avec du bore et un second plat (14b) réalisé sans bore.

6. Dispositif de rangement selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les plats (14a, 14b) formant les N chemises sont soit des premiers plats (14a) réalisés avec du bore, de préférence avec une même teneur en bore, soit des

30 seconds plats (14b) réalisés sans bore.

7. Dispositif de rangement selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'au moins un premier plat (14a) est réalisé monobloc, de préférence dans un alliage d'aluminium comprenant du bore, et/ou en ce qu'au moins un premier plat (14a) est pourvu d'un revêtement comprenant du bore, de préférence appliqué sur un matériau en alliage d'aluminium.
8. Dispositif de rangement selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'au moins un second plat (14b) est réalisé dans un alliage d'aluminium dépourvu de bore.
9. Dispositif de rangement selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les chemises (9) s'étendent chacune sur toute la hauteur du dispositif de rangement ou sur sensiblement toute cette hauteur, avec chaque plat (14a, 14b) s'étendant de manière continue sur toute la hauteur du dispositif de rangement ou sur sensiblement toute cette hauteur, ou bien en étant tronçonné longitudinalement afin de former des tronçons longitudinaux adjacents de chemise (9a).
10. Dispositif de rangement selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'au moins l'un des tronçons longitudinaux de chemise (9a) est en appui axial sur l'une des structures transversales (11) du dispositif de rangement.
11. Dispositif de rangement selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les structures transversales sont des galettes (11) chacune percée de N ouvertures (13) pour la réception des N chemises (9), respectivement, les galettes (11) étant de préférence réalisées sans bore.
12. Dispositif de rangement selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend des tirants (17) pour le maintien mécanique de l'empilement des structures transversales (11) et des entretoises (16) selon la direction longitudinale (20).
13. Dispositif de rangement selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le nombre de structures transversales (11), espacées longitudinalement les unes des autres, est supérieure à cinq, et préférentiellement supérieur à dix.

14. Emballage (200) pour l'entreposage et/ou le transport d'assemblages de combustible nucléaire, l'emballage comprenant une cavité (210) dans laquelle est logé un dispositif de rangement (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes.

15. Colis (100) comprenant un emballage (200) selon la revendication 14, ainsi que des
5 assemblages de combustible nucléaire (2) agencés dans les logements adjacents (4, 4') du dispositif de rangement (1) de cet emballage (200).

10

15

20

25

30

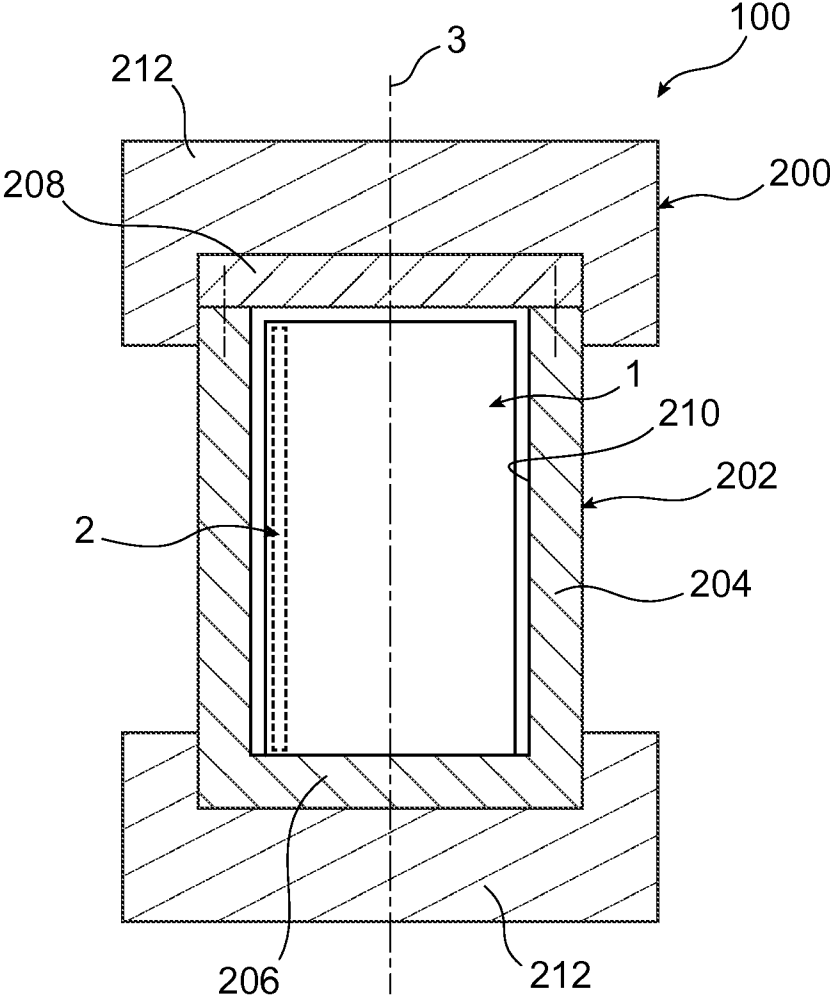


FIG. 1

2 / 5

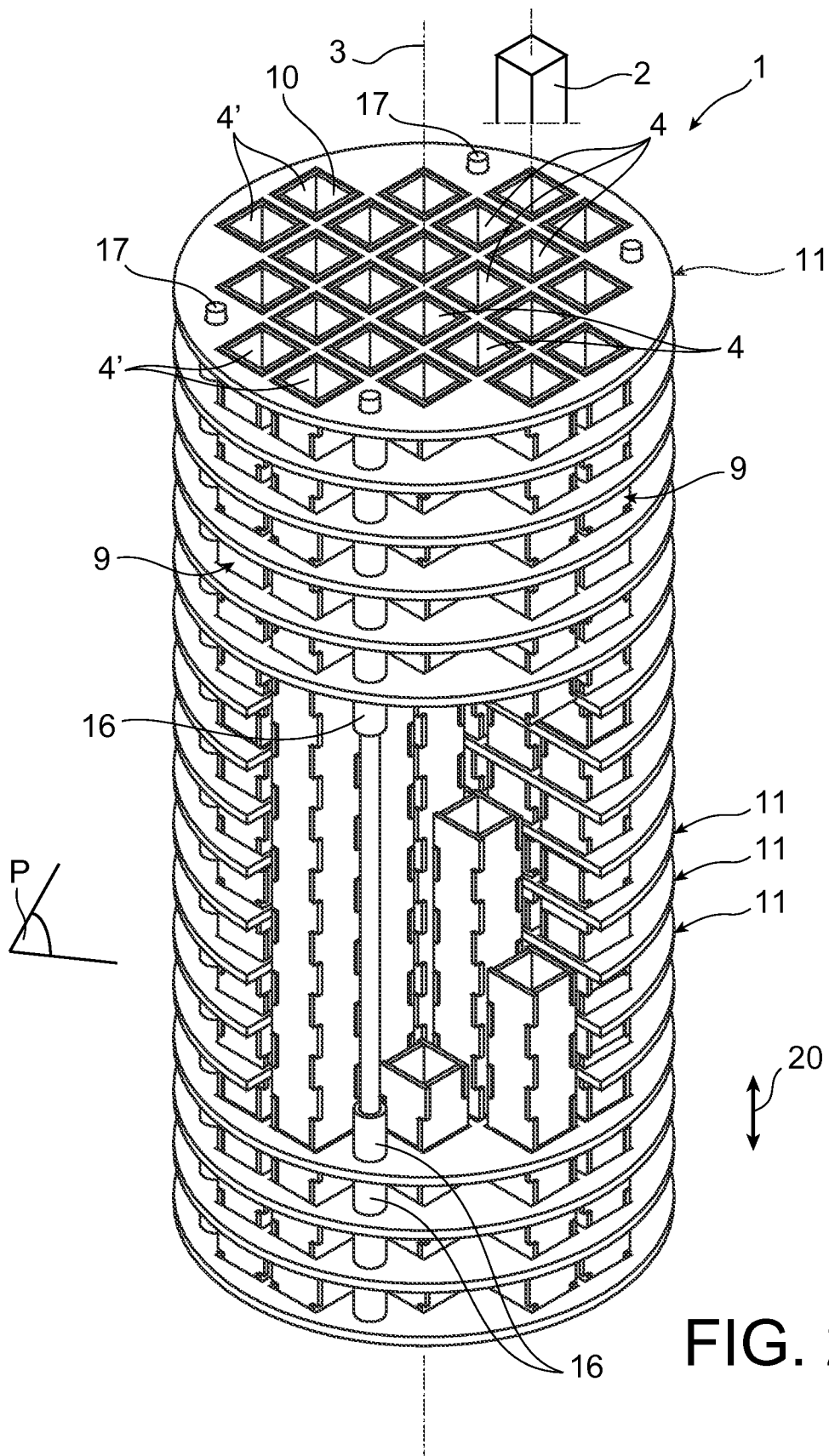
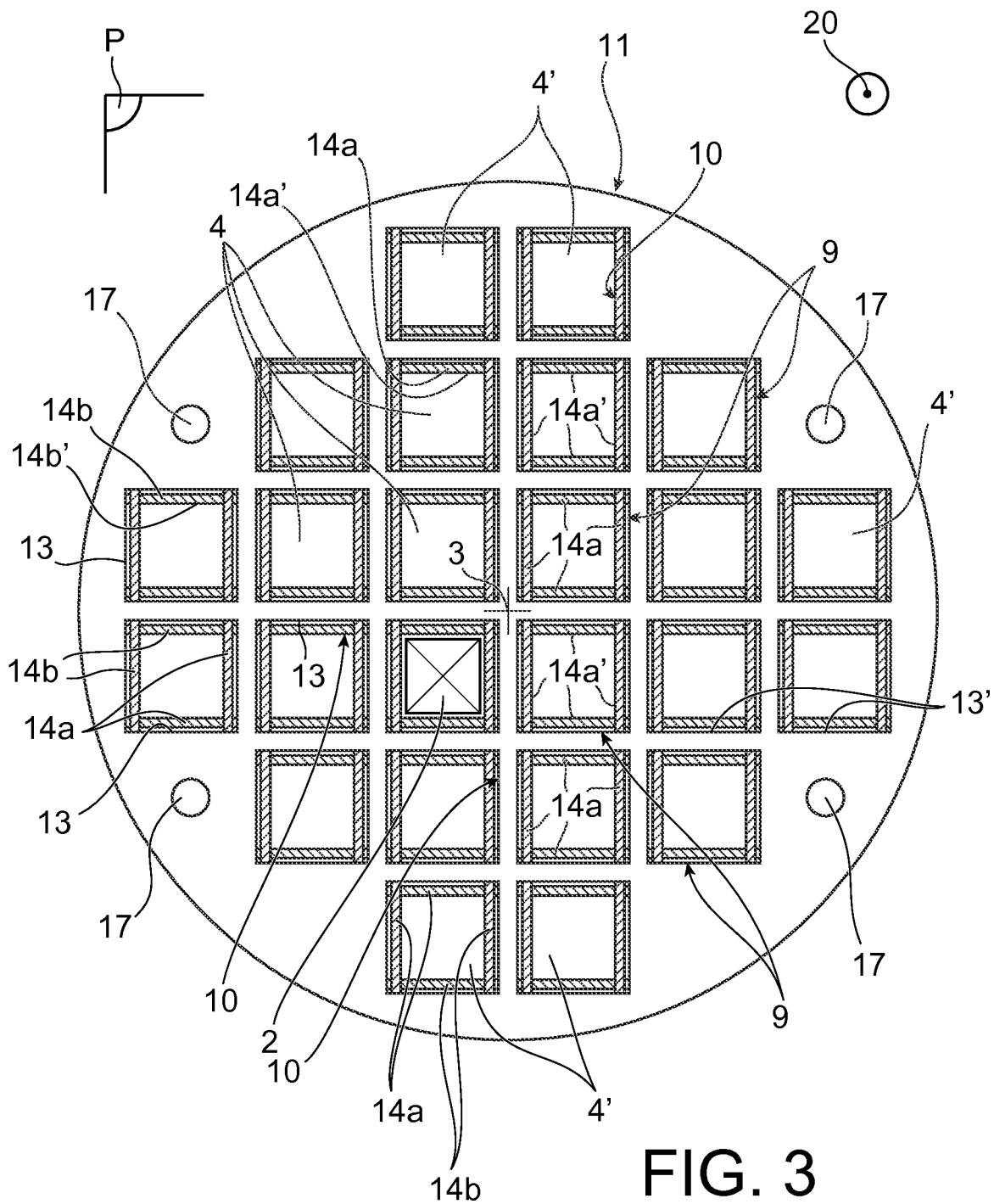


FIG. 2



4 / 5

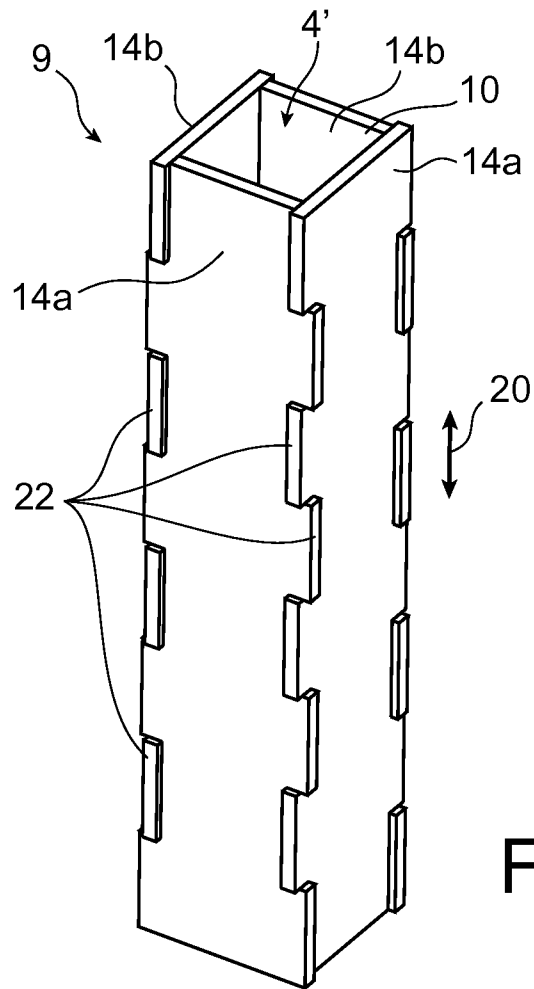


FIG. 4

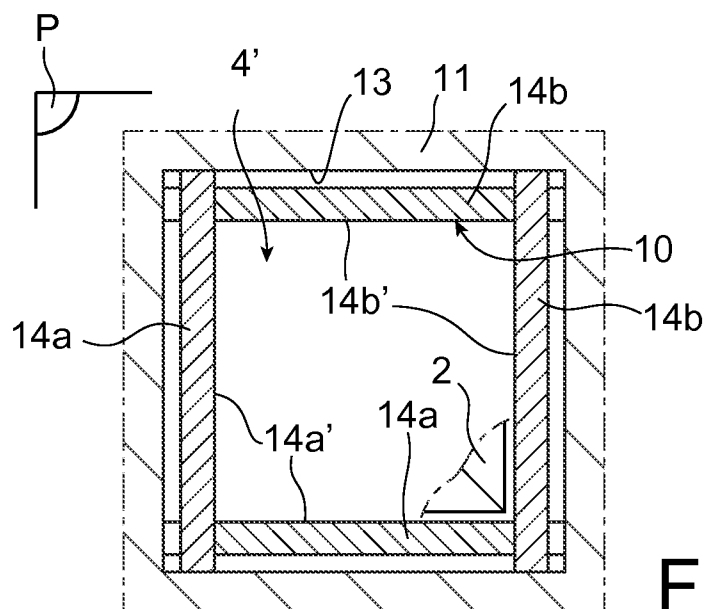


FIG. 5

5 / 5

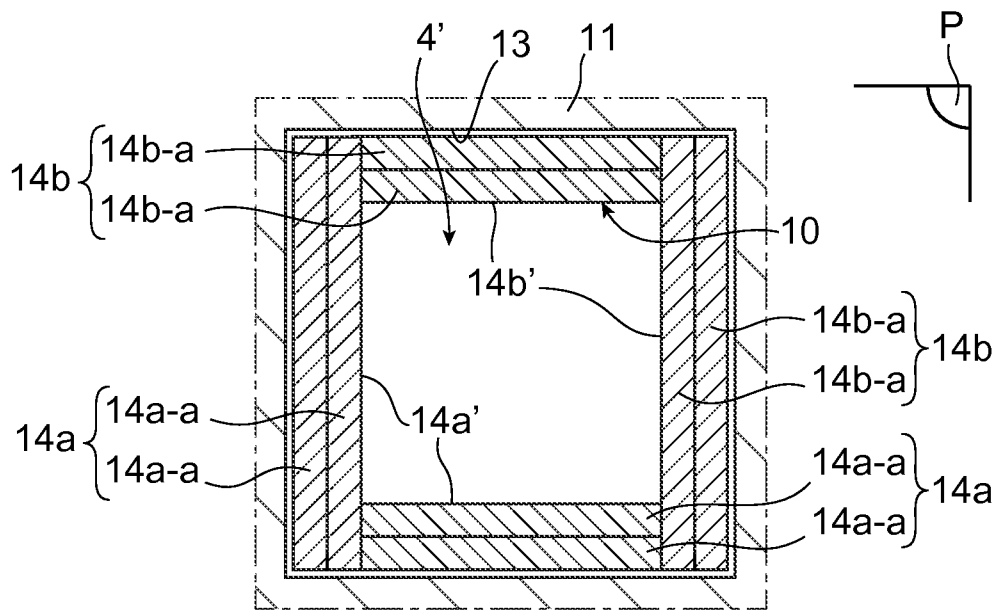


FIG. 6

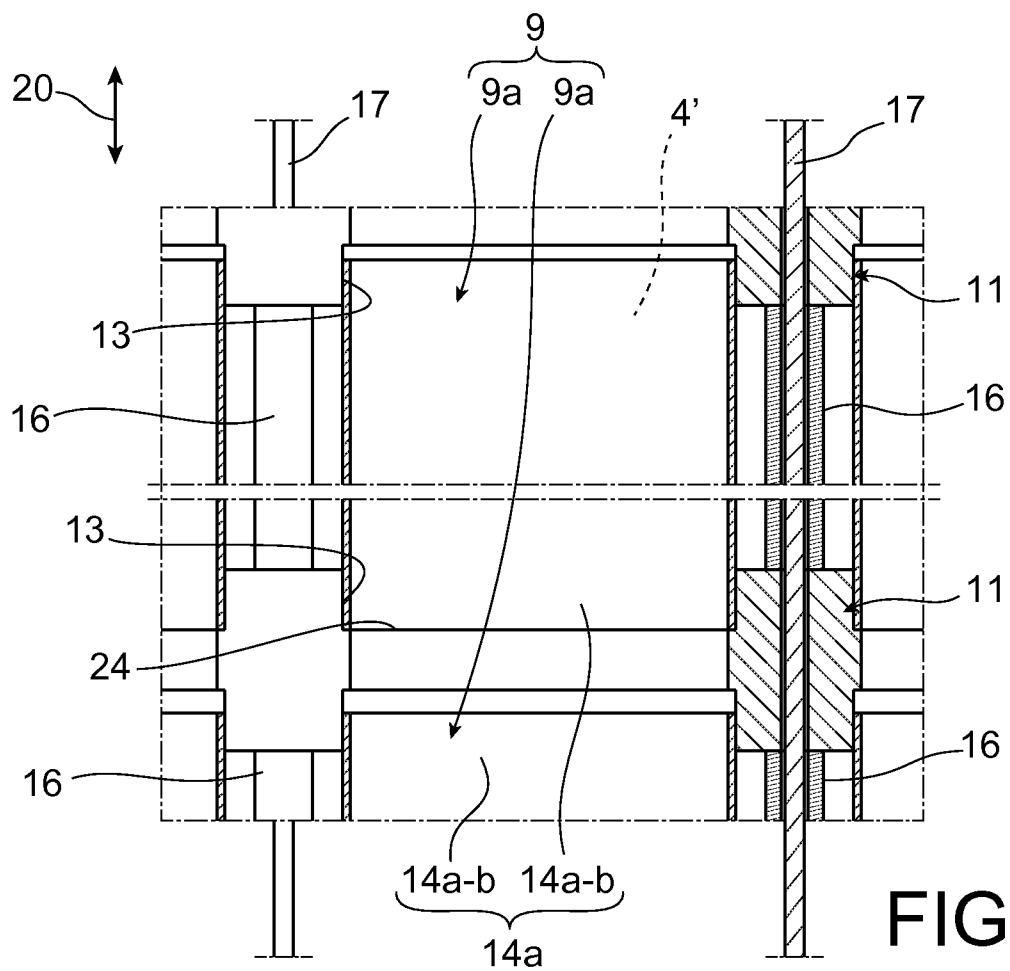


FIG. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR2021/050616**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****G21C 19/07**(2006.01)i; **G21C 19/40**(2006.01)i; **G21F 5/012**(2006.01)i; **G21F 5/06**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G21F; G21C; G21J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0158849 A1 (TRANSNUKLEAR GMBH [DE]) 23 October 1985 (1985-10-23)	1,4-10,13-15
Y	page 4, line 5 - page 7, line 10; figures 1,2	2,3,11,12
Y	FR 2855311 A1 (COGEMA LOGISTICS [FR]) 26 November 2004 (2004-11-26)	2,3,11,12
	page 10, line 12 - page 17, line 25; claims 1-12; figures 1-3	
Y	FR 3054922 A1 (TN INT [FR]) 09 February 2018 (2018-02-09)	2,3,11,12
	page 7, line 8 - page 12, line 6; figures 1-5	



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 July 2021

Date of mailing of the international search report

03 August 2021

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Lohberger, Severin

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/FR2021/050616

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
EP	0158849	A1	23 October 1985	DE	3413393	A1	17 October 1985
				EP	0158849	A1	23 October 1985
				ES	8700777	A1	16 October 1986
				JP	S612097	A	08 January 1986
FR	2855311	A1	26 November 2004	FR	2855311	A1	26 November 2004
				WO	2004105048	A2	02 December 2004
FR	3054922	A1	09 February 2018	NONE			

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2021/050616

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. G21C19/07 G21C19/40 G21F5/012 G21F5/06 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) G21F G21C G21J		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 0 158 849 A1 (TRANSNUKLEAR GMBH [DE]) 23 octobre 1985 (1985-10-23)	1,4-10, 13-15
Y	page 4, ligne 5 - page 7, ligne 10; figures 1,2	2,3,11, 12
Y	----- FR 2 855 311 A1 (COGEMA LOGISTICS [FR]) 26 novembre 2004 (2004-11-26) page 10, ligne 12 - page 17, ligne 25; revendications 1-12; figures 1-3	2,3,11, 12
Y	----- FR 3 054 922 A1 (TN INT [FR]) 9 février 2018 (2018-02-09) page 7, ligne 8 - page 12, ligne 6; figures 1-5	2,3,11, 12

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée	"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets	
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale	
23 juillet 2021	03/08/2021	
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Lohberger, Severin

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2021/050616

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0158849	A1	23-10-1985	DE 3413393 A1	17-10-1985
			EP 0158849 A1	23-10-1985
			ES 8700777 A1	16-10-1986
			JP S612097 A	08-01-1986

FR 2855311	A1	26-11-2004	FR 2855311 A1	26-11-2004
			WO 2004105048 A2	02-12-2004

FR 3054922	A1	09-02-2018	AUCUN	
