

(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
25 juin 2009 (25.06.2009)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2009/077691 A2

(51) Classification internationale des brevets :
G21C 19/18 (2006.01) **G21C 19/32** (2006.01)

Christophe [FR/FR]; 6, rue de la Charinas, F-38150
Assieu (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2008/052167

(74) Mandataire : **BLOT, Philippe**; Cabinet Lavoix, 2, place
d'Estienne d'Orves, F-75441 Paris Cedex 09 (FR).

(22) Date de dépôt international :
1 décembre 2008 (01.12.2008)

(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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, 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, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW,
MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT,
RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ,
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0759731 11 décembre 2007 (11.12.2007) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **AREVA
NP** [FR/FR]; Tour Areva, 1, place Jean Millier, F-92400
Courbevoie (FR).

(72) Inventeur; et

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : **FRECON**,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: NUCLEAR POWER-PLANT COMPRISING AT LEAST ONE HIGH TEMPERATURE REACTOR

(54) Titre : CENTRALE NUCLÉAIRE COMPORTANT AU MOINS UN RÉACTEUR À HAUTE TEMPÉRATURE

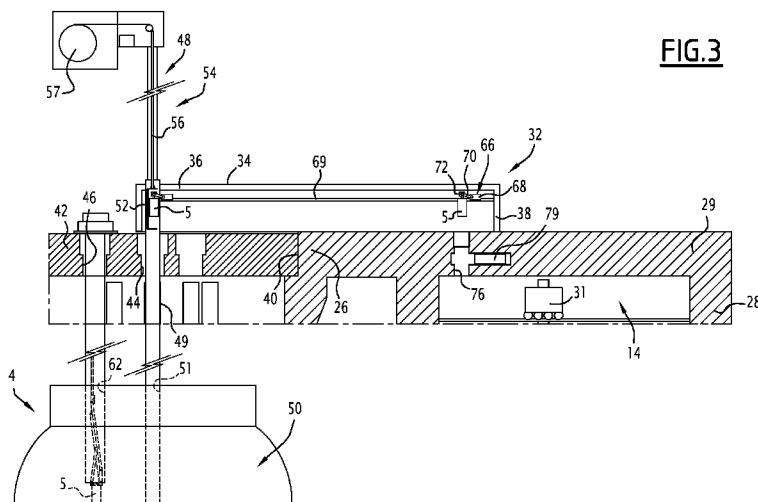


FIG. 3

(57) Abstract: The invention relates to a nuclear power-plant that comprises: at least one high-temperature reactor; a storage facility (14) for the fuel elements (5); a means (32) for transferring the fuel elements (5) between the core (4) and the storage facility (14). According to the invention, the transfer means (32) includes a tunnel (34) for transferring the fuel elements between the reactor core (4) and the storage facility (14).

(57) Abrégé : L'invention concerne une centrale nucléaire comprenant : au moins un réacteur à haute température; une installation d'entreposage (14) des éléments combustibles (5); des moyens (32) pour transférer les éléments combustibles (5) entre le cœur (4) et l'installation d'entreposage (14). Selon l'invention, les moyens (32) de transfert comprennent un tunnel (34) pour le transfert des éléments combustibles entre le cœur (4) du réacteur et l'installation d'entreposage (14).

WO 2009/077691 A2



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, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

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

Centrale nucléaire comportant au moins un réacteur à haute température.

La présente invention concerne en général les centrales nucléaires comportant au moins un réacteur à haute température.

Plus précisément, l'invention concerne selon un premier aspect une centrale nucléaire du type comprenant :

- au moins un réacteur à haute température, comportant un cœur dans lequel est disposé une pluralité d'éléments combustibles ;
- une installation d'entreposage des éléments combustibles ;
- des moyens pour transférer les éléments combustibles entre le cœur et l'installation d'entreposage.

Chaque réacteur doit être périodiquement mis à l'arrêt en vue de remplacer une partie des éléments combustibles par des éléments neufs et de réorganiser les éléments restants. Les éléments combustibles usés sont transférés du cœur vers l'installation d'entreposage associée au réacteur. Ils sont ensuite transférés à partir de l'installation d'entreposage vers une installation d'entreposage centralisée, qui peut être située dans la centrale nucléaire ou sur un autre site. A l'inverse, les éléments combustibles neufs sont transférés depuis une unité d'entreposage située sur le site de la centrale nucléaire, jusqu'à l'installation d'entreposage dédiée au réacteur, puis, au moment du remplacement des éléments combustibles, dans le cœur du réacteur.

Il est connu pour effectuer les transfert d'éléments combustibles entre le réacteur et l'installation d'entreposage dédiée audit réacteur d'utiliser une hotte de transfert blindée. La hotte comporte un barillet qui peut contenir plusieurs éléments combustibles. Elle est déplacée entre le réacteur et l'installation d'entreposage par le pont principal de manutention de la centrale nucléaire. Le transfert est réalisé en accouplant de manière étanche la hotte à un orifice d'évacuation situé au-dessus du cœur du réacteur, puis en transférant successivement plusieurs éléments combustibles du cœur du réacteur jusque dans la hotte. Une fois la hotte pleine, l'orifice de chargement de cette hotte est refermé, et la hotte est déplacée jusqu'à un orifice de déchargement situé dans la dalle supérieure de protection biologique de l'installation d'entreposage. Puis, la hotte est accouplée de manière étanche à l'orifice. Les éléments combustibles sont ensuite déchargés de la hotte. Une fois le déchargement fini, la hotte est désaccouplée,

transportée en sens inverse jusqu'au réacteur et accouplée de nouveau à l'orifice d'évacuation, en vue de charger d'autres éléments combustibles. Les transferts d'éléments combustibles neufs sont effectués avec la hotte, selon une procédure inverse.

Les opérations d'évacuation des éléments combustibles usés depuis le cœur jusqu'à l'installation d'entreposage, puis de chargement du combustible neuf à partir de l'installation d'entreposage vers le cœur, sont très longues. En effet, il est nécessaire de déplacer la hotte un grand nombre de fois entre le cœur et l'installation d'entreposage. La hotte doit être accouplée à chaque fois, soit au-dessus du cœur, soit au-dessus de l'installation d'entreposage. De plus, tous les transferts sont réalisés sous atmosphère inerte, ce qui nécessite de multiples opérations d'inertage. Par ailleurs, la hotte est très lourde. De manière à minimiser les risques de chutes, la hotte doit être déplacée très lentement.

Dans ce contexte, l'invention vise à proposer une centrale nucléaire, dans laquelle les opérations de chargement et de déchargement du cœur du réacteur soient plus rapides.

A cette fin, l'invention porte sur une centrale nucléaire du type précité, caractérisée en ce que les moyens de transferts comprennent :

- un tunnel, dont un premier tronçon est situé à proximité du cœur et un second tronçon est situé dans ou à proximité de l'installation d'entreposage ;
- des premiers moyens de transferts aptes à transférer au moins un élément combustible entre le cœur et le premier tronçon ;
- des seconds moyens de transferts aptes à transférer au moins un élément combustible entre le second tronçon et l'installation d'entreposage ;
- des moyens pour transférer au moins un élément combustible le long du tunnel entre les premiers et seconds tronçons.

La centrale nucléaire peut également présenter une ou plusieurs des caractéristiques ci-dessous, considérées individuellement ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles :

- le premier tronçon est situé au dessus du cœur.
- les premiers moyens de transfert comprennent des premiers moyens de liaison sensiblement étanches entre le cœur et le premier tronçon, les seconds moyens de transfert comprennent des seconds moyens de liaison sensiblement

étanches entre le second tronçon et l'installation d'entreposage, le tunnel formant avec les premiers et seconds moyens de liaison un chemin continu étanche pour les éléments combustibles depuis le cœur jusqu'à l'installation d'entreposage.

- une première dalle de protection biologique est située au-dessus du cœur du réacteur, le tunnel étant ménagé au moins partiellement sous ou dans la première dalle de protection biologique.

- la première dalle de protection biologique comprend un orifice au droit du cœur, la centrale comprenant un bouchon de support disposé de manière amovible dans l'orifice, le premier tronçon du tunnel étant ménagé dans le bouchon de support.

- une seconde dalle de protection biologique est située au-dessus de l'installation d'entreposage, le second tronçon du tunnel étant situé à une élévation inférieure à celle de la seconde dalle de protection biologique.

- une première dalle de protection biologique est située au-dessus du cœur du réacteur, le tunnel étant ménagé au moins partiellement au dessus de la première dalle de protection biologique.

- la première dalle de protection biologique comprend un orifice au droit du cœur, la centrale comprenant un bouchon de support disposé de manière amovible dans l'orifice, le premier tronçon du tunnel étant disposé au-dessus du bouchon de support.

- une seconde dalle de protection biologique est située au-dessus de l'installation d'entreposage, le second tronçon du tunnel étant situé au dessus de la seconde dalle de protection biologique.

- la centrale comprend :
 - . une pluralité de réacteurs à haute température, comportant chacun un cœur dans lequel est disposée une pluralité d'éléments combustibles;
 - . pour chaque réacteur, une installation d'entreposage d'éléments combustibles dédiée audit réacteur ;

- . des moyens pour déplacer le tunnel entre une pluralité de positions de service correspondant chacune à un réacteur, le premier tronçon du tunnel étant situé dans chaque position de service à proximité du cœur du réacteur correspondant et le second tronçon du tunnel étant situé dans ou à proximité de l'installation d'entreposage dédiée audit réacteur.

- La centrale comprend :
 - . une pluralité de réacteurs à haute température, comportant chacun un cœur dans lequel est disposé une pluralité d'éléments combustibles ;
 - . pour chaque réacteur, une installation d'entreposage d'éléments combustibles dédiée audit réacteur ;
 - . une pluralité de tunnels de liaison reliant chacun deux installations d'entreposage l'une à l'autre, chaque tunnel de liaison comprenant un premier tronçon situé à proximité d'une des deux installations d'entreposage correspondantes et un second tronçon situé dans ou à proximité de l'autre des deux installations d'entreposage correspondantes ;
 - . pour chaque tunnel de liaison, des premiers moyens de transfert aptes à transférer au moins un élément combustible entre l'installation d'entreposage correspondante et le premier tronçon ;
 - . pour chaque tunnel de liaison, des seconds moyens de transfert aptes à transférer au moins un élément combustible entre le second tronçon et l'installation d'entreposage correspondante ;
 - . pour chaque tunnel de liaison, des moyens pour transférer au moins un élément combustible le long du tunnel de liaison entre les premier et second tronçons.
 - une dalle de protection biologique est située au-dessus de chaque installation d'entreposage, les premier et second tronçons de chaque tunnel de liaison étant situés à des élévations respectives inférieures à celles des dalles de protection biologique des installations d'entreposage correspondantes.
 - les installations d'entreposage sont disposées en une ligne, chaque tunnel de liaison reliant deux installations d'entreposage voisines le long de la ligne.
- Selon un second aspect, l'invention concerne un procédé de transfert d'éléments combustibles entre un réacteur à haute température et une installation d'entreposage des éléments combustibles, dans une centrale nucléaire présentant les caractéristiques ci-dessus. Selon l'invention, le procédé comprend les étapes suivantes :
- transférer au moins un élément combustible entre le cœur du réacteur et le premier tronçon du tunnel ;

- transférer le ou chaque élément combustible le long du tunnel entre les premier et second tronçons;

- transférer le ou chaque élément combustible entre le second tronçon et l'installation d'entreposage.

Selon un troisième aspect, l'invention concerne un procédé de transfert d'éléments combustibles entre deux installations d'entreposage des éléments combustibles, dans une centrale nucléaire présentant les caractéristiques ci-dessus, les deux installations d'entreposage étant reliées l'une à l'autre par un tunnel de liaison comprenant un premier tronçon situé à proximité de l'une des deux installations d'entreposage et un second tronçon situé dans ou à proximité de l'autre des deux installations d'entreposage. Selon l'invention, le procédé comprend les étapes suivantes :

- transférer au moins un élément combustible entre ladite une des deux installations d'entreposage et le premier tronçon ;

- transférer le ou chaque élément combustible le long du tunnel de liaison entre les premier et second tronçons ;

- transférer le ou chaque élément combustible entre le second tronçon et ladite autre des deux installations d'entreposage.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description détaillée qui en est donnée ci-dessous, à titre indicatif et nullement limitatif, en référence aux figures annexées, parmi lesquelles :

- la Figure 1 est une représentation schématique d'une centrale nucléaire conforme à l'invention, en vue de dessus ;

- la Figure 2 est une représentation agrandie, en vue de dessus, d'une partie de la dalle de protection biologique du bâtiment réacteur de la centrale de la Figure 1, pour un premier mode de réalisation de l'invention dans lequel la centrale comporte un tunnel de transfert des éléments combustibles entre un réacteur et son installation d'entreposage, le tunnel étant mobile d'un réacteur à un autre ;

- la Figure 3 est une vue en coupe verticale du tunnel de la Figure 2, ainsi que des parties supérieures d'un réacteur et de l'installation d'entreposage correspondante ;

- la Figure 4 est une vue en coupe verticale de l'installation d'entreposage de la Figure 2 et d'une partie du tunnel ; et

- la Figure 5 est une vue en coupe du cœur du réacteur et d'une extrémité d'un tunnel conforme à un second mode de réalisation de l'invention.

La centrale nucléaire représentée de manière schématique sur la Figure 1 comporte quatre réacteurs 2 à haute température. Ces quatre réacteurs sont identiques les uns aux autres. Chaque réacteur 2 comporte un cœur 4, un échangeur de chaleur principale 6, un circuit primaire (non représenté) assurant le transfert de la chaleur générée par le cœur 4 jusqu'à l'échangeur 6, une installation 8 de conversion de l'énergie thermique en électricité, et un circuit secondaire (non représenté) assurant le transfert de la chaleur depuis l'échangeur 6 jusqu'à l'installation 8.

Le cœur 4 comporte une pluralité d'éléments combustibles 5 à section hexagonale. Chaque élément combustible présente une hauteur de 900 mm environ, et une section qui s'inscrit dans un cercle de diamètre 450 mm environ. Ces éléments combustibles sont de type connu et ne seront pas décrits plus en détail ici.

Le réacteur fonctionne à une température comprise, par exemple, entre 750°C et 1200°C.

Le circuit primaire contient un gaz, généralement un mélange de l'hélium et d'azote. Ce gaz est mis en circulation dans le circuit primaire par un ou plusieurs compresseurs, et traverse le cœur en s'échauffant au contact des éléments combustibles. Il est ensuite conduit jusqu'à l'échangeur principal 6, où il cède sa chaleur au fluide circulant dans le circuit secondaire. Il est ensuite recomprimé et recyclé vers le cœur 4.

Le circuit secondaire comprend lui aussi généralement un gaz, par exemple de l'hélium ou un mélange de gaz. Ce gaz est mis en circulation, s'échauffe en traversant l'échangeur 6, puis est conduit jusqu'à l'installation de conversion 8. Cette installation comprend par exemple une ou plusieurs turbines à gaz, entraînant un alternateur. Le gaz secondaire entraîne les turbines, puis est recomprimé avant d'être recirculé vers l'échangeur 6.

L'îlot nucléaire de chaque réacteur, c'est-à-dire le cœur 4, l'échangeur principal 6 et le circuit primaire, est rassemblé dans une même structure 10 de génie civil représentée par un cercle sur la Figure 1. Les îlots nucléaires des quatre ré-

acteurs de la centrale sont rassemblés dans un même bâtiment réacteur 12, dont le contour est représenté par un trait mixte sur la Figure 1.

Par ailleurs, la centrale comprend quatre installations 14, 16, 18 et 20 d'entreposage de combustibles nucléaires, chaque installation d'entreposage étant associée à un des réacteurs nucléaires.

Les installations 14, 16 et 18 sont de même capacité.

Elles présentent chacune une capacité de stockage d'au moins un sixième du nombre total d'éléments combustibles disposés normalement dans le cœur du réacteur, cette capacité étant inférieure audit nombre total. De préférence, chaque installation 14, 16, 18 a une capacité d'environ un tiers dudit nombre total.

L'installation d'entreposage 20 est de plus grande capacité. Elle peut recevoir la totalité des éléments combustibles d'un cœur.

La centrale nucléaire comporte également une installation 22 d'entreposage d'éléments combustibles neufs, en attente d'être transférés dans le cœur d'un des réacteurs 2. Cette installation est commune aux quatre réacteurs.

La centrale comporte également une installation 24 de conditionnement des éléments combustibles usés, par exemple en vue de leur transport vers l'extérieur de la centrale nucléaire. Les installations d'entreposage 14, 16, 18 et 20, l'installation d'entreposage d'éléments combustibles neufs 22, et l'installation de conditionnement 24 sont toutes disposées dans le bâtiment réacteur 12.

Les quatre réacteurs sont disposés sur une ligne droite. De même, les quatre installations d'entreposage 14, 16, 18 et 20, l'installation de conditionnement 24 et l'installation d'entreposage 22 de combustibles neufs sont situées également sur une ligne droite, dans cet ordre. Les installations d'entreposage 14, 16, 18 et 20 sont disposées chacune à proximité d'un réacteur 2.

Chaque îlot nucléaire 10 est recouvert par une dalle de protection biologique 26 (voir par exemple figures 3 et 5), qui s'étend au droit du réacteur, de l'échangeur principal 6 et du circuit primaire. Les dalles 26 des quatre réacteurs sont en béton, de forte épaisseur, et sont situées sensiblement à la même élévation.

Les installations d'entreposage 14, 16, 18 et 20 sont toutes du même type. Elles sont délimitées latéralement par des parois en béton 28, et elles sont recouvertes par une dalle de protection biologique 29. Les dalles 29 sont en béton, de

forte épaisseur, et sont toutes sensiblement à la même élévation. Elles sont également à la même élévation que les dalles de protection 26 des différents réacteurs.

Comme le montre la Figure 4, chaque installation d'entreposage comporte une pluralité de puits 30 dans lesquels plusieurs éléments combustibles 5 sont susceptibles d'être empilés. L'installation comporte par ailleurs un pont roulant 31 pourvu de moyens de manutention des éléments combustibles.

Les dalles 26 et 29 se rejoignent et constituent le sol du hall principal de la centrale nucléaire. Ce hall recouvre les quatre réacteurs ainsi que les installations d'entreposage 14 à 20. Il peut être continu, ou au contraire être subdivisé en quatre parties par des cloisons internes, chaque partie recouvrant un réacteur et l'installation d'entreposage qui lui est associée.

Selon un premier aspect de l'invention, la centrale nucléaire comprend pour chaque réacteur 2, des moyens 32 pour transférer des éléments combustibles entre le cœur 4 du réacteur et l'installation d'entreposage 14 à 20 correspondante.

Dans un premier mode de réalisation de l'invention, représenté sur les Figures 2 à 4, ces moyens 32 comprennent un tunnel mobile 34, susceptible de desservir chacun des quatre réacteurs.

Le tunnel 34 est placé au-dessus des dalles 26 et 29 constituant le sol du hall principal du réacteur. Le tunnel 34 est rectiligne. Ses parois sont blindées et sont constituées de plaques d'acier et/ou de plomb.

Quand des éléments combustibles doivent être transférés vers ou à partir d'un réacteur, le tunnel 34 est placé de telle sorte qu'un premier tronçon d'extrémité 36 du tunnel soit situé au-dessus du cœur du réacteur, et qu'un second tronçon d'extrémité 38 opposé au premier soit situé au-dessus de l'installation d'entreposage correspondante.

Comme le montre la figure 3, la dalle de protection biologique 26 comporte au droit du cœur 4 du réacteur, un orifice circulaire 40. Pendant le fonctionnement normal du réacteur, l'orifice 40 est fermé par un bouchon.

Le bouchon est plein, les barres de contrôle étant disposées dans des traversées dédiées situées sous ce bouchon.

Quand on veut réaliser des opérations de maintenance ou de rechargement du réacteur en combustible, un bouchon de support 42, visible par exemple sur la

figure 3, est mis en place dans l'orifice 40 à la place du bouchon dédié au fonctionnement normal. Le bouchon 42 comporte en son centre une ouverture 44 de passage d'un mécanisme de montée/descente des éléments combustibles, et six ouvertures 46 de passage pour le mécanisme de manipulation des éléments de combustibles. Les ouvertures 46 sont disposées en cercle autour de l'ouverture centrale 44 et sont réparties régulièrement autour de celle-ci. Il est à noter que certaines barres de contrôle sont retirées de manière à utiliser leurs traversées pour le passage du mécanisme de manipulation.

Comme le montre la Figure 2, le premier tronçon d'extrémité 36 du tunnel recouvre l'ouverture 44, le tunnel passant entre deux des ouvertures 46.

L'extrémité 36 du tunnel est accouplée de manière étanche autour de l'ouverture 44, par exemple par un joint gonflable non représenté, et communique avec l'ouverture 44.

Comme le montre la Figure 3, le mécanisme de montée/descente 48 comporte typiquement un tube 49 s'étendant à partir de l'ouverture 44 vers le bas et pénétrant dans la cuve 50 du réacteur par un orifice 51 du couvercle de cuve.

Le mécanisme 48 comprend encore une nacelle 52 susceptible de se déplacer verticalement à l'intérieur du tube 49. Le mécanisme 48 comporte encore des moyens 54 pour déplacer la nacelle 52 entre une position haute dans laquelle la nacelle est située à l'intérieur de la première extrémité 36 du tunnel, et une position basse dans laquelle la nacelle se trouve à l'intérieur de la cuve 50 du réacteur, immédiatement au-dessus des éléments combustibles. Par exemple, les moyens 54 comportent un câble 56 auquel est suspendu la nacelle 52, et des moyens pour enrouler et dérouler le câble 56 autour d'un tambour 57.

Le mécanisme 58 de manipulation des éléments combustibles est représenté de manière simplifiée sur la figure 3 et de manière détaillée sur la figure 5. Ce mécanisme comprend typiquement un tube 60 s'étendant à partir d'un orifice 46 vers le bas et pénétrant à l'intérieur de la cuve 50 par un orifice 62.

Le mécanisme 58 comporte également un bras 64 du type pantographe, connu en soi, pourvu de moyens de préhension, aptes à saisir un élément combustible 5 du cœur. Le bras 64 possède suffisamment de degré de liberté pour atteindre tous les éléments combustibles situés dans un secteur angulaire du cœur correspondant sensiblement à $1/6^{\text{ème}}$ de la circonférence de ce cœur. Le

bras 64 est par ailleurs apte à transférer chaque bloc de ce secteur dans la nacelle 52, en vue de la remontée de ce bloc jusque dans le tunnel 34.

Le mécanisme 58 est susceptible d'être déplacé d'une ouverture 46 à une autre. Quand il est monté dans une ouverture 46, il permet de charger ou de décharger 1/6^{ème} du cœur. Les six ouvertures 46 permettent donc d'avoir accès à la totalité des éléments combustibles du cœur. Le mécanisme 58 est connu et ne sera pas décrit plus en détail.

Les moyens 32 de transfert des éléments combustibles comportent également des moyens 66 pour transférer les éléments combustibles le long du tunnel entre les premier et second tronçons.

Les moyens 66 comportent par exemple un chariot 68 susceptible de se déplacer dans des rails 69 le long du tunnel, un bras élévateur 70 monté sur le chariot 68, le bras étant équipé de moyens 72 de préhension des éléments combustibles. Les moyens 66 comprennent encore des moyens pour propulser le chariot 68 le long du tunnel (non représentés).

Les rails 69 sont par exemple ménagés en partie haute du tunnel 34. Le chariot 68 roule dans les rails par l'intermédiaire de par exemple 2 ou 3 paires de galets. Les moyens pour déplacer le chariot le long du tunnel comprennent par exemple une chaîne pousseuse.

Le bras 70 est monté sur le chariot 68 et possède un degré de liberté vertical. Ainsi, le bras 70 est susceptible de saisir, par l'intermédiaire des moyens de préhension 72, un élément combustible 5 disposé dans la nacelle 52, et de le déplacer vers le haut. La partie inférieure de l'élément combustible est alors dégagée de la nacelle, l'élément combustible pouvant alors être déplacé le long du tunnel librement.

Comme le montrent les Figures 3 et 4, les moyens de transfert 32 comprennent également des moyens 74 pour transférer l'élément combustible 5 entre l'extrémité 38 du tunnel et l'intérieur de l'installation d'entreposage associée au réacteur. Ces moyens 74 comportent un trou 76 ménagé dans la dalle 29 et un élévateur 78 disposé à l'intérieur de l'installation d'entreposage. Le trou 76 est ménagé sous l'extrémité 38 du tunnel, immédiatement au-dessus de l'élévateur 78, et communique avec l'extrémité 38. Il est susceptible d'être obturé par une trappe blindée 79. L'élévateur 78 comporte un support 80 et des moyens télesco-

piques 82 pour déplacer le support 80 entre une position haute dans laquelle le support 80 est situé dans l'extrémité 38 du tunnel et une position basse dans laquelle le support 80 se trouve sur la face de chargement 84 des puits 30. Dans la position haute du support 80, le bras 70 est apte à déposer un élément combustible sur le support ou à saisir un élément combustible disposé sur le support 80.

La face de chargement 84 correspond sensiblement au haut des puits 30. Quand le support 80 se trouve en position basse, le pont 31 est susceptible de venir saisir l'élément combustible disposé sur le support 80 et de le déplacer pour l'introduire dans un des puits de stockage 30.

Comme indiqué plus haut, le tunnel 34 est accouplé de manière étanche d'une part autour de l'ouverture 44 et d'autre part autour de l'orifice 76, par exemple par des joints gonflables.

Il est ainsi possible de maintenir une atmosphère inerte le long de tout le chemin de passage des éléments combustibles, dans le cœur, dans le tunnel 34 et à l'intérieur de l'installation d'entreposage.

De manière à pouvoir déplacer le tunnel 34 d'un réacteur à un autre, des rails 86 sont prévus sur le sol du hall principal de la centrale nucléaire (Figures 1 et 2). Le tunnel est monté sur des chariots 88 susceptibles de se déplacer dans les rails 86. Les rails 86 s'étendent parallèlement à l'alignement des réacteurs et des installations d'entreposage.

Un second mode de réalisation dans lequel le tunnel de transfert entre le cœur de chaque réacteur et l'installation d'entreposage correspondante n'est pas mobile mais fixe, va maintenant être décrit, en référence à la Figure 6.

Seuls les points par lesquels le second mode de réalisation diffère du premier seront détaillés ci-dessous. Les éléments identiques ou assurant les mêmes fonctions seront désignés par les mêmes références numériques.

Dans le second mode de réalisation, chaque réacteur comporte un tunnel 90 qui lui est dédié, permettant d'assurer le transfert des éléments combustibles entre le cœur du réacteur et l'installation d'entreposage correspondante. Le tunnel 90 s'étend sous les dalles de protection biologiques 26 et 29.

Dans ce mode de réalisation, la première extrémité 36 du tunnel est ménagée dans l'épaisseur du bouchon de support 42. En revanche, la partie centrale 92 du tunnel est rigidement fixée sous la dalle 26 et sous la dalle 29. Quand le bou-

chon 42 est en place dans l'orifice 40, l'extrémité 36 du tunnel est placée dans le prolongement de la partie centrale 92. La partie 36 est séparée de la partie 92 par un interstice 94 de faible largeur. Un joint gonflable 96 est prévu pour réaliser l'étanchéité entre la partie 36 et la partie 92 au niveau de l'interstice 94.

Les moyens 48 pour assurer la montée et la descente des éléments combustibles 5 dans le cœur du réacteur comportent à la place de la nacelle 52 un grappin 98 suspendu au câble 56. Par ailleurs, le tube 49 comporte à son extrémité inférieure, une plateforme 100 sur laquelle les bras pantographes 64 sont susceptibles de déposer ou de saisir un élément combustible. La plateforme 100 est placée à la verticale du grappin 98, de telle sorte que le grappin est susceptible, soit de déposer un élément combustible 5 sur la plateforme 100, soit de saisir un élément combustible qui y a été déposé par le bras pantographe 64.

Les moyens 66 pour déplacer l'élément combustible le long du tunnel d'une extrémité à une autre comprennent un chariot 102 se déplaçant le long du tunnel dans les rails 69, le chariot 102 étant muni d'un panier 104. Le panier 104 définit intérieurement un logement de forme conjuguée de l'élément combustible à transporter. Le tube 49 comporte une fenêtre 106 par laquelle le panier est susceptible d'être introduit à l'intérieur du tube 49. Par ailleurs, le tube 49 se prolonge au-dessus du bouchon de support 42 par un appendice 108 dans lequel le grappin 98 et l'élément combustible qui lui est accouplé sont susceptibles d'être logés, comme illustré sur la Figure 5.

Le chariot 102 possède quatre galets engagés dans chaque rail, ce qui lui permet de franchir l'interstice 94 sans perte de stabilité. Le chariot 102 est déplacé le long du tunnel par une chaîne pousseuse non représentée.

A son extrémité 38, le tunnel pénètre directement dans l'installation d'entreposage à travers les parois latérales 28. Dans cette installation, un élément combustible est susceptible d'être extrait du panier 104 ou déposé dans le panier 104, soit par le pont 34 si le tunnel est ménagé à une élévation telle qu'il débouche par exemple au niveau de la face de chargement 84, soit par des moyens de manutention dédiés si le tunnel débouche plus haut.

Selon un second aspect de l'invention indépendant du premier, illustré sur la figure 1, les différentes installations d'entreposage sont reliées entre elles par des tunnels de liaison 110. Ainsi, les installations d'entreposage 14 et 16 sont re-

liées par un tunnel 110, les installations d'entreposage 16 et 18 sont reliées par un autre tunnel 110, les installations d'entreposage 18 et 20 sont reliées par une troisième tunnel 110, l'installation d'entreposage 20 étant relié à l'installation d'entreposage du combustible neuf 22 par un quatrième tunnel 110 qui traverse l'installation de conditionnement 24.

Ces tunnels sont de type fixe, et sont donc typiquement ménagés sous les dalles de protection biologiques 29. Les éléments combustibles circulent dans ces tunnels dans des chariots du type du chariot 102 propulsé par des chaînes pousseuses. Les tunnels 110 débouchent directement dans les entreposages 14, 16, 18, 20 et 22. Les tunnels sont placés à des élévations inférieures à celles des dalles 29, de préférence à des élévations telle que les éléments combustibles peuvent être placés dans les paniers des chariots par les ponts 34 équipant les installations d'entreposage.

On va maintenant décrire les procédures de chargement et de déchargement du cœur d'un réacteur conforme au premier mode de réalisation de l'invention.

Après mise à l'arrêt du réacteur, le bouchon utilisé en fonctionnement normal du réacteur est retiré de l'orifice 40, et le bouchon de support 42 est mis en place. Le tunnel 34 est ensuite déplacé le long des rails 86 et mis en place de telle sorte que sa première extrémité soit située au droit de l'ouverture 44 et sa seconde extrémité au droit du trou 76 de l'installation d'entreposage correspondante. On réalise ensuite l'étanchéité entre le tunnel 34 et l'orifice 44 et également entre le tunnel 34 et le trou 76. Si nécessaire, les équipements gênant l'accès aux orifices 51 et 62 de pénétration dans le cœur sont démontés. Ces équipements peuvent être des moyens d'instrumentation pour l'orifice central 51, et des barres de contrôle pour les orifices 62.

Puis, on met en place sur le bouchon 42 les moyens 48 de montée et descente des éléments combustibles, et les moyens 58 de manipulation des éléments combustibles. L'opération de déchargement d'une partie des éléments combustibles du cœur peuvent ensuite commencer. On remplace typiquement à chaque campagne la moitié des éléments combustibles du cœur par des éléments combustibles neufs. Une telle campagne de remplacement est réalisée avec une périodicité comprise entre 1 et 2 ans.

La manutention se fait par 1/6^{ème} de cœur. Le 1/6^{ème} du cœur est vidé du réacteur vers l'installation d'entreposage associée. Les éléments en fin de vie sont évacués (la moitié) et les éléments en cours de vie sont conservés. A ces éléments en cours de vie, des éléments « neufs » sont ajoutés. Le 1/6^{ème} de cœur est ensuite empilé en fonction de l'agencement voulu (mélange d'éléments neufs et en cours de vie). Une fois la manutention réalisée sur 1/6^{ème} de cœur, on passe à une autre zone du cœur. Les moyens de manutentions 58 sont montés sur un autre orifice 46. On répète l'opération 6 fois au total à chaque campagne, la totalité des éléments combustibles du cœur étant vidés et la moitié remise en place. L'autre moitié est constituée d'éléments neufs.

Pour évacuer ces éléments combustibles, on descend d'abord la nacelle 52 au niveau du cœur. Pendant ce temps, le bras pantographe 64 saisit un élément combustible à évacuer. Il le dépose dans la nacelle 52 une fois que celle-ci atteint sa position basse. La nacelle remonte ensuite en position haute. Le bras 70 saisit l'élément combustible chargé dans la nacelle 52 quand celle-ci est en position haute. Puis, le chariot 68 se déplace le long du tunnel 34 jusqu'à l'extrémité 38 de celui-ci. Une fois le chariot arrêté, l'élévateur 78 vient chercher l'élément combustible 5 et le descend à l'intérieur de l'installation de stockage à travers le trou 76. Quand l'élévateur 78 a descendu l'élément combustible au niveau de la face de chargement 84 des puits, le pont 31 vient reprendre l'élément combustible et l'insérer dans un des puits. Puis, le chariot repart jusqu'à la première extrémité du tunnel pour aller chercher un nouvel élément combustible amené par la nacelle 52.

Il est à noter que les différents moyens de manutention assurant le transfert des éléments combustibles depuis le cœur jusqu'à l'installation d'entreposage peuvent travailler parallèlement les uns aux autres.

Ainsi, le chariot peut effectuer ses allers-retours le long du tunnel pendant que l'élévateur et le pont de l'installation d'entreposage transfèrent l'élément combustible dans un puits.

De même, la nacelle 52 peut descendre, réceptionner un élément combustible et le remonter pendant que le chariot 68 déplace l'élément combustible précédent, de la première extrémité 36 à la seconde extrémité 38, que le bras 70 le dépose sur l'élévateur 78 et que le chariot 68 revient à la première extrémité. Le

bras pantographe peut quant à lui saisir un nouvel élément combustible, le positionner dans la nacelle 52 et repartir saisir encore un autre élément combustible pendant que le chariot fait un aller-retour le long du tunnel.

Ces différentes tâches sont donc effectuées en temps masqué, de telle sorte que la durée nécessaire pour évacuer un sixième des éléments combustibles du cœur du réacteur jusqu'à l'installation d'entreposage est considérablement raccourci par rapport à l'état de la technique utilisant une hotte.

Une fois le transfert des éléments combustibles achevé, les éléments combustibles en fin de vie sont évacués hors de la centrale nucléaire ou vers l'installation d'entreposage 20. Des éléments combustibles neufs sont amenés de l'installation 22 jusqu'à l'installation d'entreposage associée au réacteur à charger. Puis, les éléments en cours de vie et les éléments neufs sont chargés dans le cœur du réacteur.

Dans ce but, un élément combustible à charger est saisi par le pont et placé dans le support 80 de l'élévateur. L'élévateur monte l'élément combustible jusqu'à dans l'extrémité 38 du tunnel, où celui-ci est saisi par le bras 70 monté sur le chariot. Le chariot déplace ensuite l'élément combustible jusqu'à la première extrémité du tunnel, pendant que l'ascenseur redescend au niveau de la face de chargement de l'installation d'entreposage.

Le bras 70 dépose l'élément combustible dans la nacelle 52. Le chariot retourne ensuite à la seconde extrémité pour aller chercher un autre élément combustible. Pendant ce temps, la nacelle 52 descend l'élément combustible à l'intérieur du cœur du réacteur. Quand la nacelle est en position basse, le bras pantographe vient saisir l'élément combustible et le déposer à l'endroit voulu dans le cœur du réacteur.

De même manière que pour le déchargement, les différents éléments de manutention des éléments combustibles travaillent en temps masqué pour le chargement du réacteur.

La procédure de chargement et déchargement, pour le second mode de réalisation de l'invention, est sensiblement similaire à la procédure décrite ci-dessus en référence au premier mode de réalisation. Seul le fonctionnement des moyens de montée et descente des éléments combustibles dans le cœur du réacteur sera décrit ci-dessous.

Pour l'évacuation des éléments combustibles usés hors du cœur du réacteur, le bras pantographe 64 saisit d'abord un élément combustible du cœur du réacteur et vient le placer sur le plateau 100 situé sous le grappin 98. Le grappin est descendu, saisit l'élément combustible placé sur le plateau 100 et le remonte jusqu'à l'excroissance 108. Le chariot 102 se déplace alors jusqu'à engager le panier 104 à l'intérieur du tube 49, ce qui permet de le placer sous l'élément combustible tenu par le grappin. Le grappin dépose ensuite l'élément combustible à l'intérieur du panier 104 et se désaccouple de cet élément combustible. Le chariot est ensuite déplacé jusqu'à la seconde extrémité du tunnel, et l'élément combustible est extrait du panier par les moyens de manutention prévus à cet effet.

De même que précédemment, les différents moyens de manutention des éléments combustibles travaillent ici aussi en temps masqué.

La centrale nucléaire décrite ci-dessus présente de multiples avantages.

Du fait que les moyens de transfert entre le cœur de chaque réacteur et l'installation d'entreposage correspondante comprennent :

- un tunnel, dont un premier tronçon est situé à proximité du cœur et un second tronçon est situé dans ou à proximité de l'installation d'entreposage ;
- des premiers moyens de transfert aptes à transférer au moins un élément combustible entre le cœur et le premier tronçon ;
- des seconds moyens de transfert aptes à transférer au moins un élément combustible entre le second tronçon et l'installation d'entreposage ; et
- des moyens pour transférer au moins un élément combustible le long du tunnel entre les premiers et seconds tronçons,

la durée nécessaire pour évacuer des éléments combustibles usés du cœur vers l'installation d'entreposage, ou inversement pour transférer des éléments combustibles neufs de l'installation d'entreposage vers le cœur du réacteur, est considérablement raccourci car les différents moyens participant au transfert des éléments combustibles peuvent travailler en parallèle et fonctionner en temps masqué.

Le tunnel, les moyens de liaison entre ce tunnel et le cœur d'une part, et les moyens de liaison entre le tunnel et l'installation d'entreposage d'autre part, forment un chemin continu depuis le cœur jusqu'à l'installation d'entreposage. Il est

ainsi possible de transférer les éléments combustibles sous atmosphère inerte depuis le cœur jusqu'à l'installation d'entreposage sans rupture de confinement.

Le long de ce chemin, le tunnel et les moyens de liaison assurent une protection biologique continue vis-à-vis des opérateurs.

Par ailleurs, le transfert des éléments combustibles entre le cœur et l'installation d'entreposage est réalisé sans que des objets lourds et massifs, telle qu'une hotte, ait à être déplacés par l'intermédiaire du pont roulant équipant le hall du réacteur. Il n'y a ainsi aucun risque de chute de charge lors du transfert.

De plus, ceci libère le pont du réacteur, qui peut être utilisé pour réaliser d'autres tâches.

Les moyens mis en œuvre pour réaliser le transfert sont simples et peu coûteux.

La centrale nucléaire décrite ci-dessus peut présenter de multiples variantes.

Elle peut ne comporter qu'un seul réacteur à haute température ou comporter n'importe quel nombre de réacteurs.

Le tunnel peut être rectiligne ou non rectiligne.

Un même tunnel, dans une position déterminée, peut à partir d'un même réacteur desservir plusieurs installations d'entreposage. Dans ce cas, le tunnel passe au-dessus de plusieurs trous permettant de descendre les éléments combustibles dans les différentes installations d'entreposage.

Inversement, un même tunnel peut, dans une position déterminée, desservir une seule installation d'entreposage à partir de plusieurs réacteurs.

Il est possible d'envisager toutes sortes de moyens de transfert entre le cœur du réacteur et une extrémité du tunnel. Ces moyens peuvent être un grappin, une nacelle suspendue à un câble, un élévateur, ou tout autre type de moyens de transfert.

De même, les moyens de transfert entre l'installation d'entreposage et le tunnel peuvent être de tous types : grappin, panier suspendu à un câble, élévateur...

Ces moyens de transfert peuvent s'adapter indifféremment à un tunnel fixe ménagé sous les dalles de protection biologique ou au contraire à un tunnel mobile ménagé au-dessus de la dalle de protection biologique.

Les moyens de transfert des éléments combustibles le long du tunnel peuvent également être de tous types. Ils peuvent comporter un chariot pourvu d'un bras préhenseur ou d'un panier, ou encore d'un berceau de réception de l'élément combustible. Les éléments combustibles peuvent être transférés en position debout, couchée

Les moyens d'entraînement du chariot le long du tunnel peuvent également être de tous types : chaîne pousseuse, ensemble pignon/crémaillère ...

Dans le cas d'un tunnel fixe ménagé sous les dalles de protection biologiques, l'extrémité du tunnel côté réacteur peut ne pas être ménagé dans le bouchon de support situé au-dessus du cœur, mais sous ce bouchon de support.

La centrale nucléaire peut comporter toutes sortes de moyens de maintenance pour les éléments combustibles dans la cuve du réacteur. Ces moyens peuvent être un bras pantographe comme décrit ci-dessus, ou par exemple un bras robotisé possédant plusieurs degrés de liberté, ou tout autre type de moyens de préhension.

Le bouchon de support situé au-dessus du cœur peut ne pas comporter une unique ouverture permettant l'extraction des éléments combustibles et le transfert vers le tunnel. Le bouchon peut comporter plusieurs ouvertures disposées à différents endroits.

De même, l'installation d'entreposage peut présenter différents orifices permettant de transférer les éléments combustibles entre l'intérieur de l'installation d'entreposage et le tunnel.

Chaque réacteur peut comporter à la place de l'échangeur de chaleur principal un générateur de vapeur.

Alternativement, le fluide primaire peut entraîner directement une turbine à gaz couplée à un générateur électrique.

L'invention a été décrite pour un exemple de réalisation dans lequel les éléments combustibles sont hexagonaux, de hauteur 900mm et de section inscrite dans un cercle de diamètre 450mm. Elle s'applique à des éléments combustibles présentant toutes sortes de sections carrées, circulaires ...etc. Ces éléments peuvent être de hauteur supérieure ou inférieure à 900 mm, leur section s'inscrit dans un cercle de tout diamètre, supérieur ou inférieur à 450 mm.

En variante, les tunnels de liaison entre les installations d'entreposage pourraient s'étendre au-dessus de la dalle 29. Il est alors nécessaire de prévoir dans les tunnels de liaison et dans les entreposages, des moyens de manutention aptes à transférer les éléments combustibles entre les extrémités des tunnels et les entreposages. Ces moyens peuvent être par exemple du type de l'élévateur 78 décrit relativement au premier mode de réalisation de l'invention.

Les installations d'entreposage ne sont pas nécessairement disposées en ligne. Elles peuvent par exemple être déposées en étoile autour de l'installation de plus grande capacité 20, les tunnels de liaison rayonnant tous à partir de l'installation 20.

REVENDICATIONS

1. Centrale nucléaire comprenant :

- au moins un réacteur (2) à haute température, comportant un cœur (4) dans lequel est disposé une pluralité d'éléments combustibles (5) ;
 - une installation d'entreposage (14, 16, 18, 20, 22) des éléments combustibles (5) ;
 - des moyens (32) pour transférer les éléments combustibles (5) entre le cœur (4) et l'installation d'entreposage (14, 16, 18, 20, 22) ;
- caractérisée en ce que les moyens (32) de transfert comprennent :
- un tunnel (34), dont un premier tronçon (36) est situé à proximité du cœur (4) et un second tronçon (38) est situé dans ou à proximité de l'installation d'entreposage (14, 16, 18, 20, 22) ;
 - des premiers moyens de transfert (48, 58) aptes à transférer au moins un élément combustible (5) entre le cœur (4) et le premier tronçon (36) ;
 - des seconds moyens de transfert (78) aptes à transférer au moins un élément combustible (5) entre le second tronçon et l'installation d'entreposage (14, 16, 18, 20, 22) ;
 - des moyens (66) pour transférer au moins un élément combustible (5) le long du tunnel (34) entre les premier et second tronçons (36, 38).

2. Centrale nucléaire selon la revendication 1, caractérisée en ce que le premier tronçon (36) est situé au dessus du cœur (4).

3. Centrale nucléaire selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que les premiers moyens de transfert (48, 58) comprennent des premiers moyens de liaison sensiblement étanches entre le cœur (4) et le premier tronçon (36), les seconds moyens de transfert (78) comprennent des seconds moyens (74) de liaison sensiblement étanches entre le second tronçon (38) et l'installation d'entreposage (14, 16, 18, 20, 22), le tunnel (34) formant avec les premiers et seconds moyens de liaison un chemin continu étanche pour les éléments combustibles (5) depuis le cœur (4) jusqu'à l'installation d'entreposage (14, 16, 18, 20, 22).

4. Centrale nucléaire selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce qu'elle comprend une première dalle de protection biologique (26) située au-dessus du cœur (4) du réacteur, le tunnel (34) étant ménagé au moins partiellement sous ou dans la première dalle de protection biologique (26).

5. Centrale nucléaire selon la revendication 4, caractérisée en ce que la première dalle de protection biologique (26) comprend un orifice (40) au droit du cœur (4), la centrale comprenant un bouchon de support (42) disposé de manière amovible dans l'orifice (40), le premier tronçon (36) du tunnel (34) étant ménagé dans le bouchon de support (42).

6. Centrale nucléaire selon la revendication 4 ou 5, caractérisée en ce qu'elle comprend une seconde dalle de protection biologique (29) située au-dessus de l'installation d'entreposage (14, 16, 18, 20, 22), le second tronçon (38) du tunnel (34) étant situé à une élévation inférieure à celle de la seconde dalle de protection biologique (29).

7. Centrale nucléaire selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce qu'elle comprend une première dalle de protection biologique (26) située au-dessus du cœur (4) du réacteur, le tunnel (34) étant ménagé au moins partiellement au dessus de la première dalle de protection biologique (26).

8. Centrale nucléaire selon la revendication 7, caractérisée en ce que la première dalle de protection biologique (26) comprend un orifice (40) au droit du cœur (4), la centrale comprenant un bouchon de support (42) disposé de manière amovible dans l'orifice (40), le premier tronçon (36) du tunnel (34) étant disposé au-dessus du bouchon de support (42).

9. Centrale nucléaire selon la revendication 7 ou 8, caractérisée en ce qu'elle comprend une seconde dalle de protection biologique (29) située au-dessus de l'installation d'entreposage (14, 16, 18, 20, 22), le second tronçon (38) du tunnel (34) étant situé au dessus de la seconde dalle de protection biologique (29).

10. Centrale nucléaire selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, caractérisée en ce qu'elle comprend :

- une pluralité de réacteurs à haute température (2), comportant chacun un cœur (4) dans lequel est disposée une pluralité d'éléments combustibles (5) ;
- pour chaque réacteur (2), une installation d'entreposage (14, 16, 18, 20, 22) d'éléments combustibles (5) dédiée audit réacteur (2) ;
- des moyens (86, 88) pour déplacer le tunnel (34) entre une pluralité de positions de service correspondant chacune à un réacteur (2), le premier tronçon (36) du tunnel (34) étant situé dans chaque position de service à proximité du

cœur du réacteur correspondant et le second tronçon (38) du tunnel (34) étant situé dans ou à proximité de l'installation d'entreposage (14, 16, 18, 20) dédiée audit réacteur (2).

11. Centrale nucléaire selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comprend :

- une pluralité de réacteurs à haute température (2), comportant chacun un cœur (4) dans lequel est disposé une pluralité d'éléments combustibles (5) ;

- pour chaque réacteur (2), une installation d'entreposage (14, 16, 18, 20) d'éléments combustibles dédiée audit réacteur (2) ;

- une pluralité de tunnels de liaison (110) reliant chacun deux installations d'entreposage (14, 16, 18, 20) l'une à l'autre, chaque tunnel de liaison (110) comprenant un premier tronçon situé à proximité d'une des deux installations d'entreposage (14, 16, 18, 20) correspondantes et un second tronçon situé dans ou à proximité de l'autre des deux installations d'entreposage (14, 16, 18, 20) correspondantes ;

- pour chaque tunnel de liaison (110), des premiers moyens de transfert aptes à transférer au moins un élément combustible (5) entre l'installation d'entreposage (14, 16, 18, 20) correspondante et le premier tronçon ;

- pour chaque tunnel de liaison (110), des seconds moyens de transfert aptes à transférer au moins un élément combustible (5) entre le second tronçon et l'installation d'entreposage (14, 16, 18, 20) correspondante ;

- pour chaque tunnel de liaison (110), des moyens pour transférer au moins un élément combustible (5) le long du tunnel de liaison (110) entre les premier et second tronçons.

12. Centrale nucléaire selon la revendication 11, caractérisée en ce qu'elle comprend une dalle de protection biologique (29) située au-dessus de chaque installation d'entreposage (14, 16, 18, 20), les premier et second tronçons de chaque tunnel de liaison (110) étant situés à des élévations respectives inférieures à celles des dalles de protection biologique (29) des installations d'entreposage correspondantes (14, 16, 18, 20).

13. Centrale nucléaire selon la revendication 11 ou 12, caractérisée en ce que les installations d'entreposage (14, 16, 18, 20) sont disposées en une ligne,

chaque tunnel de liaison (110) reliant deux installations d'entreposage (14, 16, 18, 20) voisines le long de la ligne.

14. Centrale nucléaire selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que le cœur du contient un nombre déterminé d'éléments combustibles, l'installation d'entreposage ayant une capacité de stockage d'au moins un sixième dudit nombre déterminé d'éléments combustibles.

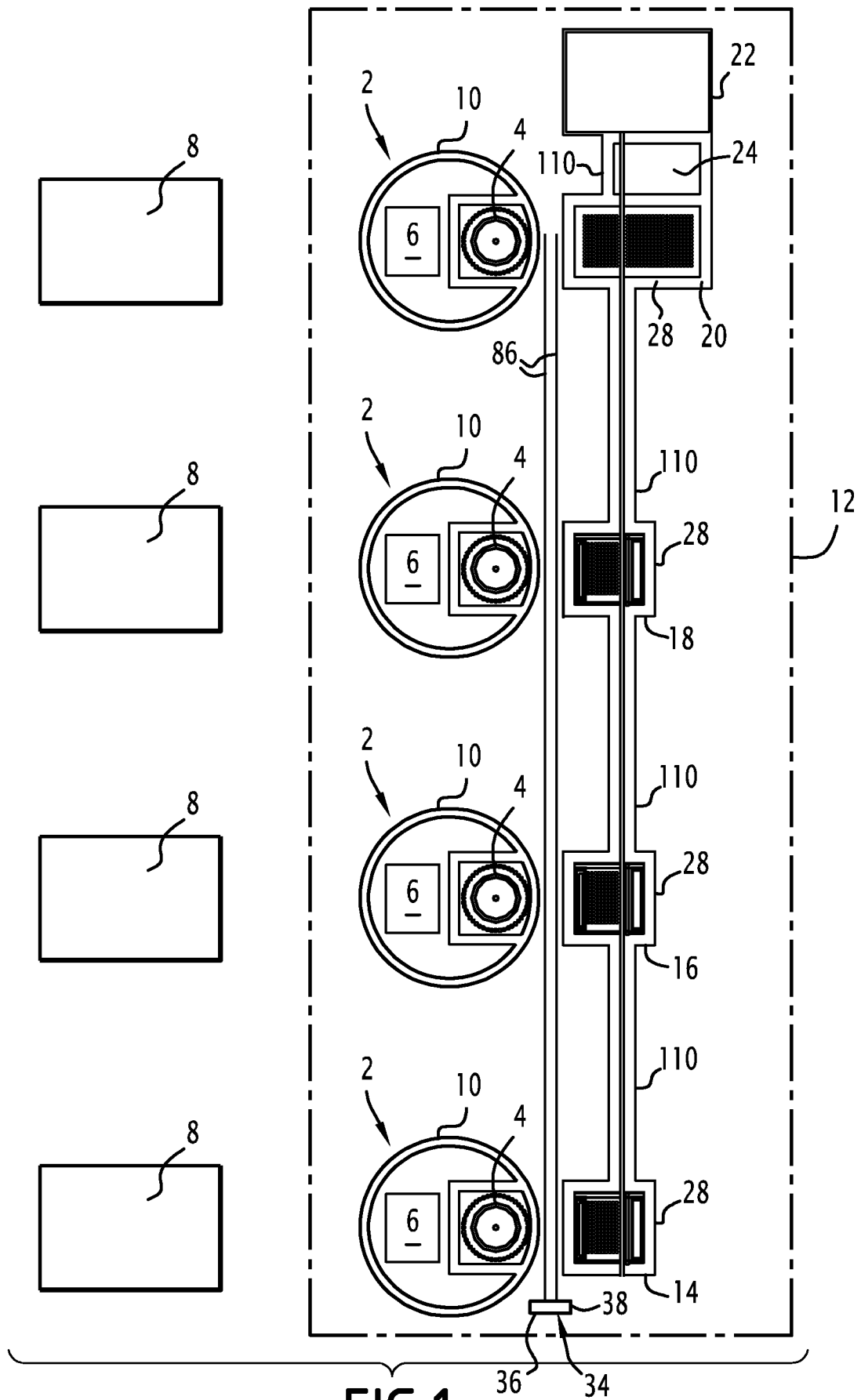
15. Procédé de transfert d'éléments combustibles entre un réacteur (2) à haute température et une installation d'entreposage (14, 16, 18, 20, 22) des éléments combustibles (5), dans une centrale nucléaire selon l'une quelconque des revendications précédentes, le procédé comprenant les étapes suivantes :

- transférer au moins un élément combustible (5) entre le cœur (4) du réacteur (5) et le premier tronçon (36) du tunnel (34) ;
- transférer le ou chaque élément combustible (5) le long du tunnel (34) entre les premier et second tronçons (36, 38) ;
- transférer le ou chaque élément combustible (5) entre le second tronçon (38) et l'installation d'entreposage (14, 16, 18, 20, 22).

16. Procédé de transfert d'éléments combustibles entre deux installations d'entreposage (14, 16, 18, 20, 22) des éléments combustibles (5), dans une centrale nucléaire selon l'une quelconque des revendications 11 à 14, les deux installations d'entreposage (14, 16, 18, 20) étant reliées l'une à l'autre par un tunnel de liaison (110) comprenant un premier tronçon situé à proximité de l'une des deux installations d'entreposage (14, 16, 18, 20) et un second tronçon situé dans ou à proximité de l'autre des deux installations d'entreposage (14, 16, 18, 20), le procédé comprenant les étapes suivantes :

- transférer au moins un élément combustible (5) entre ladite une des deux installations d'entreposage (14, 16, 18, 20) et le premier tronçon ;
- transférer le ou chaque élément combustible (5) le long du tunnel de liaison (110) entre les premier et second tronçons ;
- transférer le ou chaque élément combustible (5) entre le second tronçon et ladite autre des deux installations d'entreposage (14, 16, 18, 20).

1/5



2/5

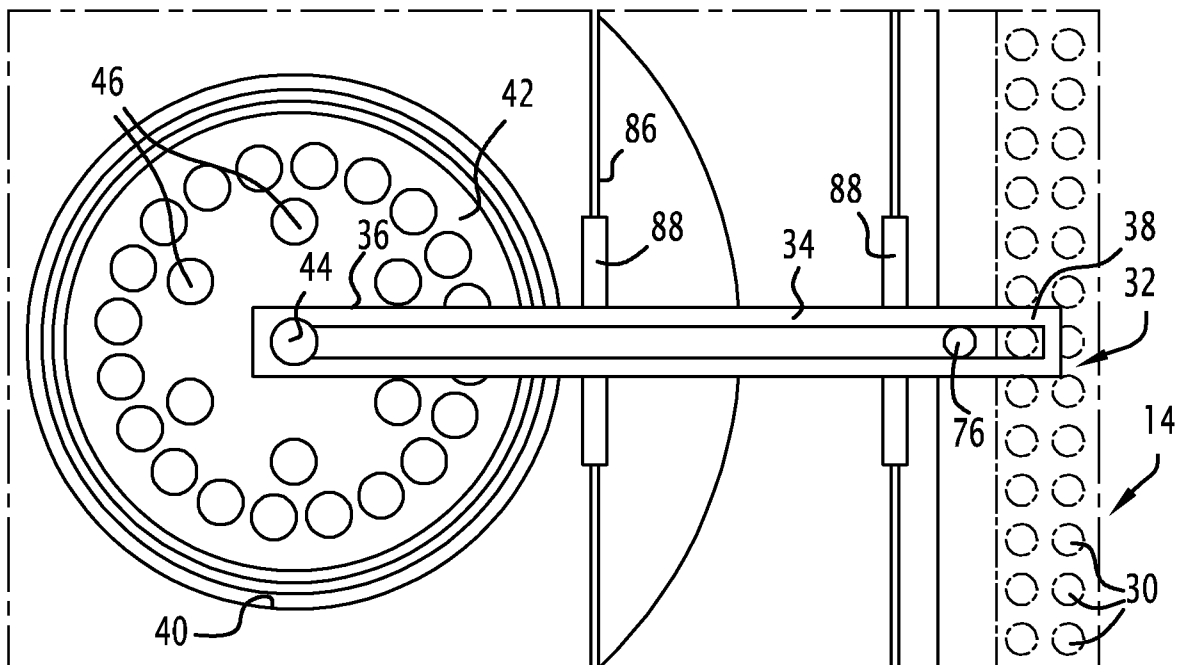


FIG.2

