

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 30.08.10.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 02.03.12 Bulletin 12/09.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥③ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : CEGELEC Société par actions simpli-
fiée — FR.

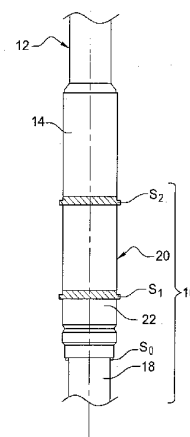
⑦② Inventeur(s) : BUQUET THIERRY et EYMERY BER-
NARD.

⑦③ Titulaire(s) : CEGELEC Société par actions simplifiée.

⑦④ Mandataire(s) : CABINET LHERMET LA BIGNE &
REMY.

⑤④ PROCÉDE DE REMPLACEMENT D'UNE CANNE CHAUFFANTE SUR UN PRESSURISEUR DE REACTEUR
NUCLEAIRE.

⑤⑦ L'invention concerne un procédé de remplacement
d'une ancienne canne chauffante par une nouvelle canne
chauffante (18) sur un pressuriseur de réacteur nucléaire, le
pressuriseur comportant une manchette de traversée (12)
destinée à recevoir la nouvelle canne chauffante (18), ca-
ractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes:
- une première étape de soudage (S1) d'un manchon
(20) d'extension de la manchette de traversée (12) sur une
zone de liaison (22) solidaire de la canne chauffante (18),
réalisée à distance du pressuriseur, et
- une deuxième étape de soudage (S2) du manchon
d'extension (20) sur la manchette de traversée (12), réali-
sée directement sur le pressuriseur.



- 1 -

La présente invention concerne le domaine des réacteurs nucléaires, plus particulièrement des pressuriseurs de réacteur nucléaire.

On sait qu'un réacteur nucléaire comporte généralement un circuit primaire dans lequel circule de l'eau de refroidissement du réacteur. La régulation de la pression dans ce circuit primaire est assurée par un pressuriseur, disposé au voisinage du réacteur. Afin d'augmenter la pression dans le circuit primaire lorsqu'elle est trop basse, le pressuriseur comporte notamment des cannes chauffantes, qui constituent des résistances chauffantes permettant de chauffer le fluide du circuit primaire. Plus précisément, les cannes chauffantes sont montées sur le fond bombé du pressuriseur, en étant enfilées et soudées dans des manchettes de traversée fixées sur le fond du pressuriseur.

On sait par ailleurs que les cannes chauffantes peuvent se détériorer dans le temps et qu'il est nécessaire de prévoir leur remplacement. Selon un exemple, le remplacement d'une canne chauffante peut comprendre les étapes suivantes. On retire tout d'abord l'ancienne canne chauffante, en faisant une découpe juste au dessus d'une zone de liaison entre la manchette de traversée et l'ancienne canne chauffante, et l'on vient ensuite souder la nouvelle canne chauffante sur la manchette de traversée. Comme l'on souhaite préserver la taille des manchettes de traversée qui sont sur le pressuriseur, il arrive que l'on rapporte, entre la nouvelle canne chauffante et la manchette de traversée, un manchon d'extension de la manchette de traversée. Grâce à ce manchon d'extension, les remplacements ultérieurs de canne chauffante ne nécessiteront pas de couper la manchette de traversée, puisqu'une découpe du manchon d'extension sera suffisante. Un exemple de manchon est décrit dans le document FR2802014. Aussi, lorsque l'on souhaite remplacer une ancienne canne chauffante par un manchon d'extension de la manchette et une nouvelle canne chauffante et, on procède de la façon suivante : on rapporte tout d'abord le manchon d'extension, seul, sur la manchette de traversée, en soudant ces deux pièces ensemble, puis, selon une seconde étape, on rapporte la canne chauffante sur le manchon d'extension, également par une opération de soudage, généralement en soudant une pièce de liaison sur le manchon d'extension, la pièce de liaison étant directement solidaire de la nouvelle canne chauffante. Ainsi, le remplacement d'une canne chauffante nécessite la réalisation de deux soudures successives qui ont lieu sous le pressuriseur, donc en zone irradiante, néfaste pour les opérateurs.

La présente invention a notamment pour but de diminuer le temps d'intervention sur un pressuriseur lors du remplacement d'une canne chauffante.

5 A cet effet, l'invention a notamment pour objet un procédé de remplacement d'une ancienne canne chauffante par une nouvelle canne chauffante sur un pressuriseur de réacteur nucléaire, le pressuriseur comportant une manchette de traversée destinée à recevoir la nouvelle canne chauffante, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

10 – une première étape de soudage d'un manchon d'extension de la manchette de traversée sur une zone de liaison solidaire de la canne chauffante, réalisée à distance du pressuriseur, et

– une deuxième étape de soudage du manchon d'extension sur la manchette de traversée, réalisée directement sur le pressuriseur.

15 Ainsi, on propose de solidariser la canne chauffante et le manchon à distance du pressuriseur. On entend par l'expression « à distance du pressuriseur » un endroit présentant une faible exposition aux radiations nucléaires, en comparaison à la zone se trouvant juste en-dessous du pressuriseur, dans laquelle se trouve un opérateur lorsqu'il effectue une soudure sur le pressuriseur, qui est davantage
20 exposée aux radiations issues de la cuve du réacteur. Ainsi, on peut considérer qu'une soudure réalisée à distance du pressuriseur est réalisée hors zone irradiante, alors qu'une soudure réalisée sur le pressuriseur est réalisée en zone irradiante. Par exemple, la première étape de soudage a lieu hors de la centrale nucléaire, dans une usine à part. On ne fait donc plus qu'une seule opération de
25 soudage sur le pressuriseur, à savoir le soudage du manchon d'extension sur la manchette de traversée.

On entend généralement par « manchette de traversée » une pièce de forme générale tubulaire, en acier, fixée par soudage sur le fond bombé du pressuriseur.
30 Cette manchette est engagée dans une ouverture traversante du fond bombé, en faisant saillie de part et d'autre de cette ouverture. Elle est traversée par une canne chauffante, fixée sur la manchette notamment par l'intermédiaire du manchon d'extension. Généralement, la manchette de traversée a une longueur suffisante pour traverser le fond du pressuriseur, de préférence une longueur comprise entre
35 250 et 400 millimètres, par exemple voisine de 310 millimètres. De préférence, le manchon est directement soudé sur la manchette de traversée, sans pièce

intermédiaire.

On appelle généralement « manchon d'extension » une pièce de forme générale tubulaire, en acier, ayant notamment pour fonction d'étendre la longueur de la manchette de traversée. Le manchon d'extension a une extrémité supérieure soudée sur la manchette de traversée et une extrémité opposée, soudée sur la zone de liaison portée par la canne chauffante. Généralement, le manchon d'extension a une dimension comprise entre 50 et 100 millimètres, par exemple 70 millimètres.

10

On entend par « canne chauffante » une longue pièce de forme générale tubulaire, présentant une partie inférieure disposée à l'extérieur du pressuriseur et raccordée à une alimentation électrique, une partie intermédiaire traversant le manchon d'extension et la manchette de traversée, et une partie supérieure de grande longueur disposée à l'intérieur du pressuriseur et s'étendant par exemple sur environ 2,60 mètres.

15

Le manchon d'extension est fixé sur une zone de liaison solidaire de la canne chauffante. Cette zone de liaison peut être portée directement par la canne chauffante, en étant constituée par une partie du tube de la canne chauffante, ou bien indirectement, en étant par exemple portée par une pièce de liaison de forme annulaire, cette pièce de liaison étant directement soudée sur la canne chauffante.

20

Le procédé de remplacement présenté ci-dessus peut en outre comporter l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises seules ou en combinaison.

25

– On utilise un manchon d'extension réalisé dans un matériau ayant un taux de soufre compris entre 0,001% et 0,03%, de préférence entre 0,01% et 0,15%. Grâce à ce taux de soufre, on peut réaliser une soudure de qualité entre la manchon d'extension et la manchette de traversée. En effet, il se trouve que le taux de soufre affecte une soudure, notamment une soudure de matériaux en acier inoxydable, et qu'une quantité de soufre trop différente entre les matériaux soudés (celui du manchon et celui de la manchette) peut générer une soudure ayant une mauvaise pénétration. Plus précisément, lorsque deux éléments en acier inoxydable ayant des taux de soufre très différents sont soudés ensemble, le bain de fusion peut devenir asymétrique, si bien que la base de la soudure peut s'écarter du joint d'étanchéité et générer une soudure de faible pénétration,

30

35

notamment selon un phénomène appelé effet Marangoni. Il en résulte que la soudure est de mauvaise qualité. Or, en utilisant un manchon ayant un taux de soufre compris entre 0,001% et 0,03%, on prévoit un taux de soufre similaire au taux de soufre d'une manchette de traversée, généralement compris entre 0,001% et 0,03%, ce qui permet d'assurer une soudure de bonne qualité. L'utilisation d'un taux de soufre compris entre 0,01% et 0,015% est particulièrement intéressante, car on sait que dans ce cas, quel que soit le taux de soufre de la manchette, on aura un taux de soufre du manchon relativement proche, donc une soudure de qualité satisfaisante.

10

On notera que cette caractéristique est particulièrement intéressante car, comme le manchon est soudé sur la canne chauffante hors zone irradiante, souvent dans une usine à part, on ne peut pas choisir un manchon spécifique pour une manchette sur laquelle on veut le souder. En d'autres termes, on cherche à utiliser un manchon standard, capable d'être soudé sur tous les types de manchettes existant dans le fond d'un pressuriseur. En ayant un écart de teneur en soufre entre le manchon et la manchette inférieur à 0,02%, de préférence inférieur à 0,01%, on peut s'attendre à ce que la soudure entre le manchon et la manchette soit de bonne qualité.

20

– La zone de liaison est portée par une pièce de liaison soudée sur la canne chauffante, l'étape de soudage de la pièce de liaison sur la canne chauffante, de même que la première étape de soudage du manchon d'extension sur la pièce de liaison, étant réalisée à distance du pressuriseur. Ainsi, on réalise cette étape de fixation de la pièce de liaison hors zone irradiante. Par exemple, on peut réaliser dans une usine à part, une étape préliminaire de soudage de la pièce de liaison sur la canne chauffante, suivie directement de la première étape de soudage de la pièce de liaison et du manchon. La pièce de liaison peut prendre la forme d'une pièce annulaire soudée dans le prolongement du manchon d'extension, en ayant une section sensiblement identique à celle du manchon, et présentant une extrémité soudée au manchon d'extension et une extrémité opposée soudée à la canne chauffante.

25

– La seconde étape de soudage est réalisée uniquement depuis l'extérieur du manchon d'extension et de la manchette. En d'autres termes, le manchon d'extension et la manchette comprennent chacun une partie tubulaire et on

30

n'effectue le soudage que depuis l'extérieur des tubes, sans avoir accès à l'intérieur des tubes.

– La seconde étape de soudage comprend au moins trois passes externes de soudage, de préférence uniquement trois. On entend par « passe externe » une soudure circulaire continue effectuée depuis l'extérieur des parties tubulaires, c'est-à-dire que l'électrode de soudure utilisée effectue un trajet circulaire continu autour de la jonction entre le manchon d'extension et la manchette traversée. Ainsi, les trois passes externes de soudage permettent de garantir une soudure de qualité, sans pour autant nécessiter de soudure sur l'intérieur des parties tubulaires. Aussi, il n'est pas nécessaire que la machine de soudage s'introduise à l'intérieur de ces parties tubulaires, ce qui permet de souder le manchon sur la manchette tout en ayant la canne chauffante déjà montée sur le manchon. De préférence, lorsque l'on effectue les trois passes externes, la première passe de soudage est réalisée sensiblement à la hauteur d'un plan de joint entre le manchon d'extension et la manchette, et les deuxième et troisième passes sont réalisées à une hauteur décalée par rapport au plan de joint, de part et d'autre du plan de joint.

– Le manchon d'extension et la manchette de traversée comprennent chacun une partie tubulaire et, pendant la seconde étape de soudage, on injecte du gaz inerte au travers d'orifices ménagés dans l'une et/ou l'autre des parties tubulaires du manchon et de la manchette, de façon à faire circuler le gaz depuis l'extérieur vers l'intérieur du manchon et de la manchette. On assure ainsi une protection de l'intérieur du manchon et de la manchette contre l'oxydation au cours du soudage. Cette protection envers est assurée depuis l'extérieur du manchon et de la manchette, ce qui permet donc de souder un manchon comportant déjà une canne chauffante, du fait qu'il n'est pas nécessaire que la partie intérieure du manchon soit accessible par la machine de soudage.

– La seconde étape de soudage comprend une étape d'adjonction d'un anneau fusible entre la manchette de traversée et le manchon d'extension. Cet anneau fusible ayant une épaisseur relativement faible, comprise entre 0,5 et 1,5 millimètres, par exemple voisine de 1 millimètre, permet de garantir que la seconde étape de soudage est un soudage de qualité. En effet, l'anneau fusible peut présenter une teneur en soufre intermédiaire entre la teneur en soufre du manchon et celle de la manchette, ce qui garantit une bonne fusion de part et d'autre de

l'anneau fusible.

– Le procédé peut en outre comporter une étape de mesure de la teneur en soufre de la manchette de traversée du pressuriseur, suivi d'une étape de prise en compte de cette mesure pour réaliser ou choisir un manchon d'extension dont la teneur en soufre est relativement proche de celle mesurée. On assure ainsi une soudure de bonne qualité entre le manchon d'extension et la manchette de traversée.

10 L'invention a également pour objet un kit à monter sur un pressuriseur pour réacteur nucléaire pour le remplacement d'une canne chauffante du pressuriseur, caractérisé en ce qu'il comprend :

- une canne chauffante comportant une zone de liaison, et
- un manchon d'extension d'une manchette de traversée, destiné à être soudé sur une manchette de traversée de canne chauffante disposée sur le pressuriseur, le manchon d'extension étant soudé sur la zone de liaison de la canne chauffante.

On notera que le kit défini ci-dessus est destiné à être monté sur le pressuriseur, c'est-à-dire en particulier que le manchon d'extension est soudé sur la zone de liaison, sans être soudé encore sur la manchette de traversée du pressuriseur. Aussi, ce kit est fabriqué, donc disponible, à distance du pressuriseur, dans une zone non irradiante, en particulier hors du réacteur nucléaire.

L'invention a également pour objet un procédé de réalisation de ce kit, le kit étant intégralement réalisé à distance du pressuriseur.

Le kit peut en outre comporter l'une des caractéristiques suivantes, prises seules ou en combinaison. Certains des avantages de ces caractéristiques sont mentionnés plus haut

30

– Le manchon d'extension est réalisé dans un matériau ayant un taux de soufre compris entre 0,001% et 0,03%, de préférence entre 0,01% et 0,015%.

– Le kit comprend en outre une pièce de liaison, portant la zone de liaison, soudée sur la canne chauffante. En d'autres termes, le kit comprend la canne chauffante, sur laquelle est soudée la pièce de liaison, sur laquelle est soudé le

35

manchon d'extension.

– Le manchon d'extension a une forme tubulaire présentant une extrémité annulaire libre, destinée à être soudée sur la manchette de traversée du pressuriseur, cette extrémité annulaire libre présentant au moins un créneau de passage de gaz inerte à l'intérieur du manchon au moment du soudage du manchon d'extension sur la manchette de traversée.

– Le manchon d'extension a une forme tubulaire présentant une extrémité annulaire libre, destinée à être soudée sur la manchette de traversée du pressuriseur, cette extrémité annulaire libre présentant un chanfrein ayant un angle par rapport à un plan transversal de la canne chauffante compris entre 15 et 30°, de préférence voisin de 30°. Ainsi, la forme chanfreinée permet de réduire l'épaisseur de la partie tubulaire qui va être soudée sur la manchette de traversée, si bien que l'on diminue la quantité de matériau à fondre pour réaliser le soudage du manchon sur la manchette, donc l'épaisseur nécessaire à la pénétration de la soudure, ce qui est particulièrement avantageux lorsque les teneurs en soufre du manchon et de la manchette sont relativement différentes.

– Le manchon d'extension a une forme tubulaire présentant une extrémité annulaire libre, destinée à être soudée sur la manchette de traversée du pressuriseur, cette extrémité annulaire libre présentant un talon dont l'épaisseur est comprise entre 0,5 et 1,5 millimètres, de préférence voisine de 1 millimètre. De même que précisé ci-dessus, on réduit l'épaisseur du matériau à souder sur la manchette, de façon à améliorer la qualité de la soudure.

On comprend qu'un chanfrein et un talon similaires à ceux décrits ci-dessus peuvent en outre être réalisés sur l'extrémité inférieure de la manchette de façon à améliorer encore la qualité de la soudure.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe longitudinale partielle du fond d'un pressuriseur de réacteur nucléaire ;
- la figure 2 est une vue de côté d'un kit à monter sur le pressuriseur de la

figure 1, selon un mode de réalisation ;

- la figure 3a est une vue en coupe longitudinale d'un manchon d'extension illustré sur la figure 2 ;

- la figure 3b est une vue agrandie du manchon de la figure 3a ;

5 – la figure 4 est une vue en coupe longitudinale d'une pièce de liaison soudée sur la canne chauffante de la figure 2 ;

- les figures 5a, 5b, 5c sont des vues en coupe longitudinale illustrant une seconde étape de soudage du manchon d'extension de la figure 2 sur le pressuriseur de la figure 1 ;

10 – la figure 6 est une figure similaire aux figures 5a à 5c, une fois le soudage terminé ; et

- la figure 7 est une vue de côté illustrant le kit de remplacement de la figure 2 une fois soudé sur le pressuriseur de la figure 1.

15 On a représenté sur la figure 1 le fond 10 d'une enveloppe d'un pressuriseur de réacteur nucléaire. Le réacteur nucléaire dans lequel ce pressuriseur est utilisé est un réacteur à eau sous pression, comportant un circuit primaire faisant circuler de l'eau de refroidissement. Cette eau est maintenue à une certaine pression grâce au pressuriseur, disposé sur l'une des branches du circuit primaire. Plus précisément,

20 le pressuriseur permet de diminuer la pression, par aspersion, lorsque la pression est trop importante, ou de l'augmenter, par chauffage électrique du fluide et du circuit primaire, lorsque la pression est trop faible. Le chauffage électrique est assuré notamment par une pluralité de cannes chauffantes qui s'étendent longitudinalement dans le pressuriseur et qui fonctionnent comme des résistance

25 de chauffage. Chaque canne chauffante est fixée sur l'enveloppe du pressuriseur, plus précisément sur le fond bombé 10 illustré sur la figure 1. A cet effet, le fond bombé 10 comprend des manchettes de traversée 12, telles que celle illustrée sur la figure 1. Chaque manchette de traversée 12 est fixée par soudage sur le fond du pressuriseur, au niveau d'une ouverture de traversée, et est configurée de façon à

30 être traversée par une canne chauffante, par exemple suite au montage d'un kit 16 tel que représenté sur la figure 2. Le kit 16 est un ensemble de pièces pré-assemblées, destiné à être monté sur le pressuriseur 10 pour le remplacement d'une canne chauffante. Le montage du kit 16 est effectué par soudage du kit sur une extrémité inférieure annulaire 14 de la manchette 12, comme cela est décrit

35 dans la suite.

Comme on peut le voir sur la figure 2, le kit 16 comprend une canne chauffante 18, un manchon 20 d'extension de la manchette de traversée 12, ainsi qu'une zone 22 de liaison de la canne 18 avec le manchon 20, composée ici d'une pièce de liaison 22 soudée sur la canne chauffante 18.

5

La canne chauffante 18 présente une partie inférieure 18a disposée à l'extérieur du pressuriseur 10 et raccordée à une alimentation électrique, une partie intermédiaire 18b traversant le manchon d'extension 20 et la manchette de traversée 12, et une partie supérieure de grande longueur disposée à l'intérieur du pressuriseur 10 et s'étendant par exemple sur environ 2,60 mètres pour assurer le chauffage du fluide primaire. La canne chauffante 18 s'étend selon un axe vertical Z, s'étendant dans la même direction que l'axe vertical du pressuriseur, et définissant un repère orthogonal (X, Y, Z) illustré sur les figures.

15 La manchette de traversée 12 a une forme générale tubulaire présentant, sur sa partie inférieure, une forme évasée cylindrico-tronconique faisant saillie de la surface extérieure du fond 10 du pressuriseur, portant l'extrémité annulaire inférieure 14. Comme on peut le voir sur la figure 1, la manchette 12 a une longueur totale L1 comprise entre 300 et 400 millimètres, la forme évasée cylindrico-tronconique présentant une longueur L2 voisine de 70 millimètres. Par ailleurs, le diamètre intérieur D1 de la partie cylindrico-tronconique est voisin de 23 millimètres et son diamètre extérieur D2 est voisin de 32 millimètres. L'extrémité supérieure 24 de la manchette 12, disposée du côté intérieur du pressuriseur 10, présente un diamètre intérieur D3 voisin du diamètre D1. La manchette 12 est
20 réalisée dans un acier inoxydable, ayant une teneur en soufre comprise entre 0,001% et 0,03%.
25

Le manchon 20 d'extension de la manchette 12 a pour fonction, notamment, de prolonger la manchette par le bas, de façon à éviter d'avoir à raccourcir la manchette de traversée 12 ultérieurement, lors d'un autre remplacement de canne chauffante. Le manchon 20 présente une forme générale tubulaire, comportant une extrémité supérieure annulaire 26, destinée à être soudée sur l'extrémité 14 de la manchette 12, et une extrémité inférieure annulaire 28, destinée à être soudée sur la zone 22 de liaison de la canne chauffante 18, plus précisément sur la pièce de
30 liaison 22. Le manchon 20 présente une longueur L3 dans la direction longitudinale comprise de préférence entre 50 et 70 millimètres, en l'espèce voisine de 60 millimètres. Son diamètre intérieur D4 est voisin de 26 millimètres, et son diamètre
35

extérieur D5 est voisin de 32 millimètres. Le manchon 20 est réalisé dans un acier inoxydable, qui a une teneur en soufre comprise entre 0,001% et 0,03%, plus précisément entre 0,01% et 0,015%, à savoir voisine de 0,012%.

5 Comme on peut le voir sur la figure 3b, l'extrémité supérieure 26 du manchon 20 présente un chanfrein 30, ayant un angle α par rapport à un plan transversal P de la canne chauffante, parallèle au plan (X,Y), compris entre 15 et 30°, de préférence voisin de 30°. Le chanfrein 30 est, par ailleurs, prolongé par un talon 32, de forme annulaire, destiné à être directement en contact avec l'extrémité 14 de la
10 manchette 12. Le talon 32 a une épaisseur e_1 comprise entre 0,5 et 1,5 millimètres, de préférence voisine de 1 millimètre. Par ailleurs, le talon 32 a une longueur L_4 dans la direction longitudinale Z voisine de 2 millimètres. L'extrémité annulaire supérieure 26 comporte par ailleurs des créneaux de passage de gaz inerte à l'intérieur du manchon 20, comme cela est décrit dans la suite.

15

La pièce de liaison 22 a également une forme générale tubulaire. Elle est en acier inoxydable et présente une extrémité annulaire supérieure 34, destinée à être soudée sur l'extrémité inférieure 28 du manchon 20, et une extrémité annulaire inférieure 36, destinée à être soudée directement sur la canne chauffante 18. La
20 pièce 22 présente une longueur L_5 dans la direction longitudinale Z voisine de 40 millimètres, et un diamètre intérieur inférieur D6 voisin du diamètre extérieur de la canne chauffante 18, en restant supérieur à ce diamètre, voisin de 23 millimètres.

Comme on peut le voir sur la figure 2, le kit 16, une fois assemblé, présente
25 deux zones de soudure, à savoir une zone S0, correspondant à une soudure préliminaire réalisée entre la canne chauffante 18 et la pièce de liaison 22, et une zone S1, correspondant à une soudure générée par une première étape de soudage entre le manchon d'extension 20 et la zone de liaison 22.

30 Par ailleurs, une fois le kit 16 rapporté sur l'extrémité 14 de la manchette 12, comme représenté sur la figure 7, l'ensemble présente une troisième zone de soudure, S2, correspondant à la soudure générée par une seconde étape de soudage réalisée entre le manchon 20 et la manchette 12.

35 La soudure S2 est représentée plus en détails sur la figure 6, elle comprend trois zones de fusion, 40a, 40b, 40c, correspondant à trois passes externes de soudage, qui sont décrites dans la suite. Comme on peut le voir sur les figures 5a à

5c, la zone de soudure 40a est réalisée à une hauteur voisine d'une hauteur H_a correspondant à la hauteur du plan de joint J entre le manchon d'extension 20 et la manchette 12, la zone 40b à une hauteur H_b située à une hauteur inférieure à la hauteur H_a , et la zone 40c à une hauteur H_c située à une hauteur supérieure à la

5 hauteur H_a .

Le procédé de remplacement d'une ancienne canne chauffante reçue à l'intérieur de la manchette de traversée 12 par la nouvelle canne chauffante 18 va à présent être décrit.

10

Selon un procédé préliminaire, on réalise le kit 16, dans une ou plusieurs usines situées à distance du pressuriseur, hors zone irradiante. Cette réalisation du kit comprend une étape de fabrication de la nouvelle canne chauffante 18, de la zone de liaison 22 et une étape de fabrication du manchon d'extension 20. Cette étape

15 de fabrication du manchon 20 peut comprendre en particulier une étape d'usinage de l'extrémité supérieure 26 pour réaliser le chanfrein 30 et/ou le talon 32. Les étapes de fabrication des pièces 18, 22, 20 sont suivies d'une étape d'assemblage des pièces. L'assemblage comprend ici une étape préliminaire de soudage de la pièce de liaison 22 sur la canne chauffante 18, de façon à réaliser la soudure S0.

20 L'assemblage comprend par ailleurs une étape de soudage du manchon d'extension 20 sur la zone de liaison 22 de façon à réaliser la soudure S1 appelée première étape de soudage. On dispose ainsi d'un kit pré-assemblé, dans lequel la canne 18, la pièce de liaison 22 et le manchon 20 sont fixes les uns par rapport aux autres. Ce kit 16 peut ensuite être transporté jusqu'au réacteur nucléaire, afin de le

25 monter sur le fond du pressuriseur 10.

Lorsqu'une canne chauffante est détériorée et doit être remplacée, on procède tout d'abord à un dégagement de la canne usagée hors de la manchette de traversée 12. Généralement, ce dégagement comprend une étape de découpage,

30 par l'extérieur, d'une extrémité inférieure de la manchette 12 sur laquelle est soudée la canne usagée ou une pièce solidaire de la canne usagée. Le découpage est suivi d'une étape d'extraction de la canne usagée hors de l'enveloppe 10 du pressuriseur et de la manchette 12.

35 Le dégagement de la canne usagée peut être suivi d'une étape de préparation de la manchette avant de recevoir le kit 16. Cette étape de préparation comprend par exemple une étape d'usinage de l'extrémité inférieure 14 de la manchette 12

qui a été découpée. Par exemple on réalise un chanfrein, un talon et/ou des créneaux similaires à ceux décrits plus hauts réalisés sur le manchon 20.

Une fois l'extrémité 14 prête à recevoir le kit 16, on enfle les parties supérieure et intermédiaire 18b de la canne chauffante à l'intérieur de la manchette, depuis l'extrémité 14, jusqu'à réaliser une mise en contact de l'extrémité 26 du manchon d'extension 20 contre l'extrémité 14 de la manchette 12, de façon à définir un plan de joint J. On procède ensuite à une étape de soudage du manchon d'extension 20 sur la manchette de traversée 12, appelée deuxième étape de soudage, permettant de réaliser la soudure S2. Cette seconde étape de soudage est réalisée uniquement depuis l'extérieur du manchon d'extension 20 et de la manchette 12, au moyen d'une machine qui n'a pas besoin d'accéder à l'intérieur des parties tubulaires du manchon 20 et de la manchette 12. Comme on peut le voir sur les figures 5a à 5c, la seconde étape de soudage comprend trois passes externes de soudage, c'est-à-dire qu'une électrode de soudage 46 effectue trois trajectoires circulaires continues, depuis l'extérieur des parties tubulaires et au voisinage du plan de joint J disposé entre le manchon 20 et la manchette 12. Plus précisément, la première passe externe de soudage, illustrée sur la figure 5a, est réalisée sensiblement à la hauteur H_a d'un plan de joint J, et les deuxième et troisième passes, illustrées sur les figures 5b, 5c, sont réalisées de part et d'autre du plan de joint, à des hauteurs H_b et H_c respectivement décalées en-dessous et au-dessus de la hauteur H_a du plan de joint. Par ailleurs, pendant la deuxième étape de soudage, et tout particulièrement pendant la première passe externe, on injecte du gaz inerte au travers d'orifices ménagés dans l'une et/ou l'autre des parties tubulaires du manchon 20 et de la manchette 12, de façon à faire circuler le gaz depuis l'extérieur vers l'intérieur du manchon 20 et de la manchette 12. Ces orifices sont délimités par les créneaux réalisés sur les extrémités annulaires 26, 14 du manchon 20 et/ou de la manchette 12.

Une fois la soudure S2 réalisée, le montage du kit 16 sur le pressuriseur est terminé.

La machine de soudage utilisée pour la mise en œuvre de la deuxième étape de soudage va à présent être décrite. La machine comprend un certain nombre de fonctionnalités connues, par exemple décrites dans le document FR 2656147. Elle est bridée sur la manchette 12. Elle comporte par ailleurs une électrode de soudage 46, configurée pour réaliser une soudure S2 de raccordement d'une partie

tubulaire du manchon 20 et d'une partie tubulaire de la manchette 12, ainsi qu'une buse d'injection de gaz inerte, configurée pour injecter du gaz dans une direction diamétralement opposée à l'électrode de soudage 46 par rapport à la manchette 12, à travers un orifice ménagé dans l'une et/ou l'autre des parties tubulaires. Par ailleurs, l'électrode de soudage 46 est mobile entre trois positions illustrées sur les figures 5a à 5c, à savoir une première position configurée pour être sensiblement à la hauteur H_a du plan de joint J, et des deuxième et troisième positions configurées pour être à une hauteur H_b et H_c décalée par rapport au plan de joint J, de part et d'autre du plan de joint.

10

Parmi les avantages du kit ou du procédé décrits ci-dessus, on comprend que seule la deuxième étape de soudage, permettant de réaliser la soudure S2, est effectuée en zone irradiante, sur le pressuriseur, alors que les étapes de soudage permettant de réaliser les soudures S0 et S1 sont réalisées en zone non irradiante. Il en résulte que les opérateurs sont moins exposés aux radiations.

15

Par ailleurs, un avantage supplémentaire réside dans le fait que la première étape de soudage, permettant de réaliser la soudure S1, est particulièrement pratique à réaliser en usine plutôt que directement sur le pressuriseur, notamment car il est plus aisé de réaliser la protection intérieure contre l'oxydation en usine.

20

On notera que l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation précédemment décrits.

En particulier, on a décrit ci-dessus un kit 16 dans lequel la zone de liaison est portée par une pièce 22, rapportée par soudage S0 sur la canne 18. Toutefois, cette pièce séparée 22 n'est pas indispensable, on peut prévoir que la zone de liaison 22 soit directement constituée par une partie de la paroi tubulaire de la canne 18. Dans ce cas, l'étape préliminaire de réalisation de la soudure S0 n'a pas lieu.

30

Par ailleurs, le procédé de remplacement de la canne 18 peut comporter, avant l'assemblage du kit 16 sur la manchette 12, une étape de mesure de la teneur en soufre de la manchette 12 de traversée du pressuriseur, suivi d'une étape de prise en compte de cette mesure pour réaliser ou choisir un manchon d'extension 20, ou kit 16 présentant un manchon 20, dont la teneur en soufre est relativement proche de celle mesurée.

35

REVENDEICATIONS

1. Procédé de remplacement d'une ancienne canne chauffante par une nouvelle canne chauffante (18) sur un pressuriseur (10) de réacteur nucléaire, le pressuriseur comportant une manchette de traversée (12) destinée à recevoir la
5 nouvelle canne chauffante (18), caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :
 - une première étape de soudage (S1) d'un manchon (20) d'extension de la manchette de traversée (12) sur une zone de liaison (22) solidaire de la canne chauffante (18), réalisée à distance du pressuriseur (10), et
10 –une deuxième étape de soudage (S2) du manchon d'extension (20) sur la manchette de traversée (12), réalisée directement sur le pressuriseur (10).
2. Procédé selon la revendication précédente, au cours duquel on utilise un manchon d'extension (20) réalisé dans un matériau ayant un taux de soufre
15 compris entre 0,001 % et 0,03 %, de préférence entre 0,01 % et 0,015 %.
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, au cours duquel la zone de liaison (22) est portée par une pièce de liaison (22) soudée sur la canne chauffante (18), l'étape de soudage (S0) de la pièce de liaison sur la
20 canne chauffante, de même que la première étape de soudage (S1) du manchon d'extension sur la pièce de liaison, étant réalisée à distance du pressuriseur (10).
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, au cours duquel la seconde étape de soudage (S2) est réalisée uniquement depuis
25 l'extérieur du manchon d'extension (20) et de la manchette (12) et comprend, de préférence, au moins trois passes externes de soudage.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le manchon d'extension (20) et la manchette de traversée (12) comprennent
30 chacun une partie tubulaire et au cours duquel, pendant la seconde étape de soudage, on injecte du gaz inerte au travers d'orifices ménagés dans l'une (26) et/ou l'autre (14) des parties tubulaires du manchon ou de la manchette, de façon à faire circuler le gaz depuis l'extérieur vers l'intérieur du manchon et de la manchette.
35
6. Kit (16) à monter sur un pressuriseur (10) pour réacteur nucléaire pour

le remplacement d'une canne chauffante (18) du pressuriseur, caractérisé en ce qu'il comprend :

- une canne chauffante (18) comportant une zone de liaison (22), et
- un manchon (20) d'extension d'une manchette de traversée (12), destiné à être soudé sur une manchette de traversée de canne chauffante disposée sur le pressuriseur, le manchon d'extension (20) étant soudé sur la zone (22) de liaison de la canne chauffante.

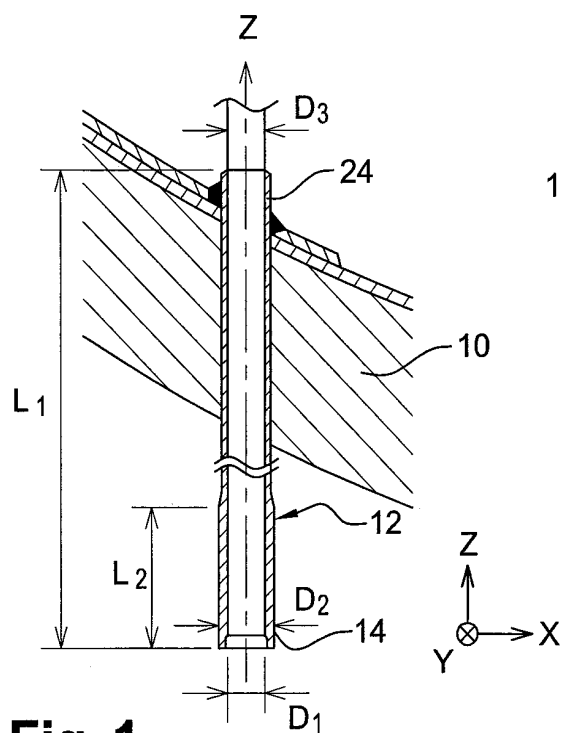
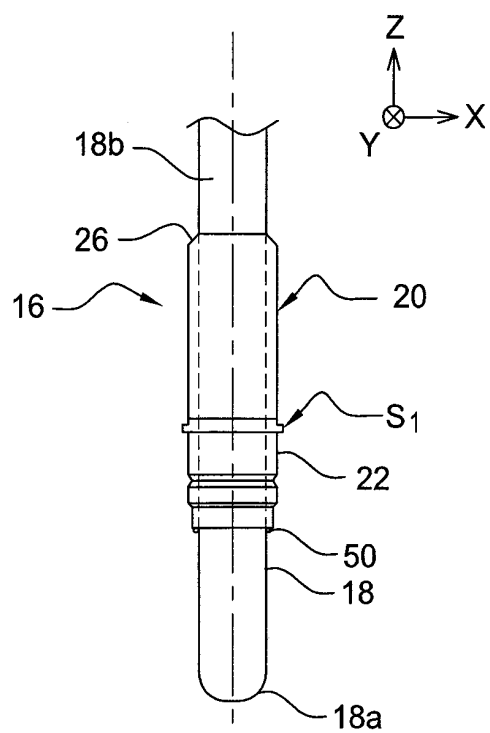
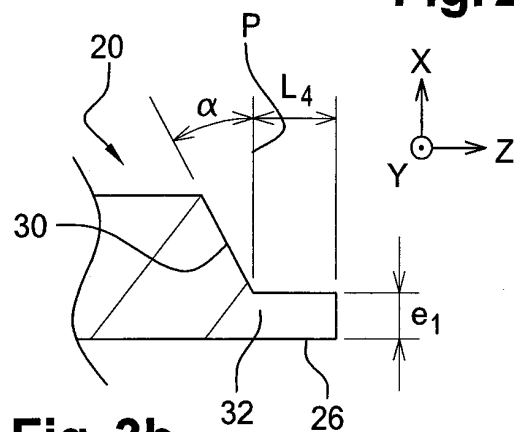
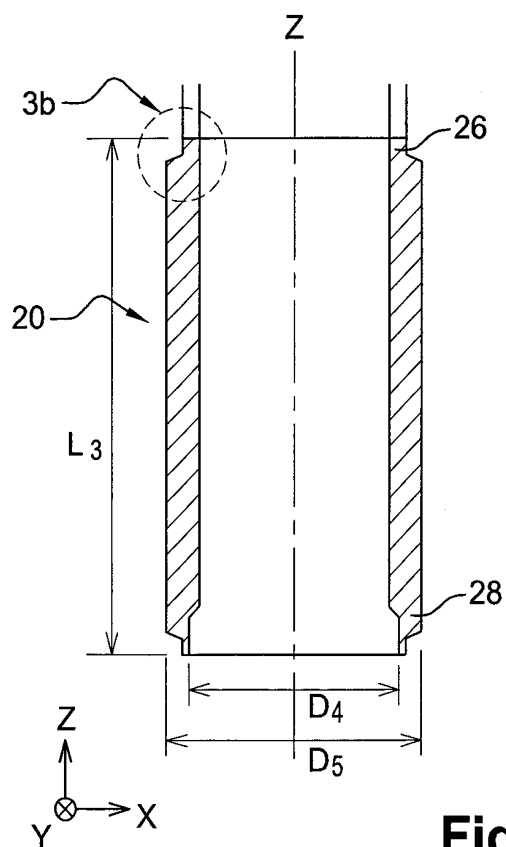
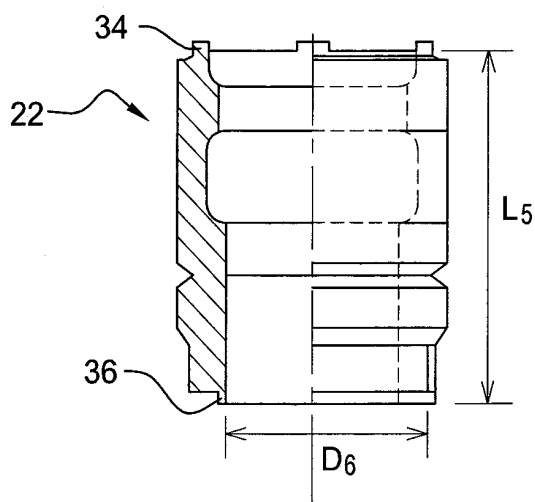
7. Kit selon la revendication précédente, dans lequel le manchon d'extension (20) est réalisé dans un matériau ayant un taux de soufre compris entre 0,001 % et 0,03 %, de préférence entre 0,01 % et 0,015 %.

8. Kit selon l'une quelconque des revendications 6 à 7, dans lequel le manchon d'extension (20) a une forme tubulaire présentant une extrémité annulaire libre (26), destinée à être soudée sur la manchette de traversée du pressuriseur, cette extrémité annulaire libre (26) présentant au moins un créneau de passage de gaz inerte à l'intérieur du manchon au moment du soudage du manchon d'extension sur la manchette de traversée.

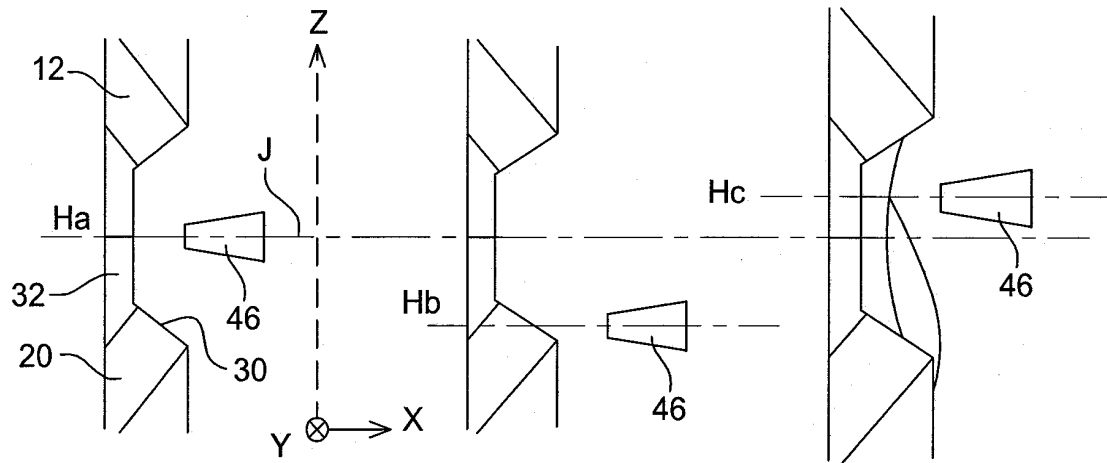
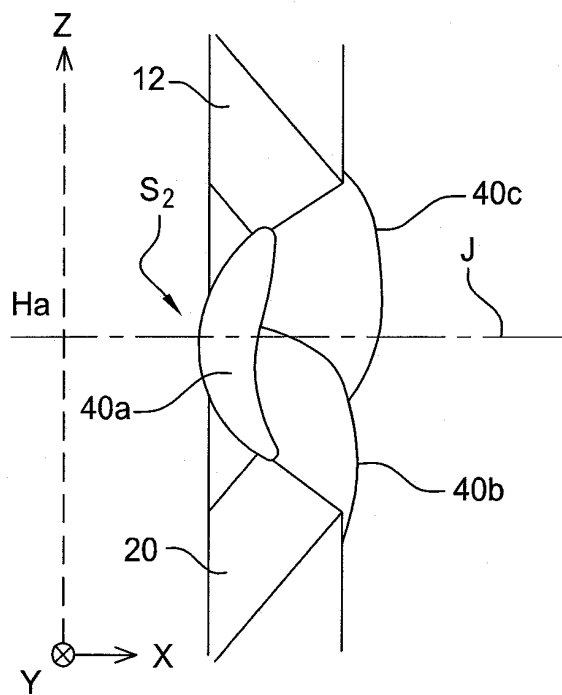
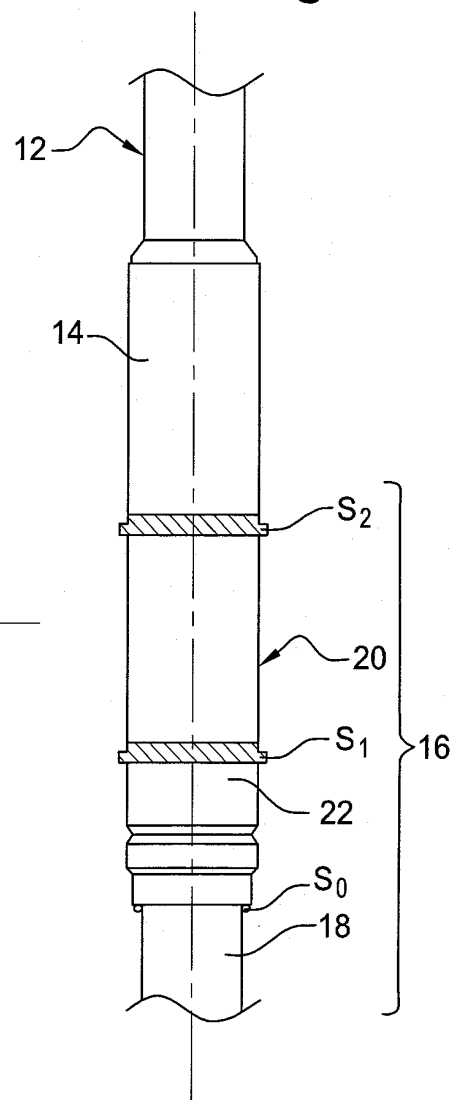
9. Kit selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, dans lequel le manchon d'extension (20) a une forme tubulaire présentant une extrémité annulaire libre (26), destinée à être soudée sur la manchette de traversée du pressuriseur, cette extrémité annulaire libre présentant un chanfrein (30) ayant un angle (α) par rapport à un plan transversal de la canne chauffante compris entre 15 et 30°, de préférence voisin de 30°.

10. Kit selon l'une quelconque des revendications 6 à 9, dans lequel le manchon d'extension (20) a une forme tubulaire présentant une extrémité annulaire libre (26), destinée à être soudée sur la manchette de traversée du pressuriseur, cette extrémité annulaire libre présentant un talon (32) dont l'épaisseur (e_1) est comprise entre 0,5 et 1,5 millimètres, de préférence voisine de 1 millimètre.

1/2

**Fig. 1****Fig. 2****Fig. 3b****Fig. 3a****Fig. 4**

2 / 2

**Fig. 5a****Fig. 5b****Fig. 5c****Fig. 6****Fig. 7**



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 740725
FR 1056868

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X,D	FR 2 802 014 A1 (FRAMATOME SA [FR]) 8 juin 2001 (2001-06-08) * abrégé; figures 1-3,5-8 * * page 6, ligne 27 - page 9, ligne 6 * * page 9, ligne 23 - page 10, ligne 2 * * page 11, ligne 30 - page 12, ligne 24 * * page 15, ligne 23 - page 19, ligne 25 * -----	1-10	G21C21/00 G21C1/09 B23K9/028
A	US 5 091 140 A (DIXON LARRY D [US] ET AL) 25 février 1992 (1992-02-25) * abrégé; figure 2 * * colonne 2, ligne 21 - colonne 4, ligne 13 * -----	1-10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) G21C G21D B23K
A	US 4 319 961 A (COUSSAU JEAN ET AL) 16 mars 1982 (1982-03-16) * abrégé; figure 1 * * colonne 3, ligne 23 - colonne 5, ligne 29 * -----	1-10	
A	US 5 171 953 A (GENTE DANIEL [FR] ET AL) 15 décembre 1992 (1992-12-15) * abrégé; figures 1-3 * * colonne 2, ligne 56 - colonne 3, ligne 30 * -----	1-10	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
6 avril 2011		Manini, Adriano	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1056868 FA 740725**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **06-04-2011**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2802014	A1	08-06-2001	AUCUN	

US 5091140	A	25-02-1992	AUCUN	

US 4319961	A	16-03-1982	BR 7907672 A	29-07-1980
			DE 2960758 D1	26-11-1981
			EP 0012672 A1	25-06-1980
			ES 8100533 A1	16-01-1981
			FR 2444323 A1	11-07-1980
			JP 1256834 C	29-03-1985
			JP 55080096 A	16-06-1980
			JP 59033872 B	18-08-1984

US 5171953	A	15-12-1992	AUCUN	
