



(19)

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 277 513 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
22.01.2003 Bulletin 2003/04

(51) Int Cl.7: **B01F 15/06**, B01F 7/02,
B01F 7/12

(21) Numéro de dépôt: **02291785.0**

(22) Date de dépôt: **16.07.2002**

(84) Etats contractants désignés:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR

Etats d'extension désignés:

AL LT LV MK RO SI

(30) Priorité: 20.07.2001 FR 0109709

(71) Demandeur: **COMPAGNIE GENERALE DES
MATERIES NUCLEAIRES**
78140 Velizy Villacoublay (FR)

(72) Inventeurs:

- Bertolotti, Gérard
93100 Montreuil (FR)
 - Orange, Christian
50260 Bricquebec (FR)

(74) Mandataire: **Briat, Sophie et al**
Cabinet Beau de Loménie
158, rue de l'Université
75340 Paris Cedex 07 (FR)

(54) **Dispositif d'homogénéisation de poudre, son utilisation et un procédé d'homogénéisation utilisant un tel dispositif**

(57) Le dispositif d'homogénéisation de poudre (10) selon l'invention comprend un corps cylindrique (14) de section circulaire et d'axe longitudinal sensiblement horizontal (XX), un ensemble de tambours cylindriques (16) disposé à l'intérieur du corps (14) et comprenant un tambour interne et un tambour externe, la face extérieure de la paroi cylindrique (16a) dudit tambour externe étant recouverte de pales (22a, 22b) qui permettent d'homogénéiser la poudre contenue dans l'espace an-

nulaire (24) formé entre le tambour externe et le corps, un espace (16e, 16f, 16g) de révolution étant crée entre lesdits tambours interne et externe, un arbre (18) sur lequel ledit ensemble de tambours cylindriques (16) est monté de manière solidaire, ledit arbre (18) étant creux et relié, à l'extérieur du corps (14), à un système d'alimentation en air refroidi et, à l'extérieur du corps, relié à un système d'évacuation de l'air, et des moyens moteurs mettant en rotation ledit arbre (18).

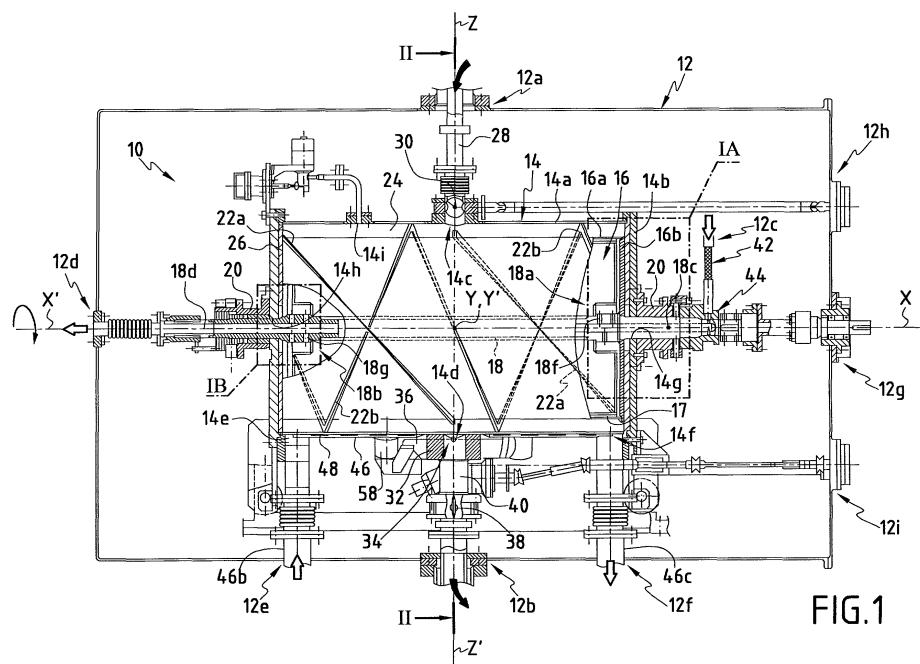


FIG.1

Description

[0001] La présente invention concerne un dispositif d'homogénéisation de poudre, son utilisation et un procédé d'homogénéisation utilisant un tel dispositif.

[0002] De manière plus spécifique, mais non exclusive, la présente invention concerne un dispositif d'homogénéisation de poudre spécialement adapté à une poudre nocive dégageant de la chaleur, en particulier une poudre radioactive, telle que de l'oxyde de plutonium ou plus particulièrement du dioxyde de plutonium (PuO_2).

[0003] Un tel dispositif d'homogénéisation doit à la fois respecter les contraintes d'homogénéité, de granulométrie et de composition isotopique de la poudre, tout en évitant la formation de ségrégations, et en évacuant les dégagements thermiques inhérents à la poudre nocive et à son brassage.

[0004] En outre, la présente invention a également pour but de fournir un dispositif d'homogénéisation d'une poudre nocive qui puisse s'intégrer dans une chaîne de traitement entre un dispositif amont en direction d'un dispositif aval, en permettant également d'évacuer la poudre vers le dispositif aval tout en contrôlant et en régulant le débit de la poudre depuis le dispositif d'homogénéisation vers le dispositif aval.

[0005] Les dispositifs d'homogénéisation de poudre proposés jusqu'à aujourd'hui ne permettent pas de répondre efficacement à toutes ces conditions.

[0006] Afin d'atteindre ce but, la présente invention prévoit un dispositif d'homogénéisation de poudre, caractérisé en ce qu'il comprend :

- un corps cylindrique de section circulaire et d'axe longitudinal sensiblement horizontal, étanche et présentant une virole cylindrique refermée à ses extrémités par deux flasques en forme de disque, ledit corps étant muni d'au moins un orifice de remplissage situé en partie haute dudit corps et d'au moins un orifice de vidange débouchant dans le fond dudit corps,
- un ensemble de tambours cylindriques de section circulaire disposé à l'intérieur du corps avec lequel il est coaxial et étanche, ledit ensemble de tambours comprenant un tambour interne et un tambour externe munis chacun d'une paroi cylindrique refermée à ses extrémités par deux parois en forme de disque, la face extérieure de la paroi cylindrique dudit tambour externe étant recouverte de pales qui permettent d'homogénéiser la poudre contenue dans l'espace annulaire formé entre la paroi cylindrique du tambour externe et la virole du corps, un espace de révolution étant créée entre lesdits tambours interne et externe,
- un arbre disposé selon ledit axe longitudinal à travers ledit corps cylindrique en étant monté sur un palier au niveau de chaque flasque et sur lequel ledit ensemble de tambours cylindriques est monté de manière solidaire, ledit arbre comprenant une

première portion d'extrémité munie d'un premier canal interne longitudinal et une deuxième portion d'extrémité munie d'un deuxième canal interne longitudinal, ledit premier canal étant relié, à l'extérieur du corps, à un système d'alimentation en air refroidi et ladite première portion d'extrémité étant, à l'intérieur du corps, munie d'au moins un orifice d'alimentation pour l'amenée de l'air refroidi dans ledit espace de révolution depuis ledit premier canal, ladite deuxième portion d'extrémité étant, à l'intérieur du corps, munie d'au moins un orifice d'évacuation mettant en communication de fluide ledit espace de révolution avec ledit deuxième canal, et ledit deuxième canal étant, à l'extérieur du corps, relié à un système d'évacuation de l'air pour la sortie de l'air hors dudit espace de révolution, un système d'étanchéité équipant chaque palier, et

- des moyens moteurs mettant en rotation ledit arbre.

[0007] On comprend que cette solution utilise un système de refroidissement interne du dispositif d'homogénéisation et de la poudre qu'il contient. On comprend également que cette solution permet de réaliser l'homogénéisation par mélange de la poudre contenue dans l'espace annulaire formé entre la paroi cylindrique du tambour externe mobile et la virole du corps fixe. En effet, le refroidissement de la poudre est rendu possible par la présence d'air froid à l'intérieur de l'espace de révolution délimité entre le tambour externe et le tambour interne, ce qui engendre une grande surface d'échange thermique (toute la surface de la paroi cylindrique du tambour externe) entre l'air froid et la poudre.

[0008] Dans la suite, on entend par l'expression "moitié axiale" du tambour interne ou du tambour externe, l'une des deux parties (ou premier demi tambour longitudinal) de ce tambour séparée de l'autre partie (ou deuxième demi tambour longitudinal) par un plan transversal orthogonal à la direction longitudinale ou axiale (X, X') du tambour, ce plan transversal étant situé à la moitié de la longueur du tambour concerné. Sur les figures 1 et 2, ce plan transversal est celui qui passe par les axes (Y, Y') et (Z, Z').

[0009] De préférence, lesdites pales sont hélicoïdales et forment un pas de vis inversé entre chaque moitié axiale du tambour externe.

[0010] Egalement, de préférence, la paroi cylindrique de chaque moitié axiale du tambour externe est recouverte, sur sa face externe, d'une pale interne hélicoïdale accolée sur ladite face externe tout le long de ladite moitié axiale et d'une pale externe hélicoïdale espacée de ladite face externe tout le long de ladite moitié axiale, lesdites pales interne et externe présentant entre elles, sur chaque moitié axiale de la paroi cylindrique, un pas de vis inversé.

[0011] Afin d'améliorer encore l'échange thermique au sein du dispositif d'homogénéisation, on prévoit, de préférence, que l'espace délimité entre le tambour externe et le tambour interne est équipé d'ailettes.

[0012] Afin d'améliorer les performances de refroidissement de la poudre par le dispositif d'homogénéisation, selon une solution très avantageuse, on prévoit que ladite virole est formée, au moins dans sa partie inférieure, d'une enveloppe étanche à double paroi dans laquelle est susceptible de circuler de l'air refroidi provenant d'un système d'alimentation en air refroidi.

[0013] Ainsi on comprend que cette disposition ajoute au système de refroidissement interne, un système de refroidissement externe situé à l'extérieur de l'espace annulaire contenant la poudre.

[0014] Pour améliorer les capacités d'échange thermique de ce système de refroidissement externe, on prévoit, de préférence, que ladite enveloppe est équipée d'ailettes disposées sur la face de la paroi supérieure de ladite enveloppe tournée vers l'intérieur de ladite enveloppe.

[0015] La présente invention concerne également l'utilisation du dispositif d'homogénéisation de poudre du type précité, le dispositif étant placé dans une boîte à gants, ladite poudre étant radioactive et constituée de préférence de dioxyde de plutonium (PuO_2).

[0016] La présente invention concerne également un procédé d'homogénéisation et de refroidissement d'une poudre, utilisant un dispositif d'homogénéisation de poudre du type précité, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- on ferme l'orifice de vidange,
- on active lesdits moyens moteurs pour entraîner en rotation ledit arbre et ledit ensemble de tambours,
- on active ledit système d'alimentation en air refroidi afin de remplir et faire circuler de l'air refroidi dans l'espace délimité entre le tambour externe et le tambour interne,
- on ouvre ledit orifice de remplissage afin de permettre l'arrivée de poudre dans ledit espace annulaire entre le tambour externe et la virole du corps,
- on ferme ledit orifice de remplissage lorsque la quantité de poudre souhaitée a été introduite dans ledit espace annulaire,
- on réalise l'homogénéisation par rotation dudit arbre et dudit ensemble de tambours, et
- on ouvre ledit orifice de vidange pour vider ledit espace annulaire lorsque l'homogénéisation est terminée.

[0017] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description suivante d'un mode de réalisation, en se référant aux dessins annexés, donnés simplement à titre d'exemple non limitatif, dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe longitudinale selon la direction I-I de la figure 2 du dispositif d'homogénéisation de poudre selon la présente invention,
- les figures 1A et 1B sont des vues partielles agran-

dies respectivement des détails IA et IB de la figure 1,

- la figure 2 est une vue en coupe transversale selon la direction II-II de la figure 1, et
- la figure 3 est une vue en coupe longitudinale représentant schématiquement le principe de refroidissement du dispositif d'homogénéisation de poudre selon la présente invention.

[0018] Comme on peut le voir sur les figures 1 et 3, le dispositif d'homogénéisation selon la présente invention, référencé 10, est disposé dans une boîte à gants 12 formant une enceinte isolant parfaitement le dispositif de son environnement. Cette boîte à gants 12 comporte toutefois des ouvertures présentées ci-après :

- l'ouverture 12a, placée dans la partie haute de la boîte à gants 12 permet de raccorder le dispositif d'homogénéisation 10 à un dispositif amont,
- l'ouverture 12b, disposée dans la partie basse de la boîte à gants 12 permet de raccorder le dispositif d'homogénéisation 10 à un dispositif aval,
- l'ouverture 12c et l'ouverture 12d permettent de raccorder respectivement l'entrée et la sortie du système de refroidissement interne à une alimentation et à une évacuation d'air,
- les ouvertures 12e et 12f, situées en partie basse de la boîte à gants à chacune des extrémités en direction longitudinale du dispositif d'homogénéisation 10, permettent respectivement l'entrée et la sortie d'air du système de refroidissement externe,
- l'ouverture 12g permet le passage du système de raccordement mécanique entre un arbre rotatif et des moyens moteurs, et
- les ouvertures 12h et 12i permettent le passage des moyens de commande des différentes vannes commandant respectivement l'arrivée et la sortie de poudre.

[0019] Le dispositif d'homogénéisation de poudre 10 comprend essentiellement un corps cylindrique 14 fixe renfermant un ensemble 16 de tambours cylindriques mobiles en rotation et un arbre 18 disposé selon la direction de l'axe longitudinal (XX') du corps 14 et de l'ensemble de tambours 16.

[0020] Le corps 14 est composé d'une virole cylindrique 14a délimitant un volume cylindrique de section circulaire rendu étanche par deux flasques en forme de disque 14b disposées aux deux extrémités de la virole 14a.

[0021] L'ensemble de tambours 16 est monté de manière coaxiale par rapport au corps 14 autour de l'arbre 18 auquel il est solidaire. Ainsi, l'arbre 18 traverse longitudinalement le corps 14 en étant monté rotatif par rapport à ce corps 14 grâce à deux paliers 20 montés respectivement à l'avant et à l'arrière du corps 14 sur la face externe des flasques 14b (voir les figures 1A et 1B).

[0022] L'ensemble de tambours 16 disposé à l'inté-

rieur du corps 14 se compose d'un tambour externe et d'un tambour interne coaxiaux entre eux autour de l'axe (X, X') et qui sont montés de manière solidaire sur l'arbre 18.

[0023] Le tambour externe se compose d'une paroi cylindrique 16a, présentant un diamètre inférieur à celui de la virole 14a, et de deux parois 16b en forme de disque, la longueur de la paroi cylindrique 16a étant sensiblement inférieure à celle de la virole 14a selon l'axe (X, X').

[0024] Le tambour interne, disposé à l'intérieur du tambour externe, se compose d'une paroi cylindrique 16c, présentant un diamètre inférieur à celui de la paroi cylindrique 16a du tambour externe, et de deux parois 16d en forme de disque, la longueur de la paroi cylindrique 16c étant inférieure à celle de la paroi cylindrique 16a selon l'axe (X, X').

[0025] Ainsi, un espace de révolution autour de l'axe (X, X') est créé entre le tambour externe et le tambour interne afin de permettre le refroidissement de la poudre comme il sera expliqué ci-après. Cet espace de révolution comprend une zone longitudinale 16e, située entre la paroi cylindrique 16a du tambour externe et la paroi cylindrique 16c du tambour interne, et deux zones radiales 16f, situées entre l'une des parois 16b en forme de disque du tambour externe et la paroi 16d en forme de disque correspondante du tambour interne. Chaque zone radiale 16f présente une forme de disque entourant l'arbre 18, cette zone radiale 16f étant plus épaisse au voisinage de l'arbre en définissant une zone élargie 16g.

[0026] La face extérieure de la paroi cylindrique 16a du tambour externe est recouverte de pales hélicoïdales 22a, 22b destinées à brasser et mélanger la poudre contenue dans un espace annulaire 24 délimité entre cette paroi cylindrique 16a et la virole 14a, afin d'homogénéiser cette poudre.

[0027] Chaque moitié axiale de la paroi cylindrique 16a du tambour externe (à droite et à gauche de la direction II-II sur la figure 1) est munie d'une pale interne 22a hélicoïdale s'étendant de manière solidaire sur 180° en étant accolée tout le long de la face extérieure de la moitié axiale de la paroi cylindrique 16a du tambour externe.

[0028] Comme il ressort de la figure 1, la moitié axiale droite de la paroi cylindrique 16a du tambour externe est équipée d'une première pale interne 22a hélicoïdale formant un pas de vis tournant à gauche, tandis que la moitié axiale gauche de la paroi cylindrique 16a du tambour externe est équipée d'une deuxième pale interne 22a hélicoïdale formant un pas de vis tournant à droite. La première pale interne 22a et la deuxième pale interne 22a sont situées de manière diamétralement opposée (respectivement à l'arrière et à l'avant de l'ensemble de tambours 16 sur la figure 1) et sur des moitiés longitudinales ou axiales différentes de la face extérieure de la paroi cylindrique 16a du tambour externe (respectivement à droite et à gauche du plan passant par les

axes (Y, Y') et (Z, Z') sur la figure 1). Chacune des deux pales internes 22a s'étend sur toute la longueur et sur la moitié de la circonférence d'une moitié axiale de la paroi cylindrique 16a du tambour externe.

[0029] Chaque moitié axiale de la paroi cylindrique 16a du tambour externe (à droite et à gauche de la direction II-II sur la figure 1) est également munie d'une pale externe 22b hélicoïdale s'étendant de manière solidaire sur 360° tout le long de la face extérieure de la moitié axiale de la paroi cylindrique 16a du tambour externe. Ces pales externes 22b sont espacées de la face extérieure du tambour externe afin de créer un passage de poudre entre elles et la paroi cylindrique 16a. Les pales externes 22b sont sensiblement tangentes à la virole 14a de façon à racler la face de la paroi de la virole 14a tournée vers l'intérieur.

[0030] Comme il ressort de la figure 1, la moitié axiale droite de la paroi cylindrique 16a du tambour externe est équipée d'une première pale externe 22b hélicoïdale formant un pas de vis tournant à droite, tandis que la moitié axiale gauche de la paroi cylindrique 16a du tambour externe est équipée d'une deuxième pale externe 22b hélicoïdale formant un pas de vis tournant à gauche. La première pale externe 22b et la deuxième pale externe 22b sont situées sur des moitiés longitudinales ou axiales différentes de la face extérieure de la paroi cylindrique 16a du tambour externe (respectivement à droite et à gauche du plan passant par les axes (Y, Y') et (Z, Z') sur la figure 1) en étant disposées l'une par rapport à l'autre de manière symétrique autour du point d'intersection des axes (Y, Y') et (Z, Z'). Chacune des deux pales externes 22b s'étend sur toute la longueur et sur toute la circonférence d'une moitié axiale de la paroi cylindrique 16a du tambour externe.

[0031] En particulier, comme il ressort de la figure 2, la distance séparant chaque pale externe de la face extérieure de la paroi cylindrique 16a du tambour externe est supérieure à la largeur (en direction radiale) des pales internes 22a.

[0032] Comme il apparaît sur la figure 2, les pales internes 22a et les pales externes 22b ont une largeur, en direction radiale, sensiblement identique. En outre, les pales internes 22a sont plus courtes que les pales externes 22b si l'on considère leur longueur répartie de manière hélicoïdale le long de la face extérieure de la paroi cylindrique 16a du tambour externe depuis une extrémité jusqu'au milieu de la paroi cylindrique 16a.

[0033] Le sens de rotation de l'ensemble de tambours 16 est tel que les pales internes 22a dirigent la poudre contenue dans l'espace annulaire 24 vers les flasques 14b, c'est à dire en direction des extrémités du corps 14.

[0034] Également pendant la rotation de l'ensemble de tambours 16, les pales externes 22b ramènent la poudre contenue dans l'espace annulaire 24 vers le plan de symétrie diamétral du corps 14 passant par les axes (Y, Y') et (Z, Z'), c'est à dire en direction du centre du corps 14. Cette action a l'avantage de permettre de vider facilement toute la poudre contenue dans l'espace

annulaire 24 lors de la vidange.

[0035] Afin de limiter la rétention de la poudre dans cet espace annulaire 24, un dispositif racleur est disposé entre chaque flasque 14b du corps cylindrique 14 et la paroi en forme de disque 16b correspondante pour empêcher le dépôt de poudre dans cette zone. Ce dispositif racleur est mobile et est avantageusement constitué par au moins une lame 26 radiale montée de manière solidaire sur la face externe sur chacune des deux parois en forme de disque 16b.

[0036] Le corps cylindrique 14 comprend également plusieurs ouvertures : un orifice de remplissage 14c, un orifice de vidange 14d, un orifice de dégazage 14i, un orifice d'entrée pour l'air de refroidissement 14e, un orifice de sortie pour l'air de refroidissement 14f et des orifices de passage d'arbre 14g et 14h.

[0037] Notamment, lors de la phase de vidange, on ouvre ledit orifice de dégazage 14i pour faire "respirer" le dispositif d'homogénéisation 10.

[0038] Au niveau de chaque palier 20, l'étanchéité entre l'espace annulaire 24 et l'intérieur de la boîte à gants 12 est obtenue à l'aide d'un système d'étanchéité qui comporte au moins un presse-étoupe et, de préférence, des tresses en contact avec l'arbre 18 de l'ensemble de tambours 16. Chaque palier 20 assure la rotation de l'arbre 18 et du tambour qui lui est solidaire grâce à des roulements, de préférence à rouleaux.

[0039] L'alimentation en poudre depuis le dispositif amont vers le dispositif d'homogénéisation de poudre 10 s'effectue par une goulotte d'alimentation 28 disposée entre l'ouverture 12a de la boîte à gants et l'orifice de remplissage 14c.

[0040] Ainsi, comme on le voit sur les figures 1 à 3, l'orifice de remplissage 14c est relié à la goulotte d'alimentation en poudre 28 qui communique avec un dispositif amont.

[0041] Une vanne d'isolement 30 disposée dans la goulotte d'alimentation 28, à proximité de l'orifice de remplissage 14c, permet d'ouvrir ou de fermer le passage de poudre depuis le dispositif amont vers le dispositif d'homogénéisation 10.

[0042] Pour l'évacuation de la poudre en direction du dispositif aval, une goulotte de sortie 32 est disposée depuis l'orifice de vidange 14d au moins jusqu'à l'ouverture 12b de la boîte à gants.

[0043] Ainsi l'orifice de vidange 14d est relié à la goulotte de sortie de poudre 32 qui est équipée d'au moins un système, formant vanne, afin de pouvoir fermer ou ouvrir le passage de poudre depuis le dispositif d'homogénéisation 10 vers un dispositif aval communiquant avec la goulotte de sortie de poudre 32.

[0044] Selon le mode de réalisation illustré (voir figures 1 et 2), trois systèmes formant vanne sont prévus pour contrôler et réguler la sortie de poudre hors du dispositif d'homogénéisation 10.

[0045] En effet le système formant vanne comporte tout d'abord une trappe à volets 34 commandée par des vérins 36. Ensuite, le dispositif d'homogénéisation com-

porte en outre, en aval de la trappe à volets 34, une vanne d'isolement 38 équipant la goulotte de sortie de poudre 32. Cette vanne d'isolement 38 permet de séparer le dispositif d'homogénéisation 10 du dispositif aval 5 tandis que, sous la commande des vérins 36, l'ouverture de la trappe 34 permet de limiter le débit de vidange du dispositif d'homogénéisation 10.

[0046] En position fermée de la trappe, les volets de 10 la trappe 34 se trouvent dans le prolongement de la paroi inférieure de la virole 14a qui délimite l'espace annulaire 24, ce qui évite la formation d'un recoin où de la poudre pourrait se loger à demeure.

[0047] En outre, le dispositif d'homogénéisation 10 comprend, entre la trappe à volets 34 et la vanne d'isolement 38, une vanne alvéolaire 40 (voir figure 2) permettant de modifier le débit de poudre s'écoulant par la goulotte de sortie 32 vers le dispositif aval.

[0048] Les deux systèmes de refroidissement (interne et externe) vont maintenant être décrits en relation 20 avec les figures 1 à 3.

[0049] Le système de refroidissement interne comporte un système d'alimentation en air refroidi muni d'un tuyau d'arrivée de l'air refroidi 42 monté sur un joint tournant 44. Le joint tournant 44 est lui-même disposé à l'extérieur du corps cylindrique 14 autour d'une première portion d'extrémité 18a de l'arbre 18 de sorte que ledit tuyau d'arrivée 42 communique avec un premier canal longitudinal 18c s'étendant longitudinalement dans toute la première portion d'extrémité 18a de l'arbre 18 depuis 25 l'extérieur du corps 14 jusque dans l'espace 16e, 16f délimité entre le tambour externe et le tambour interne.

[0050] A cet effet le joint tournant 44 comporte un espace intérieur annulaire 44a (voir figure 3) en communication de fluide d'une part avec le tuyau d'arrivée 42 et d'autre part, au niveau d'au moins un orifice d'arrivée 18e, avec ledit premier canal 18c. Le mode de réalisation illustré comporte deux orifices d'arrivée 18e.

[0051] Afin de permettre l'arrivée, dans l'espace 16e, 40 16f délimité entre le tambour externe et le tambour interne, de l'air refroidi provenant du tuyau d'arrivée 42, la première portion d'extrémité 18a de l'arbre est munie, dans la partie située dans la zone élargie 16g de la zone radiale 16f, d'au moins un orifice d'alimentation 18f. Sur 45 la figure 1A et dans la partie de droite des figures 1 et 3, on distingue trois orifices d'alimentation 18f.

[0052] A l'autre extrémité du dispositif d'homogénéisation 10, de manière symétrique, l'arbre 18 comporte 50 une deuxième portion d'extrémité 18b également creuse à l'emplacement d'un deuxième canal longitudinal 18d. Le premier canal longitudinal 18c et le deuxième canal longitudinal 18d ne communiquent pas entre eux au niveau de l'arbre 18.

[0053] Après circulation à l'intérieur de l'espace 16e, 55 16f délimité entre le tambour externe et le tambour interne, l'air est évacué par le deuxième canal 18d grâce à au moins un orifice d'évacuation 18g situés au niveau de la deuxième portion d'extrémité 18b de l'arbre 18.

Sur la figure 1B et dans la partie de gauche des figures 1 et 3, on distingue quatre orifices d'évacuation 18g. Ces orifices 18g sont en communication de fluide d'une part avec le deuxième canal 18d et, d'autre part, avec l'intérieur de l'espace 16e, 16f délimité entre le tambour externe et le tambour interne, au niveau de la zone élargie 16g de la zone radiale 16f.

[0054] Le deuxième canal 18d s'étend au moins jusqu'à l'ouverture 12d de la boîte à gants pour que l'air soit évacué, et éventuellement recyclé, dans un système de ventilation haute dépression.

[0055] Afin de compléter le refroidissement du dispositif d'homogénéisation 10 et de la poudre disposée dans l'espace annulaire 24, il est prévu en outre un système de refroidissement externe formé dans la partie basse du dispositif d'homogénéisation 10, c'est-à-dire là où se trouve l'essentiel de la poudre du fait de la gravité.

[0056] A cet effet, comme on peut le voir notamment sur la figure 2, au moins dans la moitié inférieure de la section transversale du corps 14, la virole 14a est entourée par une paroi inférieure 46a en délimitant ainsi une enveloppe 46 à double paroi.

[0057] Cette enveloppe 46 est reliée à un autre système d'alimentation en air refroidi, d'une part par un conduit d'entrée 46b disposé à une première extrémité de l'enveloppe 46 qui est située du côté de la deuxième portion d'extrémité 18b de l'arbre, et d'autre part par un conduit de sortie 46c disposé à la deuxième extrémité de l'enveloppe qui est située du côté de la première portion d'extrémité 18a de l'arbre.

[0058] On comprend donc que la partie supérieure de la virole 14a est constituée d'une coque simple tandis que la partie inférieure de la virole 14a est constituée de la double enveloppe 46. L'espace délimité par la face externe de la paroi de la virole 14a et par la face interne de la paroi inférieure 46a de la double enveloppe 46 est muni d'ailettes 48 pour favoriser les échanges thermiques (voir les figures 2 et 3). De préférence, pour un meilleur échange thermique avec l'espace annulaire rempli de poudre, les ailettes 48 sont situées contre la paroi 14a de l'enveloppe. Dans le cas du mode de réalisation représenté, les ailettes 48 s'étendent parallèlement à l'axe (X, X') de rotation de l'ensemble de tambours 16.

[0059] Les conduits d'entrée et de sortie 46b et 46c sont reliés à un système de refroidissement 50 qui est externe à la boîte à gants 12 (voir figure 3). Ce système de refroidissement d'air 50 comporte un ventilateur 52 et un échangeur à ailettes 54 refroidi par une circulation d'eau glacée 56. Ce système 50 permet de refroidir l'air sortant par le conduit de sortie 46c depuis une température de 50°C environ à une température de l'ordre de 25°C, l'air étant envoyé par le ventilateur 52 au niveau du conduit d'entrée 46b.

[0060] Afin de favoriser les échanges thermiques entre le système de refroidissement interne et l'espace annulaire 24 rempli de poudre, il est avantageusement

prévu que l'espace 16e, 16f délimité entre le tambour externe et le tambour interne est équipé d'ailettes 17 comme on peut le voir notamment sur les figures 2 et 3. Dans le cas du mode de réalisation représenté, ces 5 ailettes 17 sont situées sur la face interne de la paroi cylindrique 16a et parallèlement à l'axe (X, X') des tambours interne et externe.

[0061] Comme on peut le voir sur la figure 1, la partie supérieure du corps 14 comporte l'orifice de dégazage 14i reliée à un tube menant à une électrovanne munie d'un filtre qui permet de faire "respirer" le dispositif d'homogénéisation 10 lors de la phase de vidange. En effet, dans ce cas, on permet l'admission d'air provenant de l'enceinte formée de la boîte à gants 12.

[0062] Le dispositif d'homogénéisation 10 selon la présente invention comporte, de préférence, en outre, un système vibratoire disposé à l'extérieur du corps cylindrique 14 à proximité de l'orifice de vidange 14d. A cet effet, comme il est illustré sur les figures 1 et 2, un 15 ensemble de quatre marteaux 58 est disposé contre l'enveloppe 46, sur la face externe de la paroi inférieure 46a, de façon équidistante tout autour de la goulotte de sortie 32. Ces marteaux pneumatiques envoient des vibrations à l'enveloppe 46: ces vibrations décollent la 20 poudre des parois de la virole 14a et favorisent la vidange du dispositif d'homogénéisation 10. Il est entendu que ce système vibratoire pourrait tout autant être disposé directement en contact avec la virole 14a.

[0063] En outre, il est prévu que la géométrie de l'espace annulaire 24 assure la sûreté criticité du dispositif 30 lors de l'homogénéisation d'une certaine charge de poudre de (di)oxyde de plutonium PuO_2 .

[0064] Lors du fonctionnement, l'oxyde de plutonium provenant du cycle amont est reçu par gravité dans le 35 dispositif d'homogénéisation, dans l'espace annulaire 24 précité.

[0065] Lors de la phase de remplissage, l'ensemble 40 de tambours 16 étant en mouvement de rotation, la vanne d'isolation 30 située dans la goulotte d'alimentation 28 est ouverte, la trappe 34 et la vanne d'isolation 38 situées dans la goulotte de sortie 32 sont fermées.

[0066] Ensuite, on ferme la vanne d'isolation 30 puis 45 on ouvre l'orifice de dégazage 14i pour faire "respirer" le dispositif d'homogénéisation 10 lors de la phase d'homogénéisation.

[0067] L'homogénéisation de la poudre (oxyde de plutonium), occupant l'espace annulaire 24 est assurée par la rotation de l'ensemble de tambours 16, à petite vitesse pendant le remplissage et, éventuellement, à 50 plus grande vitesse une fois que la quantité de poudre souhaitée a été introduite dans cet espace annulaire.

[0068] On comprend que le dispositif d'homogénéisation comporte deux systèmes de refroidissement à air :

- 55 - un système de refroidissement interne situé à l'intérieur de l'ensemble de tambours 16 lui-même (espace 16e, 16f) et entouré par l'espace annulaire 24. Ce système de refroidissement est constitué par un

- circuit d'air passant en partie à l'intérieur de l'arbre 18 et de l'espace de révolution 16e, 16f délimité entre le tambour externe et le tambour interne afin d'évacuer les dégagements thermiques dus à la rotation de l'ensemble de tambours, au système d'étanchéité (tresses et presse-étoupe), et au pouvoir calorifique de la poudre, cet air étant repris par la ventilation;
- un système de refroidissement externe qui entoure la partie inférieure de l'espace annulaire 24 : c'est le circuit de refroidissement de l'enveloppe 46 à double paroi qui permet d'évacuer les dégagements thermiques dus à l'oxyde de plutonium et à son brassage.
- [0069]** Le fonctionnement correct des systèmes de refroidissement interne et externe peut être assuré par la mesure des températures en amont et en aval du dispositif d'homogénéisation 10 selon la présente invention.
- [0070]** Ainsi on comprend que les deux systèmes de refroidissement assurent, d'une part, l'évacuation de l'énergie thermique dégagée par les frottements mécaniques au sein du dispositif d'homogénéisation et, d'autre part, l'évacuation de l'énergie calorifique dégagée par l'oxyde de plutonium.
- [0071]** Lors de la phase de vidange du dispositif d'homogénéisation, la vanne d'isolement 30 de la goulotte d'alimentation 28 étant maintenue fermée, on ouvre la trappe à volets 34 et la vanne d'isolement 38 de la goulotte de sortie 32, tandis que la vanne alvéolaire 40 sert au réglage du débit de vidange de la poudre. Pour faciliter la vidange et l'évacuation de la poudre depuis l'espace annulaire 24 vers le dispositif aval, l'électrovanne, et son filtre associé, permettent l'admission en air du corps 14 depuis l'enceinte formée de la boîte à gants 12.
- [0072]** Le degré d'ouverture de la trappe à volets 34, la vitesse de rotation de l'ensemble de tambours 16 et la vitesse de rotation de la vanne alvéolaire 40 permettent d'ajuster le débit instantané de poudre vers le dispositif aval.
- Revendications**
1. Dispositif d'homogénéisation de poudre (10), **caractérisé en ce qu'il comprend :**
 - un corps cylindrique (14) de section circulaire et d'axe longitudinal sensiblement horizontal (XX'), étanche et présentant une virole (14a) cylindrique refermée à ses extrémités par deux flasques (14b) en forme de disque, ledit corps (14) étant muni d'au moins un orifice de remplissage (14c) situé en partie haute dudit corps et d'au moins un orifice de vidange (14d) débouchant dans le fond dudit corps,
 - un ensemble de tambours cylindriques (16) de section circulaire disposé à l'intérieur du corps (14) avec lequel il est coaxial et étanche, ledit ensemble de tambours (16) comprenant un tambour interne et un tambour externe munis chacun d'une paroi cylindrique (16a, 16c) refermée à ses extrémités par deux parois en forme de disque (16b, 16d), la face extérieure de la paroi cylindrique (16a) dudit tambour externe étant recouverte de pales (22a, 22b) qui permettent d'homogénéiser la poudre contenue dans l'espace annulaire (24) formé entre la paroi cylindrique (16a) du tambour externe et la virole (14a) du corps, un espace (16e, 16f, 16g) de révolution étant créé entre lesdits tambours interne et externe,
 - un arbre (18) disposé selon ledit axe longitudinal (XX') à travers ledit corps cylindrique (14) en étant monté sur un palier (20) au niveau de chaque flasque (14b) et sur lequel ledit ensemble de tambours cylindriques (16) est monté de manière solidaire, ledit arbre (18) comprenant une première portion d'extrémité (18a) munie d'un premier canal interne longitudinal (18c) et une deuxième portion d'extrémité (18b) munie d'un deuxième canal interne longitudinal (18d), ledit premier canal (18c) étant relié, à l'extérieur du corps (14), à un système d'alimentation en air refroidi et ladite première portion d'extrémité (18a) étant, à l'intérieur du corps, munie d'au moins un orifice d'alimentation (18f) pour l'aménée de l'air refroidi dans ledit espace (16e, 16f, 16g) de révolution depuis ledit premier canal (18c), ladite deuxième portion d'extrémité (18b) étant, à l'intérieur du corps (14), munie d'au moins un orifice d'évacuation (18g) mettant en communication de fluide ledit espace (16e, 16f, 16g) de révolution avec ledit deuxième canal (18d), et ledit deuxième canal (18d) étant, à l'extérieur du corps, relié à un système d'évacuation de l'air pour la sortie de l'air hors dudit espace (16e, 16f, 16g) de révolution, un système d'étanchéité équipant chaque palier (20), et des moyens moteurs mettant en rotation ledit arbre (18).
 2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'un dispositif racleur (26) est disposé entre chaque flasque (14b) du corps cylindrique et la paroi en forme de disque (16b) du tambour correspondante pour empêcher le dépôt de poudre.**
 3. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que ledit système d'étanchéité comporte au moins un presse-étoupe.**
 4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que ledit sys-**

- tème d'alimentation en air refroidi comporte un tuyau d'arrivée (42) de l'air refroidi monté sur un joint tournant (44) disposé, à l'extérieur du corps, autour de ladite première portion d'extrémité (18a) de l'arbre de sorte que ledit tuyau d'arrivée (42) communique avec ledit premier canal (18c).
5. Dispositif selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** ledit joint tournant (44) comporte un espace intérieur annulaire (44a) en communication de fluide d'une part avec ledit tuyau d'arrivée (42) et d'autre part, au niveau d'au moins un orifice d'arrivée (18e), avec ledit premier canal (18c).
6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ladite première portion d'extrémité (18a) est munie d'au moins un orifice d'alimentation (18f) et **en ce que** ladite deuxième portion d'extrémité (18b) est munie d'au moins un orifice d'évacuation (18g).
7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'espace délimité entre le tambour externe et le tambour interne est équipé d'ailettes (17).
8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ladite vis-roule (14a) est formée, au moins dans sa partie inférieure, d'une enveloppe étanche (46) à double paroi (14a, 46a) dans laquelle est susceptible de circuler de l'air refroidi provenant d'un autre système d'alimentation en air refroidi.
9. Dispositif selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** ladite enveloppe (46) est équipée d'ailettes (48) disposées sur la face de la paroi supérieure (14a) de ladite enveloppe (46) tournée vers l'intérieur de ladite enveloppe (46).
10. Dispositif selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** la dite enveloppe (46) est reliée audit autre système d'alimentation en air refroidi, d'une part par un conduit d'entrée (46b) disposé à l'extrémité de l'enveloppe (46) adjacente à la deuxième portion d'extrémité (18b) de l'arbre, et d'autre part par un conduit de sortie (46c) disposé à l'extrémité de l'enveloppe adjacente à la première portion d'extrémité (18a) de l'arbre.
11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ledit orifice de remplissage (14c) est relié à une goulotte d'alimentation (28) en poudre qui est équipée d'une vanne d'isolement (30), ladite goulotte d'alimentation (28) communiquant avec un dispositif amont.
12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la partie haute dudit corps (14) est munie d'au moins un orifice de dégazage (14i) relié à une électrovanne munie d'un filtre.
5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ledit orifice de vidange (14d) est relié à une goulotte de sortie de poudre (32) qui est équipée d'au moins un système formant vanne, ladite goulotte de sortie de poudre (32) communiquant avec un dispositif aval.
10. Dispositif selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** ledit système formant vanne comporte une trappe à volets (34) commandée par des vérins (36).
15. Dispositif selon la revendication 14, **caractérisé en ce qu'il comporte en outre, en aval de ladite trappe à volets (34), une vanne d'isolement (38).**
20. Dispositif selon la revendication 15, **caractérisé en ce qu'il comporte en outre, entre ladite trappe à volets (34) et ladite vanne d'isolement (38), une vanne alvéolaire (40) permettant de modifier le débit de poudre s'écoulant par la goulotte de sortie de poudre (32) vers le dispositif aval.**
25. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il comporte, en outre, un système vibratoire (58) disposé à l'extérieur dudit corps cylindrique à proximité dudit orifice de vidange.**
30. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il comporte, en outre, un système vibratoire (58) disposé à l'extérieur dudit corps cylindrique à proximité dudit orifice de vidange.**
35. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** lesdites pales (22a, 22b) sont hélicoïdales et forment un pas de vis inversé entre chaque moitié axiale du tambour externe.
40. Dispositif selon la revendication 18, **caractérisé en ce que** la paroi cylindrique (16a) de chaque moitié axiale du tambour externe est recouverte, sur sa face externe, d'une pale interne hélicoïdale (22a) accolée sur ladite face externe tout le long de ladite moitié axiale et d'une pale externe hélicoïdale (22b) espacée de ladite face externe tout le long de ladite moitié axiale, lesdites pales interne et externe (22a, 22b) présentant entre elles, sur chaque moitié axiale de la paroi cylindrique (16a), un pas de vis inversé.
45. Dispositif selon la revendication 18, **caractérisé en ce que** la paroi cylindrique (16a) de chaque moitié axiale du tambour externe est recouverte, sur sa face externe, d'une pale interne hélicoïdale (22a) accolée sur ladite face externe tout le long de ladite moitié axiale et d'une pale externe hélicoïdale (22b) espacée de ladite face externe tout le long de ladite moitié axiale, lesdites pales interne et externe (22a, 22b) présentant entre elles, sur chaque moitié axiale de la paroi cylindrique (16a), un pas de vis inversé.
50. Utilisation du dispositif d'homogénéisation de poudre (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 19, **caractérisée en ce que** le dispositif (10) est placé dans une boîte à gants (12) et **en ce que** ladite poudre est radioactive et est constituée de préférence de dioxyde de plutonium (PuO_2).

21. Procédé d'homogénéisation et de refroidissement d'une poudre, utilisant un dispositif d'homogénéisation de poudre (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 19, **caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :**

5

- a) on ferme l'orifice de vidange (14d),
- b) on active lesdits moyens moteurs pour entraîner en rotation ledit arbre (18) et ledit ensemble de tambours (16),
- c) on active ledit système d'alimentation en air refroidi afin de remplir et faire circuler de l'air refroidi dans l'espace 16e, 16f délimité entre le tambour externe et le tambour interne,
- d) on ouvre ledit orifice de remplissage (14c) 15 afin de permettre l'arrivée de poudre dans ledit espace annulaire (24) entre le tambour externe et la virole du corps,
- e) on ferme ledit orifice de remplissage (14c) 20 lorsque la quantité de poudre souhaitée a été introduite dans ledit espace annulaire (24),
- f) on réalise l'homogénéisation par rotation du dit arbre (18) et dudit ensemble de tambours (16), et
- g) on ouvre ledit orifice de vidange (14d) pour 25 vider ledit espace annulaire (24) lorsque l'homogénéisation est terminée.

30

35

40

45

50

55

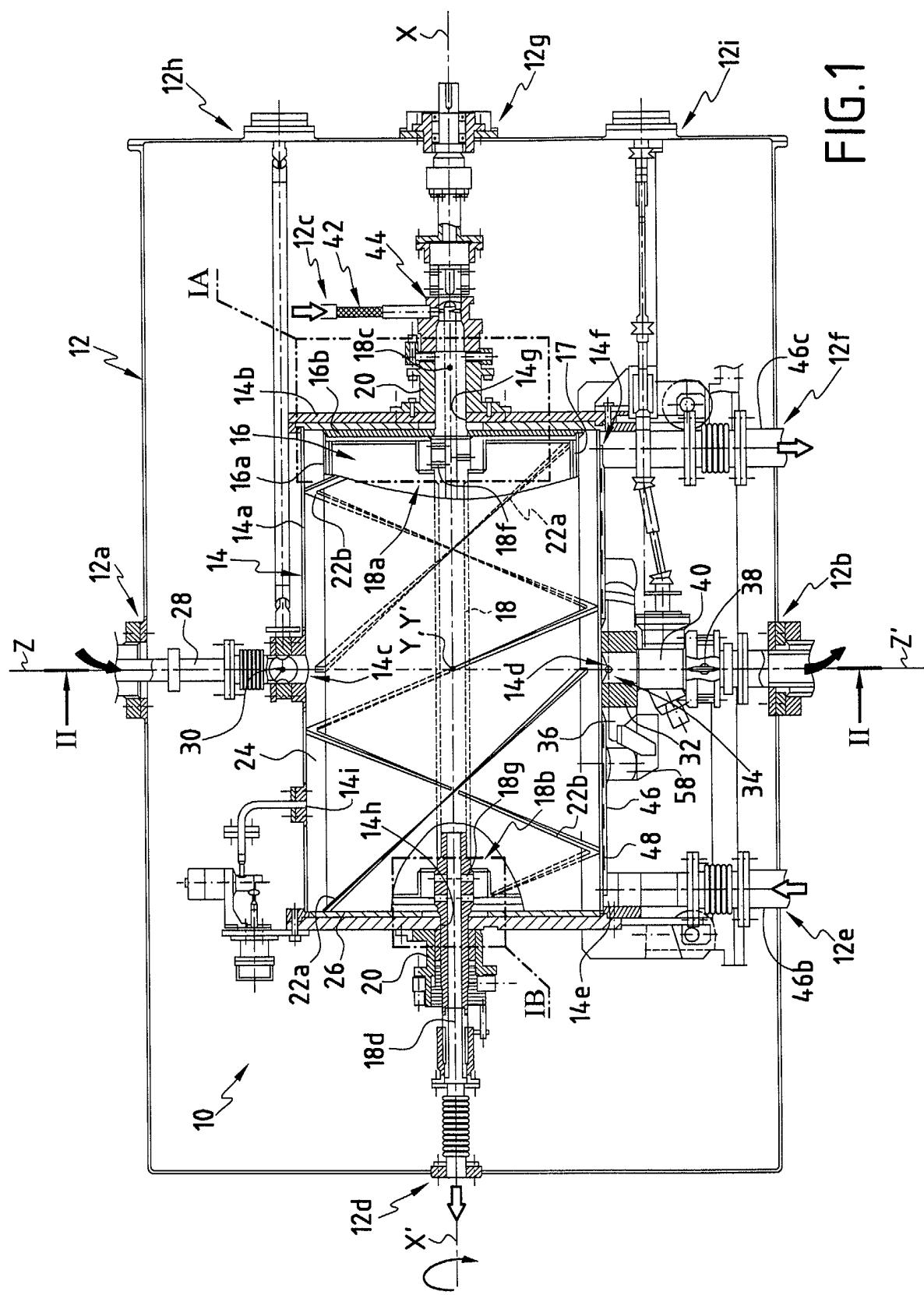


FIG.1A

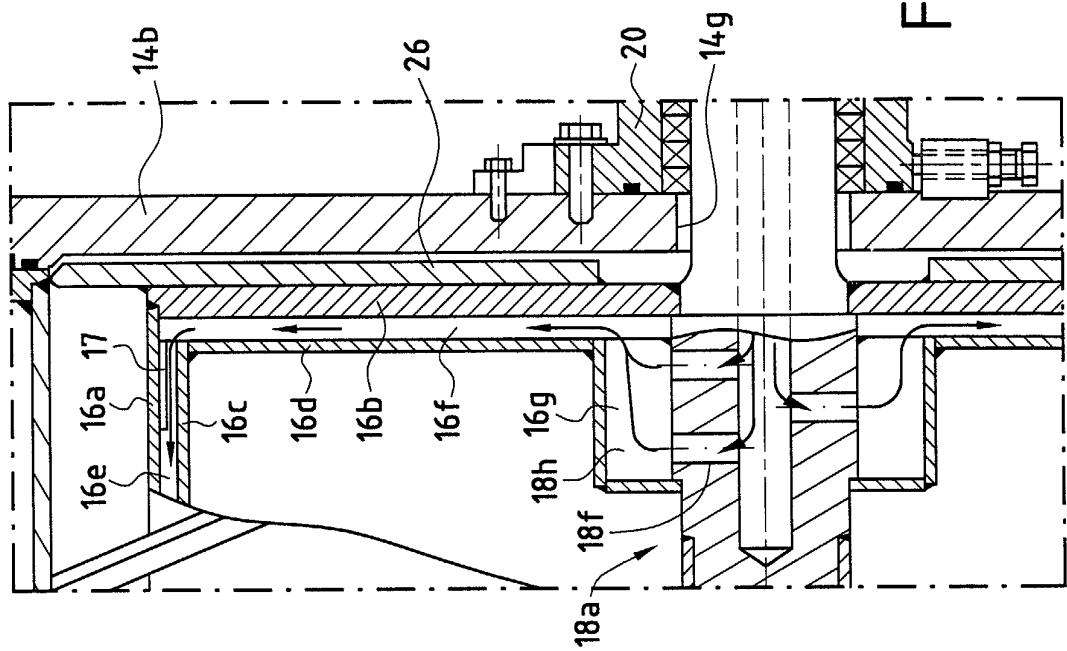
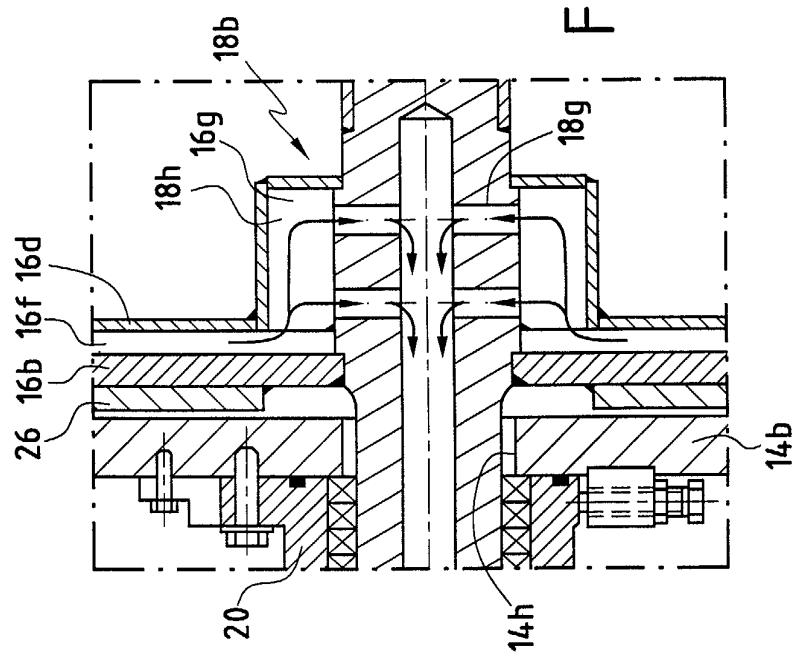


FIG. 1B



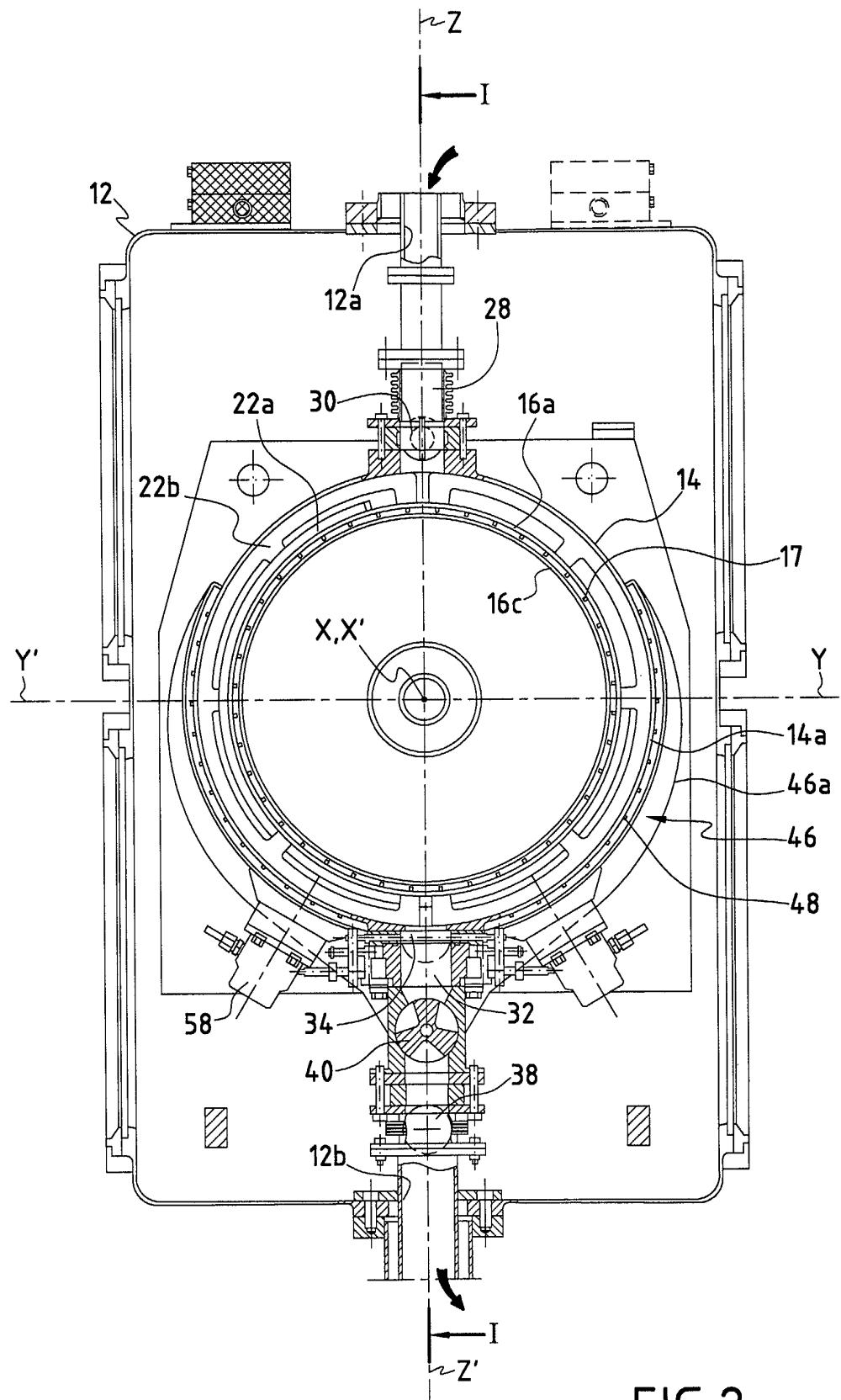


FIG.2

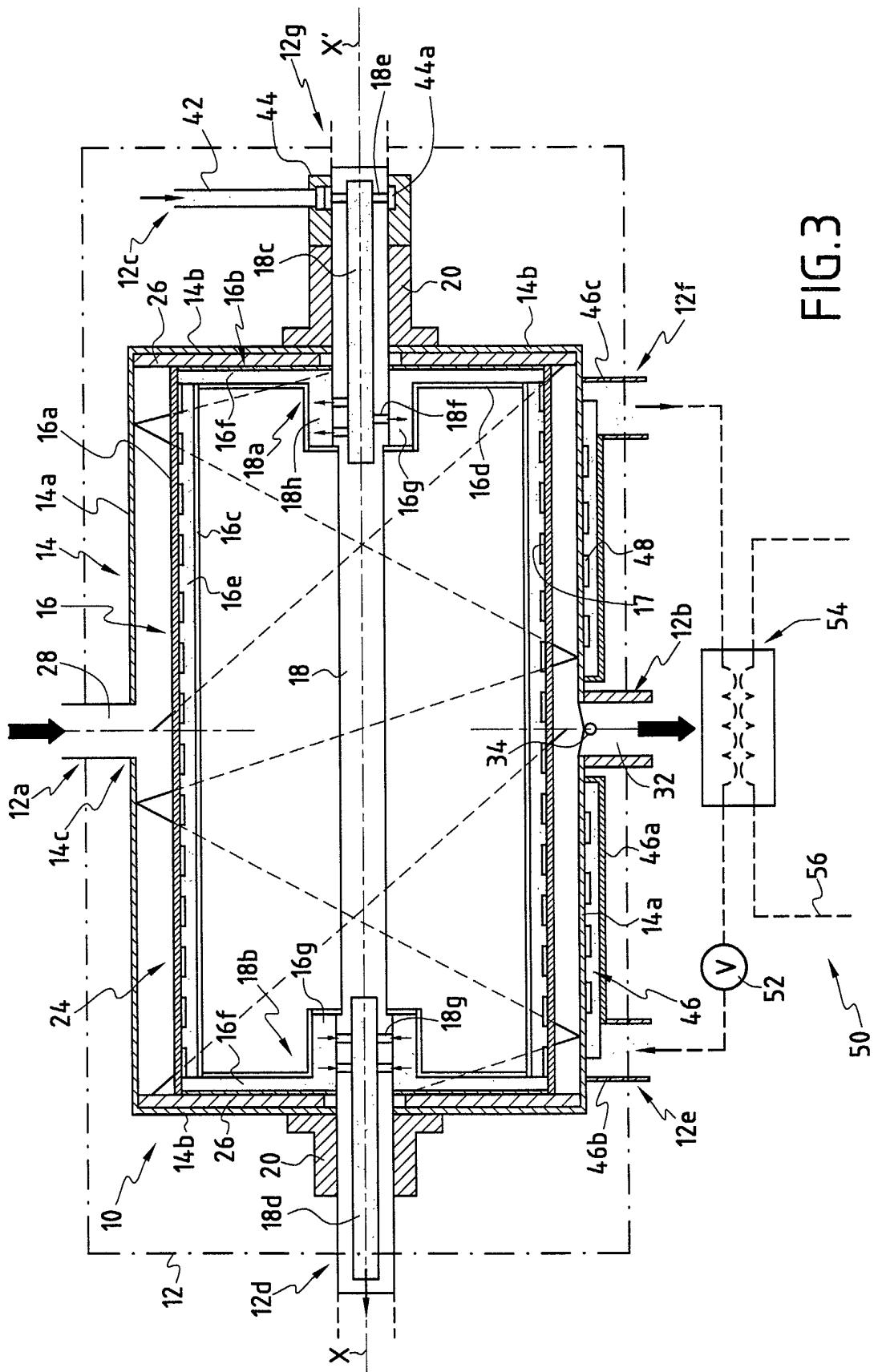


FIG. 3



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 02 29 1785

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 01, 30 janvier 1998 (1998-01-30) & JP 09 239253 A (FUJI PHOTO FILM CO LTD), 16 septembre 1997 (1997-09-16) * abrégé *	1-10, 18, 19, 21	B01F15/06 B01F7/02 B01F7/12
Y	FR 2 094 283 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE) 4 février 1972 (1972-02-04) * revendications; figure *	1-10, 18, 19, 21	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 09, 30 juillet 1999 (1999-07-30) & JP 11 109089 A (KAKUNENRYO CYCLE KAIHATSU KIKO), 23 avril 1999 (1999-04-23) * abrégé; figures *	1, 3-10, 13, 14, 21	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 09, 30 juillet 1999 (1999-07-30) & JP 11 109088 A (KAKUNENRYO CYCLE KAIHATSU KIKO), 23 avril 1999 (1999-04-23) * abrégé; figures *	1, 4-10, 13, 14, 21	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7) B01F
A	FR 2 792 544 A (COGEMA) 27 octobre 2000 (2000-10-27) * figures 2, 3 *	1, 11-17, 20, 21	
A	US 3 672 642 A (BEISSWENGER HEINRICH) 27 juin 1972 (1972-06-27) * revendications; figures *	1, 21	
		-/-	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur	
LA HAYE	7 octobre 2002	Belibel, C	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
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			



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 02 29 1785

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 004, no. 065 (C-010), 16 mai 1980 (1980-05-16) & JP 55 031476 A (FUJI PAUDARU KK), 5 mars 1980 (1980-03-05) * abrégé; figures *	1,3	
DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)			
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur	
LA HAYE	7 octobre 2002	Belibe1, C	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
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 EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 02 29 1785

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

07-10-2002

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
JP 09239253	A	16-09-1997	AUCUN		
FR 2094283	A	04-02-1972	FR BE DE	2094283 A5 768568 A1 7123298 U	04-02-1972 03-11-1971 25-11-1971
JP 11109089	A	23-04-1999	JP	3083276 B2	04-09-2000
JP 11109088	A	23-04-1999	JP	3053600 B2	19-06-2000
FR 2792544	A	27-10-2000	FR BE GB JP US	2792544 A1 1013312 A3 2351242 A 2000325769 A 6450680 B1	27-10-2000 06-11-2001 27-12-2000 28-11-2000 17-09-2002
US 3672642	A	27-06-1972	DE BE FR GB	1801414 A1 739861 A 2019978 A5 1280864 A	21-05-1970 16-03-1970 10-07-1970 05-07-1972
JP 55031476	A	05-03-1980	JP JP	1209800 C 58039568 B	29-05-1984 31-08-1983