

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

11 N° de publication : 2 950 315

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

21 N° d'enregistrement national : 09 56618

51 Int Cl<sup>8</sup> : B 63 B 21/50 (2006.01), B 63 B 35/44, F 16 C 19/34

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 24.09.09.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 25.03.11 Bulletin 11/12.

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

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71 Demandeur(s) : TECHNIP FRANCE Société par actions simplifiée — FR.

72 Inventeur(s) : DECHIRON CYRILLE, ESPINASSE PHILIPPE FRANCOIS et CAHAY MARC.

73 Titulaire(s) : TECHNIP FRANCE Société par actions simplifiée.

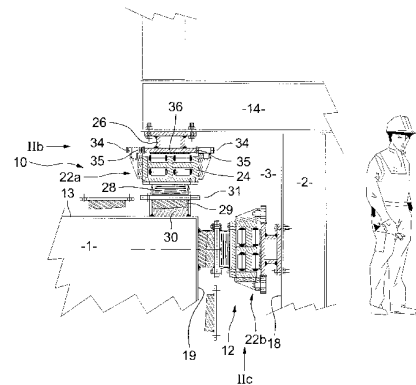
74 Mandataire(s) : CABINET WEINSTEIN.

54 INSTALLATION NOTAMMENT POUR LA PRODUCTION ET LE TRAITEMENT DE FLUIDES COMPRENANT UNE UNITE FLOTTANTE POURVUE D'UN SYSTEME D'AMARRAGE ROTATIF A POINT UNIQUE PAR L'INTERMEDIAIRE D'UNE TOURELLE MONTÉE EN PIVOT DANS UN Puits DE L'UNITE FLOTTANTE.

57 L'invention concerne une installation notamment pour la production, le stockage et le traitement de fluides, du type comprenant une unité flottante (1), pourvu d'un système d'amarrage rotatif à point unique par l'intermédiaire d'une tourelle (2) montée en pivot dans un puits de l'unité flottante et amarrée sur le fond marin, le système d'amarrage comprenant des dispositifs de guidage (10,12) de la tourelle (2) dans le puits (3), qui comporte des éléments de rotation disposés entre des pistes de roulements de la tourelle et de l'unité flottante.

L'installation est caractérisée en ce que les éléments de rotation sont des éléments rigides (22a, 22b) qui sont arrangés en forme d'une couronne et répartis régulièrement autour de l'axe du puits et en ce que les moyens d'absorption des déformations sont associés aux éléments de rotation et interposés entre ceux-ci et la tourelle ou l'unité flottante.

L'installation est utilisable dans le domaine des installations offshore de production de pétrole ou de gaz.



FR 2 950 315 - A1



L'invention concerne une installation notamment pour la production, le stockage et le traitement de fluides, tel que du pétrole, du type comprenant une unité flottante telle qu'un bateau, pourvu d'un système d'amarrage rotatif à point unique par l'intermédiaire d'une tourelle montée en pivot dans une ouverture en forme d'un puits traversant intégralement verticalement la coque de l'unité flottante, amarrée sur le fond marin et traversé par une multitude de conduits de transfert de fluide du fond marin à des équipements prévus sur l'unité flottante, le système d'amarrage comprenant des dispositifs de guidage de la tourelle dans le puits, qui comporte des éléments de rotation disposés entre des pistes de roulement de la tourelle et de l'unité flottante, et des moyens d'absorption des déformations notamment de l'unité flottante.

L'invention concerne particulièrement les unités flottantes pourvues de tourelles d'un grand diamètre. En effet, pour une extraction et une exploitation optimales des champs pétroliers et de gaz sur le fond marin, notamment en grande profondeur, des unités flottantes à tourelle d'un grand diamètre sont nécessaires pour permettre le passage du grand nombre de conduits de transfert qui relie les nombreuses têtes de puits au fond marin aux équipements de l'unité flottante et qui doivent passer par la tourelle, en premier lieu le système rotatif de transfert des fluides ou joint tournant multi-fluides et multi-passages.

Dans ces conditions les agencements de guidage de la tourelle tournant dans le puits de l'unité flottante doivent supporter de très fortes charges, telles que les charges d'ancrage statiques et dynamiques, les charges transmises par les conduites de transfert, les charges statiques résultant des poids de la tourelle et des équipements embarqués, notamment le joint tournant, ainsi que des charges dynamiques dues à la masse de la tourelle tournante, et de ses équipements, soumis à des

accélération produites par les mouvements de l'unité flottante notamment sous l'effet des vagues et du vent.

Les systèmes d'amarrage à point unique et tourelle, actuellement connus, ne sont pas satisfaisants, notamment en termes de répartition homogène des charges et de déformation admissible. Les éléments extérieurs, provoquent des déformations non négligeables de la coque de l'unité flottante. La plupart des systèmes d'amarrage ont donc pour objectif de rendre les fondations des dispositifs de roulement indépendantes des déformations du bateau, par des aménagements structuraux en acier complexes et monumentaux et éventuellement de dispositifs élastomériques coûteux, la fondation devant présenter une précision de fabrication très contraignante, voir impossible pour les chantiers navales.

L'invention a pour but de proposer une solution au problème des systèmes d'amarrage, qui pallient les inconvénients des solutions connues.

Pour atteindre ce but, l'invention est caractérisée en ce que les éléments de rotation sont des éléments rigides qui sont arrangés en forme d'une couronne et répartis régulièrement autour de l'axe du puits et en ce que les moyens d'absorption des déformations sont associés aux éléments de rotation et interposés entre ceux-ci et la tourelle ou l'unité flottante. Les éléments de roulement sont remplaçables par partie.

Selon une caractéristique de l'invention, l'installation est caractérisée en ce que les moyens d'absorption des déformations sont interposés entre les éléments de rotation et l'unité flottante.

Selon une autre caractéristique, l'installation est caractérisée en ce que les éléments de rotation sont agencés sous forme de modules à recirculation de rouleaux et forment une couronne dans laquelle les modules se succèdent dans la direction périphérique de la tourelle.

Selon une autre caractéristique, l'installation est caractérisée en ce que les modules à recirculation de

rouleaux sont fixés sur la tourelle et fixés sur le bateau par interposition d'appuis de rotulage avantageusement en élastomère fretté.

5 Selon une autre caractéristique, l'installation est caractérisée en ce que les dispositifs de guidage comportent une butée axiale comprenant des modules à recirculation de rouleaux coniques de guidage de révolution axiale.

10 Selon une autre caractéristique, l'installation est caractérisée en ce que les dispositifs de guidage comportent un palier radial pourvu de modules à recirculation rouleaux de guidage de révolution radiale pour permettre le mouvement sur une piste de roulement cylindrique solidaire de la surface extérieure de la  
15 tourelle.

20 Selon une autre caractéristique, l'installation est caractérisée en ce que les dispositifs de guidage comporte un anneau qui est monté flottant sur la structure du bateau autour de l'axe de la tourelle et en ce que les éléments de rotation sont interposés entre la surface extérieure cylindrique de la tourelle et l'anneau.

25 Selon une autre caractéristique, l'installation est caractérisée en ce que l'anneau est relié à la structure du bateau par une articulation en forme d'une rotule, avec glissement vertical, et comporte à l'endroit diamétralement opposé à l'articulation des moyens d'arrêt en rotation de l'anneau.

30 Selon une autre caractéristique, l'installation est caractérisée en ce que le moyen d'arrêt en rotation sont réalisés sous forme de blocs en élastomère fretté.

Selon une autre caractéristique, l'installation est caractérisée en ce que l'anneau prend appui en une pluralité de points sur la structure du bateau.

35 Selon une autre caractéristique, l'installation est caractérisée en ce que les appuis sont réalisés sous forme de bloc en élastomère fretté.

Selon une autre caractéristique, l'installation est caractérisée en ce que les moyens d'arrêt et les points d'appui sont réalisés sous forme de patins rotulants et glissants.

5           Selon une autre caractéristique, l'installation est caractérisée en ce que l'anneau est réalisé sous forme d'un anneau souple et déformable, configuré pour assurer une application pressée des éléments de rotation contre la surface extérieure cylindrique de la tourelle.

10           Selon une autre caractéristique, l'installation est caractérisée en ce que l'anneau comprend un dispositif de barres de traction articulées les unes aux autres, autour de l'axe du puits, et destiné à maintenir un dispositif d'application des éléments de rotation contre la surface  
15           cylindrique extérieure de la tourelle.

            Selon une autre caractéristique, l'installation est caractérisée en ce que le dispositif d'application des éléments rotatifs est en forme d'une chaîne circulaire.

20           Selon une autre caractéristique, l'installation est caractérisée en ce que le dispositif d'application des éléments de rotation contre la surface extérieure cylindrique de la tourelle comporte une pluralité de palonniers disposés autour de l'axe du puits et articulés au dispositif annulaire des bras de traction.

25           Selon une autre caractéristique, l'installation est caractérisée en ce que les éléments de rotation sont des galets ou boggies, qui sont en contact de roulement avec la tourelle et fixés par l'intermédiaire de supports sur l'anneau.

30           Selon une autre caractéristique, l'installation est caractérisée en ce que les éléments de rotation sont des billes ou rouleaux disposés entre des rails de guidage solidaires respectivement de la tourelle et de l'anneau.

35           L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, caractéristiques, détails et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement dans la description explicative qui va suivre faite en référence aux dessins

schématiques annexés donnés uniquement à titre d'exemple illustrant plusieurs modes de réalisation de l'invention et dans lesquels :

5 - la figure 1 est une vue schématique d'une unité flottante pourvue d'un système à amarrage rotatif à point unique par l'intermédiaire d'une tourelle amarrée au sol marin ;

10 - la figure 2A est une vue avec arrachement des dispositifs de guidage de la tourelle dans le puits de l'unité flottante ;

- la figure 2B est une vue en direction de la flèche IIB de la figure 2A et montre la butée axiale ;

15 - la figure 2C est une vue en direction de la flèche IIC de la figure 2A et montre une partie du palier radial ;

- la figure 2D est une vue sur un module de recirculation de rouleaux de la butée axiale ;

20 - la figure 2E est une vue similaire à la figure 2B mais montre en plus des vérins permettant le remplacement des modules à recirculation de rouleaux ;

- la figure 2F est une vue similaire à la figure 2A mais ne montre que la butée axiale dans le cas de déformation de la direction de cisaillement ;

25 - les figures 3A et 3B sont des vues similaires respectivement des figures 2A et 2C, mais montrent une autre version de réalisation d'un palier radial ;

30 - les figures 4A et 4B sont des vues respectivement de dessus et en coupe verticale d'un autre mode de réalisation des dispositifs de guidage de la tourelle dont la particularité réside dans l'utilisation d'un anneau relativement rigide et « flottant » ;

- les figures 4C et 4D sont des vues de dessus et latérale de l'anneau rigide flottant de la figure 4B ;

35 - les figures 5 et 6 montrent deux autres réalisations du dispositif de guidage de la tourelle dans l'unité flottante, pourvu d'un anneau d'absorption des déformations de l'unité flottante ;

- la figure 7A illustre l'articulation de l'anneau au bateau à l'aide d'une rotule à glissement ;

- la figure 7B illustre un patin rotulant et glissant à interposer entre l'anneau et le bateau ;

5       - les figures 8A, 8B et 9A et 9B ainsi que 10 illustrent trois autres modes de réalisation des éléments de rotation susceptibles d'être interposés entre l'anneau et la tourelle.

10       L'invention concerne une installation telle que représentée à la figure 1. Cette installation comprend essentiellement une unité flottante 1 de production, de stockage et de déchargement d'un fluide tel que du pétrole ou du gaz, qui est amarrée par un système d'amarrage rotatif à point d'amarrage unique, par  
15       l'intermédiaire d'une tourelle 2 qui est montée en pivot dans une ouverture en forme d'un puits 3 traversant verticalement entièrement l'unité flottante. La tourelle est amarrée au fond marin 4 par des câbles, de chaînes ou tout autre moyen approprié 5, dont l'autre extrémité est  
20       fixée à la base 6 de la tourelle. La figure montre deux conduites 7 de transfert du fluide parmi le grand nombre prévu pour une exploitation optimale des champs pétroliers ou de gaz. Les extrémités inférieures de ces conduites vont vers des têtes de puits non représentés  
25       tandis que la partie supérieure des conduites passent à travers la tourelle 2 pour transporter le fluide via le système rotatif de transfert de fluide 9 aux différents équipements schématiquement représentés par la référence 8 de l'unité flottante.

30       La tourelle 2 est guidée dans le puits 3 par des agencements de guidage qui comportent un dispositif de butée axiale et un palier radial, dont les configurations constituent l'objectif essentiel de l'invention.

35       Les figures 2A à 2F illustrent un premier mode de réalisation d'une butée axiale notée 10 et d'un palier radial noté 12. La butée axiale 10 est interposée entre un plateau supérieur horizontal 14 de la tourelle 2 et la

zone du pont 13 du bateau 1, autour du bord du puits 3. Le palier radial 12 est disposé entre la surface périphérique extérieure 18 de la tourelle 2 et la surface 19 du bateau, qui délimite le puits 3, à proximité du pont 13. Le personnage est représenté sur la figure 2A pour donner une idée des dimensions des composants constitutifs de la butée et du palier.

Les figures montrent qu'aussi bien la butée axiale 10 que le palier 12 sont basés sur l'utilisation de modules à recirculation de rouleaux. Ces modules, associés dans le cadre de l'invention à des interfaces spécifiques apportent une solution très efficace au problème du transfert de fortes charges entre la tourelle et le bateau. Ces modules sont connus en soi et utilisés, de façon générale, pour le déplacement de fortes charges.

Comme on le voit sur les figures 2B et 2C, une succession de tels modules désignés par la référence 22 est disposée sous forme d'une couronne autour du bord du puits dans la butée axiale (figure 2B) et autour de la tourelle (figure 2C). Chaque module comporte un grand nombre d'éléments roulants par exemple de rouleaux cylindriques ou coniques qui sont reliés à leurs extrémités à des chaînes de façon à pouvoir se déplacer autour d'une plaque de soutènement en provoquant ainsi une recirculation intégrée. Une fois arrivé à la fin de la plaque de soutènement, le dernier rouleau escamoté est acheminé par la traction des éléments de maillon de chaîne jusqu'à l'avant de la plaque où il fait demi-tour et se retrouve introduit de nouveau entre la piste et la plaque.

L'utilisation de tels modules à recirculation de rouleaux recyclés présentent les avantages que les éléments indépendants sont peu volumineux et légers relativement à la charge qu'ils supportent, en comparaison à des roues et boggies par exemple et sont ainsi notamment plus aisément remplaçables. Ils permettent de bien distribuer la charge sur de très



nombreux petits rouleaux aussi petits que nécessaire. Ainsi la structure de fondation peut présenter une résistance homogène et supporter cette charge quasi continue. Les petits rouleaux sont néanmoins regroupés en modules afin de ne pas multiplier les composants. La segmentation de la butée ou du palier, issue de la juxtaposition des modules permet de ne pas rendre obligatoire une fondation rigide ou indéformable, les modules ayant une mobilité relative autorisée par rapport aux modules suivants et précédents.

Il est avantageux de placer la piste de roulement, tant de la butée axiale que du palier radial, côté tourelle ancrée qui se déforme peu et les modules segmentés côté navire qui est sujet à des déformations. Avantageusement, la piste de roulement est segmentée afin de faciliter le remplacement des segments de piste usés.

Les agencements proposés sont suffisamment compacts, de part la taille réduite des modules, comparativement aux solutions connues à galets, pour permettre d'isoler les pistes et les groupes de modules du milieu environnant en créant une enceinte confinée relativement étanche (non représentée sur les figures), limitant l'exposition aux agents extérieurs agressifs (notamment poussières pollution, embruns, obstacles mécaniques, ...) et permettant avantageusement de créer un environnement propice à la durabilité du système (air lubrifié ou lubrifiant type huile ou graisse haute pression, ...).

Les modules à recirculation de rouleaux qui sont utilisés dans la butée axiale et le palier radial sont similaires, mais adaptés aux déplacements que les rouleaux doivent faire, qui sont différents dans les deux cas. Leur association forme une sorte de couronne à rouleaux modulaire.

Dans la butée axiale, les modules sont adaptés au guidage des charges dans un plan sur un chemin circulaire situé dans ce même plan, autour de l'axe du puits. C'est

donc un module de guidage de révolution axiale, pour la rotation à rayon fixe sous charges axiales que l'on utilise. Dans ce module les rouleaux peuvent ne pas être cylindriques mais avantageusement coniques, leur conicité étant adaptée au rayon de giration et les génératrices étant concurrentes à un point central 33 sur l'axe du puits. Le module de guidage de révolution axial porte la référence 22a.

La plaque de soutènement est plane, mais sa découpe n'est pas rectangulaire. Elle décrit un arc dont le rayon est également celui de la giration de la charge déplacée.

Le module est présenté monté sur le puit et la piste sur la tourelle, mais la réalisation de la disposition inversée, module sur tourelle et piste sur puit, est possible.

Avantageusement, les modules axiaux peuvent être montés sur un dispositif de vérins hydrauliques que l'on détaillera plus en détail en référence à la figure 3A.

Le module à recirculation qui est utilisé dans le palier radial nécessite l'utilisation d'un module de guidage de révolution radial concave pour permettre le mouvement sur la surface cylindrique extérieure de la tourelle. Le module porte la référence 22b. La plaque de ce module est concave, ce qui ressort clairement de la figure 2C. Cet arrangement nécessite la présence de la piste cylindrique en regard du module pour plaquer les rouleaux du côté de la tourelle. Mais un module convexe peut aussi être monté sur la tourelle, en regard d'une piste convexe liée au puits.

Afin d'améliorer le comportement sous charge, à savoir l'acceptation des déformées structurels, et de réduire les contraintes de précision à la fabrication des fondations et de la surface de la tourelle, il est avantageux d'interposer des dispositifs de calage tels que des cales multiples, des cales en forme de coins ou analogue et/ou des patins élastomériques plans ou

rotulés, afin de pouvoir régler le jeu au montage et d'accommoder les petits déplacements relatifs.

Les couronnes à rouleaux modulaires ainsi constituées présentent encore l'avantage qu'un changement  
5 pourrait être effectué simplement en soulageant localement le module à sortir,

Les différentes mesures qui viennent d'être énoncées seront décrites plus en détail, à titre d'exemple, en se référant aux figures 2A à 2F. Comme cela  
10 est indiqué à la figure 2A, la butée axiale doit pouvoir absorber un déplacement vertical de l'ordre de +/- 10 mm et le palier radial une excursion de l'ordre de +/- 20 mm, par exemple.

A cette fin les modules axiaux 22a à rouleaux  
15 coniques 24 sont montés du côté du pont du bateau contre un rail circulaire 26 formé par un profilé en H, qui est fixé sur la face interne de la plateforme 14 de la tourelle. Avantageusement, ce rail circulaire 26 est constitué de plusieurs segments pour faciliter le  
20 remplacement éventuel de l'un d'eux en cas d'usure. Du côté du bateau, une interface est disposée entre chaque module et la surface du bateau, qui comporte essentiellement une pièce d'appui de rotulage et de cisaillement 28, avantageusement en élastomère fretté, et  
25 un appui rigide formé par deux cales coniques 29, 30, avec interposition de plans de fixation 31. La cale 30 est fixée au bateau tandis que la cale 29 est déplaçable avec son plan de fixation propre, pour assurer un réglage approprié de la hauteur du dispositif de cale 29, 30.

30 Le montage des modules 22b du palier radial 12 se fait essentiellement de la même manière, du côté de la surface extérieure cylindrique 18 de la tourelle par l'intermédiaire d'un rail rigide 26 en forme d'un profilé en H et, côté du bateau par l'intermédiaire d'une  
35 interface comprenant un appui rotulant et cisailant en élastomère fretté 28, un plan de fixation 31 et un dispositif de cale 29, 30.

Les appuis élastomériques 28 assurent le transfert de la charge tout en autorisant le déplacement transversal avec un très faible niveau de résistance par cisaillement des couches élastomères, comme l'illustre la figure 2F.

Les blocs en élastomère 28 assurent aussi par pincement ou par la configuration des frettes le rotulage de l'appui du module, se conformant ainsi aux rotations relatives des faces 13 et 14 en regard l'une de l'autre.

La figure 2E illustre un des moyens envisageable permettant le remplacement d'un ensemble formé par un module et son interface. Dans l'exemple représenté, les moyens comportent deux vérins 45 que l'on place de part et d'autre de l'ensemble pour provoquer un écartement suffisant des surfaces d'appui afin de pouvoir sortir cet ensemble. Pour la continuité du fonctionnement de la couronne modulaire, la tête de tige de vérin est équipée d'un patin glissant 46, qui peut aussi être un ou plusieurs galets ou un module à recirculation de rouleaux.

Une autre possibilité de la réalisation de l'interface d'appui du module qui accomode les éloignement ou rapprochement relatifs des surfaces 13 et 14 et qui permet en plus un remplacement aisé du module de la butée axiale est représentée à la figure 3A. Dans ce cas, chacun des modules est monté sur un vérin hydraulique 45 à la place de cales 29, 30.

Pour le remplacement, il suffira alors de rétracter le vérin pour libérer le module de toute charge. Il peut aussi être envisagé de simplement compresser l'interface fretté 28, afin de provoquer un écartement suffisant des surfaces d'appui.

Selon encore une variante avantageuse de réalisation, les chambres hydrauliques de chacun des vérins des modules sont reliées communicantes. De la sorte la charge s'appliquant sur les modules à recirculation de rouleaux axiaux est répartie de façon

homogène sur chacun des modules à recirculation de rouleaux, notamment dans le cas d'un effort purement axial s'exerçant sur la butée axiale.

Selon encore une alternative avantageuse, les  
5 modules à recirculation de rouleaux peuvent être regroupés pour former au moins deux ensembles de modules à recirculation de rouleaux, et avantageusement trois ensembles de modules à recirculation de rouleaux. Comme précédemment, chacun des modules à recirculation de  
10 rouleaux est alors monté sur un vérin hydraulique. De plus, les chambres hydrauliques des vérins des modules à recirculation de rouleaux formant un ensemble de modules sont reliées. De la sorte, chacun des ensembles de modules subit une charge isostatique, notamment dans le  
15 cas ou un moment de basculement peut venir s'ajouter à l'effort axial. La charge est alors répartie de façon homogène sur chacun des modules d'un ensemble de modules.

Pour éviter un déplacement transversal, donc perpendiculaire à la direction des efforts et à celle du  
20 déplacement, l'invention propose avantageusement d'assurer le non-déplacement des rouleaux relativement à leur piste grâce à des galets de guidage latéraux 34 qui sont montés rotatifs sur le module, un galet sur chaque côté latéral et roulant en contact sur les deux faces  
25 latérales 35 de la branche 36 du rail 26, qui est adjacente au module. Pour une plus grande facilité de montage, les galets 34 sont avantageusement montés sur des axes excentrés afin de régler facilement le jeu à son minimum requis et ainsi préserver au maximum les galets  
30 de déplacement intempestifs transversaux lorsque le puits s'ovalise. Pour les modules radiaux, les galets à axes excentriques compensent également le poids du module qui sinon, cisailerait l'appui d'élastomère fretté.

Il est à noter que dans le cas de la charge axiale,  
35 c'est-à-dire dans la direction verticale, il n'existe habituellement pas d'inversion des efforts. On peut considérer que le montage est d'une certaine manière

précontraint durant toute la durée de service de l'installation, et, sous réserve de disposer une souplesse structurelle adéquate, le montage suivra sans choc les déformations résiduelles de la structure au  
5 niveau de la surface d'appui axiale.

Par contre, dans le cas des modules radiaux, on peut avoir des inversions d'effort et des déformations non négligeables de la structure porteuse dans la même direction, c'est-à-dire une ovalisation alternative en  
10 rétrécissement puis en allongement du puits et un jeu mécanique.

Les figures 3A et 3B montrent aussi un mode de réalisation du palier radial 12 qui permet l'absorption des déformations importantes, grâce à une interface  
15 particulière entre les modules 22b et la surface du bateau. Cette interface comporte un bloc de rotulage en élastomère fretté 38 dont les plaques internes 39 sont légèrement cintrées dans la direction verticale, comme on le voit sur la figure 3A.

Sur la figure 3A, le bloc 38 est en appui contre un  
20 élément de ressort 42 qui est disposé dans une cavité 43 pratiquée dans la face du puits. Ce ressort peut être un ressort hydraulique ou mécanique ou tout autre approprié. La face arrière du module 22b est en appui contre le bloc  
25 de rotulage 38 sur la face arrière duquel agit le ressort 42.

Cette disposition de ressort peut être retenue aussi pour la butée axiale.

Dans l'exemple représenté, en figure 3B, deux  
30 vérins hydrauliques 41 sont disposés de part et d'autre du bloc 38 dont les tiges portent à leurs extrémités des chapeaux 41 qui viennent en appui sur le bloc pour être en mesure de le repousser contre le ressort 42. Il est ainsi possible de libérer le module en actionnant le  
35 vérin.

Dans les butées axiales et les paliers radiaux, qui viennent d'être décrits en se référant aux figures 2 et

3, les modules sont montés directement sur la tourelle qui constitue l'organe qui subit moins de déformation que le bateau et le bateau qui est soumis à des déformations relativement importantes.

5 Les figures 4A à 4E illustrent un autre mode de réalisation des moyens pouvant absorber des déformations non négligeables et qui assurent la rotondité de la piste et en même temps celle de la tourelle qui supporte les modules radiaux à recirculation de rouleaux.

10 Cette solution est rendue possible par l'interposition entre le bord du puits dans le bateau et la tourelle d'un anneau rigide indépendant 50. En figure 4D, cet anneau 50 non infiniment rigide, peut aussi se concevoir avec un dispositif de réglage de la longueur  
15 par moitié (comme les index 73 représentés en figure 5), ce qui permet de presser les modules radiaux sur la tourelle pour l'ajuster en périmètre et supprimer le jeu radial.

Cet anneau est monté pivotant sur un axe 52 du  
20 navire qui est configuré pour accomplir la fonction d'une rotule glissante verticalement, comme le montre la figure 7A. Dans l'exemple représenté, l'axe 52 est axialement coulissant dans une pièce annulaire à surface extérieure sphérique 80 engagée dans un coussinet concave  
25 complémentaire 81, les pièces 80 et 81 accomplissant la fonction d'une rotule. Cette rotule représentée métallique dans l'exemple (pouvant être en bronze et acier ou autre couple de matériaux à coefficient de frottement maîtrisé) peut aussi être constituée en  
30 élastomère fretté et assurer ainsi la rotation par distorsion ou pincement et libérer la translation par cisaillement le long de l'axe vertical.

Le pivot est ainsi adapté pour reprendre les efforts radiaux maximum de l'installation par exemple  
35 produits lors d'une tempête. Pour la réception de l'axe de pivotement 52, l'anneau comporte une excroissance radiale vers l'extérieur appropriée 53. Diamétralement

opposé à l'axe rotulant-glissant 52, l'anneau comporte une patte s'étendant radialement vers l'extérieur 55 qui coopère avec deux appuis 57, 58 disposés de part et d'autre de la patte et qui constituent des appuis d'arrêt  
5 en rotation. Les appuis 57, 58 possèdent un degré de liberté dans la direction de l'axe 52-55, ou au moins une certaine élasticité. Ainsi l'anneau est pris en sandwich, dans sa partie radialement opposée au pivot 52 entre les deux appuis, par exemple en élastomère 57, 58, qui  
10 laissent l'anneau libre de garder sa forme circulaire alors que le puits 3 dans le bateau se déforme dans le sens de l'allongement ou de rétrécissement radial.

L'anneau repose en outre sur trois appuis 60 avantageusement en élastomère fretté apte à suivre les  
15 déplacements de l'anneau dans son plan et à accepter une légère inclinaison par pincement. Ces appuis sont régulièrement répartis autour de l'anneau, un appui étant situé au niveau de la patte 55. On pourrait également utiliser à cette fin des appuis à patins rotulés  
20 perpendiculairement au plan horizontal et glissants dans ce même plan horizontal. Un tel patin rotulant glissant 60 peut comporter, comme le montre la figure 7B, une pièce plane 82 qui est solidaire de la structure du bateau, une pièce 83 dont la surface extérieure est  
25 sphériquement bombée et une pièce de coussinet 84 complémentaire qui est solidaire de l'anneau 50. La pièce de rotule 83 est glissante dans la direction de la double flèche sur le bateau et permet, en coopérant avec le coussinet 84 un mouvement rotulant de l'anneau.  
30 L'avantage des appuis 60 est qu'ils accommodent également très bien les rotations très faibles engendrées par la déformation verticale de la structure du bateau.

Les appuis glissants et simultanément rotulants peuvent également être choisis pour les butées  
35 directionnelles 57 et 58.

On peut indifféremment choisir entre un placement des trois appuis avec deux appuis plutôt du côté de la



rotule 52 si on veut limiter le déplacement parasite en rotation dans le plan à cet endroit, où au contraire, un placement de deux appuis plutôt du côté de l'arrêt en rotation 55, 57, 58 et, le cas échéant, un appui très près de la rotule 52 si bien qu'il n'y a quasiment plus de déplacement axial pour celle-ci. La disposition des deux appuis côté arrêt doit avoir la préférence si l'anneau supporte aussi les efforts axiaux, car dans ce cas les mouvements verticaux peuvent être nettement majorés. On peut aussi se placer sur un principe hyperstatique si les efforts sont très élevés et multipliés à loisir les appuis « glissant/cisailant » axiaux.

L'invention propose un autre mode de réalisation de l'anneau. A la place de l'anneau rigide 50, ce mode de réalisation est fondé sur l'utilisation d'un anneau souple. Le mode comporte par exemple une sangle ou une tôle relativement épaisse et cintrée ou encore un ensemble d'éléments successifs rigides mais articulés les uns aux autres, comme dans le principe d'une chaîne. La figure 5 montre un arrangement du type à chaîne. Celle-ci est désignée par la référence 65. Elle entoure coaxialement l'axe de la tourelle 2. Les modules à recirculation de rouleau 22b sont interposés entre des éléments 67 de la chaîne et la face périphérique de la tourelle. La chaîne est maintenue par quatre barres de traction 69 qui sont articulées les unes aux autres à l'aide de pièces de renvoi d'angle 71 en formant ainsi une structure en forme de cadre encerclant l'anneau souple qui est relié au bateau par un pivot glissant en forme de rotule du type du pivot 52. Ce pivot est reçu par une des quatre pièces d'angle 71. La pièce d'angle 71 diamétralement opposée comporte une patte ayant la fonction de la patte 55 de l'anneau rigide 50 et, prise en sandwich entre deux appuis d'arrêt en rotation désignés par les références 57 et 58 des appuis d'arrêt de l'anneau 50. La chaîne est pourvue de deux éléments 73 de réglage de la demi-longueur de la chaîne, pour ajuster

le périmètre et supprimer tout jeu radial, qui sont disposés de part et d'autre de la pièce de renvoi 71, qui porte la patte d'arrêt en rotation 52.

5 La tourelle présente une forme tubulaire dont la rotundité en charge est assurée par une pluralité de rayons 77 disposés entre un moyeu central 78 et le corps annulaire de la tourelle. Une réalisation de type diaphragme est également possible pour réaliser cette fonction (non représentée).

10 La possibilité de pouvoir tendre le système à l'aide des éléments de serrage 73 permet de prévoir une précontrainte raisonnable, sans pour autant exiger une précision trop élevée de réalisation tant en dimensions qu'en géométrie de la tourelle. Ceci constitue un  
15 avantage décisif en termes de coût de réalisation de la fonction de découplage entre la structure du bateau et la structure porteuse du système de palier, notamment de paliers radiaux.

La figure 6 représente un autre mode de réalisation  
20 de l'anneau, qui est basé sur le principe de l'utilisation de barre de tension ou traction 69 articulés les uns aux autres par des pièces de renvoi 71 du mode de réalisation selon la figure 5. Conformément à la figure 5, les modules à recirculation de rouleaux 22b  
25 qui cependant pourraient être remplacés par autres éléments rotatifs sont pressés contre la surface extérieure périphérique de la tourelle par des palonniers 80 qui sont articulés aux pièces de renvoi 71.

Bien entendu des multiples modifications peuvent  
30 être apportées à l'invention telle que décrite par plusieurs modes de réalisation. Dans les modes de réalisation utilisant les anneaux rigides et souples, les modules à recirculation de rouleaux peuvent être remplacés par tout autre élément de rotation.

35 Les figures 8A, 8B, 9A, 9B et 10 illustrent à titre d'exemple l'utilisation d'un anneau tel que l'anneau

rigide 50 ou multiarticulé 65 ou palonné 80 avec d'autres éléments de rotation.

Les figures 8A et 8B montrent à titre d'éléments de rotation interposés entre l'anneau 50 et la tourelle 2 des galets 87 qui sont montés sur la surface du puits du bateau, par l'intermédiaire d'un support 88 et sont en contact de roulements sur la surface cylindrique extérieure de la tourelle 2.

Sur les figures 9A et 9B, les éléments de rotation sont formés par des boggies 90. Chaque boggie est en contact de roulements par deux galet au moins, et idéalement quatre galets 91 sur la face cylindrique extérieure de la tourelle, qui sont fixés sur l'anneau par l'intermédiaire d'un bloc en élastomère fretté 92 dont les frettes peuvent au besoin être cintrés parallèlement et, ou perpendiculairement à l'axe de la tourelle.

La figure 10 montre l'utilisation, à titre d'éléments de rotation interposés entre la tourelle et l'anneau, des rouleaux 95. A cette fin, les rouleaux 95 sont rangés sous forme de trois couronnes 96, 97 et 87, qui sont coaxiales à l'axe de la tourelle et espacées dans la direction de cet axe. Chaque couronne 96, 97 de rouleaux 95 à axe horizontal (pour les efforts axiaux) et la couronne 87 de rouleau à axe vertical (pour les efforts radiaux) est disposée en contact de roulements entre deux pistes de roulements 98 et 99, dont l'une est prévue sur une pièce 100 solidaire de la tourelle et l'autre 101 solidaire de l'anneau. Les deux pièces sont en forme de rails circulaire et coaxial à l'axe de la tourelle. Bien entendu on pourrait aussi utiliser des billes ou tout autre petit éléments roulant approprié à la place des rouleaux.

### REVENDICATIONS

1. Installation notamment pour la production, le  
stockage et le traitement de fluides, tel que du pétrole,  
5 du type comprenant une unité flottante (1) tel qu'un  
bateau, pourvu d'un système d'amarrage rotatif à point  
unique par l'intermédiaire d'une tourelle (2) montée en  
pivot dans une ouverture en forme d'un puits (3)  
10 traversant intégralement verticalement la coque de  
l'unité flottante, amarrée sur le fond marin, le système  
d'amarrage comprenant des dispositifs de guidage de la  
tourelle dans le puits, qui comporte des éléments de  
rotation disposés entre des pistes de roulements de la  
15 tourelle et de l'unité flottante, et des moyens  
d'absorption des déformations notamment de l'unité  
flottante, caractérisée en ce que les éléments de  
rotation (24, 45) sont des éléments rigides qui sont  
arrangés en forme d'une couronne et répartis  
20 régulièrement autour de l'axe du puits et en ce que les  
moyens d'absorption des déformations sont associés aux  
éléments de rotation et interposés entre ceux-ci et la  
tourelle (2) ou l'unité flottante (1).

2. Installation selon la revendication 1,  
caractérisée en ce que les moyens d'absorptions des  
25 déformations sont interposés entre les éléments de  
rotation et l'unité flottante.

3. Installation selon l'une des revendications 1 ou  
2, caractérisée en ce que les éléments de rotation sont  
agencés sous forme de modules (22) à recirculation de  
30 rouleaux et forment une couronne dans laquelle les  
modules se succèdent dans la direction périphérique de la  
tourelle.

4. Installation selon la revendication 3,  
caractérisée en ce que les modules à recirculation de  
35 rouleaux (22) sont fixés sur la tourelle (2) et fixés sur  
le bateau (1) par interposition d'appuis de rotulage (28)  
avantageusement en élastomère fretté.

5. Installation selon une des revendications 3 ou 4, caractérisée en ce que les dispositifs de guidage comportent une butée axiale (10) comprenant des modules (22a) à recirculation de rouleaux coniques (24) de guidage de révolution axiale.

6. Installation selon une des revendications 3 à 5, caractérisée en ce que les dispositifs de guidage comportent un palier radial (12) pourvu de modules à recirculation (22b) rouleaux de guidage de révolution radiale pour permettre le mouvement sur une piste de roulement cylindrique solidaire de la surface extérieure de la tourelle.

7. Installation selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que les dispositifs de guidage comporte un anneau (50) qui est monté flottant sur la structure du bateau (1) autour de l'axe de la tourelle (2) et en ce que les éléments de rotation sont interposés entre la surface extérieure cylindrique de la tourelle (2) et l'anneau (50).

8. Installation selon la revendication 7, caractérisée en ce que l'anneau (50) est relié à la structure du bateau par une articulation (52) en forme d'une rotule, avec glissement vertical, et comporte à l'endroit diamétralement opposé à l'articulation des moyens d'arrêt (55, 57, 58) en rotation de l'anneau.

9. Installation selon la revendication 8, caractérisée en ce que le moyen d'arrêt (57, 58) en rotation sont réalisés sous forme de blocs en élastomère fretté.

10. Installation selon l'une des revendications 8 ou 9, caractérisée en ce que l'anneau (50) prend appui en une pluralité de points (60) sur la structure du bateau (4).

11. Installation selon la revendication 10, caractérisée en ce que les appuis (60) sont réalisés sous forme de bloc en élastomère fretté.

12. Installation selon l'une des revendications 9 à 11, caractérisée en ce que les moyens d'arrêt (57, 58, 60) et les points d'appui sont réalisés sous forme de patins rotulants et glissants.

5 13. Installation selon l'une des revendications 7 à 11, caractérisée en ce que l'anneau (50) est réalisé sous forme d'un anneau souple et déformable, configuré pour assurer une application pressée des éléments de rotation contre la surface extérieure cylindrique de la tourelle.

10 14. Installation selon la revendication 13, caractérisée en ce que l'anneau comprend un dispositif de barres de traction (69) articulées les unes aux autres, autour de l'axe du puits (3), et destiné à maintenir un dispositif d'application des éléments de rotation contre  
15 la surface cylindrique extérieure de la tourelle.

15 15. Installation selon la revendication 14 caractérisée en ce que le dispositif d'application des éléments rotatifs est en forme d'une chaîne circulaire (65).

20 16. Installation selon la revendication 14, caractérisée en ce que le dispositif d'application des éléments de rotation contre la surface extérieure cylindrique de la tourelle comporte une pluralité de palonniers (80) disposés autour de l'axe du puits et  
25 articulés au dispositif annulaire des bras de traction.

17. Installation selon l'une des revendications 1 ou 2 et 7 à 16, caractérisée en ce que les éléments de rotation sont des galets ou boggies, qui sont en contact de roulement avec la tourelle et fixés par  
30 l'intermédiaire de supports sur l'anneau.

18. Installation selon l'une des revendications 1 ou 2 et 7 à 16, caractérisée en ce que les éléments de rotation sont des billes ou rouleaux (95) disposés entre des rails de guidage solidaires respectivement de la  
35 tourelle et de l'anneau.

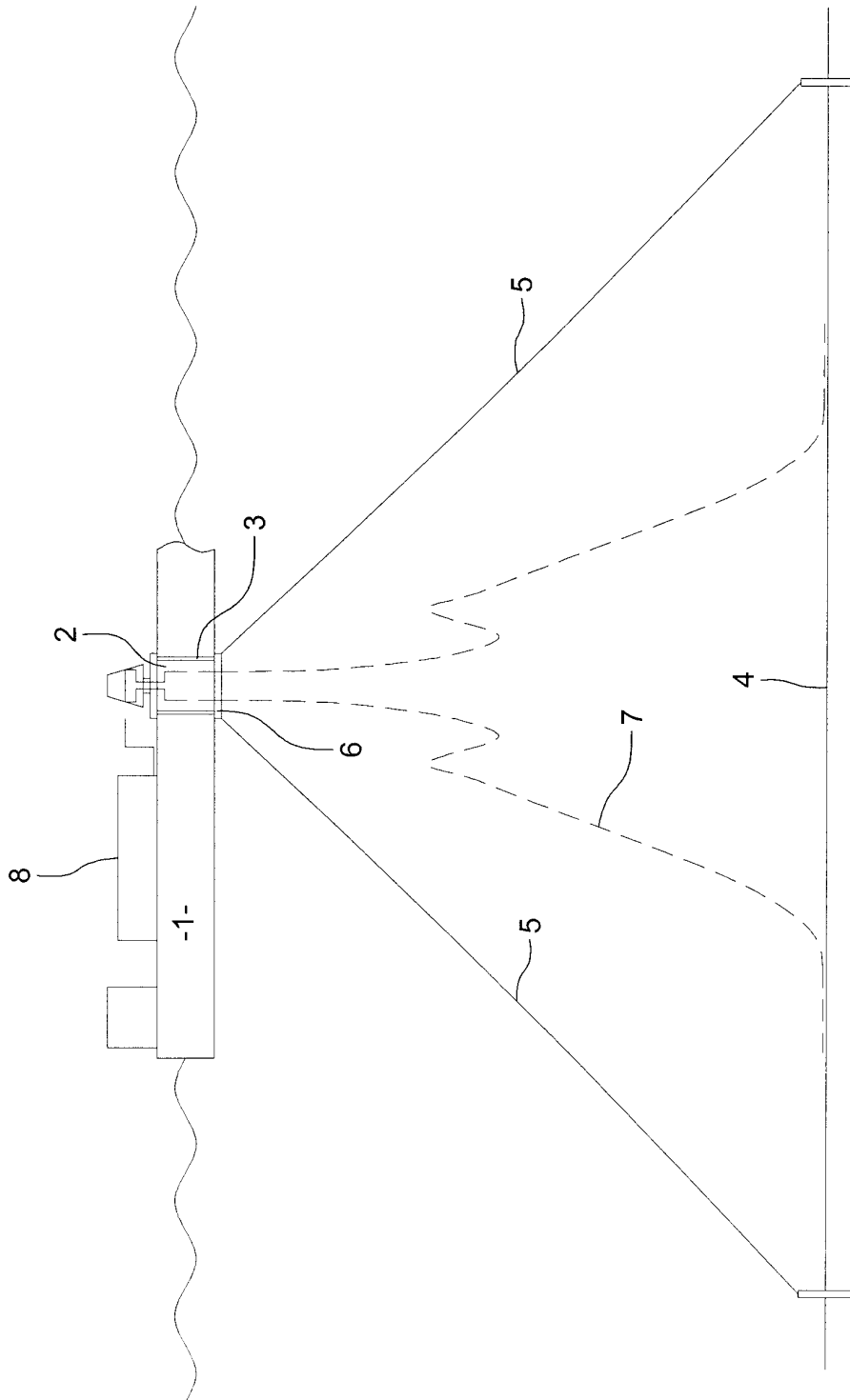


Fig. 1

Fig. 2A

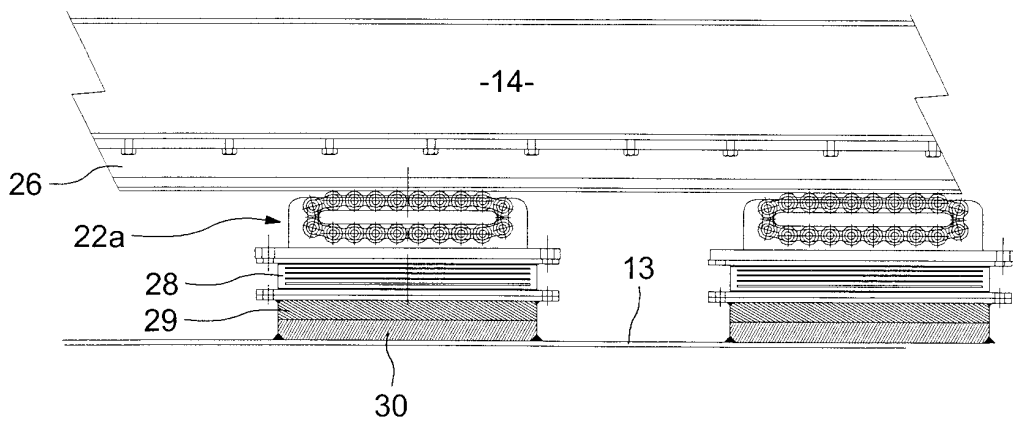
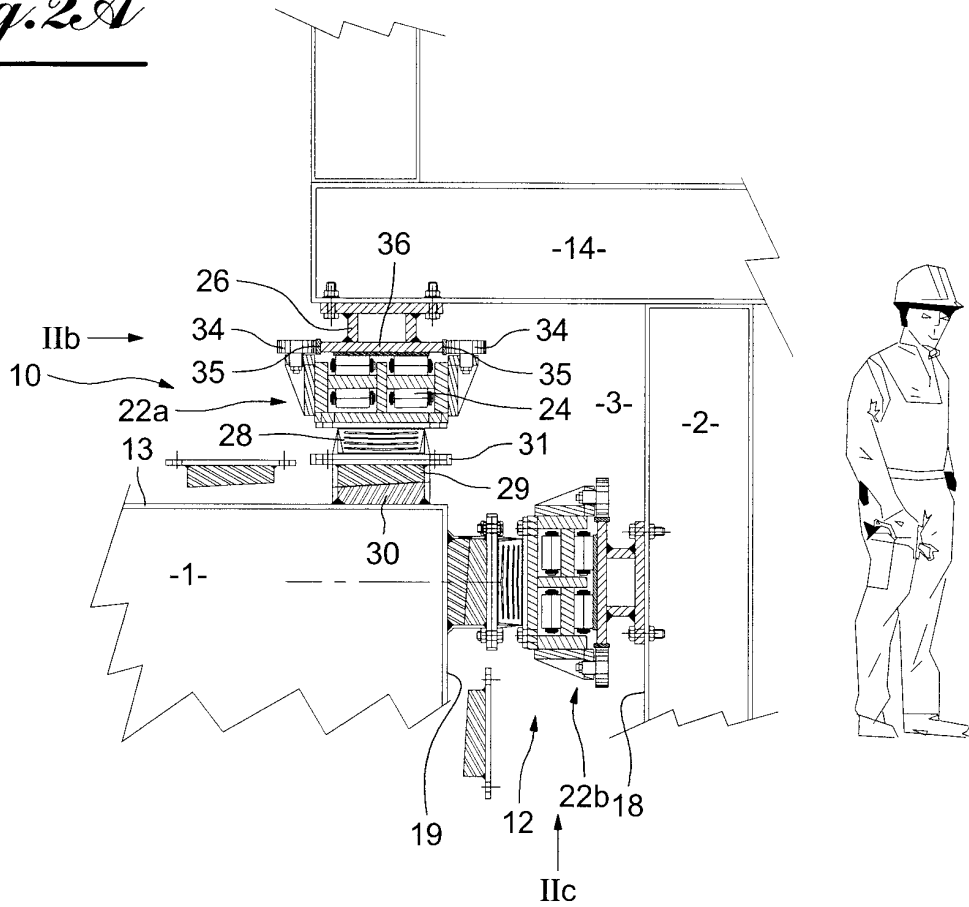


Fig. 2B



Fig. 2C

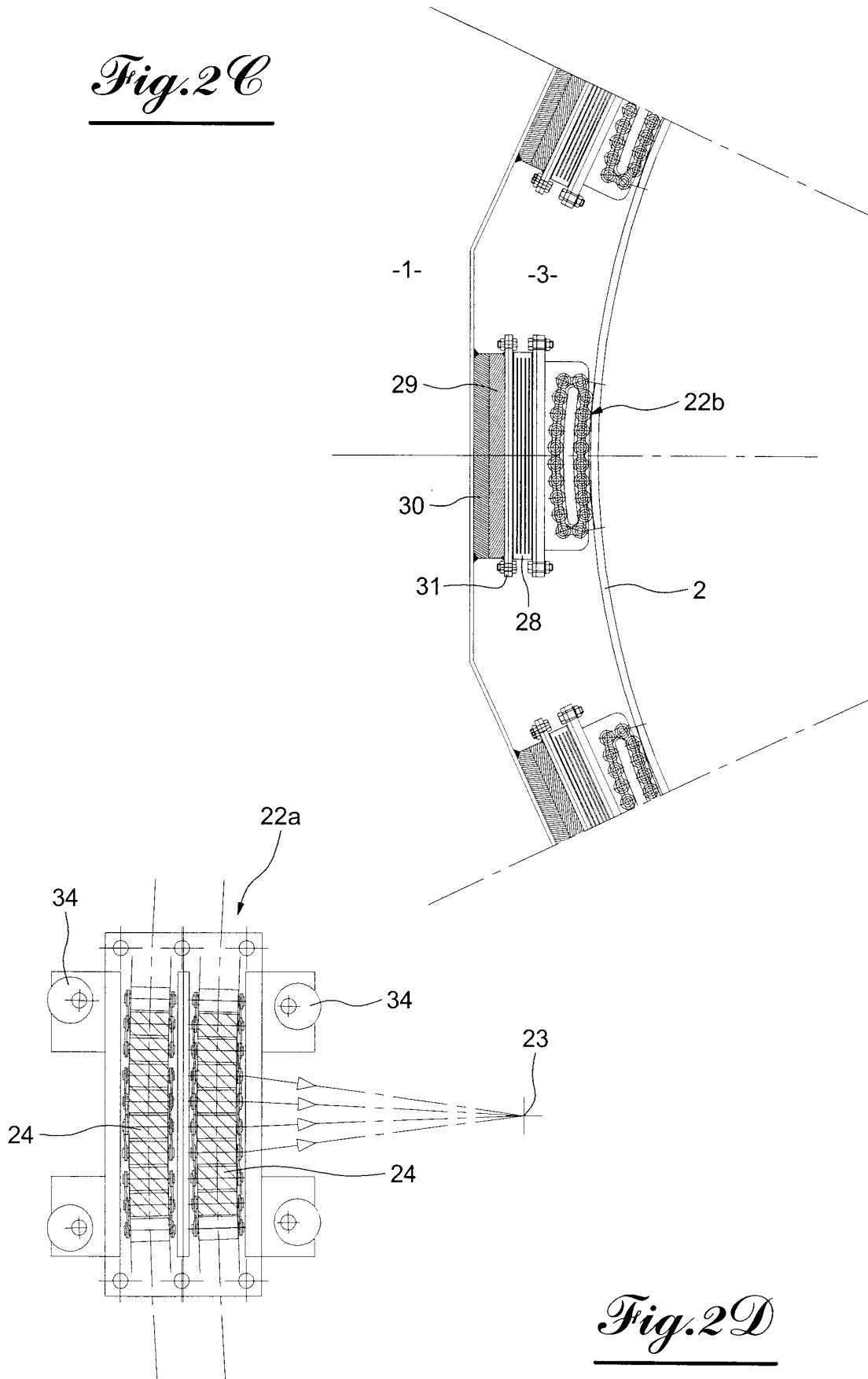


Fig. 2D

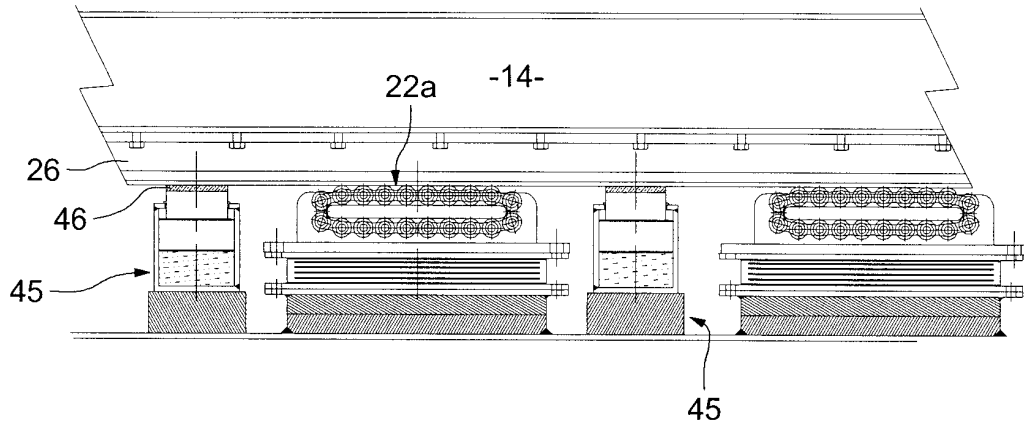


Fig. 2E

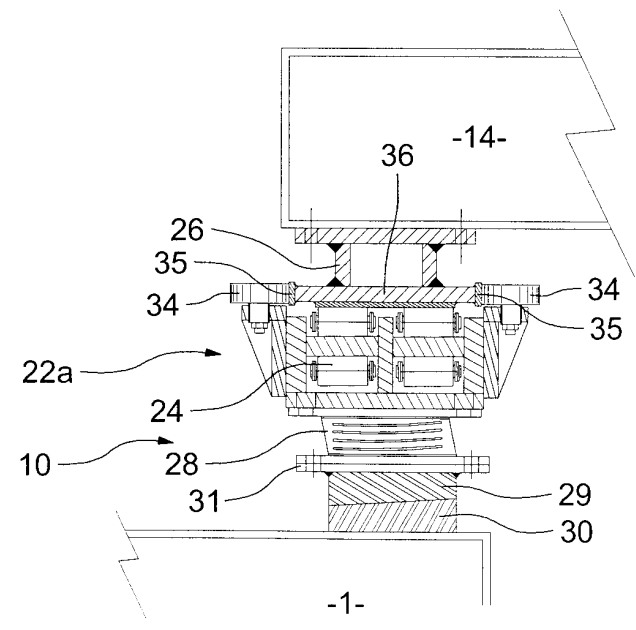


Fig. 2F

*Fig. 3A*

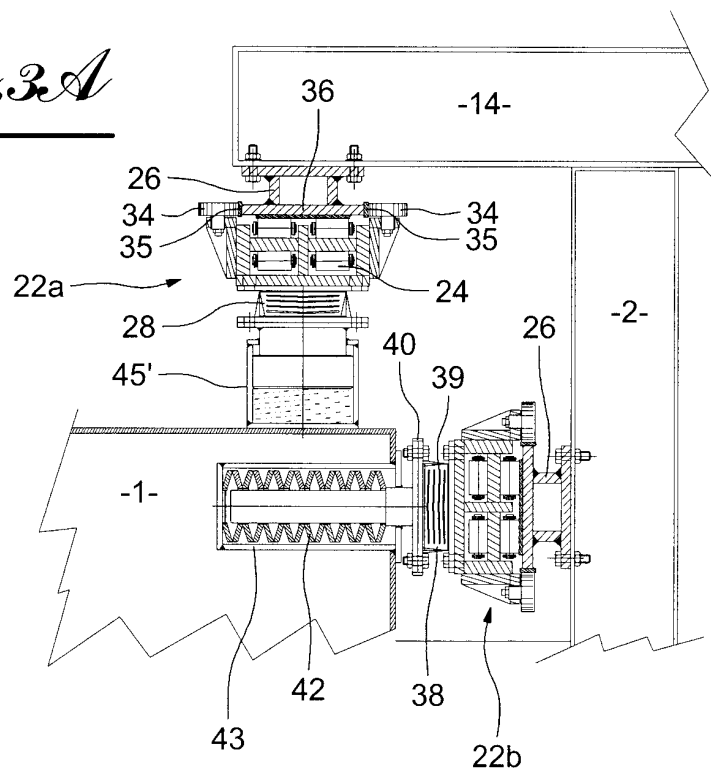
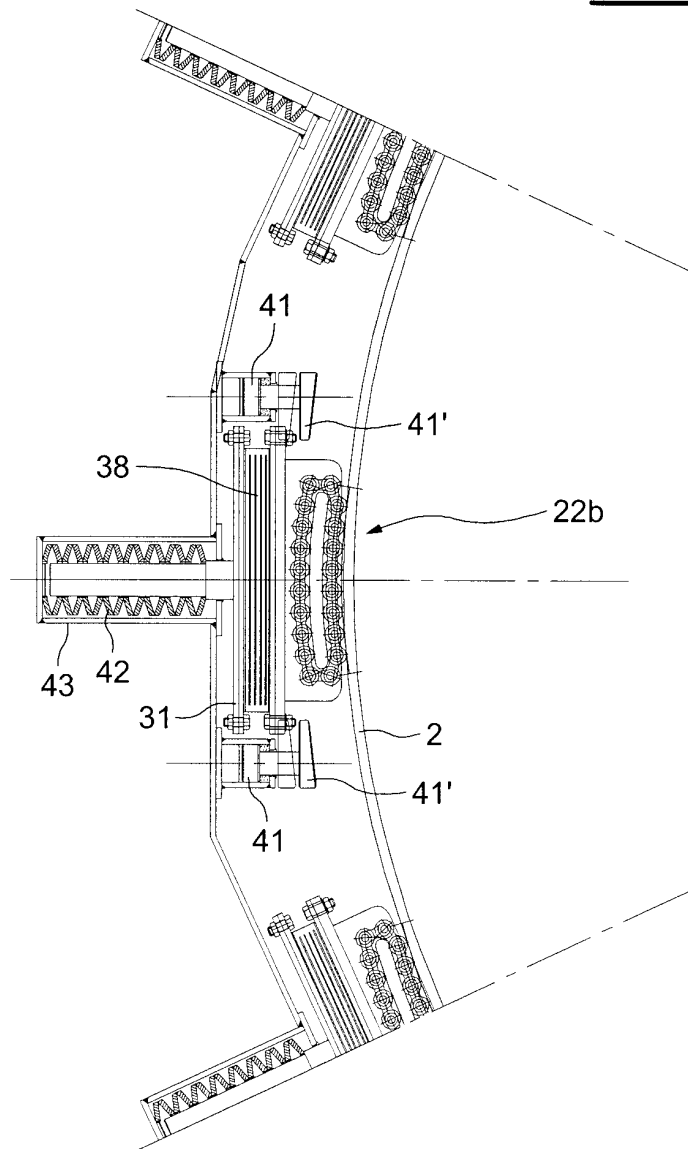


Fig. 3B

7/14

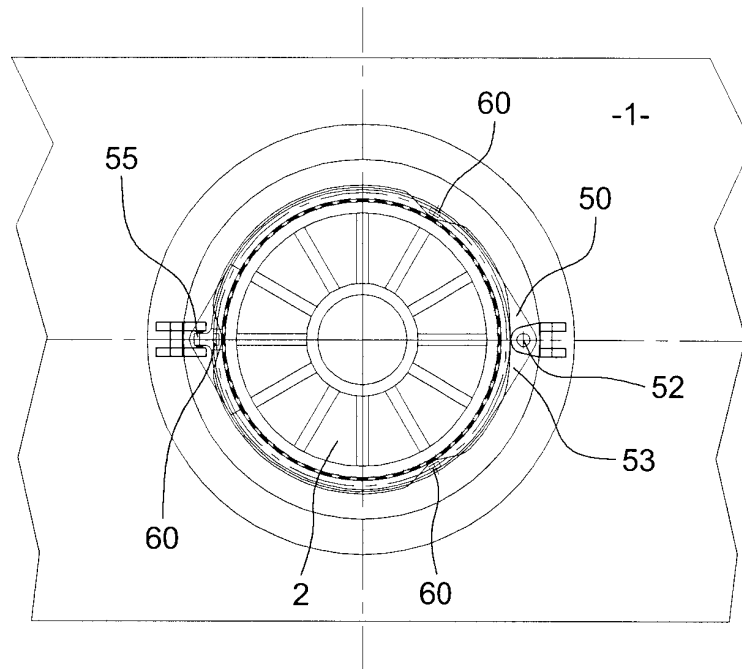


Fig. 4A

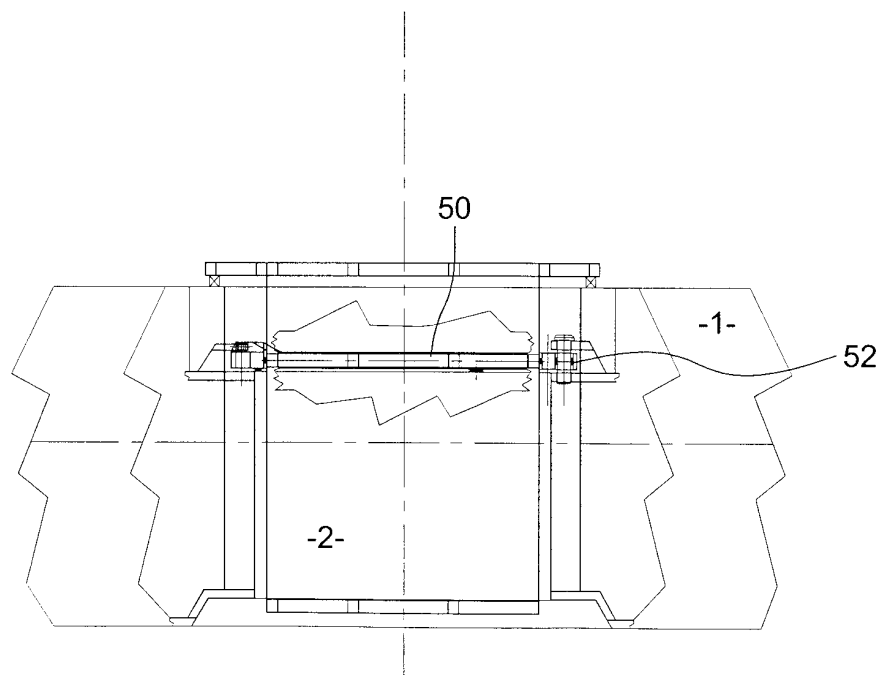


Fig. 4B

Fig. 4C

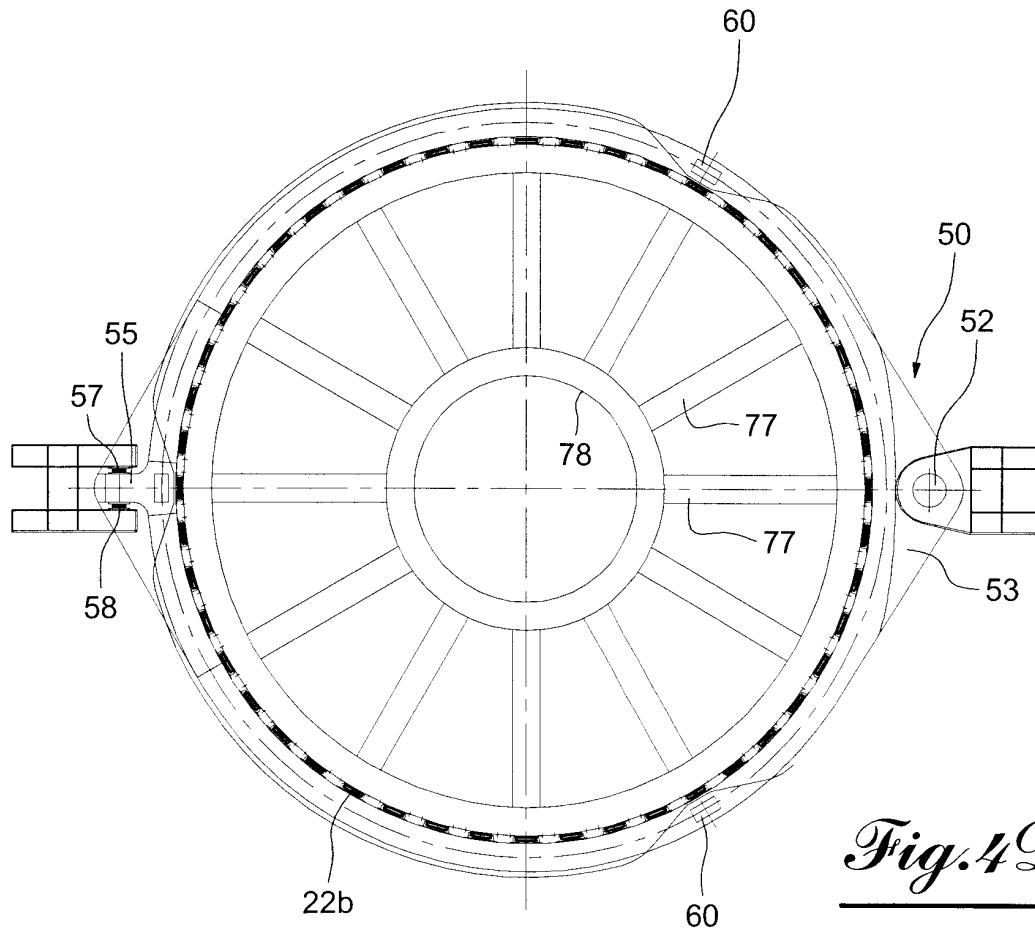
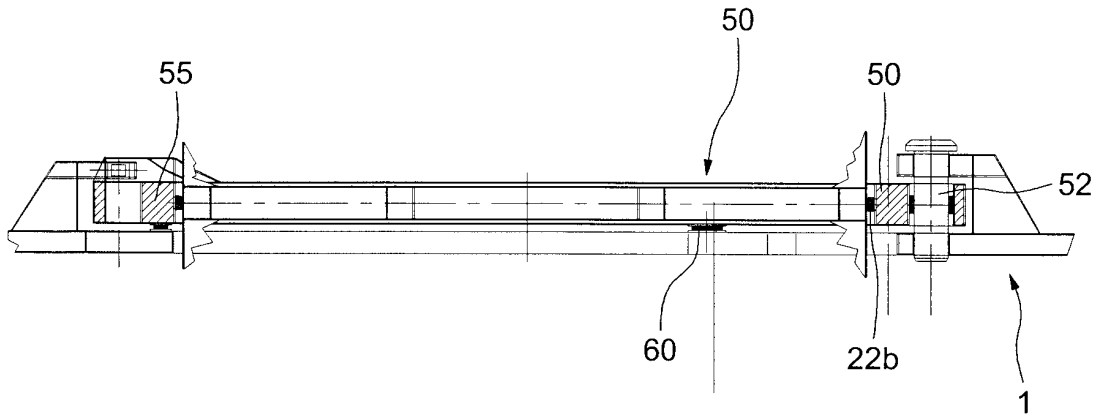


Fig. 4D

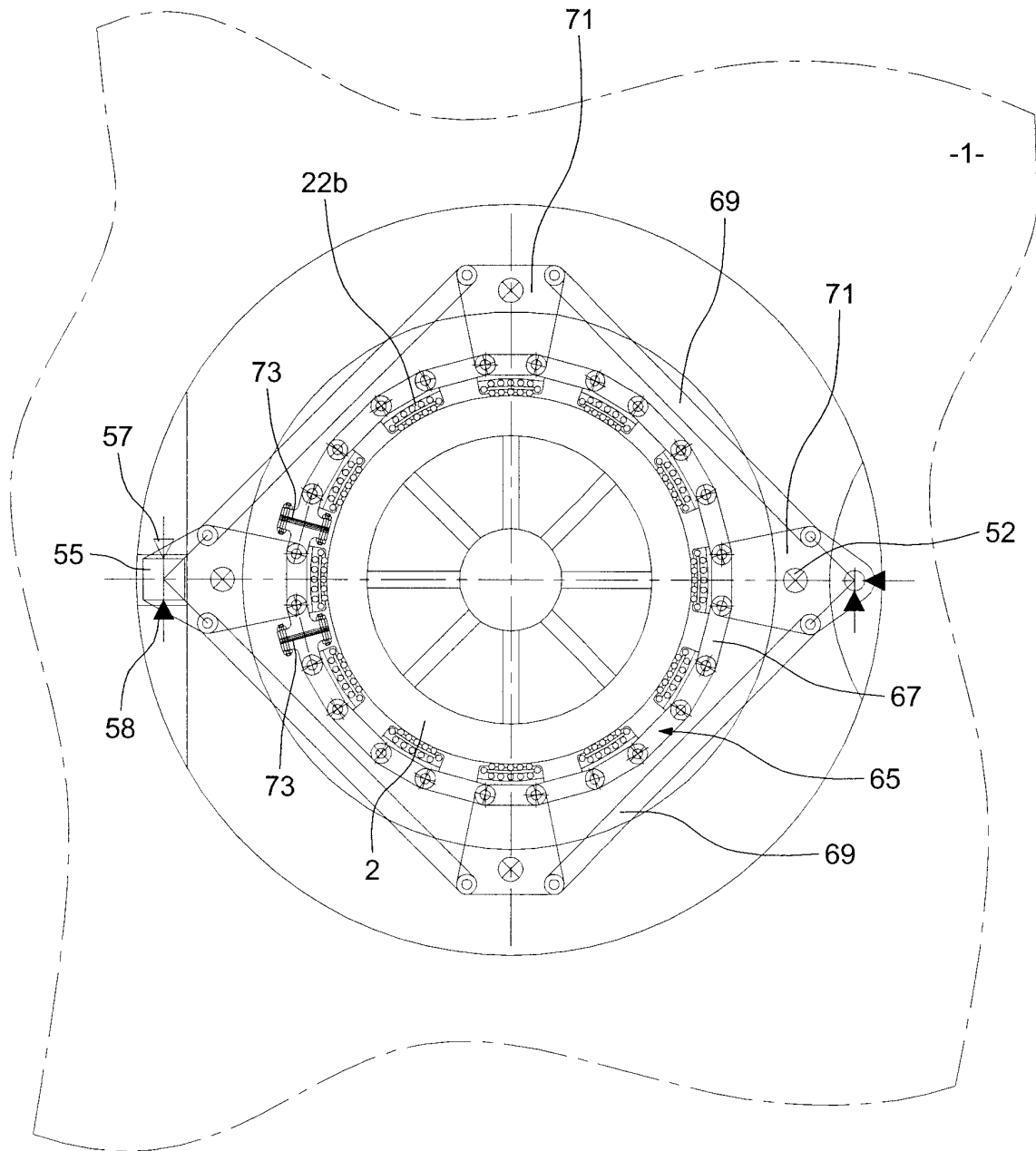


Fig.5

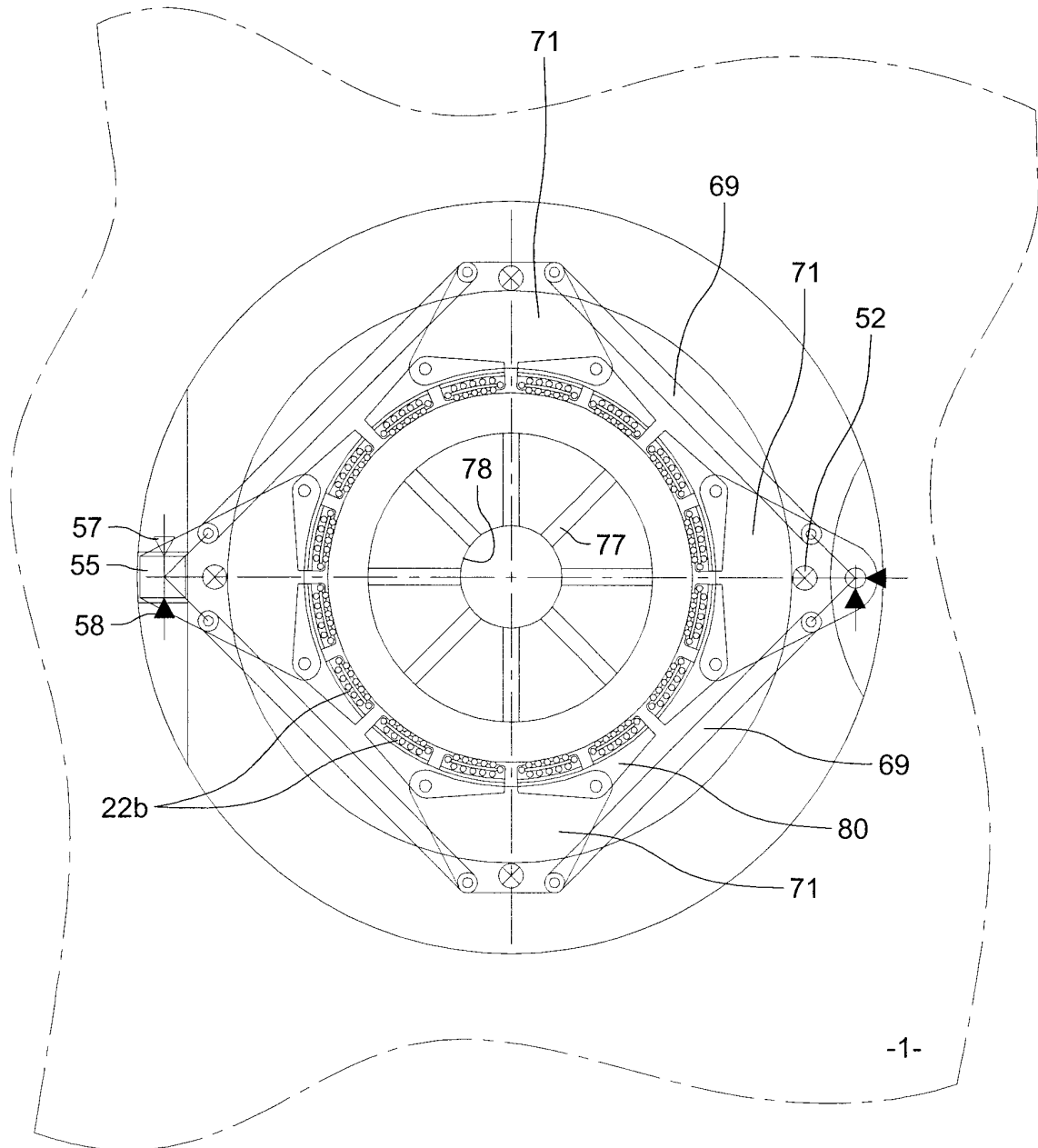


Fig. 6



11/14

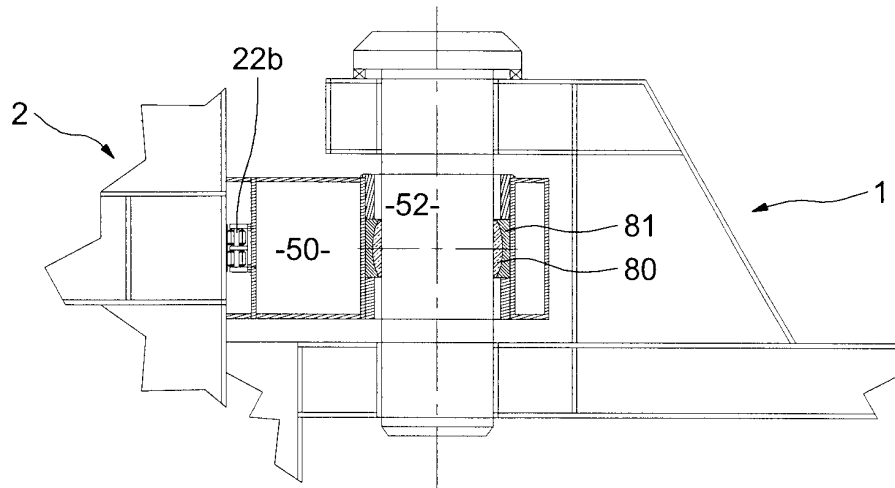


Fig. 7A

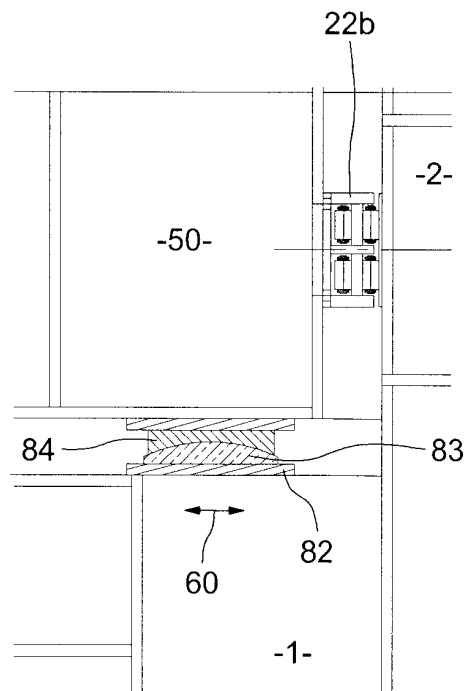


Fig. 7B

12/14

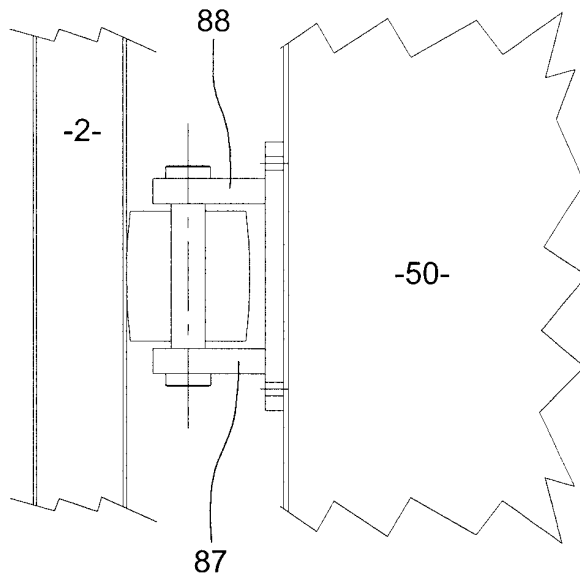


Fig. 8A

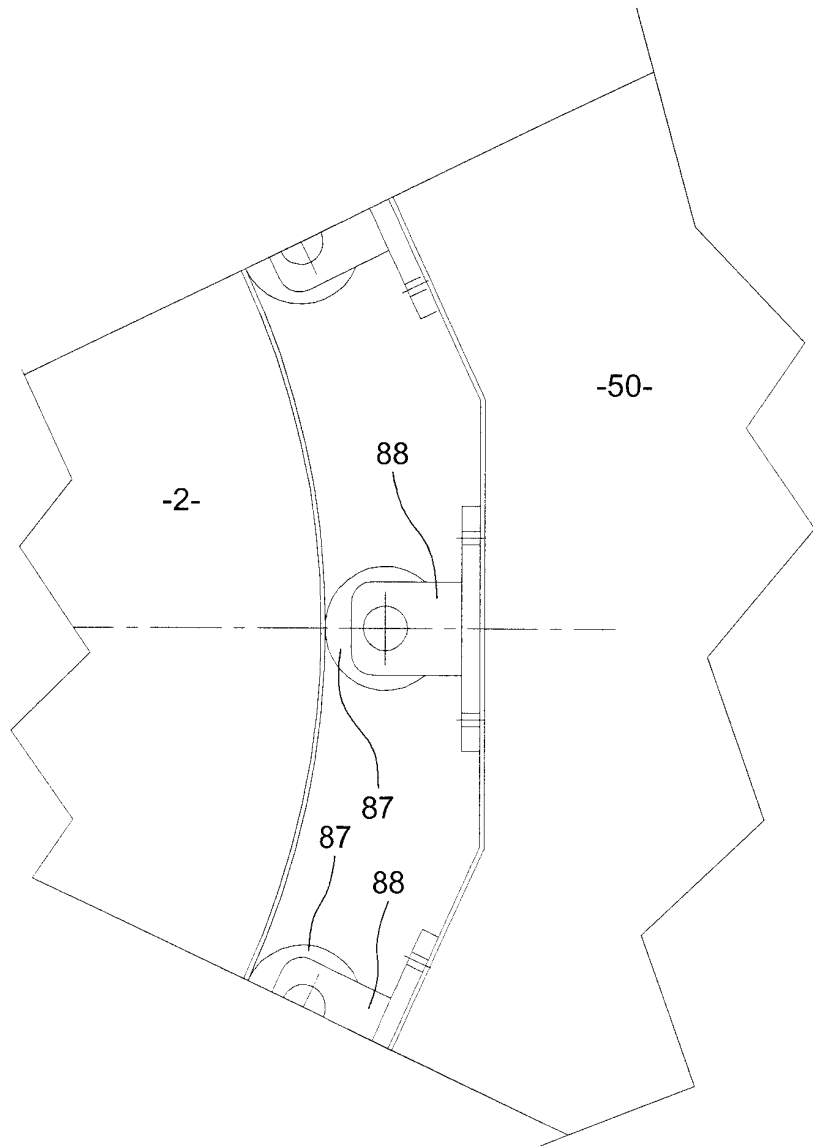


Fig. 8B

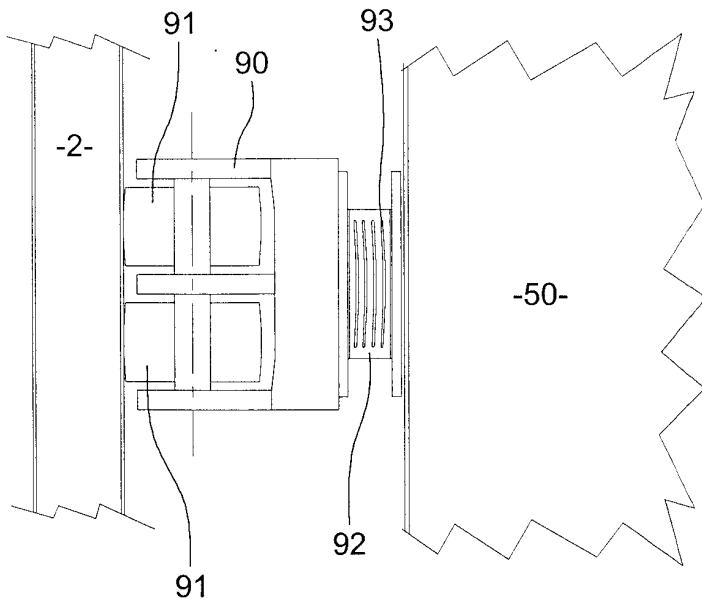


Fig. 9A

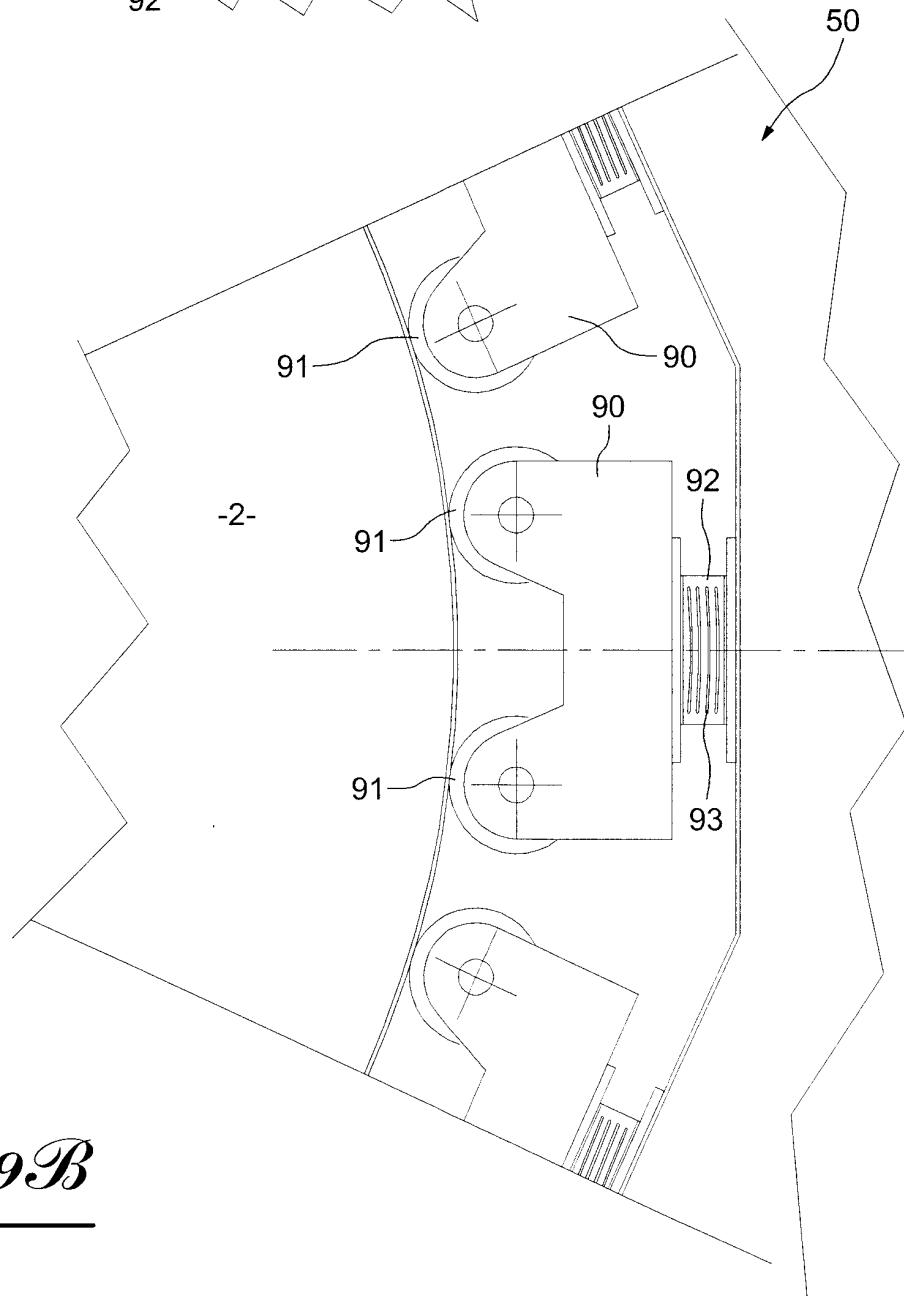


Fig. 9B

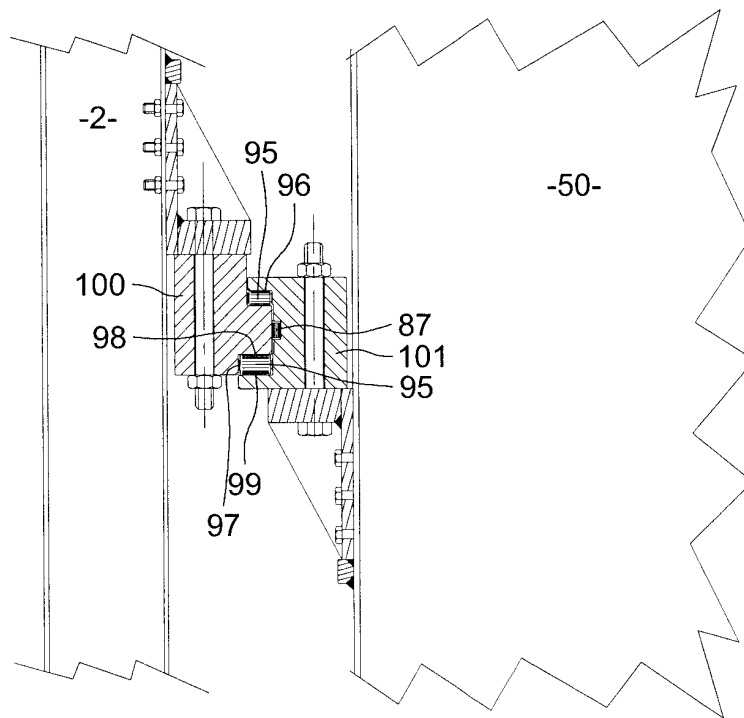


Fig. 10



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

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

N° d'enregistrement  
national

FA 728715  
FR 0956618

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 Y A	US 4 343 055 A (BERGLING GUNNAR) 10 août 1982 (1982-08-10) * figures 1-3 *	1,2 3-6 7-18	B63B21/50 B63B35/44 F16C19/34
X Y A	----- US 5 746 148 A (DELAGO PIERRE C [US]) 5 mai 1998 (1998-05-05) * figure 7 *	1,2 3-6 7-18	
X Y A	----- WO 98/26976 A1 (FMC CORP [US]) 25 juin 1998 (1998-06-25) * figure 2 *	1,2 3-6 7-18	
Y A	----- US 2003/154899 A1 (COTTRELL ROY H [US] ET AL) 21 août 2003 (2003-08-21) * figure 9 *	3-6 1,2,7-18	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			B63B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
29 juin 2010		Lindner, Volker	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date	
autre document de la même catégorie		de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		.....	
		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0956618 FA 728715**

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 **29-06-2010**

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
US 4343055	A	10-08-1982	SE 410758 B	29-10-1979
US 5746148	A	05-05-1998	US 6474252 B1	05-11-2002
WO 9826976	A1	25-06-1998	AU 716084 B2	17-02-2000
			AU 5510498 A	15-07-1998
			BR 9714410 A	18-04-2000
			CA 2274663 A1	25-06-1998
			DK 944519 T3	28-07-2003
			EP 0944519 A1	29-09-1999
			NO 992763 A	11-08-1999
			OA 11128 A	16-04-2003
			US 5860382 A	19-01-1999
US 2003154899	A1	21-08-2003	AUCUN	