(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 986 497 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
31.05.2017 Bulletin 2017/22

(21) Numéro de dépôt: **14722287.1**

(22) Date de dépôt: **17.04.2014**

(51) Int Cl.:
B63B 21/50 *(2006.01)* ***B63B 35/44*** *(2006.01)*

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2014/050941

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2014/170615 (23.10.2014 Gazette 2014/43)

(54) **SUPPORT FLOTTANT ANCRÉ SUR TOURET COMPRENANT UNE CONDUITE DE GUIDAGE ET DE DÉPORT DE CONDUITE FLEXIBLE AU SEIN DUDIT TOURET**

SCHWIMMENDER TRÄGER MIT VERANKERUNG AUF EINER SPULE MIT EINER FÜHRUNG UND ABLENKUNGSLEITUNG FÜR SCHLÄUCHE INNERHALB DIESER SPULE

FLOATING SUPPORT ANCHORED ON A REEL COMPRISING A GUIDE AND DEFLECTION CONDUIT FOR FLEXIBLE PIPES WITHIN SAID REEL

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorité: **19.04.2013 FR 1353618**

(43) Date de publication de la demande:
24.02.2016 Bulletin 2016/08

(73) Titulaire: **Saipem SA**
78180 Montigny-le-Bretonneux (FR)

(72) Inventeur: **HAJERI, Yann**
F-34120 Lezignan La Cebe (FR)

(74) Mandataire: **Domange, Maxime**
Cabinet Beau de Lomenie
232 Avenue du Prado
13008 Marseille (FR)

(56) Documents cités:
WO-A1-01/51347
WO-A1-93/24733
WO-A1-99/17983
WO-A1-2009/150142
FR-A1- 2 928 899
FR-A1- 2 935 679
GB-A- 2 122 139
US-A- 4 305 341
US-A- 5 823 837
US-A- 6 014 939

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 2 986 497 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Description

[0001] La présente invention concerne une installation de liaison fond-surface entre une pluralité de conduites sous-marine reposant au fond de la mer et un support flottant en surface, comprenant une pluralité de conduites flexibles dont l'extrémité supérieure est solidaire d'un touret sensiblement fixe par rapport au fond marin, le support flottant pivotant librement autour dudit touret, ce dernier étant situé à l'avant du support flottant ou au sein dudit support flottant, en général dans le tiers avant dudit support flottant.

[0002] La présente invention concerne également un dit support flottant ancré sur touret.

[0003] Le secteur technique de l'invention est plus particulièrement le domaine de la fabrication et de l'installation de colonnes montantes (« riser ») de production pour l'extraction sous-marine de pétrole, de gaz ou autre matériau soluble ou fusible ou d'une suspension de matière minérale à partir de tête de puits immergé jusqu'à un support flottant, pour le développement de champs de production installés en pleine mer au large des côtes. L'application principale et immédiate de l'invention étant dans le domaine de la production pétrolière.

[0004] Le secteur technique de l'invention est plus particulièrement le domaine de la production pétrolière sous-marine en zone de conditions océano-météo difficiles ou extrêmes, ou encore en zone arctique et antarctique, à partir de supports flottants.

[0005] Un support flottant de production pétrolière comporte en général des moyens d'ancrage pour rester en position malgré les effets des courants, des vents et de la houle. Il comporte aussi en général des moyens de forage, de stockage et de traitement du pétrole ainsi que des moyens de déchargement vers des pétroliers enleveurs, ces derniers se présentant à intervalle régulier pour effectuer l'enlèvement de la production. L'appellation usuelle de ces supports flottants ou navires est le terme anglo-saxon "Floating Production Storage Offloading" (signifiant "moyen flottant de stockage, de production et de déchargement") dont on utilisera le terme abrégé "FPSO" dans l'ensemble de la description suivante, ou encore "FDPU" ou "Floating Drilling & Production Unit" (signifiant "moyen flottant de forage et de production"), lorsque le support flottant est aussi utilisé pour effectuer les opérations de forage avec puits dévié dans la hauteur de la tranche d'eau.

[0006] Lorsque les conditions océano-météo, c'est-à-dire la houle, le vent et le courant sont importants, voire extrêmes, dans le cas de tempêtes, on préfère ancrer le FPSO au niveau d'un touret, en général situé de manière connue à l'avant ou dans le tiers avant du navire et dans l'axe, le navire étant libre de tourner autour dudit touret au gré du vent, du courant et de la houle. Ainsi, vent, courant et houle exercent des efforts spécifiques sur la coque et les superstructures, le FPSO du fait de son degré de liberté de rotation autour de l'axe vertical ZZ, venant se mettre naturellement dans la position de moindre résistance. Les conduites assurant la liaison avec les têtes de puits sont connectées en général en sous-face du touret et reliées au FPSO par l'intermédiaire d'un joint tournant intégré dans l'axe dudit touret, situé en général au niveau du pont dudit FPSO. Lorsque les conditions météo peuvent devenir extrêmes, comme en Mer de Nord, dans le Golfe du Mexique ou dans la zone arctique ou antarctique, le FPSO est en général déconnectable de manière à pouvoir se mettre à l'abri en attente de conditions opérationnelles acceptables.

[0007] Un support flottant de production pétrolière comportant un système d'amarrage de lignes d'ancrage au fond de la mer et de conduites de liaison fond-surface ancré sur touret comporte de façon connue :

- un dispositif rotatif appelé « touret », comportant une structure cylindrique interne, de préférence à section circulaire, au sein d'une cavité traversant la coque du support flottant sur toute sa hauteur, ladite structure cylindrique interne étant articulé en rotation par rapport à ladite coque par l'intermédiaire d'éléments de guidage en rotation, notamment au moins un palier de roulement ou de frottement, de préférence un palier de roulement comprenant des roulettes et pistes de guidage des dites roulettes, de manière à autoriser la rotation dudit support flottant autour d'un axe sensiblement vertical ZZ' de ladite structure interne cylindrique et de ladite cavité, sans entraîner de manière significative la rotation de ladite structure interne cylindrique par rapport au même axe vertical ZZ', et

- une structure inférieure d'amarrage permettant l'amarrage d'une part desdites lignes d'ancrage et d'autre part le raccordement de premières conduites flexibles reliées aux conduites sous-marines reposant au fond de la mer directement ou via des conduites de liaison fond-surface, ladite structure d'amarrage étant disposée dessous la coque du support flottant, fixée à une paroi de fond immergée de ladite structure interne cylindrique, et donc solidaire de ladite structure interne cylindrique, de sorte que les lignes d'amarrages et dites conduites flexibles qui lui sont raccordées ne sont pas entrainées en rotation lorsque le support flottant est entrainé en rotation, et

- des deuxièmes conduites flexibles reliées aux dites premières conduites flexibles ou en continuité de celles-ci remontant au sein de la cavité jusqu'à un raccord du type dénommé raccord à joint tournant, comprenant une première partie solidaire du pont de ladite coque raccordée à une pluralité de conduites ou lignes au niveau du pont, et une deuxième partie solidaire d'une plateforme supérieure de ladite structure interne cylindrique située au-dessus du niveau de la surface de la mer, les extrémités supérieures desdites deuxièmes conduites flexibles remontant

au sein de ladite structure interne cylindrique du touret, étant raccordées, en général via des éléments de conduite coudés, à ladite deuxième partie de raccord, ladite première partie du raccord solidaire du support flottant au niveau du pont du support flottant, étant articulée en rotation par rapport à ladite deuxième partie du raccord solidaire de ladite structure interne cylindrique, via un joint tournant de manière à autoriser la rotation dudit support flottant sans entraîner la rotation des extrémités desdites deuxièmes conduites flexibles au sein de ladite structure interne cylindrique.

[0008] Le palier de roulement est, soit localisé au niveau du pont du support flottant, soit localisé en partie inférieure en zone mouillée, c'est-à-dire que le palier est immergé, soit encore en combinaison des deux configurations précédentes.

[0009] De préférence, ladite paroi de fond de ladite structure interne cylindrique est assemblée à celle-ci de manière étanche pour éviter que la partie immergée de l'intérieure de ladite structure interne ne soit envahie par l'eau de mer. Cette étanchéité rend plus aisé les opérations de maintenance et autre intervention du personnel dans le touret notamment pour le raccordement des conduites flexibles. Mais, surtout, cette étanchéité permet qu'une poussée d'Archimède s'applique sur le volume déplacé par ladite structure interne cylindrique du touret et soulage en partie les efforts verticaux engendrés par les lignes d'ancrage, par lesdites conduits flexibles au niveau des éléments de guidage et compense le poids propre de ladite structure interne cylindrique.

[0010] De nombreuses configurations de liaisons fond-surface ont été développées, notamment dans les brevets WO 2009/122098, WO 2009/122099, WO 2010/026334 de la demanderesse qui décrivent un FPSO équipé d'un tel touret et de conduites flexibles associées, plus particulièrement destiné aux conditions extrêmes rencontrées en arctique. Une telle configuration est intéressante pour les profondeurs d'eau moyenne, c'est-à-dire de 100 à 350m, voire 500-600m. En particulier, la mise en oeuvre de conduites flexibles sur toute la hauteur de tranche d'eau entre les conduites sous-marines rigides reposant au fond de la mer et le support flottant autorise des déplacements du support flottant plus importants que lorsque l'on met en oeuvre des conduites rigides.

[0011] Lorsque la profondeur d'eau atteint 1000-1500m, voire 2000-3000m, l'installation de conduites flexibles sur la hauteur de la tranche d'eau devient très coûteuse car ces conduites flexibles sont très complexes et très délicates à fabriquer et l'on préfère des liaisons fond-surface de type tour dites hybrides, dans lesquelles la portion sensiblement verticale de la tour est constituée de conduites rigides entre le fond de la mer et jusqu'à une distance d'environ 50 à 100m de la surface de l'eau, les extrémités supérieures des conduites rigides étant alors reliées au FPSO par des conduites flexibles de 150 à 350m de longueur en forme de chainette ou double chainette plongeante. De nombreux brevets de la demanderesse illustrent des dispositions avantageuses pour la réalisation ce type de liaison fond-surface, notamment WO 2011/144864 de la demanderesse.

[0012] Un champ pétrolier est constitué en général d'une pluralité de têtes de puits situées à des distances variables jusqu'à plusieurs kilomètres du FPSO, chacune d'entre elles étant reliée par des conduites soit rigides, soit flexibles, des ombilicaux et des câbles électriques. En général, la liaison fond-surface d'une dite tête de puits comprend au moins une conduite de production pour le pétrole ou l'injection d'eau ou de gaz, plus un ombilical de pilotage de la tête de puits et le cas échéant un ou plusieurs câbles électriques. Ces conduites rigides ou flexibles, les ombilicaux et les câbles sont posés sur le fond de la mer les uns à côté des autres et ne doivent pas se chevaucher sur leur parcours. Ainsi, la disposition des conduites flexibles en sous face du touret et leur raccordement au touret sont conditionnés par la disposition des têtes de puis et des conduites sous-marines reposant au fond de la mer constituant l'architecture du champ. D'autre part, dans certains cas, un grand nombre de liaisons fond-surface est requis, et, pour éviter les interférences entre dites conduites dans la tranche d'eau, lesdites conduites flexibles se retrouvent disposées les unes à côté des autres et proches les unes des autres, le cas échéant sur un ou plusieurs cercles, dans le même ordre où se trouvent disposées les extrémités des conduites reposant au fond de la mer, unes à côté des autres au niveau du fond marin 10.

[0013] Le brevet WO 2011/061422A1 de la demanderesse décrit un FPSO non équipé d'un touret, mais ancré de manière permanente, cap au nord, sur 16 lignes d'ancres, une pluralité de liaisons fond-surface en provenance de l'ouest, venant se raccorder tout le long du bordé, constituant ainsi une grande concentration de conduites en provenance d'une seule direction.

[0014] Il en résulte que, dans certaines configurations de champs, on trouvera sur la périphérie du touret, notamment sur la périphérie de la structure inférieure d'amarrage et/ou de la paroi de fond de ladite structure interne cylindrique, une concentration, sur une zone réduite, de conduites flexibles de grand diamètre, donc de poids linéaire important, raccordées sur une zone angulaire réduite de la périphérie alors que dans une zone diamétralement opposée, il n'y aura que des conduites flexibles ou des câbles de faible poids linéaire, voire aucune conduite dans certains cas. La figure 4 commentée ci-après illustre ce type de disposition.

[0015] Or, une conduite flexible en suspension raccordée au touret exerce sur ce dernier une tension reprise par le touret au niveau de son raccordement audit touret, cette tension génère des efforts verticaux (d'intensité de force F) importants, ainsi que des efforts horizontaux (d'intensité de force H) moindres, au niveau de leur raccordement au touret, notamment dans le cas de liaison fond-surface de grande profondeur. Dès lors, une répar-

tition des conduites flexibles irrégulière et/ou asymétrique engendre des variations d'efforts et donc de contraintes importantes le long de la périphérie du touret transférées et reprises de façon inhomogène notamment au niveau des dits éléments de guidage en rotation. De surcroît, sur un champ pétrolier offshore il existe en général une direction prédominante pour la houle, les vents et les courants, et lorsque le support flottant pivote autour du touret sous l'effet de la houle et/ou du vent ou courant marin, l'essentiel des mouvements se limite en général à un secteur angulaire sensiblement constant, par exemple limité entre nord et sud-ouest. Lesdits éléments de guidage en rotation subissent alors des efforts alternés localisés de façon encore plus inhomogène le long de la périphérie du touret pour cette raison supplémentaire, entrainant une usure localisée accrue ou accélérée desdits éléments de guidage en rotation.

[0016] Le but de la présente invention est de fournir un support flottant ancré sur touret et une installation de liaison fond-surface améliorées qui permettent de résoudre les problèmes ci-dessus.

[0017] Plus particulièrement, le but de la présente invention est de fournir un support flottant ancré sur touret et une installation de liaison fond-surface améliorées qui permettent de mieux répartir les efforts générés et transférés par les conduites flexibles au touret, notamment transférés en périphérie du touret au niveau d'éléments de guidage en rotation subissant des efforts verticaux, de manière à ce que lesdits efforts soient réparties plus régulièrement, plus symétriquement et/ou plus de manière homogène en intensité le long de la périphérie du touret.

[0018] Pour ce faire, la présente invention fournit une structure de guidage et de déport de conduite flexible au sein dudit touret.

[0019] Plus précisément, la présente invention fournit un support flottant de production pétrolière supportant ou apte à supporter des conduites de liaison fond-surface entre une pluralité de conduites sous-marines reposant au fond de la mer et ledit support flottant en surface, ledit support flottant comprenant un touret comprenant une cavité au moins en partie immergée au sein d'une structure déportée à l'avant du support flottant ou intégrée dans ou dessous la coque du support flottant, de préférence traversant la coque du support flottant sur toute sa hauteur, ledit touret comprenant une structure interne cylindrique au sein de ladite cavité, de préférence à section circulaire, ladite structure interne comprenant une paroi latérale tubulaire surmontée à son extrémité supérieure d'une plateforme supérieure arrivant sensiblement au niveau du pont du support flottant, ladite paroi latérale tubulaire étant au moins en partie fermée à son extrémité inférieure par une paroi de fond, ladite structure interne cylindrique étant traversée ou apte à être traversée par une pluralité de premières conduites flexibles reliée à ladite plateforme supérieure et s'étendant dessous ladite paroi de fond jusqu'à des conduites sous-marines reposant au fond de la mer ou jusqu'à des deuxièmes conduites elles-mêmes reliées à des conduites sous-marines reposant au fond de la mer, ladite structure interne cylindrique étant articulée en rotation par rapport à ladite cavité et dite coque par l'intermédiaire d'éléments de guidage en rotation, de préférence au moins un palier de roulement ou de frottement, de manière à autoriser la rotation dudit support flottant autour d'un axe sensiblement vertical ZZ' de la cavité dudit touret, sans entraîner la rotation d'une partie dudit touret par rapport au même axe vertical ZZ',

caractérisé en ce que ladite structure interne cylindrique comprend au moins une, de préférence une pluralité de conduites de guidage et de déport, de préférence rigide, contenant et guidant ou aptes à contenir et guider une dite première conduite flexible, ladite conduite de guidage traversant ladite paroi de fond et traversant non verticalement l'intérieur de ladite structure interne cylindrique du touret entre :

- d'une part, ladite paroi de fond au niveau d'un premier emplacement C1 de ladite paroi de fond où ladite conduite de guidage se trouve fixée, ledit premier emplacement étant disposé de préférence à la périphérie de ladite paroi de fond, et
- d'autre part, une plateforme interne solidaire de ladite structure cylindrique interne au-dessus de ladite paroi de fond et au-dessus du niveau de la surface de l'eau, l'extrémité supérieure de ladite conduite de guidage étant fixée à ladite plateforme interne au niveau d'un deuxième emplacement C2 où se trouve fixée ou est apte à être fixée l'extrémité supérieure de ladite conduite flexible contenue dans ladite conduite de guidage, ledit deuxième emplacement étant non aligné verticalement avec ledit premier emplacement, ledit deuxième emplacement étant disposé de préférence à la périphérie de ladite plateforme interne.

[0020] On comprend que ladite conduite flexible traverse ladite paroi de fond en passant à l'intérieur de la conduite de guidage, sans que ladite conduite flexible ne soit solidarisée à ladite paroi de fond.

[0021] Dans un mode de réalisation, l'extrémité supérieure de ladite conduite flexible est fixée à un élément de raccordement lui-même fixé à un dit deuxième emplacement C2 où se trouve raccordé ladite extrémité supérieure de ladite première conduite flexible.

[0022] Du fait que les conduites flexibles ne sont pas raccordées au niveau de la paroi de fond mais seulement guidées et retenues latéralement, et éventuellement en friction avec la paroi de ladite conduite de guidage notamment au niveau de son passage à travers la paroi de fond, l'essentiel des efforts verticaux générés par lesdites conduites flexibles sont transférés au niveau de ladite plateforme interne où elles peuvent être raccordées au niveau dedits deuxièmes emplacements selon des dispositions différentes que celles des premiers emplace-

ments au niveau de ladite paroi de fond et en particulier donc de manière à pouvoir transférer des efforts générés par lesdites premières conduites flexibles selon une répartition plus régulière et/ou plus symétrique au niveau des dits deuxièmes emplacements qu'au niveau des dits premiers emplacements, notamment sur la périphérie de ladite plateforme interne en vis-à-vis des dits éléments de guidage en rotation.

[0023] On comprend en d'autres termes que :

- lesdites premières conduites flexibles parcourent ladite structure interne cylindrique du touret entre lesdits premiers emplacements et deuxièmes emplacements disposés différemment angulairement, de préférence selon des formes incurvées en S en projection dans un plan vertical, ou en forme de courbe gauche en S dans l'espace, ou en forme sensiblement rectiligne mais inclinée par rapport à la verticale, et

- les efforts transmis par lesdites extrémités supérieures des dites premières conduites flexibles et repris au niveau de ladite plateforme interne sont répartis de manière plus homogène et/ou plus symétrique sur le pourtour de la périphérie de ladite plateforme interne que les efforts transmis par lesdites premières conduites flexibles et qui seraient repris par la paroi de fond aux niveaux des dits premiers emplacements si lesdites premières conduites flexibles y étaient fixées.

[0024] Par disposition à la périphérie, on entend que lesdits emplacements sont situés plus proche de la circonférence que du centre de ladite paroi de fond ou et respectivement dite plateforme interne, de préférence le plus proche possible de la périphérie, donc des paliers de rotation, sans en affecter la solidité.

[0025] Plus particulièrement, lesdits premiers emplacements sont disposés selon une répartition non régulière et/ou non symétrique le long de la périphérie de ladite paroi de fond.

[0026] Plus particulièrement, le nombre de dites conduites de guidage non verticales selon l'invention sera de 1 à 100, de préférence de 5 à 30.

[0027] Plus particulièrement encore, ladite conduite de guidage non verticale réalise entre ledit premier emplacement C1 et ledit deuxième emplacement C2 une déviation d'un angle α d'au moins 5° dans un plan horizontal entre (a) un premier plan vertical passant par l'axe vertical ZZ' de ladite structure interne cylindrique et le centre du dit premier emplacement C1 et (b) un deuxième plan vertical passant par l'axe vertical de ladite structure interne cylindrique et le centre dudit deuxième emplacement C2.

[0028] Cette valeur de $\alpha \approx 5°$ vise à marquer la différence entre une dite conduite de guidage non verticale selon l'invention et un simple défaut de verticalité d'une conduite de guidage verticale de type I-tube connue de l'homme de l'art dans le domaine de l'industrie pétrolière offshore.

[0029] Plus particulièrement encore, ladite conduite de guidage non verticale réalise entre ledit premier emplacement C1 et ledit deuxième emplacement C2 une déviation d'un angle β d'au moins 5° dans un plan vertical entre (a) la droite verticale passant par le centre dudit premier emplacement C1 et (b) la droite inclinée D passant par les deux centres desdits premier et deuxième emplacements C1, C2.

[0030] Cette valeur de $\beta \approx 5°$ vise à marquer la différence entre une dite conduite de guidage non verticale selon l'invention et un simple défaut de verticalité d'une conduite de guidage verticale de type I-tube.

[0031] De préférence, le support flottant selon l'invention comprend une pluralité de dites conduites de guidage non verticales dont lesdits deuxièmes emplacements C2 sont disposés en périphérie de ladite plateforme interne circulaire selon une disposition plus régulière, de préférence selon une disposition de dits deuxièmes emplacements successifs dont les directions radiales sont espacées angulairement d'un même angle (gamma), et/ou selon une disposition plus symétrique par rapport à un plan diamétral LL que lesdits premiers emplacements C1 disposés en périphérie de ladite paroi de fond circulaire.

[0032] Plus particulièrement encore, ledit touret supporte des dites premières conduites flexibles, une partie au moins des dites premières conduites flexibles passant par des dites conduites de guidage non verticales disposées au niveau de dits deuxièmes emplacements de manière à ce que les efforts générés par lesdites premières conduites flexibles soient transférées et repris de façon sensiblement plus homogène et/ou plus symétrique le long du pourtour de la périphérie de ladite plateforme interne que les efforts générés par lesdites premières conduites au niveau des dits premiers emplacements.

[0033] Plus particulièrement encore, lesdites premières conduites sont disposées au niveau des dits deuxièmes emplacements de manière à ce que les efforts générés par lesdites premières conduites soient répartis de façon sensiblement homogène et/ou symétrique sur le pourtour de la périphérie de ladite plateforme interne, de préférence lesdites deuxièmes emplacements étant disposés de façon sensiblement homogène et/ou symétrique sur le pourtour de la périphérie de ladite plateforme interne.

[0034] Dans une variante préférée, ledit touret comprend au moins une dite conduites de guidages s'étendant depuis un dit premier emplacement au niveau de ladite paroi de fond jusqu'à un dit deuxième emplacement au niveau de ladite plateforme interne de façon sensiblement homogène et/ou symétrique sur le pourtour de la périphérie de ladite plateforme interne, selon un parcours incurvé en forme de S.

[0035] On entend ici par forme en S, une forme incurvée dans un plan avec 1 seul point d'inflexion de courbure, ou encore une forme gauche en S dans l'espace

à trois dimensions.

[0036] Plus particulièrement, lorsque la conduite de guidage est incurvée, l'axe de la conduite n'est pas contenu dans un plan vertical.

[0037] Dans une autre variante de réalisation, ledit touret comprend au moins une dite conduite de guidage s'étendant depuis un dit premier emplacement au niveau de ladite paroi de fond jusqu'à un dit deuxième emplacement au niveau de ladite plateforme interne, selon un parcours sensiblement rectiligne incliné (β).

[0038] Plus particulièrement encore, ledit support flottant comprend :

- une dite plateforme supérieure supportant au moins une première partie d'un raccord à joint tournant disposé axialement ZZ' au-dessus de ladite plateforme interne,

- ladite plateforme supérieure reposant sur des premiers éléments de guidage en rotation, de préférence un premier palier de roulement, et supportant une première partie dudit raccord tournant, ladite première partie du dit raccord tournant étant solidaire de ladite plateforme supérieure, des éléments de conduite de jonction coudés reliant les extrémités supérieures des dites premières conduites flexibles au niveau de ladite plateforme interne à ladite première partie du dit raccord, une deuxième partie rotative dudit raccord tournant étant supportée par le pont du support flottant, et

- une dite structure interne cylindrique étanche, de préférence à section circulaire selon ledit axe vertical ZZ', comportant une paroi de fond assemblée de manière étanche à l'extrémité inférieure d'une paroi tubulaire latérale de ladite structure interne tubulaire, et

- une structure inférieure d'amarrage, de préférence de forme annulaire coaxiale à ladite structure interne cylindrique, connectée à ladite paroi de fond, en sous face de ladite paroi de fond, des lignes d'ancrage s'étendant depuis ladite structure inférieure d'amarrage où elles sont amarrées jusqu'au fond de la mer et lesdites premières conduites flexibles traversant ladite structure inférieure d'amarrage.

[0039] Plus particulièrement encore, ledit touret comprend :

- une dite plateforme supérieure en appui sur un premier palier de roulement disposé au niveau d'un redan à l'extrémité supérieure de ladite cavité, de préférence de manière à ce que ladite plateforme supérieure ne dépasse pas en hauteur le niveau du pont du support flottant, et

- ladite paroi tubulaire latérale à section circulaire de ladite structure interne tubulaire cylindrique coopère avec au moins des deuxième et troisième paliers latéraux de roulement ou de frottement, de préférence des paliers de roulement, intercalés entre la paroi latérale cylindrique de ladite cavité et ladite paroi tubulaire latérale de ladite structure interne cylindrique et autorisant la rotation de ladite structure interne, ledit troisième palier de roulement ou de frottement étant situé en dessous dudit deuxième palier latéral, ledit deuxième palier étant de préférence au-dessus de la surface de l'eau, à proximité du niveau de ladite plateforme interne, ledit troisième palier latéral étant situé à proximité du niveau de ladite paroi de fond.

[0040] On comprend que, dans ce mode de réalisation :

- ladite structure interne cylindrique est articulé en rotation par rapport à ladite cavité et dite coque par l'intermédiaire desdits éléments de guidage en rotation, de préférence au moins un palier de roulement ou de frottement, de manière à autoriser la rotation dudit support flottant autour d'un axe sensiblement vertical ZZ' de la cavité dudit touret, sans entraîner la rotation de ladite structure interne cylindrique dudit touret par rapport au même axe vertical ZZ', lesdites lignes d'amarrage et première conduites flexibles s'étendant dessous le touret étant apte à rester fixe en rotation autour de l'axe ZZ' par rapport au fond de la mer, lorsque ledit support flottant est entraîné en rotation autour de l'axe vertical ZZ' de ladite structure interne cylindrique ou dite cavité du touret, et

- ladite première partie du raccord tournant coopère de manière étanche avec la deuxième partie du raccord tournant de manière à assurer les transferts de fluide ou de courants électriques en provenance ou vers les flexibles et câbles électriques, tout en autorisant la rotation dudit support flottant (et de ladite deuxième partie du raccord tournant) autour d'un axe sensiblement vertical ZZ' de la cavité dudit touret, sans entraîner la rotation des dites premières conduites flexibles à l'intérieur de ladite structure interne cylindrique par rapport au même axe vertical ZZ.

[0041] Plus particulièrement encore, le(s)dit(s) palier(s) de roulement est (sont) constitué(s) par des rouleaux ou des roulettes guidés dans des pistes de roulement, lesdites pistes de roulement et dits rouleaux ou roulettes étant disposés circulairement autour de ladite structure interne, de préférence régulièrement espacés.

[0042] La présente invention fournit également une installation de liaison fond-surface comportant un support flottant selon l'invention caractérisé en ce qu'il comprend en outre au moins une deuxième conduite rigide assurant la liaison entre l'extrémité inférieure d'une dite première conduite flexible s'étendant dessous ledit touret

et l'extrémité d'une conduite sous-marine reposant au fond de la mer.

[0043] Dans une variante de réalisation, ladite deuxième conduite rigide est disposée en colonne montante sensiblement verticalement, ladite première conduite flexible à laquelle elle est reliée adoptant une forme de double chainette plongeante.

[0044] Dans une autre variante de réalisation, ladite deuxième conduite rigide est du type dénommé SCR, s'étendant selon une forme de courbe dite de chainette simple entre l'extrémité d'une conduite reposant au fond de la mer et l'extrémité inférieure d'une dite première conduite flexible débouchant en dessous du dit touret et en continuité de courbure de ladite première conduite flexible.

[0045] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront mieux à la lumière de la description détaillée qui va suivre, faite de manière illustrative et non limitative, en référence aux dessins sur lesquels :

- la figure 1 est une vue de côté d'un FPSO 1 équipé d'un touret 2 situé dans le tiers avant de la coque, ancré en 1a et comportant des conduites de liaison fond-surface 4, 8 jusqu'à des conduites sous-marines 9 reposant au fond de la mer 10,

- la figure 2 est une coupe en arraché et en vue de côté d'un touret 2 intégré à la coque d'un FPSO 1 selon l'invention, détaillant le cheminement d'une conduite de guidage 5 en S selon l'invention, d'une conduite flexible 4 depuis la paroi de fond 2b dudit touret 2, jusqu'à une plateforme interne 6 située dans le plan BB, à un niveau supérieur dudit touret, ledit plan BB étant disposé largement au dessus du niveau de l'eau 11 additionné des plus fortes houles, lorsque ledit FPSO 1 est ballasté au maximum,

- la figure 3 est une vue détaillant le raccordement de l'extrémité supérieure des conduites flexibles 4 au niveau d'éléments de raccordement 6a fixés sur la plateforme interne 6,

- la figure 4 est une représentation de type « rose des vents » (en anglais « rose wind ») de la répartition des efforts verticaux à la périphérie d'un touret, créés par l'ensemble des conduites flexibles 4 reliées à ce dernier, dans une configuration classique de l'art antérieur,

- la figure 5A est une coupe d'un touret 2 selon l'invention au niveau du plan AA de la figure 2, détaillant l'emplacement des diverses conduites flexibles, ombilicaux et câbles électriques 4, de petite 4c, de moyenne 4b et de grande taille 4a,

- la figure 5B est une coupe du même touret selon l'invention que celui de la figure 5A, effectuée au niveau du plan BB de la figure 2, détaillant la réorganisation des diverses conduites flexibles, ombilicaux et câbles électriques, de petite, de moyenne et de grande taille, ainsi que la nouvelle « rose des forces » R' résultant de cette réorganisation, lesdits deuxièmes emplacements de premières conduites flexibles étant schématisés en hachures lorsqu'ils sont déportés par rapport au dits premiers emplacements, ces derniers étant représentés en pointillés; et

- la figure 6A est une vue en coupe verticale du touret comprenant une conduite de guidage et de déport selon l'invention rectiligne et inclinée 5 et une conduite de guidage verticale en I connue 5b, et

- la figure 6B est une vue en coupe horizontale selon le plan BB du dispositif de la figure 6A montrant un déport de la conduite de guidage 5 selon l'invention.

[0046] Sur la figure 1, on a représenté en vue de côté un support flottant de type « FPSO » 1 solidaire d'un touret 2 situé dans le tiers avant dudit FPSO. Ledit touret 2 est ancré par une pluralité de lignes d'ancrage 1a reliés à des ancres non représentées plantées dans le sol sous-marin 10. Le touret, connu de l'homme de l'art, est représenté en coupe sur la figure 2 et présente une structure cylindrique interne 2a sensiblement fixe en rotation autour de l'axe ZZ par rapport au sol marin 10, à l'intérieur d'une cavité 2d traversant de part en part la coque 1d du support flottant 1. Le touret 2 est constitué d'une structure tubulaire 2a rendue étanche à son extrémité inférieure par une paroi de fond 2b et comprenant à son extrémité supérieure une plateforme supérieure 2c, de plus grand diamètre que la paroi tubulaire latérale 2a, ladite plateforme 2c venant en appui, dans ses parties périphériques dépassant de la paroi tubulaire latérale 2a, contre le redan 1c à l'extrémité supérieure de la cavité 2d.

[0047] Ladite structure cylindrique interne 2a et la coque 1d coopèrent en rotation relative grâce à des paliers de roulement 2a1, 2a2 et 2a3 comprenant deux paliers circulaires latéraux de guidage supérieur 2a2 et inférieur 2a3 qui transfèrent les efforts horizontaux entre le touret et la structure du FPSO et un palier de roulement supérieur circulaire de supportage 2a1 qui transfère l'intégralité des efforts verticaux entre la plateforme supérieure 2c du touret et le pont du FPSO. Ceci permet au FPSO de pivoter librement autour de l'axe vertical ZZ' du touret et de se positionner dans une direction correspondant à la résultante des efforts engendrés par la houle, le vent et le courant sur le FPSO et ses superstructures, sans que la structure cylindrique interne 2a du touret 2 ne pivote, ce dernier restant ainsi sensiblement fixe en rotation autour de l'axe ZZ', vis-à-vis du fond de la mer 10.

[0048] Lesdits paliers 2a1, 2a2, 2a3 sont des paliers de frottement ou de roulement, de préférence des paliers de roulement. Il peut s'agir plus particulièrement de rouleaux ou de roulettes intercalés entre :

- la paroi interne de la cavité 2d et la surface externe de la paroi tubulaire latérale 2a, en ce qui concerne les rouleaux ou les roulettes latéraux de guidage 2a2 et 2a3, et

- la surface horizontale du redan 1c et la sous-face de la plateforme supérieure 2c du touret 2, en ce qui concerne le palier de supportage 2a1.

[0049] On comprend qu'au niveau desdits paliers au moins, ladite structure tubulaire 2 et ladite paroi interne de cavité 2d présentent une section circulaire. Les rouleaux ou roulettes des paliers inférieurs et supérieurs de guidage latéral 2a2 et 2a3 sont plus particulièrement disposés avec leurs axes de rotation en position verticale. Dans le cas du palier supérieur de supportage 2a1, lesdits rouleaux ou roulettes sont disposés avec leurs axes de rotation en position horizontale en appui sur le redan 1c, la plateforme 2d reposant sur la tranche desdits rouleaux 2a1.

[0050] Sur les figures 1 et 2, on a représenté aussi la structure d'amarrage inférieure 2-1 fixée en sous face de la paroi de fond 2b et sur laquelle sont fixées les lignes d'ancres 1a. La structure inférieure 2-1 présente une forme annulaire et est traversée en son centre par une pluralité de dites premières conduites flexibles incluant des conduites de productions mais aussi des ombilicaux et de câbles électriques 4 de diverses tailles, légères 4c, moyennes 4b et lourdes 4a qui traversent la paroi de fond en passant à l'intérieur des extrémités 5a de conduites de guidage 5 supportées et traversant la paroi de fond 2b puis remontant à l'intérieur de la structure cylindrique étanche 2a guidées par des conduites de guidage non verticales 5 selon l'invention et pour certaines dans des conduites de guidage verticales 5b de la technique antérieure. Les extrémités supérieures 4-3 de premières conduites flexibles 4, débouchant des extrémités supérieures 5c des conduites de guidage traversant la plateforme interne 6, sont raccordées à des éléments de raccordement 6a supportés par une plateforme interne 6 fixée à l'intérieur et au sommet de ladite structure interne 2 dessous le raccord à joint tournant 3, la partie inférieure 3-2 étant supportée axialement par la plateforme supérieure 2c de la structure cylindrique interne 2a. Enfin, des conduites de jonction coudées 7 assurent la jonction des extrémités supérieures 4-3 des premières conduits flexibles 4 entre la plateforme interne 6 et le raccord à joint tournant 3-2.

[0051] En mer peu profonde, c'est-à-dire lorsque la hauteur d'eau est de 200 à 750, voire 1000m, les conduites de liaisons fond surface, ainsi que les conduites 9 reposant sur le fond de la mer sont en général des conduites flexibles, telles les conduites fabriquées pour l'industrie pétrolière par Technip (France) ou Wellstream (USA). Par contre, lorsque la profondeur d'eau dépasse 1000-1500m, on préfère installer pour les conduites de production ou d'injection d'eau ou de gaz, des deuxièmes conduites rigides en acier 8, isolées ou non, entre les conduites sous-marine 9 reposant au fond de la mer et lesdites premières conduites flexibles débouchant en subsurface dessous le touret du FPSO. On peut disposer une deuxième conduite rigide 8 reliant le fond de la mer jusqu'à l'extrémité d'une première conduite flexible 4 au niveau d'un flotteur 12 à une distance en dessous du niveau de la mer de l'ordre de 50 à 100m. Ladite deuxième conduite rigide 8 peut être verticale (non représenté) ou du type SCR (« steel catenary riser ») en forme de courbe dite de chainette, de caractéristiques en général équivalentes à celles des conduites de production, la liaison avec le FPSO étant alors assurée par des premières conduites flexibles en configuration de double chaînette plongeante 4-2. Lorsque la profondeur d'eau est supérieure à 1000m, on évite l'utilisation de premières conduites flexibles de grandes longueurs, extrêmement coûteuses, et l'on prolonge avantageusement la conduite rigide 9 reposant sur le sol jusqu'au FPSO en configuration de chaînette simple ou « SCR » comme représenté sur la figure 1, la partie supérieure de la liaison fond-surface peut alors être constituée par une portion de conduite flexible 4-1, assurant une liaison souple avec le touret 2 du FPSO, ladite portion de première conduite flexible 4 étant alors en continuité de courbure avec l'extrémité supérieure de la deuxième conduite rigide 8 de type SCR et de préférence de même diamètre intérieur, et d'une longueur totale, par exemple, de 50 à 100m. Dans une telle configuration, les efforts engendrés par la conduite de liaison fond surface 4, 8 sur le touret sont très importants en raison le la hauteur de la tranche d'eau qui dans ce cas doit être supérieure à 750-1000m.

[0052] Dans certaines configurations de champs, on trouvera en partie inférieure du touret une concentration de conduites flexibles de grand diamètre 4a, donc de poids linéaire important, arrivant sur une zone réduite de la périphérie du touret, alors que dans une autre zone de la périphérie de position diamétralement opposé, il n'y aura que des conduites flexibles ou des câbles de faible poids linéaire, voire aucune conduite dans certains cas arrivant au touret. La figure 4 illustre les effets de ce cas dans un mode de réalisation selon la technique antérieure lorsque les premières conduites flexibles 4 sont raccordées à la paroi de fond et que les efforts sont essentiellement repris et transférés par ladite paroi de fond du touret. On observe ici :

- sur la gauche, 4 conduites flexibles de type 4a de grand diamètre, donc de poids linéaire important, donc engendrant des tensions et des efforts verticaux importants,

- sur la droite une seule conduite flexible de grand diamètre 4a,

- puis, réparties tout autour de la périphérie du touret une pluralité de conduites flexibles moyennes 4b, ainsi que des petites conduites flexibles 4c.

[0053] Le poids propre de la structure du touret ainsi que les efforts verticaux dus à l'ancrage 1a se répartissent sensiblement uniformément sur la périphérie du touret, donc les éléments de guidage en rotation 2a1 ainsi que les pistes de roulement solidaires respectivement du FPSO et du touret, sont sensiblement tous contraints de manière uniforme par ces efforts verticaux. En revanche, la répartition irrégulière et/ou asymétrique des dites conduites flexibles 4 en suspension génère des efforts verticaux non homogènes sur la périphérie du touret créant des variations de contraintes qui peuvent être très importantes. Ainsi, on a représenté sur la figure 4 la «rose des efforts verticaux» R, similaire à la «rose des vents» connue de l'homme de l'art dans le domaine de la météorologie, pour représenter la variation des efforts verticaux F par unité de longueur sur la périphérie dudit touret : F représente alors l'effort vertical par unité de longueur, par exemple par mètre curviligne de la circonférence de la plateforme supérieure appliqué sur le palier de rotation 2a1 résultant de la répartition des diverses conduites flexibles dans ladite zone périphérique du touret lorsque ces efforts sont repris au niveau de la paroi de fond où les conduites sont raccordées selon la technique antérieure ou sont transférés verticalement sans modification de répartition vers une plateforme supérieure où ils sont raccordés. Ainsi, dans les parties gauche et basse de la figure 4, du fait de la concentration importante de conduites flexibles lourdes 4a et une pluralité de conduites moyennes 4b et petites 4c, la rose des efforts R présente alors, dans le sens des aiguilles d'une montre la variation suivante :

- depuis le bas de la figure, une valeur croissante depuis une valeur nulle jusqu'en R1, puis une valeur légèrement décroissante jusqu'en R2 (F1),
- puis de nouveau une valeur croissante qui atteint un maximum F_2 entre R3 et R4, et enfin une valeur décroissante jusqu'à zéro de R4 à R5,
- on observe ensuite toute une plage avec une valeur F sensiblement nulle jusqu'au sommet de ladite figure,
- puis une zone R6 où la rose des efforts a une valeur faible F_3 en raison de la présence d'une conduite flexible moyenne 4b,
- puis de nouveau une zone où F a une valeur sensiblement nulle,
- jusqu'à la zone droite de la figure où la présence d'une pluralité de conduites flexibles de diverses taille induit la rose des efforts R7,
- puis de nouveau une zone où F a une valeur sensiblement nulle,
- puis une zone où la rose des efforts R8 a une valeur faible en raison de la présence d'une conduite flexible moyenne unique,
- enfin une zone où F a une valeur sensiblement nulle.

[0054] Ainsi, lorsque le FPSO 1 pivote autour de son touret 2 sensiblement fixe par rapport au fond de la mer 10, les pistes de roulement ainsi que les paliers de rotation 2a1, 2a2, 2a3 sont soumises de manière permanente à des efforts verticaux (2a1) et horizontaux moindres (2a2 et 2a3) qui varient d'une valeur nulle à une valeur maximale comme expliqué précédemment, ce qui induit une fatigue localisée d'autant plus importante que les plages de variations angulaires du FPSO sont souvent réduites à un secteur limité, par exemple du gisement 260° au gisement 325°, correspondant par exemple à 90% du temps où la résultante des effets de la houle, du vent et des courants sur le FPSO, maintient ce dernier dans cette plage de gisement. Ainsi, pistes de roulement et paliers de rotation soumis à des efforts alternés plus importants dans ce secteur angulaire, présenteront une usure et une fatigue accélérées dans ce secteur angulaire, alors que d'autres secteurs ne subiront quasiment aucun effort important, donc peu d'usure significative et une fatigue quasi-nulle, pendant la durée de vie de l'installation qui en général atteint 20-25 ans, voire plus.

[0055] Pour limiter les valeurs extrêmes des efforts localisés F et lisser la forme de la « rose des efforts » R sur la périphérie du touret, on fournit selon la présente invention, tel que représenté sur les figures 2, 5A, 5B et 6 un dispositif de guidage non vertical des conduites flexibles au sein du touret qui permet avantageusement de modifier la répartition du transfert de charge généré par lesdites conduites flexibles au sein du touret 2.

[0056] Sur la figure 2, on a représenté en coupe un touret 2 d'un FPSO 1 traversé du bas vers le haut par une conduite de guidage rigide en acier 5 en forme de S. Ladite conduite de guidage 5 est équipée en partie basse d'une goulotte en forme de trompette 5a destinée à éviter l'endommagement de la conduite flexible 4 qu'elle contient et guide dans la zone de contact lors de son arrivée dans l'extrémité inférieure de la conduite de guidage. Ladite conduite de guidage 5 traverse de manière étanche la paroi de fond 2b du touret au niveau d'un premier emplacement centré en C1 en périphérie de la paroi de fond. La partie haute de ladite conduite de guidage 5 est solidarisée 6b à une plateforme interne support 6 solidaire de la structure cylindrique interne 2a du touret 2 dans le plan BB au-dessus de la surface de l'eau de mer et au-dessous de la plateforme supérieure 2c du touret. Ladite plateforme interne 6 supporte également l'extrémité supérieure de ladite première conduite flexible contenue dans ladite conduite de guidage équipée d'un élément de raccordement 6a débouchant à l'extérieur de la conduite de guidage. La plateforme interne 6 supporte l'ensemble des dites premières conduites flexibles, et donc sensiblement l'intégralité des efforts verti-

caux de chacune desdites conduites flexibles.

[0057] L'extrémité supérieure de ladite conduite 4 est reliée via un élément de conduite de jonction 7 à une partie 3-2 du raccord à joint tournant 3. Ladite partie 3-2 du raccord 3 est solidaire du touret, donc sensiblement fixe en rotation par rapport au fond de la mer. Puis, le fluide ressort de la partie 3-1 du raccord 3 solidaire du pont 1b et de la plateforme supérieure 2c, par une conduite 13. La partie 3-1 du raccord à joint tournant 3 est solidaire du pont du FPSO 1 et se trouve donc en rotation libre autour de l'axe ZZ' du touret 2 par rapport à la partie 3-2 solidaire du touret 2. Il en va de même pour les autres conduites flexibles 4b et 4c raccordée au joint tournant en 3-2 via des éléments de jonction 7 et ressortant en 3-1 vers des conduites 13 sur le pont 1b.

[0058] On a représenté sur la figure 5A, qui correspond à une coupe en vue de dessus de la section du plan AA de la figure 2, l'ensemble des conduites flexibles 4, 4a, 4b, 4c qui ne sont pas raccordées au niveau de la paroi de fond mais sont contenues et guidées dans des conduites de guidage lesquelles traversent la paroi de fond 2b en des premiers emplacements centrés en C1 selon une répartition imposée par l'architecture du champ comme expliqué précédemment en référence à la figure 4. Les efforts verticaux sont sensiblement intégralement transférés au niveau de la plateforme interne 6 où les conduites sont en suspension.

[0059] Sur cette figure 5A, on a représenté quatre conduites de guidage et de déport 5 selon l'invention pour conduites flexibles lourdes 4a-2 à 4a-5, ainsi que deux conduites de guidage et de déport 5 pour conduites flexibles moyennes 4b-1 et 4b-2 et une pluralité d'autres conduites de guidage sensiblement verticales conventionnelles pour conduites flexibles moyennes et petites, réparties sur la périphérie. Sur les figues 5A-5B, lesdites conduites de guidage des conduites flexibles 4a-2 à 4a-5 sont des conduites de guidage en S selon l'invention, alors que les autres conduites de guidage, et en particulier la conduite de guidage de la conduite flexible 4a-1 sont des conduites conventionnelles de type conduites en I (en anglais I-tube) connues de l'homme de l'art dans le domaine de l'exploitation pétrolière en mer, et représentées 5b sur la figure 1.

[0060] Sur la figure 5B, on a représenté la position des extrémités supérieures 5c des conduites de guidage 5 des mêmes conduites flexibles 4a-2 à 4a-5 fixés 6b sur la périphérie de la plateforme 6 en des deuxièmes emplacements centrés en C2. La conduite flexible lourde 4a-1 se trouve sensiblement à la même position en tête qu'en pied (figure 5A), et sa conduite de guidage est de type I-tube, sensiblement vertical. Les conduites flexibles 4a-2 à 4a-5 sont déportées grâce aux conduites de guidage en S selon l'invention et se retrouvent alors avantageusement réparties de manière régulière sur la périphérie, sensiblement tous les 60° (Y') selon les axes LL - MM - NN, et sensiblement symétriquement par rapport à LL. Le déport respectif des deuxièmes emplacements C2 par rapport aux premiers emplacements C1 est représenté par une flèche sur cette figure 5B et correspond à un angle $\alpha 2$ à $\alpha 5$ supérieur à 5°, notamment ici de 10 à 60°, dans un plan horizontal entre les plan radiaux sensiblement verticaux contenant l'axe ZZ' et passant par C1 et C2 respectivement. Les deux conduites flexibles moyennes 4b-1 et 4b-2 sont rapprochées l'une de l'autre grâce à deux conduites de guidage en S, sensiblement symétriquement par rapport à l'axe LL, et créant un déport mineur de l'ordre de 5 à 8°.

[0061] Ainsi, l'essentiel des charges lourdes se trouvent régulièrement et symétriquement réparties à la périphérie de la plateforme 6 et donc régulièrement et symétriquement transférées et reprises au niveau du palier 2a1 avec un léger pic d'effort sensiblement tous les 60°, sans créer de variations de contraintes importantes sur le touret, la coque et les paliers de roulement. Lors des mouvements du FPSO 1 autour de son touret 2, sensiblement fixe par rapport au fond marin, il en résultera un niveau de contraintes et de fatigue locale radicalement réduit, ainsi qu'une fatigue globale sensiblement uniforme sur les éléments de roulage et surtout sur les pistes de roulement, sur toute la périphérie du touret. Il en résulte ainsi un meilleur comportement de l'ensemble de l'installation fond-surface pendant toute la durée de vie de l'installation, cette dernière étant couramment de 15 à 20 ans, voire plus, sans nécessiter de maintenance lourde, telle une mise en cale sèche pour démontage et changement de ces composants très critiques et sujets à usure, que l'on constate couramment dans l'art antérieur.

[0062] Sur les figures 6A-6B, on montre, à titre illustratif, un exemple de réalisation de conduite de guidage non verticale 5 selon l'invention présentant une forme rectiligne D inclinée d'un angle β supérieur à 5° par rapport à la verticale, ici environ 30°, sur une hauteur H entre la paroi de fond 2b et la plateforme interne 6 d'au moins 75% de la hauteur du touret soit H= 10 à 20m. Il en résulte un déport dudit deuxième emplacement d'un angle alpha de 175°, tel que représenté sur la figure 6B, dans un plan horizontal entre les plans radiaux contenant l'axe ZZ' et passant respectivement par C1 et par C2. Plutôt que des conduites de guidage rectilignes selon l'invention, on préfère mettre en oeuvre des conduites de guidage en S dans un plan ou dans l'espace à trois dimensions, car il est ainsi plus facile de disposer un plus grand nombre de conduites de guidage dans l'intérieur du touret sans risquer des interférences entre dites conduites 5, ou encore des zones congestionnées limitant de ce fait les possibilités d'accès pour inspection et maintenance.

[0063] A titre d'exemple, un touret de FPSO traverse intégralement la coque du support flottant sur une hauteur de 30 à 55m de hauteur, son diamètre est de 10 à 25 m, notamment 12 à 16m, et son poids propre est d'environ 2 500 à 5 000 tonnes. L'ensemble des efforts verticaux dus aux conduites de liaison fond-surface peuvent atteindre 5 000 à 7 500 tonnes voire 10 000 tonnes. Les grosses conduites flexibles par grande profondeur d'eau peuvent engendrer chacune des efforts de 100 à 250

tonnes, dans le cas de chaînettes 4-2 telles que décrites en référence à la figure 1, dans le cas de conduites rigides en configuration de SCR 8, 4-1, les efforts verticaux peuvent atteindre 750 tonnes à 1 000 tonnes, voire plus, pour chacune des lignes.

[0064] On peut ainsi installer un grand nombre de conduites, de gaz, de produits bruts, d'ombilicaux hydrauliques et de câbles électriques 4a-4c, par exemple 36 ou 48 conduites flexibles 4, quelque soit l'architecture du champ et l'implantation des diverses têtes de puits autour du FPSO.

Revendications

1. Support flottant (1) de production pétrolière supportant ou apte à supporter des conduites de liaison fond-surface entre une pluralité de conduites sous-marines (9) reposant au fond de la mer (10) et ledit support flottant (1) en surface (11), ledit support flottant comprenant un touret (2) comprenant une cavité (2d) au moins en partie immergée au sein d'une structure déportée à l'avant du support flottant ou intégrée dans ou dessous la coque du support flottant, de préférence traversant la coque du support flottant sur toute sa hauteur, ledit touret (2) comprenant une structure interne cylindrique (2a) au sein de ladite cavité, de préférence à section circulaire, ladite structure interne comprenant une paroi latérale tubulaire surmontée à son extrémité supérieure d'une plateforme supérieure (2c) arrivant sensiblement au niveau du pont (1b) du support flottant, ladite paroi latérale tubulaire (2a) étant au moins en partie fermée à son extrémité inférieure par une paroi de fond (2b), ladite structure interne cylindrique étant traversée ou apte à être traversée par une pluralité de premières conduites flexibles (4, 4a-4c) reliées (7) à ladite plateforme supérieure (2c) et s'étendant dessous ladite paroi de fond (2b) jusqu'à des conduites sous-marines (9) reposant au fond de la mer ou jusqu'à des deuxièmes conduites (8) elles-mêmes reliées à des conduites sous-marines (9) reposant au fond de la mer, ladite structure interne cylindrique (2a) étant articulée en rotation par rapport à ladite cavité (2d) et dite coque par l'intermédiaire d'éléments de guidage en rotation, de préférence au moins un palier de roulement ou de frottement ($2a_1$, $2a_2$, $2a_3$), de manière à autoriser la rotation dudit support flottant autour d'un axe sensiblement vertical ZZ' de la cavité dudit touret, sans entraîner la rotation d'une partie dudit touret par rapport au même axe vertical ZZ',
caractérisé en ce que ladite structure interne cylindrique (2a) comprend au moins une, de préférence une pluralité de conduites de guidage et de déport (5), de préférence rigide, contenant et guidant ou aptes à contenir et guider une dite première conduite flexible (4), ladite conduite de guidage (5) traversant ladite paroi de fond (2b) et traversant non verticalement l'intérieur de ladite structure interne cylindrique (2a) du touret entre :

   - d'une part, ladite paroi de fond (2b) au niveau d'un premier emplacement (C1) de ladite paroi de fond où ladite conduite de guidage se trouve fixée, ledit premier emplacement étant disposé de préférence à la périphérie de ladite paroi de fond, et
   - d'autre part, une plateforme interne (6) solidaire de ladite structure cylindrique interne (2a) au-dessus de ladite paroi de fond et au-dessus du niveau de la surface de l'eau (11), l'extrémité supérieure (5c) de ladite conduite de guidage (5) étant fixée (6b) à ladite plateforme interne (6) au niveau d'un deuxième emplacement (C2) où se trouve fixée ou est apte à être fixée l'extrémité supérieure (4-3) de ladite conduite flexible (4) contenue dans ladite conduite de guidage, ledit deuxième emplacement étant non aligné verticalement avec ledit premier emplacement, ledit deuxième emplacement étant disposé de préférence à la périphérie de ladite plateforme interne (6).

2. Support flottant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** lesdits premiers emplacements sont disposés selon une répartition non régulière et/ou non symétrique le long de la périphérie de ladite paroi de fond.

3. Support flottant selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** ladite conduite de guidage non verticale (5) réalise entre ledit premier emplacement (C1) et ledit deuxième emplacement (C2) une déviation d'un angle alpha d'au moins 5° dans un plan horizontal entre (a) un premier plan vertical passant par l'axe vertical (ZZ') de ladite structure interne cylindrique et le centre du dit premier emplacement (C1) et (b) un deuxième plan vertical passant par l'axe vertical de ladite structure interne cylindrique et le centre dudit deuxième emplacement (C2).

4. Support flottant selon la revendication 1, 2 ou 3, **caractérisé en ce que** ladite conduite de guidage non verticale (5) réalise entre ledit premier emplacement (C1) et ledit deuxième emplacement (C2) une déviation d'un angle β d'au moins 5° dans un plan vertical entre (a) la droite verticale passant par le centre dudit premier emplacement (C1) et (b) la droite inclinée (D) passant par les deux centres desdits premier et deuxième emplacements (C1, C2).

5. Support flottant selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce qu'**il comprend une pluralité de dites conduites de guidage (5) non verticales dont lesdits deuxièmes emplacements (C2) sont dispo-

sés en périphérie de ladite plateforme interne circulaire (6) selon une disposition plus régulière, de préférence selon une disposition de dits deuxièmes emplacements successifs dont les directions radiales sont espacées angulairement d'un même angle (gamma), et/ou selon une disposition plus symétrique par rapport à un plan diamétral (LL) que lesdits premiers emplacements (C1) disposés en périphérie de ladite paroi de fond circulaire.

6. Support flottant selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce qu'**il supporte des dites premières conduites flexibles (4), une partie au moins des dites premières conduites flexibles passant par des dites conduites de guidage non verticales disposées au niveau de dits deuxièmes emplacements de manière à ce que les efforts générés par lesdites premières conduites flexibles soient transférées et repris de façon sensiblement plus homogène et/ou plus symétrique le long du pourtour de la périphérie de ladite plateforme interne que les efforts générés par lesdites premières conduites au niveau des dits premiers emplacements.

7. Support flottant selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** lesdites premières conduites sont disposées au niveau des dits deuxièmes emplacements de manière à ce que les efforts générés par lesdites premières conduites soient répartis de façon sensiblement homogène et/ou symétrique sur le pourtour de la périphérie de ladite plateforme interne (6), de préférence lesdites deuxièmes emplacements étant disposés de façon sensiblement homogène et/ou symétrique sur le pourtour de la périphérie de ladite plateforme interne.

8. Support flottant selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce qu'**il comprend au moins une dite conduites de guidages s'étendant depuis un dit premier emplacement au niveau de ladite paroi de fond jusqu'à un dit deuxième emplacement au niveau de ladite plateforme interne de façon sensiblement homogène et/ou symétrique sur le pourtour de la périphérie de ladite plateforme interne, selon un parcours incurvé en forme de S.

9. Support flottant selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce qu'**il comprend au moins une dite conduites de guidages s'étendant depuis un dit premier emplacement au niveau de ladite paroi de fond jusqu'à un dit deuxième emplacement au niveau de ladite plateforme interne, selon un parcours sensiblement rectiligne incliné (β).

10. Support flottant selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que**:

- ladite plateforme supérieure (2c) supporte au moins une première partie (3-1) d'un raccord à joint tournant (3) disposé axialement (ZZ') au-dessus de ladite plateforme interne (6),
- ladite plateforme supérieure (2c) reposant sur des premiers éléments de guidage en rotation, de préférence un premier palier de roulement (2_1), et supportant une première partie (3-1) dudit raccord tournant (3), ladite première partie (3-1) du dit raccord tournant étant solidaire de ladite plateforme supérieure (2c), des éléments de conduite de jonction coudés (7) reliant les extrémités supérieures (4-3) des dites premières conduites flexibles au niveau de ladite plateforme interne (6) à ladite première partie (3-1) du dit raccord, une deuxième partie rotative (3-2) dudit raccord tournant étant supportée par le pont (1c) du support flottant, et
- une dite structure interne cylindrique étanche (2, 2a), de préférence à section circulaire selon ledit axe vertical (ZZ'), comportant une paroi de fond (2c) assemblée de manière étanche à l'extrémité inférieure d'une paroi tubulaire latérale de ladite structure interne tubulaire, et
- une structure inférieure d'amarrage (2-1), de préférence de forme annulaire coaxiale à ladite structure interne cylindrique, connectée à ladite paroi de fond, en sous face de ladite paroi de fond, des lignes d'ancrage (1a) s'étendant depuis ladite structure inférieure d'amarrage (2-1) où elles sont amarrées jusqu'au fond de la mer et lesdites premières conduites flexibles (4) traversant ladite structure inférieure d'amarrage.

11. Support selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** :

- ladite plateforme supérieure (2c) est en appui sur un premier palier de roulement ($2a_1$) disposé au niveau d'un redan (1c) à l'extrémité supérieure de ladite cavité (2d), de préférence de manière à ce que ladite plateforme supérieure (2c) ne dépasse pas en hauteur le niveau du pont (1c) du support flottant, et
- ladite paroi tubulaire latérale à section circulaire de ladite structure interne tubulaire cylindrique coopère avec au moins des deuxième et troisième paliers latéraux de roulement ou de frottement, de préférence des paliers de roulement ($2a_2$, $2a_3$), intercalés entre la paroi latérale cylindrique de ladite cavité (2d) et ladite paroi tubulaire latérale de ladite structure interne cylindrique et autorisant la rotation de ladite structure interne, ledit troisième palier de roulement ou de frottement (2_3) étant situé en dessous dudit deuxième palier latéral (2_2), ledit deuxième palier étant de préférence au-dessus de la surface de l'eau, à proximité du niveau de ladite plateforme interne, ledit troisième palier latéral

étant situé à proximité du niveau de ladite paroi de fond.

12. Support flottant selon l'une des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** le(s)dit(s) palier(s) de roulement est (sont) constitué(s) par des rouleaux ou des roulettes guidés dans des pistes de roulement, lesdites pistes de roulement et dits rouleaux ou roulettes étant disposés circulairement autour de ladite structure interne, de préférence régulièrement espacés.

13. Installation de liaison fond-surface comportant un support flottant (10) selon l'une des revendications 1 à 12, **caractérisée en ce qu'**elle comprend en outre au moins une deuxième conduite rigide (8) assurant la liaison entre l'extrémité inférieure d'une dite première conduite flexible s'étendant dessous ledit touret et l'extrémité d'une conduite sous-marine reposant au fond de la mer.

14. Installation de liaison fond-surface selon la revendication 13, **caractérisée en ce que** ladite deuxième conduite rigide (8) est disposée en colonne montante sensiblement verticalement, ladite première conduite flexible à laquelle elle est reliée adoptant une forme de double chainette plongeante (4-2).

15. Installation de liaison fond-surface selon la revendication 13, **caractérisée en ce que** ladite deuxième conduite rigide (8) est du type dénommé SCR, s'étendant selon une forme de courbe dite de chainette simple entre l'extrémité d'une conduite reposant au fond de la mer (9) et l'extrémité inférieure d'une dite première conduite flexible débouchant en dessous du dit touret et en continuité de courbure de ladite première conduite flexible (4-1).

Patentansprüche

1. Schwimmender Träger (1) zur Erdölerzeugung, der Leitungen zur Boden-Oberflächen-Verbindung zwischen einer Vielzahl von Unterwasserleitungen (9), die am Boden des Meeres (10) liegen, und dem an der Oberfläche (11) schwimmenden Träger (1) trägt oder geeignet ist zu tragen, wobei der schwimmende Träger eine Trommel (2) umfasst, umfassend einen Hohlraum (2d), der zumindest teilweise in eine vor am schwimmenden Träger abgesetzte Struktur eingetaucht oder in oder unter dem Gehäuse des schwimmenden Trägers integriert ist, wobei er vorzugsweise das Gehäuse des schwimmenden Trägers auf seiner gesamten Höhe durchquert, wobei die Trommel (2) eine zylindrische innere Struktur (2a) in dem Hohlraum vorzugsweise mit kreisförmigem Querschnitt aufweist, wobei die innere Struktur eine röhrenförmige Seitenwand umfasst, über der an ihrem oberen Ende eine obere Plattform (2c) montiert ist, die im Wesentlichen auf Höhe der Brücke (1 b) des schwimmenden Trägers ankommt, wobei die röhrenförmige Seitenwand (2a) zumindest teilweise an ihrem unteren Ende durch eine Bodenwand (2b) geschlossen ist, wobei die zylindrische innere Struktur von einer Vielzahl von ersten flexiblen Leitungen (4, 4a-4c) durchquert wird und durchquert werden kann, die mit der oberen Plattform (2c) verbunden (7) sind, und sich unter der Bodenwand (2b) bis den Unterwasserleitungen (9), die am Boden des Meeres liegen, oder bis zu den zweiten Leitungen (8) erstrecken, die selbst mit Unterwasserleitungen (9), die am Boden des Meers liegen, verbunden sind, wobei die zylindrische innere Struktur (2a) in Drehung in Bezug zum Hohlraum (2d) und dem Gehäuse mit Hilfe von Drehführungselementen, vorzugsweise einem Wälzlager oder Reibungslager ($2a_1$, $2a_2$, $2a_3$), angelenkt ist, um die Drehung des schwimmenden Trägers um eine im Wesentlichen vertikale Achse ZZ' des Hohlraums der Trommel zu gestatten, ohne die Drehung eines Teils der Trommel in Bezug zu derselben Vertikalachse ZZ' nach sich zu ziehen,
dadurch gekennzeichnet, dass die zylindrische innere Struktur (2a) mindestens eine, vorzugsweise eine Vielzahl von Führungs- und Versatzleitungen (5), die vorzugsweise starr sind, umfasst, die eine erste flexible Leitung (4) enthalten und führen oder enthalten können und führen können, wobei die Führungsleitung (5) die Bodenwand (2b) durchquert und das Innere der zylindrischen inneren Struktur (2a) der Trommel nicht vertikal durchquert zwischen:

- einerseits der Bodenwand (2b) im Bereich einer ersten Stelle (C1) der Bodenwand, wo die Führungsleitung befestigt ist, wobei die erste Stelle vorzugsweise an der Peripherie der Bodenwand angeordnet ist, und
- andererseits einer inneren Plattform (6), die mit der zylindrischen inneren Struktur (2a) über der Bodenwand und über dem Niveau der Wasseroberfläche (11) verbunden ist, wobei das obere Ende (5c) der Führungsleitung (5) an der inneren Plattform (6) im Bereich einer zweiten Stelle (C2) befestigt (6b) ist, wo das obere Ende (4-3) der flexiblen Leitung (4), die in der Führungsleitung enthalten ist, befestigt ist oder befestigt werden kann, wobei die zweite Stelle nicht vertikal mit der ersten Stelle fluchtend ist, wobei die zweite Stelle vorzugsweise an der Peripherie der inneren Plattform (6) angeordnet ist.

2. Schwimmender Träger gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ersten Stellen gemäß einer nicht regelmäßigen und/oder nicht symmetrischen Verteilung entlang der Peripherie der Bodenwand angeordnet sind.

3. Schwimmender Träger gemäß Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die nicht vertikale Führungsleitung (5) zwischen der ersten Stelle (C1) und der zweiten Stelle (C2) eine Ablenkung um einem Winkel Alpha von mindestens 5° in einer Horizontalebene zwischen (a) einer ersten Vertikalebene, die durch die Vertikalachse (ZZ') der zylindrischen inneren Struktur und die Mitte der ersten Stelle (C1) verläuft, und (b) einer zweiten Vertikalebene, die durch die Vertikalachse der zylindrischen inneren Struktur und die Mitte der zweiten Stelle (C2) verläuft, herstellt.

4. Schwimmender Träger gemäß Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die nicht vertikale Führungsleitung (5) zwischen der ersten Stelle (C1) und der zweiten Stelle (C2) eine Ablenkung um einen Winkel β von mindestens 5° in einer Vertikalebene zwischen (a) der vertikalen Geraden, die durch die Mitte der ersten Stelle (C1) verläuft, und (b) der geneigten Geraden (D), die durch die beiden Mitten der ersten und zweiten Stellen (C1, C2) verläuft, herstellt.

5. Schwimmender Träger gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** er eine Vielzahl von nicht vertikalen Führungsleitungen (5) umfassen, deren zweite Stellen (C2) an der Peripherie der kreisförmigen inneren Plattform (6) in einer regelmäßigeren Anordnung angeordnet sind, vorzugsweise in einer Anordnung von zweiten aufeinanderfolgenden Stellen, deren radiale Richtungen im Winkel um einen selben Winkel (Gamma) beabstandet sind, und/oder in einer symmetrischeren Anordnung in Bezug zu einer Diametralebene (LL) als die ersten Stellen (C1), die an der Peripherie der kreisförmigen Bodenwand angeordnet sind.

6. Schwimmender Träger gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** er erste flexible Leitungen (4) trägt, wobei mindestens ein Teil der ersten flexiblen Leitungen durch die nicht vertikalen Führungsleitungen verläuft, die im Bereich von zweiten Stellen angeordnet sind, so dass die von den ersten flexiblen Leitungen erzeugten Kräfte übertragen und im Wesentlichen auf homogenere und/oder symmetrischere Weise entlang des Umfangs der Peripherie der inneren Plattform aufgenommen werden als die Kräfte, die von den ersten Leitungen im Bereich der ersten Stellen erzeugt werden.

7. Schwimmender Träger gemäß Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ersten Leitungen im Bereich der zweiten Stellen angeordnet sind, so dass die von den ersten Leitungen erzeugten Kräfte im Wesentlichen homogen und/oder symmetrisch auf dem Umfang der Peripherie der inneren Plattform (6) verteilt sind, wobei vorzugsweise die zweiten Stellen im Wesentlichen homogen und/oder symmetrisch auf dem Umfang der Peripherie der inneren Plattform angeordnet sind.

8. Schwimmender Träger gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** er mindestens eine Führungsleitung umfasst, die sich von einer ersten Stelle im Bereich der Bodenwand bis zu einer zweiten Stelle im Bereich der inneren Plattform im Wesentlichen homogen und/oder symmetrisch auf dem Umfang der Peripherie der inneren Plattform entlang eines S-förmig gebogenen Weges erstreckt.

9. Schwimmender Träger gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** er mindestens eine Führungsleitung umfasst, die sich von einer ersten Stelle im Bereich der Bodenwand bis zu einer zweiten Stelle im Bereich der inneren Plattform entlang eines im Wesentlichen geraden geneigten Weges (β) erstreckt.

10. Schwimmender Träger gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass**:

- die obere Plattform (2c) mindestens einen ersten Teil (3-1) eines Drehgelenkanschlusses (3) trägt, der axial (ZZ') über der inneren Plattform (6) angeordnet ist.
- die obere Plattform (2c) auf ersten Drehführungselementen, und vorzugsweise einem ersten Wälzlager (2_1), liegt und einen ersten Teil (3-1) des Drehanschlusses (3) trägt, wobei der erste Teil (3-1) des Drehanschlusses mit der oberen Plattform (2c) verbunden ist, wobei gebogene Elemente einer Verbindungsleitung (7) die oberen Enden (4-3) der ersten flexiblen Leitungen im Bereich der inneren Plattform (6) mit dem ersten Teil (3-1) des Anschlusses verbinden, wobei ein zweiter drehender Teil (3-2) des Drehanschlusses von der Brücke (1 c) des schwimmenden Trägers getragen wird, und
- eine dichte zylindrische innere Struktur (2, 2a) vorzugsweise mit kreisförmigem Querschnitt entlang der Vertikalachse (ZZ') eine Bodenwand (2c) umfasst, die dicht mit dem unteren Ende einer röhrenförmigen Seitenwand der inneren röhrenförmigen Struktur verbunden ist, und
- eine untere Befestigungsstruktur (2-1), vorzugsweise von ringförmiger Form koaxial zu der zylindrischen inneren Struktur an die Bodenwand auf der Unterseite der Bodenwand angeschlossen ist, wobei sich Verankerungslinien (1a) von der unteren Befestigungsstruktur (2-1) aus erstrecken, wo sie bis zum Boden des Meeres befestigt sind, und wobei die ersten flexiblen

Leitungen (4) die untere Befestigungsstruktur durchqueren.

11. Träger gemäß Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass**:

- die obere Plattform (2c) auf einem ersten Wälzlager ($2a_1$) aufliegt, das im Bereich einer Stufe (1c) am oberen Ende des Hohlraums (2d) vorzugsweise derart aufliegt, dass die obere Plattform (2c) das Niveau der Brücke (1c) des schwimmenden Trägers in der Höhe nicht überschreitet, und
- die röhrenförmige Seitenwand mit kreisförmigem Querschnitt der zylindrischen röhrenförmigen inneren Struktur mit mindestens zweiten und dritten seitlichen Wälzlagern oder Reibungslagern, vorzugsweise Wälzlagern ($2a_2$, $2a_3$) zusammenwirkt, die zwischen der zylindrischen Seitenwand des Hohlraums (2d) und der röhrenförmigen Seitenwand der zylindrischen inneren Struktur angeordnet sind und die Drehung der inneren Struktur gestatten, wobei das dritte Wälz- oder Reibungslager (2_3) unter dem zweiten seitlichen Lager (2_2) angeordnet ist, wobei das zweite Lager vorzugsweise über der Wasseroberfläche in der Nähe des Niveaus der inneren Plattform ist, wobei das dritte seitliche Lager in der Nähe des Niveaus der bodenwand angeordnet ist.

12. Schwimmender Träger gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das(die) Wälzlager von Walzen oder Rollen gebildet ist(sind), die in Wälzspuren geführt sind, wobei die Wälzspuren und die Walzen oder Rollen kreisförmig um die innere Struktur, vorzugsweise in regemäßigen Abständen, angeordnet sind.

13. Anlage zur Boden-Oberflächen-Verbindung, umfassend einen schwimmenden Träger (10) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie ferner mindestens eine zweite starre Leitung (8) umfasst, die die Verbindung zwischen dem unteren Ende einer ersten flexiblen Leitung, die sich unter der Trommel erstreckt, und dem Ende einer Unterwasserleitung, die am Boden des Meeres liegt, gewährleistet.

14. Anlage zur Boden-Oberflächen-Verbindung gemäß Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite starre Leitung (8) in einer im Wesentlichen vertikal aufsteigenden Säule angeordnet ist, wobei die erste flexible Leitung, mit der sie verbunden ist, eine Form einer doppelten Tauchkette (4-2) annimmt.

15. Anlage zur Boden-Oberflächen-Verbindung gemäß Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite starre Leitung (8) vom Typ SCR ist, wobei sie sich in Form eines Bogens, Einfachkette genannt, zwischen dem Ende einer am Boden des Meeres (9) liegenden Leitung und dem unteren Ende einer ersten flexiblen Leitung, die unter der Trommel mündet, und die Krümmung der ersten flexiblen Leitung (4-1) weiterführend erstreckt.

Claims

1. A floating petroleum production support (1) supporting or suitable for supporting bottom-to-surface connection pipes between a plurality of undersea pipes (9) resting on the seabed (10) and the said floating support (1) on the surface (11), said floating support including a turret (2) having a cavity (2d) immersed at least in part within a structure offset to the front of the floating support or incorporated in or under the hull of the floating support, preferably passing through the hull of the floating support over its entire height, said turret (2) comprising a cylindrical internal structure (2a), preferably of circular section, within said cavity, said internal structure comprising a tubular side wall surmounted at its top end by a top platform (2c) coming substantially to the level of the deck (1b) of the floating support, said tubular side wall (2a) being closed at least in part at its bottom end by a bottom wall (2b), said cylindrical internal structure passing or being suitable for passing a plurality of flexible first pipes (4, 4a-4c) connected (7) to said top platform (2c) and extending under said bottom wall (2b) to undersea pipes (9) resting on the sea bottom or to second pipes (8) themselves connected to undersea pipes (9) resting on the sea bottom, said cylindrical internal structure (2a) being mounted to rotate relative to said cavity (2d) and said hull via rotary guide elements, preferably at least one rolling or friction bearing ($2a_1$, $2a_2$, $2a_3$), in such a manner as to allow said floating support to rotate about a substantially vertical axis ZZ' of the cavity of said turret without causing a portion of said turret to rotate relative to the same vertical axis ZZ',
the floating support being **characterized in that** said internal cylindrical structure (2a) comprises at least one, and preferably a plurality of preferably rigid guide and offset pipes (5) containing and guiding or suitable for containing and guiding a said flexible first pipe (4), said guide pipe (5) passing through said bottom wall (2b) and passing non-vertically inside said cylindrical internal structure (2a) of the turret between:

- firstly said bottom wall (2b) at a first location (C1) of said bottom wall where said guide pipe is fastened, said first location being preferably located at the periphery of said bottom wall; and

• secondly an internal platform (6) secured to said internal cylindrical structure (2a) above said bottom wall and above the level of the water surface (11), the top end (5c) of said guide pipe (5) being fastened (6b) to said internal platform (6) at a second location (C2) where the top end (4-3) of said flexible pipe (4) contained in said guide pipe is fastened or is suitable for being fastened, said second location not being in vertical alignment with said first location, said second location preferably being arranged at the periphery of said internal platform (6).

2. A floating support according to claim 1, **characterized in that** said first locations are arranged in a non-regular and/or non-symmetrical distribution along the periphery of said bottom wall.

3. A floating support according to claim 1 or claim 2, **characterized in that**, between said first location (C1) and said second location (C2), said non-vertical guide pipe (5) describes a deflection through an angle alpha of at least 5° in a horizontal plane between a) a first vertical plane containing the vertical axis (ZZ') of said cylindrical internal structure and the center of said first location (C1), and b) a second vertical plane containing the vertical axis of said cylindrical internal structure and the center of said second location (C2).

4. A floating support according to claim 1, 2, or 3, **characterized in that**, between said first location (C1) and said second location (C2), said non-vertical guide pipe (5) describes a deflection through an angle β of at least 5° in a vertical plane between a) the vertical line passing through the center of said first location (C1), and b) the sloping line (D) passing through the centers of both of said first and second locations (C1, C2).

5. A floating support according to any one of claims 1 to 3, **characterized in that** it includes a plurality of said non-vertical guide pipes (5) for which said second locations (C2) are arranged at the periphery of said circular internal platform (6) in a more regular arrangement, preferably in an arrangement of said successive second locations in which the radial directions are angularly spaced apart by the same angle (gamma), and/or in an arrangement that is more symmetrical relative to a diametral plane (LL) than said first locations (C1) arranged at the periphery of said circular bottom wall.

6. A floating support according to any one of claims 1 to 5, **characterized in that** it supports said flexible first pipes (4), at least some of said flexible first pipes passing via said non-vertical guide pipes arranged at said second locations in such a manner that the forces generated by said flexible first pipes are transferred and taken up in substantially more uniform and/or more symmetrical manner along the outline of the periphery of said internal platform than are the forces generated by said first pipes at the level of said first locations.

7. A floating support according to claim 6, **characterized in that** said first pipes are arranged at said second locations in such a manner that the forces generated by said first pipes are distributed in substantially uniform and/or symmetrical manner over the outline of the periphery of said internal platform (6), said second locations preferably being arranged in substantially uniform and/or symmetrical manner over the outline of the periphery of said internal platform.

8. A floating support according to any one of claims 1 to 7, **characterized in that** it includes at least one said guide pipe extending from a said first location at said bottom wall to a said second location at said internal platform in substantially uniform and/or symmetrical manner over the outline of the periphery of said internal platform, following an S-shaped curved path.

9. A floating support according to any one of claims 1 to 8, **characterized in that** it includes at least one said guide pipe extending from a said first location at said bottom wall to a second location at said internal platform following a path that is substantially a sloping straight line (β).

10. A floating support according to any one of claims 1 to 9, **characterized in that**:

• said top platform (2c) supports at least a first portion (3-1) of a rotary joint connection (3) arranged axially (ZZ') above said internal platform (6);
• said top platform (2c) resting on first rotary guide elements, preferably a first rolling bearing (2_1), and supporting a first portion () of said rotary connection (3), said first portion (3-1) of said rotary connection being secured to said top platform (2c), bent junction pipe elements (7) connecting the top ends (4-3) of said flexible first pipes at said internal platform (6) to said first portion (3-1) of said connection, a rotary second portion (3-2) of said rotary connection being supported by the deck (1c) of the floating support; and
• a said leaktight cylindrical internal structure (2, 2a), preferably of circular section about said vertical axis (ZZ'), including a bottom wall (2c) assembled in leaktight manner to the bottom end of the tubular side wall of said tubular internal

structure; and

• a bottom mooring structure (2-1), preferably of annular shape coaxial with said cylindrical internal structure, connected to said bottom wall, at the bottom face of said bottom wall, with anchor lines (1a) extending from said bottom mooring structure (2-1) to which they are moored down to the sea bottom and said flexible first pipes (4) passing through said bottom mooring structure.

11. A support according to claim 10, **characterized in that**:

• said top platform (2c) bears against a first rolling bearing ($2a_1$) arranged at the level of a step (1c) at the top end of said cavity (2d), preferably in such a manner that said top platform (2c) does not project above the level of the deck (1c) of the floating support; and

• said lateral tubular wall of circular section of said cylindrical tubular internal structure co-operates with at least second and third lateral rolling or friction bearings, preferably rolling bearings ($2a_2$, $2a_3$), interposed between the cylindrical side wall of said cavity (2d) and said lateral tubular wall of said cylindrical internal structure and allowing said internal structure to rotate, said third rolling or friction bearing (2_3) being situated beneath said second lateral bearing (2_2), said second bearing preferably being above the surface of the water in the proximity of the level of said internal platform, said third lateral bearing being situated in the proximity of the level of said bottom wall.

12. A floating support according to any one of claims 1 to 11, **characterized in that** said rolling bearing(s) is/are constituted by rollers or wheels guided in rolling tracks, said rolling tracks and said rollers or wheels being arranged circularly around said internal structure, and preferably being regularly spaced apart.

13. A bottom-to-surface connection installation comprising a floating support (10) according to any one of claims 1 to 12, and **characterized in that** it further comprises at least one rigid second pipe (8) providing a connection between the bottom end of a said flexible first pipe extending below said turret and the end of an undersea pipe resting on the sea bottom.

14. A bottom-to-surface connection installation according to claim 13, **characterized in that** said rigid second pipe (8) is arranged as a substantially vertical riser, said flexible first pipe to which it is connected adopting a dipping double catenary shape (4-2).

15. A bottom-to-surface connection installation according to claim 13, **characterized in that** said rigid second pipe (8) is of the so-called SCR type, extending with a curved shape known as a single catenary between the end of a pipe resting on the sea bottom (9) and the bottom end of a said flexible first pipe opening out below said turret and in continuity of curvature with said flexible first pipe (4-1).

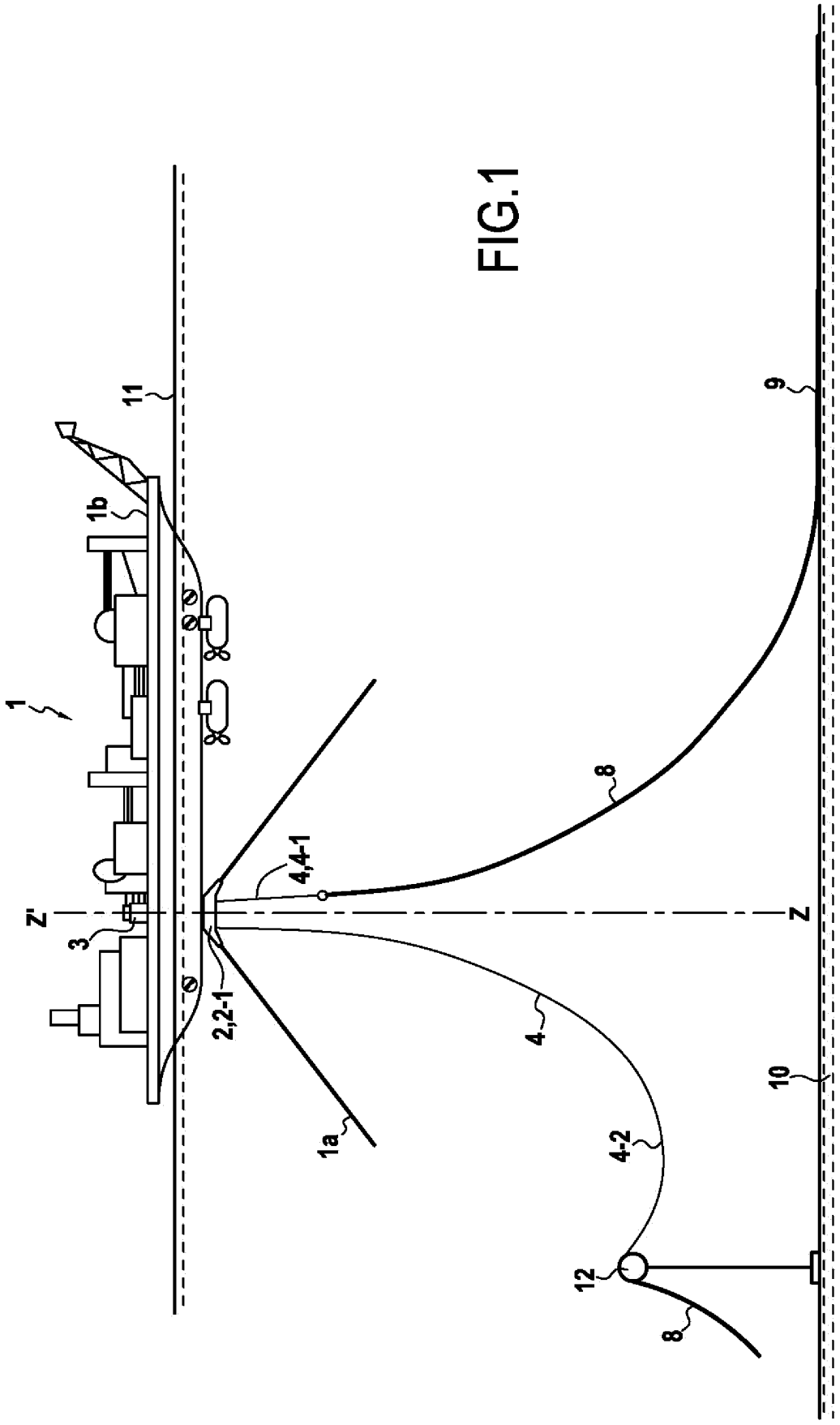


FIG.1

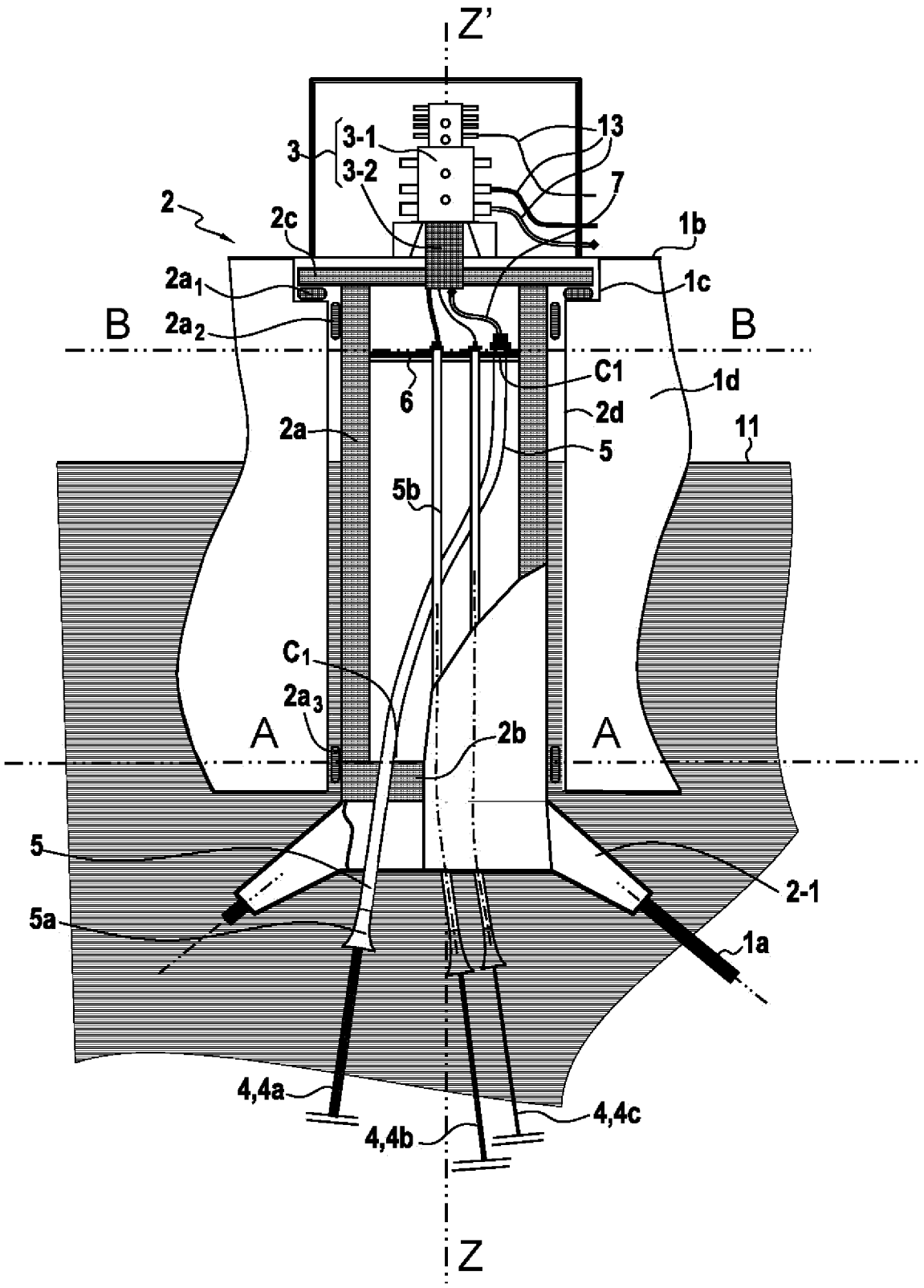

Z'
3
3-1
3-2
13
7
2
2c
1b
2a1
1c
B
2a2
B
C1
1d
6
2d
2a
11
5
5b
C1
2a3
A
2b
A
5
2-1
5a
1a
4,4a
4,4c
4,4b
Z

FIG.2

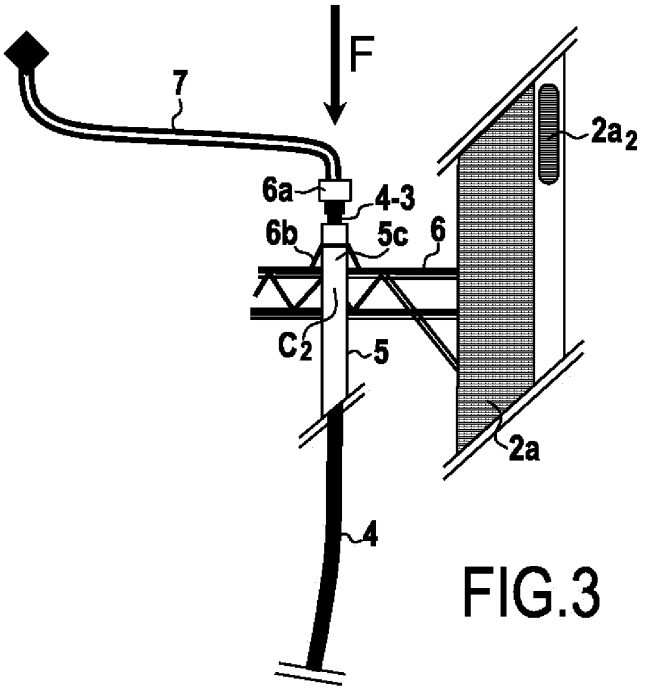

F
7
2a2
6a
4-3
6b
5c
6
C2
5
2a
4

FIG.3

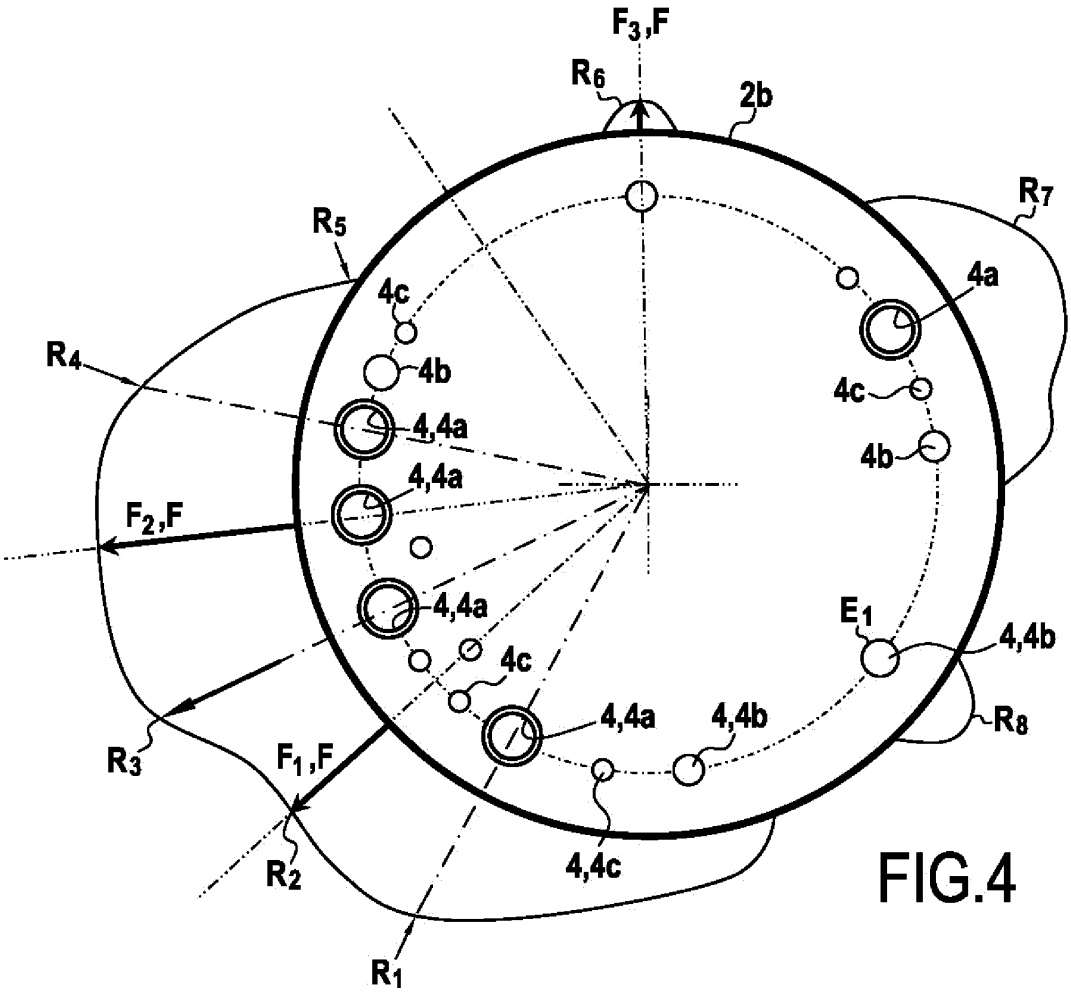

F3,F
R6
2b
R7
R5
4a
4c
R4
4b
4c
4,4a
4b
4,4a
F2,F
4,4a
E1
4,4b
4c
4,4a
4,4b
R8
R3
F1,F
R2
4,4c
R1

FIG.4

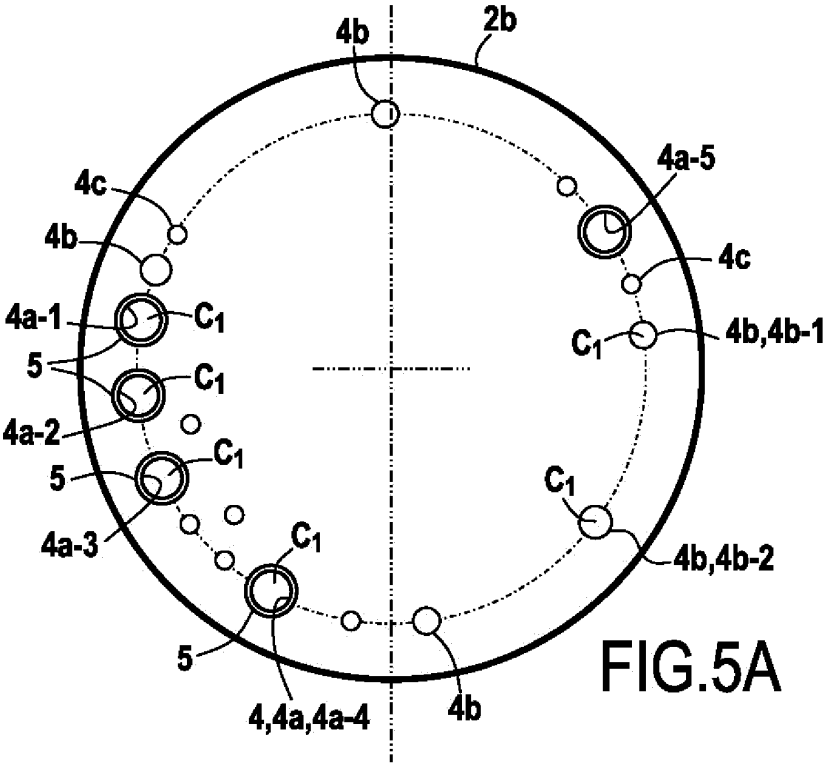

4b
2b
4a-5
4c
4b
4c
4a-1
C1
C1
4b,4b-1
5
C1
4a-2
C1
5
C1
4a-3
C1
4b,4b-2
5
4,4a,4a-4
4b

FIG.5A

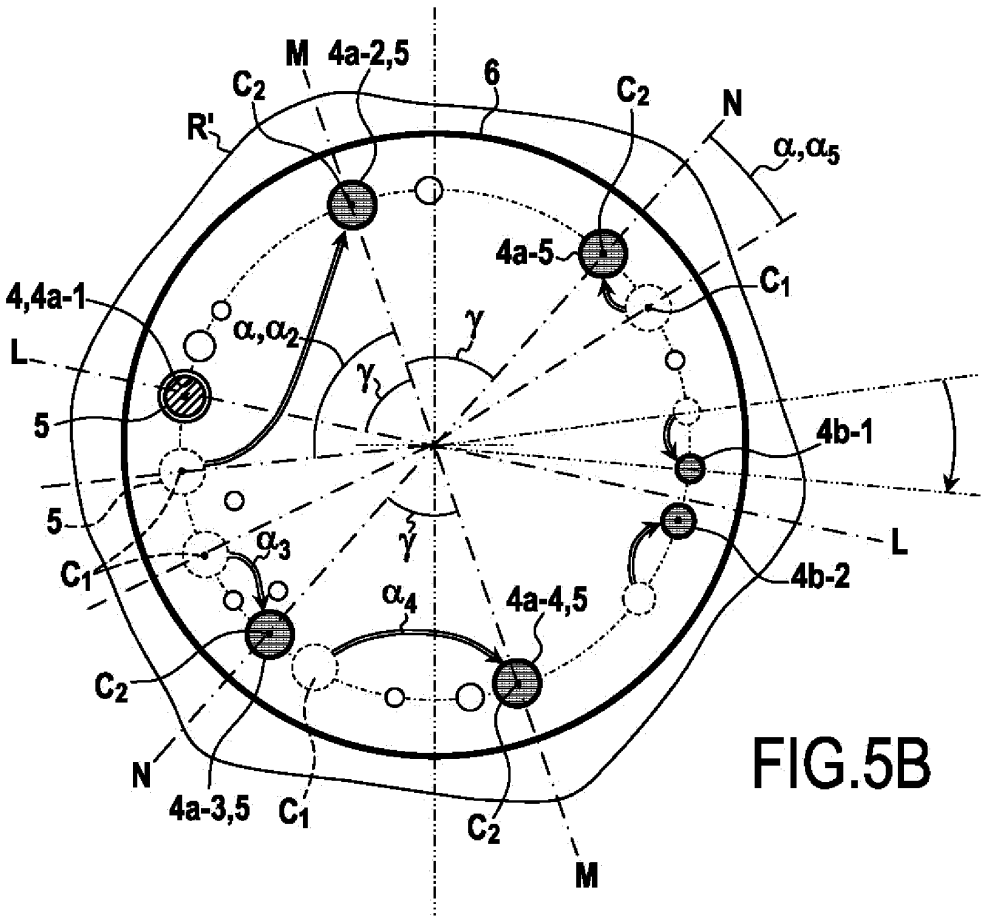

M
4a-2,5
C2
6
C2
N
R'
α,α5
4a-5
C1
4,4a-1
α,α2
γ
γ1
L
5
4b-1
5
α3
γ
L
C1
4b-2
α4
4a-4,5
C2
N
4a-3,5
C1
C2
M

FIG.5B

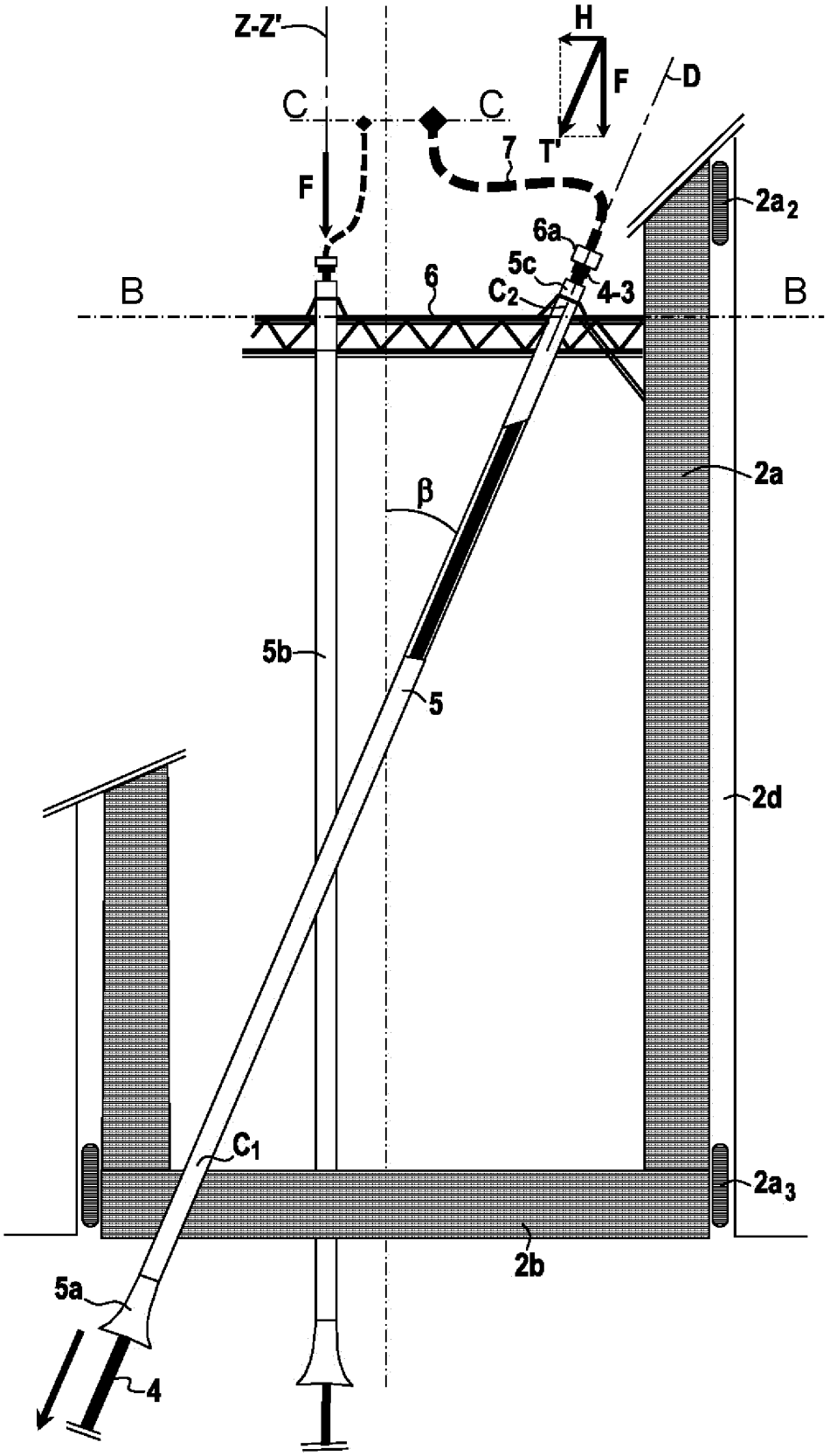


FIG.6A

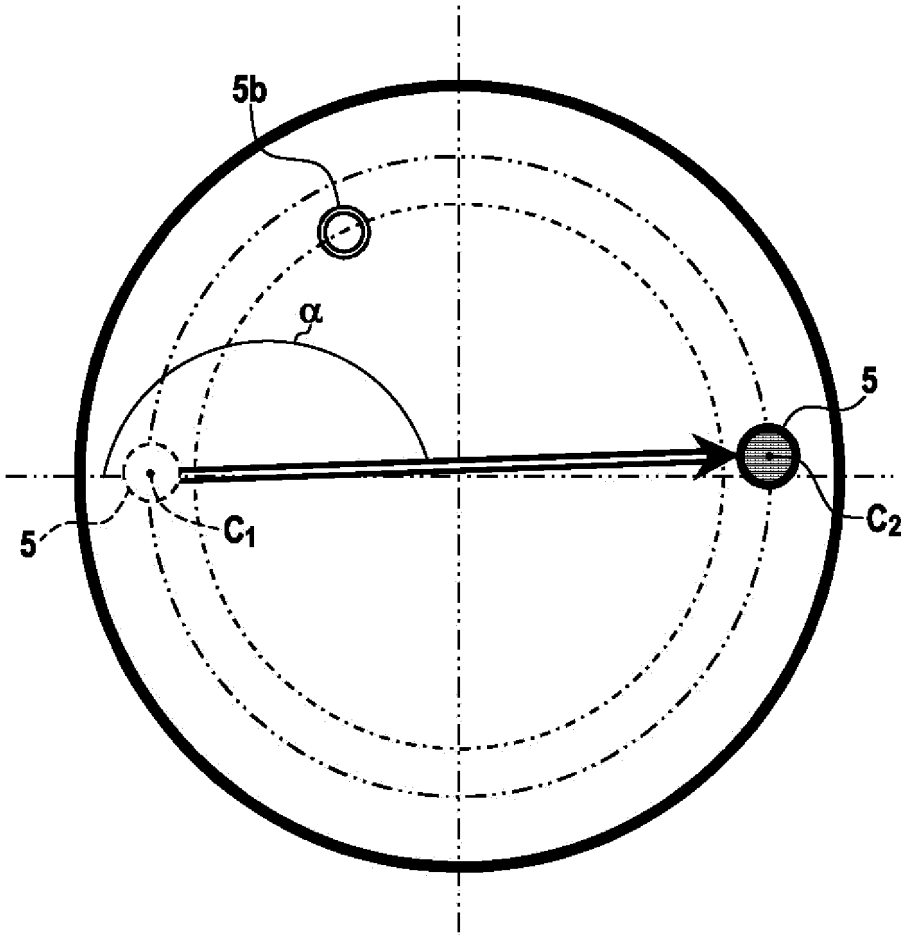


FIG.6B

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- WO 2009122098 A **[0010]**
- WO 2009122099 A **[0010]**
- WO 2010026334 A **[0010]**
- WO 2011144864 A **[0011]**
- WO 2011061422 A1 **[0013]**