

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

**N° 80 15454**

---

⑤4 Joint flexible pour le raccordement de deux conduites.

⑤1 Classification internationale (Int. Cl. 3). F 16 L 27/04; E 21 B 17/08, 33/038.

②2 Date de dépôt..... 11 juillet 1980.

③3 ③2 ③1 Priorité revendiquée :

④1 Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 2 du 15-1-1982.

---

⑦1 Déposant : Société anonyme dite : COMPAGNIE GENERALE POUR LES DEVELOPPEMENTS  
OPERATIONNELS DES RICHESSES SOUS-MARINES « C.G. DORIS », résidant en France.

⑦2 Invention de : Jacques-Edouard Lamy, Dominique Michel et Francisco de Asis Manuel Ser-  
rano.

⑦3 Titulaire : *Idem* ⑦1

⑦4 Mandataire : Cabinet L. A. de Boisse,  
37, av. Franklin-Roosevelt, 75008 Paris.

L'invention concerne un joint flexible pour le raccordement de deux conduites, ledit joint comportant une pièce en forme de cuvette raccordée à une conduite, une pièce tubulaire raccordée à la  
5 deuxième conduite, coaxiale à la pièce en cuvette et disposée en partie à l'intérieur de celle-ci, et deux anneaux sphériques flexibles disposés entre la pièce en cuvette et la pièce tubulaire.

Dans les forages pétroliers en mer, le  
10 tube d'extension du forage ou "riser" est placé entre l'engin de forage en surface et le bloc obturateur de sécurité placé sur le puits. Dans ce tube riser passe le train de tiges et remonte la boue de forage. De ce fait, le riser doit avoir un diamètre suffisamment  
15 grand pour permettre le passage du trépan et des différents dispositifs utilisés dans le forage et une épaisseur susceptible de résister à des pressions qui peuvent atteindre plusieurs centaines de bars. Ces impératifs conduisent à l'utilisation d'un tube de  
20 grande rigidité. Lorsque le forage est conduit à partir d'une plateforme flottante ou d'un navire, ces derniers subissent des variations de position qui doivent être compensées en permanence et le tube "riser" doit pouvoir suivre les déplacements sans subir de con-  
25 traintes importantes. Les mouvements verticaux de la plateforme de forage sont compensés par un dispositif de suspension du tube "riser" qui maintient celui-ci en traction pour lui éviter tout risque de flambement en compression. Les mouvements horizontaux du support  
30 flottant entraînent le tube qui balaie un volume conique, dont l'angle dépend de la précision du positionnement. Généralement, le tube est muni, à sa partie inférieure, d'un joint flexible qui permet son oscillation et qui résiste à la force de traction engendrée par le dis-  
35 positif de suspension.

L'exploitation de plateformes mobiles, de navires de forage et de plateformes oscillantes, a

permis de constater que, bien qu'un dispositif de suspension du tube riser soit prévu, il se produit des efforts de compression qui sont supportés par le joint flexible et provoquent sa mise hors service  
5 précocose.

De nombreuses réalisations ont tenté de résoudre les problèmes multiples et souvent contradictoires que pose l'utilisation des joints flexibles.

C'est ainsi que le brevet français  
10 2 389 063 décrit un système de joint flexible comportant un système de répartition de la différence entre les pressions extérieure et intérieure, la pression intérieure étant approximativement le double de celle extérieure. Ce joint comprend une pièce en forme de cuvette  
15 raccordée à la conduite inférieure et une pièce tubulaire raccordée à la conduite supérieure. Cette pièce est disposée coaxialement et en partie dans la pièce en cuvette où elle y est maintenue par un double système d'anneaux sphériques flexibles. Les anneaux sont  
20 constitués d'un corps élastique intercalé entre deux pièces terminales interne et externe dont les profils sphériques sont définis par des arcs de cercle de même centre ou dont les centres sont décalés le long de l'axe géométrique. Les corps élastiques sont formés  
25 de couches alternées d'élastomère et d'un matériau inextensible dont les épaisseurs sont constantes ou décroissantes. Les parties concaves des anneaux sont disposées d'un même côté par rapport au centre de rotation du joint. L'un des anneaux est fixé entre une  
30 bride, fermant l'ouverture de la pièce en cuvette, et la pièce tubulaire et travaille à la compression en réponse à des efforts de traction, le deuxième anneau, fixé entre la pièce tubulaire et le fond de la pièce en cuvette travaille également en compression en  
35 réponse aux efforts de traction mais a pour but essentiel d'assurer l'étanchéité entre l'intérieur du joint et le milieu ambiant. Le volume compris entre les joints

et l'intérieur de la cuvette est rempli d'un fluide incompressible qui transmet la pression entre les anneaux et les fait agir en série afin de répartir la différence entre la pression intérieure et la pression extérieure ambiante. L'anneau extérieur fait également office de joint de secours en cas de défaillance de l'anneau d'étanchéité intérieur.

Le brevet français 2 389 064 décrit un joint flexible similaire dans lequel les deux anneaux sont disposés entre la bride fermant la pièce en cuvette et l'extrémité de la pièce tubulaire. La pièce tubulaire présente à sa partie inférieure une collerette sphérique qui coopère avec une partie sphérique prévue dans le fond de la pièce en cuvette pour constituer une rotule. Cet arrangement permet de supporter tous les efforts de compression, tandis que les efforts de traction risquent de dégager les parties de la rotule. Les anneaux flexibles sont disposés de part et d'autre du centre de rotation et les centres des arcs de cercle définissant les profils sphériques sont situés de part et d'autre du centre de rotation sur l'axe géométrique.

Ces joints présentent un certain nombre d'inconvénients parmi lesquels :

- la faiblesse relative de l'angle de débattement due : soit à la limitation mécanique des courses, par l'ouverture de bride ou par la position du centre de rotation, soit au manque de mobilité dû à la pression intérieure;
- l'encombrement : le diamètre extérieur du joint est important par rapport au diamètre utile du passage;
- la durée de vie limitée, due à l'usure des pièces en contact avec les produits abrasifs ou corrosifs véhiculés;
- la difficulté de montage et de démontage de tels joints.

Le brevet français 2 327 982 résout le problème du débattement en associant deux joints d'un type semblable à celui du brevet 2 389 063, mais le dispositif y perd en simplicité et en compacité.

5 Le problème de l'encombrement ne semble pas avoir trouvé de solution malgré l'intérêt qu'il y a à réduire les surfaces soumises à la pression et les coûts de fabrication.

Le joint flexible, selon l'invention, permet  
10 d'obtenir un angle de débattement ou d'oscillation important ( $+10^\circ$ ) pour un encombrement réduit qui peut être mesuré par le rapport entre le diamètre extérieur hors tout du joint et le diamètre intérieur utile du passage raccordant les deux conduites.

15 Le joint flexible, objet de la demande, comporte une pièce en forme de cuvette raccordable à une première conduite, une pièce tubulaire raccordable à une seconde conduite, ladite pièce étant coaxiale à la pièce en cuvette et disposée en partie à l'intérieur  
20 de celle-ci et deux anneaux sphériques flexibles disposés entre la pièce en cuvette et la pièce tubulaire, et est remarquable en ce que les deux anneaux sphériques flexibles sont disposés de part et d'autre du centre d'oscillation, les surfaces concaves des anneaux  
25 étant dirigées vers le centre d'oscillation et étant concentriques par rapport à ce centre.

Les explications et les figures données ci-après à titre d'exemple permettront de comprendre comment l'invention peut être réalisée.

30 La figure 1 représente, en coupe, une vue du joint flexible selon l'invention.

La figure 2 est une vue, en demi-coupe, du même joint, fléchi.

La figure 1 montre un joint flexible, selon  
35 l'invention, pour le raccordement de deux conduites. Le joint comporte une pièce en forme de cuvette 1, susceptible d'être raccordée par la bride 2 à une pre-

mière conduite, et une pièce tubulaire 3 susceptible d'être raccordée par la bride 4 à la deuxième conduite. Cette pièce 3 est coaxiale à la pièce en cuvette 1 et est disposée en partie à l'intérieur de celle-ci.

- 5 Deux anneaux sphériques flexibles 5 et 6 dénommés ci-après respectivement butée flexible et joint d'étanchéité sont disposés entre la pièce tubulaire et la pièce en cuvette.

La pièce en forme de cuvette 1 est percée  
10 axialement par un orifice 7 dont le diamètre est égal à celui du diamètre intérieur des conduites à raccorder. L'intérieur de la cuvette porte, près de l'orifice 7, un chambrage cylindrique 8 dans lequel vient se placer une coquille annulaire sphérique 9 solidaire de la face  
15 convexe du joint d'étanchéité 6. La face concave de ce joint est solidaire de la surface extérieure 11 sphérique d'une armature annulaire 10 dont la surface latérale intérieure 12 délimite un passage, coaxial à la  
20 l'orifice 7. L'armature 10 porte sur l'un de ses bords, une collerette 13 dont le rôle sera précisé ultérieurement.

L'ouverture 14 de la pièce en cuvette 1  
reçoit une bride 15 dont la surface supérieure 16 est  
25 sphérique (avec centre en O) et dont au moins une partie de la surface intérieure 17 est conique. Cette bride est fixée sur l'ouverture 14 par des moyens en soi connus tels que des boulons 18. La surface sphérique  
16 de la bride coopère avec une collerette sphérique  
30 19 solidaire de la pièce tubulaire 3. Ces deux pièces 15 et 19 forment un appui sphérique permettant les mouvements d'oscillation de la pièce tubulaire 3 dans la pièce en cuvette 1, et évitant les mouvements relatifs de la pièce tubulaire et de la pièce en cuvette  
35 pour des efforts de compression axiale des conduits.

Une face inférieure 20 de la bride 15 est conformée et prévue pour recevoir l'armature 21 de la

butée flexible 5. Cette armature 21 est une pièce de révolution dont la section a la forme d'un triangle rectangle à hypoténuse concave; les dimensions et la courbure de ladite pièce de révolution sont égales à  
5 celles de la surface convexe sphérique 22 de la butée flexible 5. Il en est de même pour l'armature 29 en forme de pièce de révolution dont la face convexe 28 est de dimensions et courbure égales à celles du côté concave 27 de la butée flexible 5. La face latérale  
10 cylindrique 30 de l'armature 29 a un diamètre correspondant au diamètre extérieur 31 de la pièce tubulaire 3 avec laquelle elle coopère par au moins une partie d'extrémité filetée 32. La face annulaire 33 de l'armature 29 porte des moyens de fixation de la collerette  
15 13 de l'armature annulaire 10 du joint d'étanchéité 6.

Selon l'invention, la position relative des différentes pièces constituant le joint flexible et leur forme ont été choisies de manière que le centre O d'oscillation de l'ensemble soit placé entre les  
20 anneaux sphériques flexibles dénommés butée flexible 5 et joint d'étanchéité 6, dans le plan défini par le bord libre 49 de la coquille 9. Le centre O est également le centre des rayons déterminant les différentes surfaces sphériques de la butée, du joint et  
25 de leurs armatures ainsi que de l'appui formé par la bride 15 et la collerette sphérique 19.

Les anneaux sphériques flexibles 5 et 6 se trouvent donc de part et d'autre du plan contenant le centre O, précédemment défini, leur concavité étant  
30 tournée vers le centre O. Cette disposition permet d'obtenir un débattement important de la pièce tubulaire 3 par rapport à la pièce en cuvette 1, l'espace annulaire entre ces deux pièces étant réduit pratiquement à l'encombrement des anneaux sphériques flexibles 5 et  
35 6 tant en hauteur qu'en diamètre.

L'angle d'inclinaison obtenu par cet arrangement est de l'ordre de  $\pm 10^\circ$  par rapport à la verticale,

limité par la surface 17 de la bride 15.

Le corps élastique des anneaux sphériques flexibles est constitué d'un empilement de couches d'élastomère 34 et de rondelles sphériques métalliques 35 en forme de zone sphérique. Les rondelles sphériques sont obtenues par usinage d'ébauches en acier selon un rayon égal à la distance entre le centre O et la position de la rondelle dans l'empilement. Chaque rondelle métallique présente donc un rayon de courbure différent, mais une épaisseur constante. L'empilage est obtenu de manière connue par vulcanisation de l'ensemble rondelles métalliques - couches d'élastomère. L'élastomère est du caoutchouc naturel dont les faces externes, 5A et 5B pour la butée et 6A pour le joint, sont recouvertes d'une couche vulcanisée de caoutchouc chloré ou tout autre élastomère résistant aux hydrocarbures et au milieu marin ambiant. Le chant des rondelles métalliques et les couches de caoutchouc naturels sont ainsi mis à l'abri de l'agression du milieu marin ambiant qui peut contenir des traces d'hydrocarbures.

La surface interne du joint d'étanchéité 6 en contact avec la boue de forage est recouverte par vulcanisation d'un manchon 36 en caoutchouc synthétique résistant à l'abrasion, aux produits pétroliers et chimiques et à la température élevée de la boue de forage qui à cet endroit peut dépasser 100°C.

Les armatures de la butée et du joint sont également fixées aux corps élastiques de ces pièces par vulcanisation.

Cette forme de réalisation permet une parfaite flexibilité des joints tout en leur conservant une grande résistance à la compression et au cisaillement. Toutefois, leur résistance à des forces de traction est limitée.

De telles forces peuvent apparaître dans certains cas de dérive momentanée du navire ou de la plateforme flottante de forage. Le tube "riser" fixé à la pièce tubulaire 3 du joint flexible subit un brusque effort axial dirigé vers le bas qui a pour effet de produire une compression de la conduite. Du fait de la position du joint 5 par rapport au centre O, il est alors soumis à des efforts de traction. L'éventualité d'une mise en traction de la butée 5 accompagnée d'une mise en compression du joint 6 est éliminée par l'appui sphérique, constituée des pièces 15 et 19, qui reprend et transmet directement les efforts de compression de la pièce tubulaire 3 à la pièce en forme de cuvette 1 sans passer par les anneaux sphériques flexibles 5 et 6.

L'appui sphérique, plongée entièrement dans le milieu marin, et ne fonctionnant qu'épisodiquement sous charge, présentera une usure négligeable dans le temps et n'influencera pas la flexibilité de l'ensemble.

Les bords de la collerette sphérique 19 sont chanfreinés en 48 afin d'éviter qu'ils ne dépassent du pourtour extérieur de la cuvette 1.

Le joint d'étanchéité 6, dont la forme et la structure ont été prévues pour assurer uniquement l'étanchéité entre la boue de forage circulant à l'intérieur des conduites et le milieu marin extérieur pénétrant librement dans l'espace 47 de la pièce en cuvette par les orifices 37, est parfaitement protégé d'une compression accidentelle par cet appui sphérique. Sans appui, le joint subirait, sous l'action d'une force de compression axiale, une extrusion qui serait préjudiciable à sa longévité. En effet, le joint d'étanchéité doit supporter une pression intérieure qui, en marche normale, peut atteindre plusieurs centaines de bars. Ces pressions sont d'autant mieux contrôlées que les surfaces qui y sont soumises sont plus petites et, par conséquent, le diamètre intérieur du joint est le plus

faible possible. Ce diamètre est imposé par le diamètre de passage libre à respecter. L'épaisseur du joint dépend de son diamètre et de la pression de fonctionnement. A pressions égales, il est d'autant moins épais  
5 que son diamètre est plus faible.

La disposition des pièces constituant ce joint flexible selon l'invention est telle que le diamètre intérieur du joint d'étanchéité est pratiquement égal au diamètre du passage libre de la conduite.  
10 En outre, la réalisation concentrique de l'empilement constituant le joint lui confère une bonne tenue à la pression extérieure dans le cas où l'intérieur des conduites serait en dépression par rapport au milieu ambiant. Cette pression peut exister, par exemple,  
15 dans le cas où le joint flexible est intercalé entre le tube "riser" et le bloc obturateur de tête de puits, si celui-ci est descendu à grande profondeur avec ses vannes fermées, ou dans le cas où, en cours de forage à l'eau, il se produit une arrivée de gaz de  
20 faible importance mais suffisante pour alléger la colonne de boue par mise en émulsion de celle-ci.

Le passage du joint d'étanchéité 6, de par sa réalisation, ne présente pas après déflexion d'irrégularité sensible où peuvent venir s'accrocher les  
25 outils de forage ou les excroissances du train de tiges.

Les entrées du joint flexible sont munies de façon connue de bagues d'usure 38 qui y sont fixées de manière connue.

Le problème évoqué plus haut de la tenue  
30 du joint d'étanchéité à la température très élevée des boues de forage est résolu par circulation d'eau, par thermosiphon, dans l'espace 47 autour du joint 6.

La cuvette 1 comporte des ouvertures 37 et 37A  
35 disposées et orientées convenablement par exemple selon une couronne supérieure et une couronne inférieure, qui ont un double rôle : éviter la mise en pression de la tasse 1 et de la butée 5 en cas de fuite du

joint 6 et permettre l'entrée et sortie d'eau dans l'espace 47. L'eau pénètre par les ouvertures 37A de la couronne inférieure, s'échauffe au contact de la coquille 9 et de la surface 6a du joint 6 subissant ainsi une perte de poids spécifique qui la fait ressortir par les ouvertures 37 de la couronne supérieure. Il s'établit ainsi une circulation d'eau continue autour du joint.

Cette circulation d'eau assure un refroidissement efficace du joint.

L'assemblage des différentes pièces constituant le joint flexible est fait dans l'ordre suivant:

- on introduit sur la pièce tubulaire 3 la collerette sphérique 19 qui vient buter contre la collerette annulaire 39 de la pièce tubulaire 3,
- on place ensuite la bride 15, puis le joint 5 dont l'armature 21 vient buter contre la bride après vissage de l'armature 29 sur l'extrémité filetée 32 de la pièce tubulaire 3, un joint torique 40 assurant l'étanchéité entre l'armature et la pièce tubulaire, et blocage par la vis pointeau 41,
- on boulonne la collerette 13 de l'armature 10 du joint 6 sur l'armature 29 du joint 5 après interposition d'un joint torique 42.

L'ensemble ainsi constitué est introduit dans la pièce en cuvette 1 de manière que la partie annulaire 43 de la coquille 9 pénètre dans le chambrage cylindrique 8 du fond de la pièce en cuvette où l'étanchéité est assurée par un joint torique 44.

La hauteur comprise entre la portée 45 de la bride 15, prévue pour coopérer avec le bord annulaire 14 de l'ouverture cylindrique de la pièce en cuvette, et la portée 43 de la coquille sphérique 9 du joint 6, est supérieure à celle comprise entre le fond du chambrage 8 et le bord de l'ouverture cylindrique de la pièce en cuvette. Lorsque la pièce tubulaire est en place dans la pièce en cuvette, la portée 45 de

la bride 15 et le bord 14 de la pièce en cuvette présentent un écartement H dont la hauteur peut être réglée par les boulons 18 qui sont mis en place au travers des encoches 46. Le serrage plus ou moins poussé des boulons 18 permet d'appliquer sur la butée 5 et le joint 6 la précontrainte axiale désirée.

Selon un exemple de réalisation conforme à la description de l'invention, les conduites à raccorder ont un diamètre approximatif de 527 mm (20" 3/4), le diamètre hors tout de la pièce en cuvette est de 1219 mm (48"), le rapport entre le diamètre extérieur et le passage utile du joint est donc d'environ 2,3, alors que les joints actuellement sur le marché présentent un rapport d'au moins 3.

La différence de pression que le joint est susceptible de supporter tant de l'intérieur vers l'extérieur que l'inverse est de l'ordre de 300 bars (environ 4250 p.s.i).

L'angle d'oscillation est de  $\pm 10^\circ$  par rapport à la verticale.

REVENDICATIONS

1. Joint flexible pour le raccordement de deux conduites, ledit joint comportant une pièce en forme de cuvette (1), raccordable à une première conduite, une pièce tubulaire (3) raccordable à une  
5 seconde conduite, ladite pièce étant coaxiale à la pièce en cuvette et disposée en partie à l'intérieur de celle-ci, et deux anneaux sphériques flexibles (5,6) disposés entre la pièce en cuvette et la pièce tubu-  
10 laire, caractérisé en ce que les deux anneaux sphériques flexibles fixés l'un à l'autre par boulonnage sont disposés de part et d'autre du centre d'oscillation (0), les surfaces concaves des anneaux étant dirigées vers le centre d'oscillation et étant concentriques  
15 par rapport à ce centre.

2. Joint flexible selon la revendication 1, dont le bord annulaire (14) de l'ouverture cylindrique de la pièce en cuvette est prévu pour recevoir une bride (15), caractérisé en ce que la bride (15) présente  
20 une surface supérieure sphérique (16) conformée pour coopérer avec la surface sphérique complémentaire d'une collerette sphérique (19) maintenue par la pièce tubulaire (3).

3. Joint flexible selon la revendication 2,  
25 caractérisé en ce que la bride (15) présente une surface inférieure annulaire (20) conformée pour maintenir une première armature (21) d'un premier anneau sphérique flexible (5), la deuxième armature (29) dudit anneau étant fixée par sa partie latérale cylindrique interne (30) à la partie d'extrémité de la  
30 pièce tubulaire (3), les faces (23, 28) des armatures fixées sur l'anneau sphérique flexible (5) sont sphériques coaxiales avec pour centre le centre d'oscillation (0).

35 4. Joint flexible selon la revendication 3, caractérisé en ce que la deuxième armature (29) porte sur sa partie latérale cylindrique (30) un filetage (32)

coopérant avec un filetage correspondant de la partie latérale extérieure d'extrémité de la pièce tubulaire.

5. Joint flexible selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que le deuxième anneau sphérique flexible (6) porte sur sa face convexe une coquille annulaire sphérique (9) dont une partie coopère avec un chambrage (8) prévu à l'intérieur de la pièce en cuvette et près de l'orifice axial (7), la face concave de l'anneau étant solidaire d'une armature annulaire (10) fixée sur la deuxième armature du premier anneau pour délimiter un passage coaxial à la pièce tubulaire (3) et dont le diamètre est supérieur à celui de l'orifice (7).

6. Joint flexible selon la revendication 5, caractérisé en ce que les anneaux sphériques flexibles (5, 6) sont constitués d'un empilage alterné de couches de caoutchouc naturel (34, 34A) et de rondelles sphériques métalliques (35, 35A) coaxiales au centre d'oscillation (0), le caoutchouc recouvrant les bords des anneaux sphériques métalliques.

7. Joint flexible selon l'une des revendications 3 à 5, caractérisé en ce que les armatures (21, 23, 10) et la coquille annulaire sphérique (9) sont fixées aux surfaces sphériques des anneaux sphériques flexibles (5, 6) par vulcanisation.

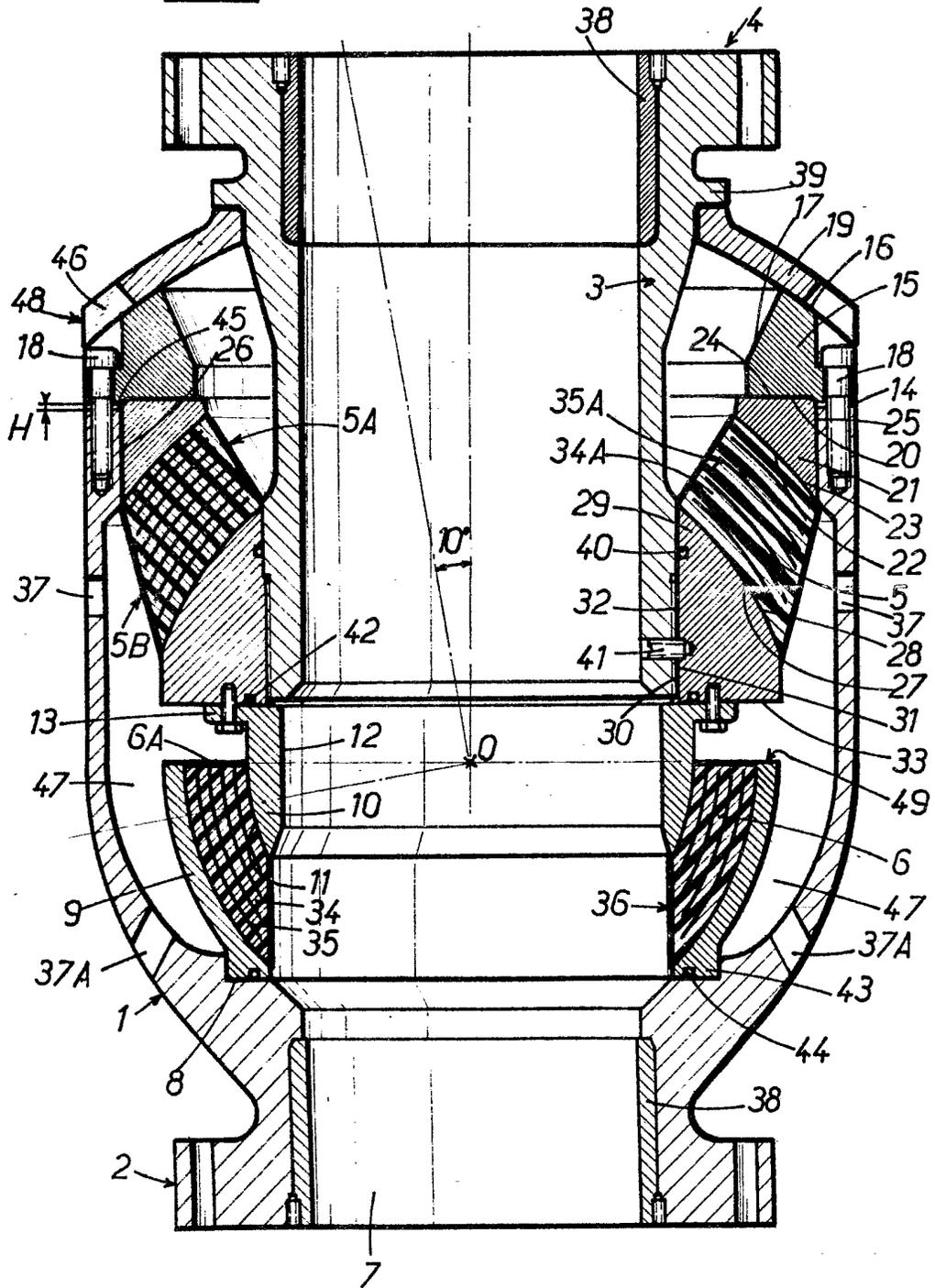
8. Joint flexible selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est prévu un écartement (H) entre la portée (4,5) de la bride (15) et le bord (14) de l'ouverture cylindrique de la pièce en cuvette, pour le réglage de la précontrainte appliquée sur les joints.

9. Joint flexible selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la surface de l'anneau sphérique flexible (6) en contact avec la boue de forage est recouverte d'un manchon (36) en caoutchouc synthétique.

10. Joint flexible selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les surfaces (5A, 5B, 6A) des anneaux sphériques flexibles sont recouvertes d'une couche d'élastomère résistant  
5 aux hydrocarbures et au milieu marin.

11. Joint flexible selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la pièce en forme de cuvette (1) porte selon au moins une couronne supérieure et une couronne inférieure des ouvertures  
10 (37, 37A) pour la circulation de l'eau par thermosiphon dans l'espace intérieur (47) de la pièce en forme de cuvette.

FIG.:1



2 - 2

FIG.: 2

