

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 07.05.02.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 14.11.03 Bulletin 03/46.

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

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

71 Demandeur(s) : *BOUYGUES OFFSHORE Société
anonyme — FR.*

72 Inventeur(s) : *CHIESA GIOVANNI, CASOLA FLO-
RIANO et PIONETTI FRANCOIS RÉGIS.*

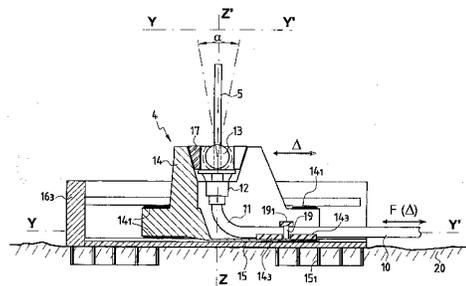
73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : *BEAU DE LOMENIE.*

54 INSTALLATION DE LIAISON FOND-SURFACE D'UNE CONDUITE SOUS- MARINE COMPRENANT UN
ELEMENT DE CONDUITE COUDE MAINTENU PAR UNE EMBASE.

57 Installation de liaison fond-surface pour conduite
sous-marine (10) reposant au fond de la mer, notamment à
grande profondeur, comprenant au moins un riser vertical
(5) relié à son extrémité inférieure à au moins une conduite
sous-marine (10) reposant au fond de la mer par l'intermé-
diaire d'un système d'ancrage comprenant une embase (4)
posée sur le fond.

Selon la présente invention, ladite embase (4) assure le
maintien et le guidage des éléments de jonction (11-13) en-
tre ledit riser vertical (5) et ladite conduite reposant au fond
de la mer (10), et lesdits éléments de jonction (11-13) com-
prennent un élément de conduite rigide présentant une
courbure en forme de coude (11). Le maintien et le guidage
desdits éléments de jonction (11-13) étant tels qu'ils ne peu-
vent se déplacer que dans un mouvement de translation
dans une unique direction longitudinale (YY') sensiblement
correspondant à la direction axiale de ladite conduite sous-
marine reposant au fond de la mer (10).



INSTALLATION DE LIAISON FOND-SURFACE D'UNE CONDUITE SOUS-MARINE RELIEE A UN RISER PAR AU MOINS UN ELEMENT DE CONDUITE COUDE MAINTENU PAR UNE EMBASE

5 La présente invention a pour objet une installation de liaison fond-surface d'au moins une conduite sous-marine installée à grande profondeur du type tour-hybride.

Le secteur technique de l'invention est le domaine de la fabrication et de l'installation de colonnes montantes de production pour l'extraction sous-marine
10 de pétrole, de gaz ou autre matériau soluble ou fusible ou d'une suspension de matière minérale à partir de tête de puits immergé 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.

15 Un support flottant 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 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.
20 L'appellation de ces supports flottants 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.

En raison de la multiplicité des lignes existant sur ce type d'installation, on a
25 été amené à mettre en œuvre des liaisons fond-surface de type tour-hybride dans lesquelles des conduites rigides sensiblement verticales appelées ici "riser vertical", assurent la liaison entre les conduites sous-marines reposant au fond de la mer et remontent le long d'une tour jusqu'à une profondeur proche de la surface, profondeur à partir de laquelle des conduites flexibles assurent la liaison
30 entre le sommet de la tour et le support flottant. La tour est alors munie de moyens de flottabilité pour rester en position verticale et les risers sont reliés, en pied de tour, aux conduites sous-marines par des manchettes souples qui absorbent les mouvements angulaires de la tour. L'ensemble est communément appelé "Tour Hybride", car il fait intervenir deux technologies, d'une part une partie
35 verticale, la tour, dans laquelle le riser est constitué de conduites rigides, d'autre part la partie haute du riser constituée de flexibles en chaînette qui assurent la

liaison au support flottant.

On connaît le brevet français FR 2 507 672 publié le 17 Décembre 1982 et intitulé "colonne montante pour les grandes profondeurs d'eau", qui décrit une telle tour hybride.

5 La présente invention concerne plus particulièrement le domaine connu des liaisons de type comportant une tour hybride verticale ancrée sur le fond et composée d'un flotteur situé au sommet d'un riser vertical, celui-ci étant relié par une conduite, notamment une conduite flexible prenant par son propre poids la forme d'une chaîne depuis le sommet du riser, jusqu'à un support flottant
10 installé en surface.

L'intérêt d'une telle tour hybride réside dans la possibilité pour le support flottant de pouvoir s'écarter de sa position normale en induisant un minimum de contraintes dans la tour ainsi que dans les portions de conduites en forme de chaînes en suspension, tant au fond qu'en surface.

15 On connaît le brevet au nom de la présente demanderesse, WO 00/49267 qui décrit une tour dont le flotteur se trouve à une profondeur supérieure à la demi-hauteur d'eau et dont la liaison caténaire vers le navire de surface est réalisée à l'aide de conduites rigides de forte épaisseur. La tour ainsi décrite, nécessite au niveau de son embase, des manchettes de liaison souple permettant
20 de raccorder l'extrémité inférieure des risers verticaux de ladite tour à la conduite sous-marine reposant sur le fond, de manière à absorber les mouvements résultant des dilatations dus à la température du fluide transporté.

Plus particulièrement, dans WO 00/49267, le système d'ancrage comporte un tendon vertical constitué soit d'un câble, soit d'une barre métallique, soit
25 encore d'une conduite tendue à son extrémité supérieure par un flotteur. L'extrémité inférieure du tendon est fixée à une embase reposant au fond. Ledit tendon comporte des moyens de guidage répartis sur toute sa longueur à travers lesquels passent lesdits risers verticaux. Ladite embase peut être posée simplement sur le fond de la mer et rester en place par son propre poids, ou
30 rester ancrée au moyen de piles ou tout autre dispositif propre à la maintenir en place. Dans WO 00/49267, l'extrémité inférieure du riser vertical est apte à être connectée à l'extrémité d'une manchette coudée, mobile, entre une position haute et une position basse, par rapport à ladite embase, à laquelle cette manchette est suspendue et associée à un moyen de rappel la ramenant en position haute en
35 l'absence du riser. Cette mobilité de la manchette coudée permet d'absorber les variations de longueur du riser sous les effets de la température et de la pression.

En tête du riser vertical, un dispositif de butée, solidaire de celui-ci, vient s'appuyer sur le guide support installé en tête du flotteur et maintient ainsi la totalité du riser en suspension.

La liaison avec la conduite sous-marine reposant sur le fond de la mer est en général effectuée par une portion de conduite en forme de queue de cochon ou en forme de S, ledit S étant alors réalisé dans un plan soit vertical soit horizontal, la liaison avec ladite conduite sous-marine étant en général réalisée par l'intermédiaire d'un connecteur automatique.

De plus, le pétrole brut cheminant sur de très grandes distances, plusieurs kilomètres, on cherche à leur fournir un niveau d'isolation extrême pour, d'une part minimiser l'augmentation de viscosité qui conduirait à une réduction de la production horaire des puits, et d'autre part d'éviter le blocage du flot par dépôt de paraffine, ou formation d'hydrates dès lors que la température descend aux alentours de 30-40°C. Ces derniers phénomènes sont d'autant plus critiques, particulièrement en Afrique de l'Ouest, que la température du fond de la mer est de l'ordre de 4°C et que les pétroles bruts sont de type paraffiniques.

On connaît de nombreux systèmes d'isolation thermique qui permettent d'atteindre le niveau de performances requis et de résister à la pression du fond de la mer qui est de l'ordre de 150 bars à 1500m de profondeur. On cite entre autres les concepts de type "pipe-in-pipe", comprenant une conduite véhiculant le fluide chaud installée dans une conduite de protection externe, l'espace entre les deux conduites étant, soit simplement rempli d'un calorifuge, confiné ou non sous vide, soit simplement tiré au vide. De nombreux autres matériaux ont été développés pour assurer une isolation à hautes performances, certains d'entre eux étant résistants à la pression, entourent simplement la conduite chaude et sont en général confinés au sein d'une enveloppe extérieure souple ou rigide, en équipression et dont la fonction principale est de maintenir dans le temps une géométrie sensiblement constante.

Tous ces dispositifs véhiculant un fluide chaud au sein d'une conduite isolé présentent, à des degrés divers, des phénomènes de dilatation différentielle. En effet la conduite interne, en général en acier, se trouve à une température que l'on cherche à maintenir le plus élevé possible, par exemple 60 ou 80°C, alors que l'enveloppe externe, bien souvent elle aussi en acier, se trouve à la température de l'eau de mer, c'est à dire aux alentours de 4°C. Les efforts engendrés sur les éléments de liaison entre conduite interne et enveloppe externe sont considérables et peuvent atteindre plusieurs dizaines, voire plusieurs centaines de

tonnes et l'élongation globale résultante est de l'ordre de 1 à 2 m dans le cas de conduites isolées de 1000 à 1200m de longueur.

Le problème posé selon la présente invention est de pouvoir réaliser et installer de telles liaisons fond-surface pour conduites sous-marines à grandes
5 profondeurs, telles qu'au delà de 1 000 mètres par exemple, et de type comportant une tour verticale et dont le fluide transporté doit être maintenu au dessus d'une température minimale jusqu'à son arrivée en surface, en réduisant au minimum les composants sujets à déperdition thermique, en évitant les
10 composants de ladite tour, de manière à résister aux contraintes extrêmes et aux phénomènes de fatigue cumulée sur la durée de vie de l'ouvrage, qui dépasse couramment 20 années.

Un autre problème de la présente invention est de fournir une installation de liaison fond-surface du type tour-hybride dont le système d'ancrage soit d'une
15 grande résistance et d'un faible coût, et dont le procédé de mise en place des différents éléments constitutifs soit simplifié et également d'un faible coût.

Un autre problème à la base de l'invention est de fournir une installation qui permette d'intervenir à l'intérieur de la conduite sous-marine reposant au fond de la mer, par un procédé de type "coil-tubing" depuis la surface et à partir de
20 l'extrémité supérieure du riser vertical.

Une solution aux problèmes posés est donc une installation de liaison fond-surface pour conduite sous-marine reposant au fond de la mer, notamment à grande profondeur, comprenant :

a) au moins un riser vertical relié à son extrémité inférieure à au moins
25 une conduite sous-marine reposant au fond de la mer, et à son extrémité supérieure à au moins un flotteur, et

b) au moins une conduite de liaison, de préférence une conduite flexible, assurant la liaison entre un support flottant et l'extrémité supérieure dudit riser vertical, et

30 c) la liaison entre l'extrémité inférieure dudit riser vertical et une dite conduite sous-marine reposant au fond de la mer se fait par l'intermédiaire d'un système d'ancrage comprenant une embase posée sur le fond.

Selon l'invention l'installation est caractérisée en ce que :

- ladite embase assure le maintien et le guidage des éléments de
35 jonction entre l'extrémité inférieure dudit riser vertical et l'extrémité de la partie horizontale rectiligne terminale de ladite conduite reposant au fond de la mer, et

- lesdits éléments de jonction comprennent

- un élément de conduite rigide présentant une courbure en forme de coude et

5 unique élément de raccordement, de préférence encore, un unique connecteur automatique,

- le maintien et le guidage desdits éléments de jonction étant tels que lesdits éléments de jonction ne peuvent se déplacer que dans un mouvement de translation dans une unique direction longitudinale YY' correspondant

10 sensiblement à la direction axiale de ladite partie terminale rectiligne horizontale de ladite conduite sous-marine reposant au fond de la mer.

On comprend que lesdits éléments de jonction ne pouvant se mouvoir que selon un seul degré de liberté en translation linéaire, peuvent ainsi absorber les mouvements éventuels de dilatation et rétractation de la conduite reposant au

15 fond de la mer dans ladite direction, comme il sera explicité plus loin.

Lesdits éléments de jonction ne sont donc autorisés à aucun autre mouvement de translation ou de rotation, et notamment, ne peuvent pas se déplacer latéralement ou en hauteur. Ainsi, selon la présente invention, le point sensiblement fixe en altitude se trouve en bas de la tour au niveau du joint

20 flexible, ce qui permet de supprimer les manchettes coudées de raccordement de la technique antérieure, les mouvements verticaux du riser étant absorbés par le flotteur, libre de se déplacer verticalement au sommet dudit riser.

On entend par "courbure en forme de coude", deux courtes sections rectilignes disposées à 90°, séparées et reliées entre elles par une section courbe

25 présentant un rayon de courbure, de préférence un grand rayon de courbure, notamment un rayon de courbure supérieur à 5 m, plus particulièrement de l'ordre de 5 à 10 m, ladite portion de conduite en forme de coude présentant un plan axial, comprenant les axes des deux dites sections rectilignes de conduite disposées à 90°. En général, la courbure se présente sous la forme d'un arc de

30 cercle. On peut utiliser pour réaliser cette élément de conduite présentant une courbure, un élément de conduite rigide, notamment de longueur de 7 à 15 m.

Ladite portion de conduite en forme de coude assurant la jonction entre ledit riser vertical et ladite conduite reposant horizontalement au fond de la mer, on comprend que ladite portion de conduite en forme de coude est disposée de

35 sorte que son dit plan axial se trouve en position verticale.

On utilise ici le terme "riser vertical" pour rendre compte de la position

théorique du riser lorsque celui-ci est au repos étant entendu que l'axe du riser peut connaître des mouvements angulaires par rapport à la verticale et se mouvoir dans un cône d'angle α dont le sommet correspond au point de fixation de l'extrémité inférieure du riser sur ladite embase.

5 En ce qui concerne le plan axial de l'élément de conduite en forme de coude, on entend par "plan axial vertical" que ce plan axial est en position perpendiculaire par rapport au plan du fond de la mer sur lequel repose la dite embase, lequel plan est théoriquement un plan horizontal, et ledit plan axial comprend l'axe de la partie terminale rectiligne de la conduite reposant au fond de
10 la mer.

Lesdits éléments de raccordement sont constitués d'une première partie mâle ou femelle qui coopèrent respectivement avec une deuxième partie femelle ou mâle.

Lesdits éléments de raccordement, notamment du type connecteurs
15 automatiques, sont connus de l'homme de l'art et comprennent le verrouillage entre une partie mâle et une partie femelle complémentaire, ce verrouillage étant conçu pour se faire très simplement au fond de la mer à l'aide d'un ROV, robot commandé depuis la surface, sans nécessiter une intervention directe manuelle de personnel.

20 Ladite conduite de liaison entre le support flottant et l'extrémité supérieure du riser vertical peut être :

- une conduite flexible ou à rigidité réduite si le flotteur de tête se trouve proche de la surface, ou

- une conduite rigide si le flotteur de tête se trouve à grande
25 profondeur.

Dans un mode de réalisation avantageux, ladite embase comprend :

- une plate-forme reposant sur le fond de la mer, et
- un support mobile auquel lesdits éléments de jonction sont fixés, et
- ledit support mobile étant apte à se déplacer, de préférence de façon
30 contrôlée, sur ladite plate-forme selon une dite translation dans une dite direction longitudinale YY' correspondant sensiblement à la direction axiale de la partie terminale horizontale de ladite conduite sous-marine reposant au fond de la mer.

On entend par "déplacement contrôlé", un déplacement dont l'amplitude est limitée par des butées mécaniques solidaires de la plate-forme.

35 La plate-forme comprend une structure constituant des éléments de guidage tels que barrière ou glissière qui empêchent tout autre déplacement du

support mobile dans une direction latérale XX' ou en hauteur, c'est à dire dans une direction verticale ZZ'.

L'installation selon la présente invention est avantageuse car elle présente une géométrie relativement statique desdits éléments de jonction par rapport à ladite embase, et plus particulièrement par rapport audit support mobile, lesdits éléments de jonction étant maintenus de façon rigide sur ledit support mobile. La partie basse de la tour se trouve ainsi parfaitement stabilisée et ne supporte plus aucun effort, notamment au niveau du raccordement entre le riser vertical et la conduite reposant au fond de la mer, puisque les mouvements de translation longitudinale du support mobile crée une flexibilité à l'extrémité de la conduite sous-marine reposant au fond de la mer, ladite flexibilité étant capable d'absorber par déformation l'allongement ou la rétractation de la conduite sous-marine sous l'effet de la température et de la pression, évitant ainsi de créer des efforts de poussée considérables au sein de la conduite sous-marine, ces efforts pouvant atteindre 100, voire 200 tonnes ou plus, et de les transmettre à la structure fondation de la tour riser.

Dans un mode préféré de réalisation, ledit riser vertical comprend dans sa partie terminale inférieure un joint flexible, de préférence renforcé, lequel permet des mouvements angulaires α de la partie dudit riser vertical située au dessus dudit joint flexible, et lesdits éléments de jonction comprennent ledit joint flexible ou une portion de riser vertical située au dessous dudit joint flexible.

Un joint flexible autorise une variation importante de l'angle α entre l'axe du riser et sa position théorique verticale au repos, sans engendrer de contrainte significative dans les portions de conduite situées de part et d'autre dudit joint flexible : ces joints flexibles sont connus de l'homme de l'art et peuvent être constitués par une rotule sphérique avec joint d'étanchéité, ou une rotule lamifiée constituée de sandwichs de feuilles d'élastomère et de tôle adhésivée, capable d'absorber des mouvements angulaires importants par déformation des élastomères, tout en conservant une étanchéité parfaite en raison de l'absence de joint de frottement. Ledit angle α est en général compris entre 10 et 15 degrés.

Dans tous les cas, ledit joint flexible est creux pour laisser passer le fluide, et son diamètre intérieur est, de préférence sensiblement de même diamètre que les conduites adjacentes qui y sont raccordées, notamment celle du riser vertical.

On entend ici par "joint flexible renforcé", un joint capable de transférer au support mobile les efforts verticaux créés par la tension engendrée par le flotteur de sub-surface, et les efforts horizontaux créés par la houle, et le courant agissant

sur la portion verticale du riser, du flotteur et de la liaison flexible vers le support flottant, ainsi que par les déplacements dudit support flottant.

Lorsque lesdits éléments de jonction comprennent le dit joint flexible, ledit joint flexible est donc maintenu fixement par rapport audit support mobile. Ledit
5 joint flexible correspond alors à un élément terminal des éléments de jonction assurant la jonction avec ledit riser vertical.

De par la présence dudit joint flexible, et de la liaison flexible vers le support flottant située en tête de riser vertical, le déplacement horizontal de la base du riser vertical qui se trouve à un point sensiblement fixe en altitude,
10 n'engendre pas d'effort significatif dans l'ensemble articulé constitué dudit support mobile, dudit joint flexible, dudit riser et de ladite liaison vers le support de surface, sous l'effet des déplacements dudit support mobile au sein de ladite plate-forme embase, déplacement qui n'excèdent en général pas 5m.

Un autre avantage de la présente invention est aussi la réduction
15 considérable du coût global, résultant de la suppression des manchettes utilisées dans la technique antérieure pour relier le riser vertical et la conduite sous-marine reposant sur le fond de la mer.

L'installation selon l'invention permet d'éliminer tous ces inconvénients de l'art antérieur et de fournir au meilleur coût, une tour riser intégrant les
20 technologies d'isolation les plus performantes.

Selon une première variante de réalisation de l'invention, l'installation comprend :

- une première partie, de préférence mâle d'un dit élément de raccordement, et solidaire dudit joint flexible, disposée juste dessous celui-ci, et
25 - ladite conduite sous-marine reposant au fond de la mer se termine par un dit élément de conduite rigide présentant une courbure en forme de coude présentant à son extrémité une deuxième partie, de préférence femelle, d'un dit élément de raccordement, apte à coopérer avec ladite première partie pour former ledit élément de raccordement.

30 Selon une autre variante de réalisation de l'installation de l'invention :

- ledit élément de conduite rigide présentant une courbure en forme de coude est fixé directement en sous face dudit joint flexible et comprend à son autre extrémité une première partie, de préférence femelle, d'un dit élément de
raccordement, et
35 - ladite première partie de l'élément de raccordement, de préférence femelle, coopère avec une deuxième partie d'élément de raccordement, de

préférence mâle, à l'extrémité d'une partie horizontale terminale d'une conduite sous-marine reposant au fond de la mer pour former un dit élément de raccordement.

5 Ainsi, ledit élément de conduite présentant une courbure en forme de coude peut être :

- soit pré-installé à l'extrémité de la conduite sous-marine reposant au fond de la mer et en constituer l'élément de conduite terminal,

- soit pré-installé à l'extrémité inférieure du dit riser vertical, plus particulièrement dessous ledit joint flexible.

10 Dans les deux cas, ledit élément de conduite rigide en forme de coude présente à son extrémité libre une première partie, mâle ou femelle d'un élément de raccordement, et la deuxième partie complémentaire respectivement femelle ou mâle dudit élément de raccordement se situe soit à l'extrémité de l'élément de conduite terminal rectiligne de ladite conduite reposant au fond de la mer, soit à
15 l'extrémité dudit riser vertical, plus particulièrement, juste dessous ledit joint flexible.

Pour des raisons de mise en place de l'installation au fond de la mer, comme il sera explicité ci-après, il est préféré de pré-installer ledit élément de conduite rigide en forme de coude à l'extrémité de la conduite reposant au fond
20 de la mer et de faire coopérer la première partie mâle dudit élément de raccordement à l'extrémité dudit élément de courbure en forme de coude avec une deuxième partie complémentaire femelle de l'élément de raccordement située en sous-face dudit joint flexible. Bien évidemment, il est possible d'envisager une courte portion de riser rectiligne assurant la jonction entre ledit joint flexible et
25 ladite deuxième partie de l'élément de raccordement.

Dans un mode de réalisation avantageux, ledit support mobile comprend une cavité centrale ouverte sur le dessus par un orifice supérieur apte à recevoir ledit élément de conduite rigide présentant une courbure en forme de coude lorsque celui-ci est descendu depuis la surface au sein dudit support mobile.

30 Ce mode de réalisation décrit ci-dessus, permet de rendre plus aisée la mise en place de l'installation et le raccordement du riser vertical et de la conduite sous-marine reposant au sol lors de la mise en place de l'installation.

Plus particulièrement, ledit orifice supérieur coopère avec des éléments de blocage, de préférence un système de coins, permettant de bloquer ledit joint
35 flexible renforcé lequel est ainsi maintenu rigidement et fixement solidaire dudit support mobile, et la partie terminale horizontale de ladite conduite reposant au

fond de la mer est maintenue fixement sur le fond dudit support mobile, de préférence à l'aide d'un système de collier.

Ainsi, l'ensemble desdits éléments de jonction se trouve maintenu fixement par rapport audit support mobile et toute dilatation ou rétractation de la conduite
5 pouvant survenir dans la dite direction longitudinale axiale de la partie terminale horizontale de ladite conduite reposant au fond de la mer engendre un déplacement dudit support mobile avec lesdits éléments de jonction par translation dans la même direction longitudinale.

Les autres caractéristiques suivantes prises séparément ou en
10 combinaison sont également avantageuses :

- ledit orifice supérieur présente une paroi interne périphérique en forme d'entonnoir avec une grande base supérieure et lesdits coins permettant le blocage dudit joint flexible renforcé sont constitués par des coins tronconiques,
- ladite plate-forme comprend des éléments de guidage et maintien
15 dudit support mobile de sorte que ledit support mobile ne peut se mouvoir sur ladite plate-forme que par coulissement en translation dans une dite direction longitudinale YY', de préférence à l'aide de patins de glissement,
- ledit support mobile est maintenu latéralement entre deux barrières latérales de guidage de ladite plate-forme, et lesdites barrières latérales de
20 guidage coopèrent avec des éléments mobiles de blocage qui en position rétractée de dégagement permettent la descente dudit support mobile depuis la surface jusqu'à une position entre les deux dites barrières latérales par dessus ladite plate-forme, et en position avancée de blocage coopèrent avec la forme extérieure dudit support mobile de manière à ce que le déplacement vertical ZZ' en hauteur de celui-ci soit contrôlé,
- ladite embase comprend une plate-forme reposant au fond de la mer, laquelle coopère avec des éléments de stabilisation comprenant des corps morts posés par dessus ladite plate-forme ou des ancres à succion traversant ladite plate-forme pour être enfoncés dans le sol et/ou des éléments en saillie de type
30 bèches disposés en sous face de ladite plate-forme et enfoncés dans le fond de la mer pour éviter tout glissement de ladite plate-forme au fond de la mer.

Les jonctions entre les différentes composantes de l'ensemble flotteur, conduite flexible et riser vertical étant situées non loin de la surface, sont soumises aux effets combinés de la houle et du courant. De plus, le support de
35 surface étant soumis non seulement à la houle et au courant, mais aussi aux effets du vent, les mouvements d'ensemble créent au niveau du point singulier que

constitue la jonction entre riser et conduite flexible, des efforts considérables dans les divers constituants mécaniques. En effet, le flotteur exerce une traction verticale vers le haut pouvant varier de quelques dizaines de tonnes à plusieurs centaines de tonnes voire même au delà de 1000 tonnes, selon la profondeur
5 d'eau qui peut atteindre 1500m, voire 3000m, et selon le diamètre interne de la conduite qui peut varier de 6" à 14", voire 16". Ainsi les efforts à transmettre sont considérables et les mouvements d'ensemble sont cadencés, entre autres, au rythme de la houle, c'est à dire avec une période variant typiquement, en période agitée, entre 8 et 20 secondes. Les cycles de fatigue cumulés sur la durée de vie
10 du champ atteignent ainsi des valeurs dépassant plusieurs dizaines de millions de cycles. C'est pourquoi une installation selon la présente invention comprend avantageusement au moins un flotteur.

Un autre problème selon la présente invention est de permettre une intervention aisée à l'intérieur dudit riser depuis la surface, notamment de
15 permettre l'inspection ou le nettoyage dudit riser vertical, par introduction d'un tube rigide depuis l'extrémité supérieure du flotteur, passant à travers ledit dispositif de liaison entre flotteur et riser vertical.

En effet, ces liaisons fond-surface véhiculent un fluide polyphasique, c'est à dire un fluide composé de pétrole brut, d'eau et de gaz. Or, lors de la remontée
20 du fluide, la pression locale diminue et les bulles de gaz augmentent alors de volume, créant des phénomènes d'instabilité de la veine fluide pouvant conduire à des à-coups importants. Lors d'arrêts de production, le gaz se retrouve dans la partie haute et le mélange huile-eau se trouve piégé dans les points bas, c'est à dire dans la partie basse de la zone du flexible en chaînette, ainsi que dans la
25 partie basse de la section sensiblement verticale du riser ou encore au delà du coude situé en pied de riser vertical, dans la partie horizontale de la conduite sous-marine reposant sur le fond de la mer.

Le mélange polyphasique, constitué de pétrole brut, d'eau et de gaz, a tendance, lorsque la température descend en dessous d'une valeur située entre 30
30 et 40°C, à créer deux types de bouchons qui risquent de bloquer la production. Un premier type de bouchon est dû à la formation d'hydrates à partir de la phase gazeuse en présence d'eau, un autre type est dû au figeage de la paraffine contenue en proportion variable dans le pétrole brut de certains champs pétroliers, particulièrement en Afrique de l'Ouest.

35 On connaît la méthode d'intervention à l'intérieur des canalisations, dite "coiled-tubing", consistant à pousser un tube rigide de petit diamètre, en général

20 à 50mm, à travers la conduite. Ledit tube rigide est stocké enroulé par simple cintrage sur un tambour, puis détordu lorsqu'on le débobine. Ledit tube peut mesurer plusieurs milliers de mètres en une seule longueur. L'extrémité du tube située au fût du tambour de stockage est reliée par l'intermédiaire d'un joint
5 tournant à un dispositif de pompage capable d'injecter un liquide à haute pression et à haute température . Ainsi, en poussant le tube fin à travers la conduite, en maintenant le pompage et la contre-pression, cette conduite est nettoyée grâce à l'injection d'un produit chaud capable de dissoudre les bouchons . Cette méthode d'intervention est couramment utilisée lors des interventions sur puits verticaux ou
10 sur des conduites obstruées par des formations de paraffine ou d'hydrates, phénomènes courants et redoutés dans toutes les installations de production de pétrole brut. Le procédé de "coiled-tubing" est dénommé ci-après par "nettoyage par tubage continu" ou NTC.

L'installation selon l'invention comprend un dispositif de liaison entre ledit
15 flotteur et l'extrémité supérieure dudit riser comprenant :

- une deuxième conduite souple dont les extrémités sont encastrées au niveau respectivement dudit flotteur et de l'extrémité supérieure du riser,
- la liaison de ladite deuxième conduite souple à l'extrémité supérieure dudit riser se faisant par l'intermédiaire d'un dispositif en forme de col de cygne,
20 lequel dispositif en forme de col de cygne assure aussi la liaison entre ledit riser et une dite conduite de liaison avec le support flottant, de préférence une dite conduite flexible,
- ladite deuxième conduite souple étant, de préférence, prolongée à travers ledit flotteur par une conduite tubulaire rigide traversant le flotteur de part
25 en part, de sorte que l'on peut intervenir à l'intérieur dudit riser vertical à partir de la partie supérieure du flotteur à travers ladite conduite tubulaire rigide, puis ledit dispositif de liaison constitué de ladite deuxième conduite souple est à travers ledit dispositif en forme de col de cygne, de façon à accéder à l'intérieur dudit riser et le nettoyer par injection de liquide et /ou par raclage de la paroi interne dudit
30 riser, puis de ladite conduite sous-marine reposant au fond de la mer.

L'installation selon la présente invention est plus particulièrement encore avantageuse lorsque :

- deux dites conduites sous-marines reposant sur le fond de la mer sont
35 assemblées en faisceau au sein d'une même enveloppe de protection souple permettant de confiner un matériau isolant, de préférence un matériau à changement de phase du type de la paraffine, un composé isolant gélifié, ou une

combinaison des deux, entourant lesdites conduites, et

- ledit riser vertical comprend dans sa partie supérieure au-dessus dudit joint flexible un système de conduites isolées constitué d'un ensemble de deux conduites coaxiales comprenant une conduite interne et une conduite externe, un fluide ou matériau isolant, de préférence un matériau à changement de phase de type paraffine, un composé isolant gélifié, ou une combinaison des deux, étant placé de préférence entre les deux dites conduites, ou encore en maintenant un vide poussé entre deux conduites.

Un autre avantage de l'installation selon l'invention est que tous les éléments peuvent être préfabriqués à terre avant d'être installés. Ils peuvent ainsi être montés "à blanc" pour vérifier que tous les éléments coopèrent correctement, y compris les moyens de verrouillage ; ainsi, l'assemblage de l'installation est considérablement simplifié et le temps opérationnel des navires d'installation réduit au minimum. Dans l'art antérieur, les conduites sous-marines étaient posées puis, après installation des risers, des manchettes coudées de raccordement étaient fabriquées sur la base d'une métrologie de grande précision réalisée grâce aux ROVs. La manchette, préfabriquée à terre ou sur site peut mesurer plusieurs dizaines de mètres et doit ensuite être installée par le même ROV, ce qui représente un temps opérationnel considérable, donc un coût très élevé en raison de la sophistication des navires d'installation spécialisés. Le gain réalisé par le dispositif et le procédé selon l'invention, se chiffre en plusieurs journées de navire d'installation ainsi qu'en la suppression des connecteurs automatiques indispensables à chacune des extrémités de la manchette préfabriquée, ce qui représente une réduction de coût considérable.

Les objectifs de la présente invention sont donc également obtenus par un procédé de mise en place d'une installation qui comprend les étapes dans lesquelles :

1. on met en place au fond de la mer une dite embase, et
2. on descend au fond de la mer, une dite conduite sous-marine reposant sur le fond de la mer avec à son extrémité au moins une partie desdits éléments de jonction comprenant à leur extrémité une première partie d'élément de raccordement, et
3. on solidarise la partie horizontale rectiligne terminale de ladite conduite reposant sur le fond de la mer sur ladite embase, et
4. on descend ledit riser vertical comprenant à son extrémité au moins l'autre partie desdits éléments de jonction, comprenant à leur extrémité inférieure

au moins une dite deuxième partie d'élément de raccordement, et

5. on réalise le raccordement de ladite première partie et de ladite deuxième partie pour former ledit élément de raccordement, et

6. on bloque lesdits éléments de jonction sur ladite embase.

5 Plus particulièrement, dans le procédé de l'invention dans lequel ladite embase comprend une dite plate-forme et au moins un dit support mobile, on réalise les étapes dans lesquelles :

1. on met en place au fond de la mer ladite plate-forme, et ledit support mobile sur ladite plate-forme, et l'on actionne lesdits verrous pour contrôler et empêcher le déplacement en hauteur dudit support mobile par rapport à ladite plate-forme tout en laissant libre le mouvement de translation contrôlée dudit support mobile dans ladite direction longitudinale YY' , et

2. on descend et met en place au fond de la mer une dite conduite sous-marine équipée à son extrémité d'au moins une partie desdits éléments de jonction comprenant à leur extrémité au moins une dite première partie d'élément de raccordement, et

3. on solidarise sur le fond dudit support mobile, la partie rectiligne horizontale terminale de ladite conduite reposant au fond de la mer, et

4. on descend un dit riser vertical équipé à son extrémité inférieure d'au moins l'autre partie desdits éléments de jonction comprenant à leur extrémité une dite deuxième partie complémentaires d'éléments de raccordement, et

5. on rapproche les dites première et deuxième parties d'éléments de raccordement et on réalise le raccordement, et

6. on réalise le blocage desdits éléments de jonction sur ledit support mobile.

Dans une variante de réalisation du procédé, le support mobile est assemblé en surface au sein de la plate-forme, puis l'ensemble est alors descendu et mis en place sur le fond de la mer.

Pour mettre en œuvre une version préférée de réalisation du procédé de l'invention lesdits éléments de jonction sont tels que :

a) ladite conduite sous-marine reposant au fond de la mer est équipée à son extrémité d'un dit élément de conduite rigide présentant une courbure en forme de coude, ledit élément de conduite en forme de coude présentant à son extrémité supérieure une dite première partie d'un élément de raccordement, et

b) le dit riser vertical est équipé à son extrémité inférieure d'un dit joint flexible et d'une dite deuxième partie d'élément de raccordement en sous-face

dudit joint flexible.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lumière de la description détaillée des modes de réalisation qui va suivre, en
5 référence aux figures 1 à 12.

La figure 1 est une vue de côté de la partie supérieure d'une tour hybride reliée à un support flottant de type FPSO, avec un navire 2 effectuant une opération d'intervention à la verticale de ladite tour.

La figure 2 représente une vue en coupe de la partie inférieure de
10 l'installation selon l'invention, après raccordement du riser vertical avec ladite conduite sous-marine reposant au fond de la mer.

La figure 3 représente une vue de dessus au niveau de l'orifice supérieur du support mobile 14 de la figure 2 avec un système de coin tronconique 17.

La figure 4 est une vue de côté en coupe de la partie inférieure de
15 l'installation, après raccordement.

La figure 5 est une vue en coupe de l'embase avant installation du dit support mobile et desdites conduites à raccorder.

La figure 6 est une vue de côté de l'embase comprenant la plate-forme et le support mobile mis en place avant la mise en place des conduites à raccorder.

La figure 7 est une vue en coupe de l'installation dans sa partie inférieure montrant la mise en place de l'élément de conduite présentant une courbure en forme de coude descendant à l'intérieur dudit support mobile.

La figure 8 est une vue en coupe de la partie inférieure de l'installation dans l'étape de mise en place postérieure à l'étape de la figure 7 dans laquelle, après
25 mise en place de l'élément de conduite en forme de coude, on descend, à l'intérieur dudit support mobile, l'extrémité inférieure dudit riser équipé d'un joint flexible et d'une partie femelle d'un élément de raccordement.

La figure 9 représente une vue en coupe de la partie inférieure de l'installation après raccordement des conduites en sous-face du joint flexible.

La figure 10 représente une vue de côté en coupe de la figure 9.

La figure 11 représente une vue de dessus d'une embase selon l'invention comprenant un support mobile pouvant coulisser en translation sur une plate-forme 15 supportant des barrières de guidage 16₁, la dite translation étant contrôlée par une butée de terminaison 16₃.

La figure 12 représente une vue de côté en coupe d'une variante de
35 réalisation du raccordement de conduites de l'installation selon l'invention.

Dans la figure 1, le FPSO 1 est ancré sur un champ pétrolier par 1 500m de hauteur d'eau, par un système d'ancrage non représenté et comporte au niveau de son bordé un système de supportage 2, de conduites flexibles 3 d'effluents pétroliers en configuration de chaînette remontant vers un dispositif en forme de col de cygne 4, lui-même solidaire de l'extrémité supérieure d'un riser vertical 5. L'ensemble est maintenu en tension par ledit flotteur 6 installé en tête du riser vertical 5 par l'intermédiaire d'une conduite flexible 7. Ledit flotteur 6 est traversé par une conduite 8 en continuité dudit flexible 7 pour déboucher sur un orifice obturé par une vanne 9. Un navire d'intervention 2 situé à la verticale dudit flotteur peut effectuer une opération de maintenance par coil-tubing à travers le flotteur 6, de manière à pousser dans la partie verticale de la conduite, une conduite rigide, non représentée, de faible diamètre, en général 50mm, destinée à nettoyer l'intérieur de la canalisation au fur et à mesure de sa progression. Les dispositifs de coil-tubing étant connus de l'homme de l'art dans le domaine des interventions sur puits pétroliers ne seront pas développés plus en détails ici.

Sur les figures 2 à 4, et 6 à 12, on a représenté la partie inférieure d'une installation selon l'invention dans laquelle la liaison entre l'extrémité inférieure dudit riser vertical 5 et ladite conduite sous-marine 10 reposant au fond de la mer se fait par l'intermédiaire d'un système d'ancrage comprenant une embase 4 posée sur le fond.

Ladite embase 4 comprend :

- une plate-forme 15 reposant sur le fond de la mer, et
- un support mobile 14 auquel lesdits éléments de jonction 11-13 sont fixés, et
- ledit support mobile 14 étant apte à se déplacer de façon contrôlée sur ladite plate-forme selon une dite translation selon une dite direction longitudinale YY' correspondant à la direction axiale de la partie terminale horizontale de ladite conduite sous-marine reposant au fond de la mer 10.

La plate-forme 15 comprend une structure constituant des éléments de guidage 16, tels que barrière ou glissière qui empêchent tout autre déplacement du support mobile dans une direction latérale XX' ou en hauteur, c'est à dire dans une direction verticale ZZ'.

Ladite embase 4 assure le maintien rigide et le guidage des éléments de jonction 11-13 entre l'extrémité inférieure dudit riser vertical 5 et l'extrémité de la partie horizontale terminale rectiligne de ladite conduite reposant au fond de la mer 10, et lesdits éléments de jonction 11-13 comprennent un élément de

conduite présentant une courbure en forme de coude 11 et un élément de raccordement de conduite 12, de préférence un unique élément de raccordement, de préférence encore, un unique connecteur automatique, le maintien et le guidage desdits éléments de jonction 11-13 étant tels que lesdits éléments de jonction 11-13 ne peuvent se déplacer que dans un mouvement de translation dans une unique direction longitudinale YY' correspondant à la direction axiale de ladite partie terminale rectiligne horizontale de ladite conduite sous-marine reposant au fond de la mer 10.

Les figures 2 et 9 représentent des coupes en vue de face d'une installation selon l'invention après mise en place de tous les éléments de jonction et des conduites à raccorder.

Les figures 4 et 10, représentent des vues de côté d'une installation selon l'invention, après mise en place des éléments de jonction et des conduites à raccorder.

En revanche les figures 5 à 8, ainsi que 11 et 12 représentent des vues de différents éléments constitutifs de l'installation selon l'invention au cours des différentes phases de la procédure de mise en place.

Ainsi, sur la figure 5, on a représenté la plate-forme 15 surmontée des barrières de guidage latérales 16₁ qui assurent le guidage dans le coulissement en translation longitudinale selon la direction YY' de l'élément de support mobile dont la partie inférieure est maintenue entre lesdites barrières de guidage 16₁.

Sur les figures 10 et 11, on a représenté un élément de butée 16₃ qui permet de contrôler le coulissement en translation et empêche un coulissement excessif du support mobile 14 à l'intérieur des barrières de guidage 16₁ par dessus la plate-forme 15. Ce coulissement en translation dans la direction YY' est rendu possible à l'aide de patins de glissement 14₁, disposés dessous ledit support mobile 14, sur ses côtés et sur le dessus. On peut également utiliser des rouleaux ou tout autre dispositif visant à réduire le frottement lors des déplacements longitudinaux dans la direction YY' .

Sur la figure 6, on a représenté le support mobile 14 descendu depuis la surface à l'aide de câbles non représentés, inséré entre les structures en élévation constituant les barrières de guidage 16₁ disposées par dessus la plate-forme de guidage 15. Ce support mobile 14 peut se déplacer selon un axe longitudinal YY' grâce aux patins de glissement 14₁ mais ne peut se déplacer ni latéralement selon l'axe XX' , ni vers le haut selon l'axe ZZ' . En effet, la partie supérieure des barrières de guidage 16₁ coopère avec des éléments de blocage

mobile consistant en un système de coin 16₂, lesquels peuvent être engagés de manière à ce que la forme extérieure de la partie inférieure du support mobile au niveau d'un épaulement 14₄ sur laquelle repose des patins de glissement 14₁, viennent buter contre lesdits coins engagés 16₂ en empêchant l'élévation du support mobile 14.

Sur les figures 2, 10 et 11, on montre que les barrières de guidage 16₁ disposées par dessus la plate-forme 15, sont espacées de manière à ménager un jeu suffisant, par exemple de 1 cm, de part et d'autre du support mobile lorsque celui-ci est mis en place sur la plate-forme entre lesdites barrières de guidage 16₁ pour éviter d'éventuels coincements lors des déplacements selon l'axe YY' du support mobile 14 par dessus la plate-forme 15.

La plate-forme 15 est maintenue en position sur le fond de la mer 20 soit par son propre poids, soit par rajout de corps morts 15₂, soit par l'intermédiaire d'ancres à succion 23 foncées à travers la plate-forme, soit encore par une combinaison de ces méthodes. Des bûches 15₁ sont avantageusement prévues en sous-face de la plate-forme 15 pour éviter tout glissement ou déplacement horizontal de la plate-forme quelle que soit la direction.

Dans les figures 2, 6 7, 8 et 12, on a représenté le support mobile qui repose sur ses patins inférieurs 14₁ sur la plate-forme 15. Plus précisément, les patins inférieurs 14₁ reposent sur une échancrure à la base des barrières de guidage 16₁. Ce type de position se produit lorsque le flotteur supérieur 6 de la figure 1 n'est pas complètement déballasté et maintient le riser 5 en tension, et que le poids propre du support mobile 14 est tel que ledit support mobile repose quand même sur ses patins inférieurs 14₁.

En revanche, sur la figure 9, lorsque le flotteur supérieur 6 a été complètement déballasté, le support mobile 14 se trouve alors en suspension mais ne peut s'élever en raison du contact des patins supérieurs 14₁ avec les éléments de blocage 16₂ qui coopèrent à la partie supérieure des barrières de guidage 16₁ de manière à retenir ledit support mobile 14 de par la forme extérieure de sa partie inférieure notamment au niveau d'un épaulement 14₄ qui rentre en contact par l'intermédiaire des patins supérieurs 14₁ avec les coins de blocage 16₂.

En ajustant la flottabilité du flotteur supérieur 6, il est possible d'équilibrer la charge de manière à réduire les efforts de contact positifs ou négatifs, c'est à dire dirigés vers le haut ou vers le bas, entre le support mobile 14 et la structure ancrée comprenant la plate-forme 15 et les barrières de guidage 16₁. Ceci a pour

effet de réduire l'usure des patins de contact 14₁ et surtout de minimiser les efforts F transmis par la conduite sous-marine 10 à l'embase ancrée de la tour riser, ainsi que les efforts de compression interne à la dite conduite sous-marine 10, source potentielle de phénomènes de flambage pouvant conduire à la ruine de l'installation.

A titre d'exemple, la plate-forme 15 peut avoir une longueur de 10 à 12 m et une largeur de 6 m, capable de recevoir des corps morts 15₂ de 25 à 50 tonnes. Le support mobile 14 peut avoir une masse de 40 tonnes correspondant à la tension minimum requise en pied de riser, c'est à dire au niveau du joint flexible 13. Ledit support mobile 14 peut mesurer environ 1,5 m de large et 4 m de longueur. Lors de l'installation, le support mobile 14 est positionné sensiblement au milieu de la plate-forme, ce qui autorise un déplacement relatif Δ de plus ou moins 3 m, le long de l'axe XX', déplacement engendré par l'expansion ou la rétractation thermique, ainsi que de la conduite sous-marine 10, ainsi que par la pression interne de la conduite sous-marine 10 reposant sur le fond.

Sur les figures 4 et 6 à 12, on a montré un support mobile 14 présentant une cavité centrale 18 dont la partie supérieure comprend une paroi interne périphérique qui est évasée en forme d'entonnoir, ladite cavité 18 étant ouverte dans sa partie supérieure par un orifice 18₁ correspondant à ladite grande base de la partie supérieure en forme d'entonnoir de la cavité 18. Au fond de la cavité 18, un socle en forme de berceau 14₃ permet de recevoir et de supporter l'élément de conduite rigide présentant une courbure en forme de coude 11 qui est disposé à l'intérieur dudit support mobile 14 comme représenté sur les figures 2 et 9.

Dans une variante de réalisation, le support mobile présente une cavité interne ouverte également à sa base, de sorte que l'on peut mettre en place la conduite sous-marine en l'installant provisoirement sur la plate-forme 15, puis descendre le support mobile par-dessus la conduite sous-marine dans la mesure où la cavité centrale du support mobile autorise le passage de l'élément coudé 11 et du connecteur automatique 12, et enfin, on solidarise la conduite sous-marine avec le support mobile dont le socle 14₃ et lesdits moyens de verrouillage 19-19₁ sont situés sur la paroi de la cavité interne du support mobile situé au-dessus de ladite conduite initialement installée sur la plate-forme 15.

Dans les figures 4, 10 et 11, la conduite sous-marine 10 reposant au fond de la mer se termine par un élément de conduite rigide présentant une courbure en forme de coude 11, se terminant à sa partie supérieure tournée vers le haut

par une première partie 12₁ d'un élément de raccordement 12, à savoir ici, une partie mâle. La partie terminale rectiligne horizontale de la conduite sous-marine reposant sur le fond de la mer 10 située avant ledit élément de conduite en forme de coude 11, est supportée par le socle-berceau 14₃ sur le fond dudit support mobile 14, et elle est verrouillée par un dispositif 19 assure le verrouillage d'une virole 19₁ soudée à l'extérieure de la conduite sous-marine 10. Lors du déplacement du support mobile 14 créé par l'expansion de la conduite sous-marine 10 reposant sur le sol, sous l'effet de la température et de la pression interne, le dit support mobile 14 glissera au sein de la plate-forme ancrée 15-16₁-16₂ entre les barrières de guidage latérales 16₁. Ainsi on réduit de manière radicale les efforts transmis à ladite embase ancrée, ainsi que les efforts de compression au sein de la conduite sous-marine reposant sur le fond, et on supprime ainsi les risques de flambage et de dégradation de ladite conduite sous-marine 10.

Dans le mode de réalisation des figures 2 à 11, notamment tel que représenté dans la figure 8, le riser vertical comprend à son extrémité inférieure un joint flexible 13, lui-même solidaire en sous-face de la seconde partie 12₂ du connecteur automatique 12, destiné à coopérer avec la première partie 12₁ pour réaliser le raccordement de l'élément de raccordement 12 consistant en un connecteur automatique. Le passage interne du joint flexible 13, ainsi que du connecteur automatique 12 présente un diamètre intérieur de préférence identique à celui du riser 5. Le joint flexible 13 est renforcé par une structure externe de renfort qui permet d'assurer son encastrement dans l'orifice supérieur 18₁ de la cavité 18 du support mobile 14 pour assurer la rigidité de l'ensemble lorsque un système de coins tronconiques 17 vient le verrouiller en position définitive dans la cavité 18 au niveau de l'orifice supérieur 18₁ du support mobile 14, comme illustré sur les figures. Le joint flexible étanche peut être de type rotule mécanique ou de type joint flexible élastomère, ou encore correspondre à une longueur limitée de conduite flexible capable de fournir le même déplacement angulaire par rapport à la verticale du riser 5, notamment dans un cône d'angle α pouvant atteindre 15 degrés.

L'élément de conduite présentant une courbure en forme de coude 11 présente une courbure comprenant un arc de cercle avec un grand rayon de courbure, notamment un rayon de courbure supérieur à 5 m, plus particulièrement de l'ordre de 5 à 10 m réalisé par un élément de conduite courbe mesurant de 7 à 15 m.

Dans le procédé de mise en place d'une installation selon l'invention, on peut réaliser les étapes successives suivantes :

1. on met en place au fond de la mer, ladite plate-forme 15 surmontée de la structure de guidage constituée par les barrières 16₁ coopérant avec les éléments de blocage ou système de coin 16₂ dans leur partie supérieure, et
2. on ancre la plate-forme 15 à l'aide de différents moyens d'ancrage tels que des corps morts 15₂ que l'on descend à l'aide de câbles ou d'ancres à succion 15₃, et
3. on descend un dit support mobile 14 que l'on insère entre les barrières de guidage 16₁ par dessus la plate-forme 15 et l'on actionne les verrous de blocage 16₂ qui empêchent le déplacement vers le haut dans la direction ZZ' du support mobile 14 tout en laissant libre le coulissement en translation dans la direction longitudinale YY' du support mobile 14, ledit coulissement en translation dans la direction YY' étant contrôlé par les éléments de butée 16₃-16₄ reposant sur la plate-forme 15, et
4. on installe au fond de la cavité 18 dudit support mobile, en le descendant à travers l'orifice supérieur 18₁, un élément de conduite rectiligne constitutif de la partie terminale horizontale de la conduite sous-marine reposant au fond de la mer 10, ladite partie terminale horizontale étant équipée à son extrémité d'un dit élément de conduite rigide présentant une courbure en forme de coude 11, lequel élément coudé 11 présente à son extrémité supérieure une première partie mâle 12₁ d'un connecteur automatique 12, et
5. on dépose ledit élément de conduite rigide coudé 11 au fond de la cavité 18 de sorte que la partie horizontale rectiligne terminale de la conduite sous-marine reposant au fond de la mer repose sur le socle berceau 14₃, et on solidarise ladite partie terminale horizontale de la conduite sous-marine reposant au fond de la mer 10 avec un système de verrouillage 19, 19₁ de type collier, et
6. on descend un riser vertical 5 équipé à son extrémité inférieure d'un joint flexible 13 renforcé et de la deuxième partie complémentaire femelle 12₂ dudit connecteur automatique 12 en sous-face du dit joint flexible renforcé 13, puis
7. après approche des dites première et deuxième parties 12₁ et 12₂ complémentaires dudit élément de raccordement 12, on réalise ledit raccordement, et
8. une fois le raccordement effectué, on réalise le blocage dudit joint flexible renforcé ou d'une portion de conduite terminale à l'extrémité inférieure dudit riser dessous le dit joint flexible renforcé 13, à l'intérieur de l'orifice supérieur

18₁ comportant une paroi périphérique de forme évasée, à l'aide d'un système de coin venant se bloquer entre ladite paroi périphérique en forme d'entonnoir de ladite ouverture supérieure 18₁ et ledit joint flexible renforcé 13 ou ladite portion de conduite terminale dessous ledit joint flexible 13.

5 Des coins 17 représentés sur les figures 6 à 8 en position dégagée par rapport à ladite paroi de l'orifice supérieur 18₁, sont actionnés par un ROV au moyen de vérins hydrauliques non représentés pour venir ensuite s'engager à l'intérieur de l'orifice supérieur 18₁ contre sa paroi périphérique évasée comme représenté sur les figures 4, 9, 10 et 12. Les coins tronconiques 17 viennent buter
10 en appui sur la structure de renfort dudit joint flexible renforcé 13 et le maintenir en position fixe par rapport a support mobile 14.

Des verrous complémentaires 14₂ sont alors actionnés par un dispositif non représenté permettant ainsi de transférer au support mobile 14₄ l'intégralité de la charge verticale créée par le riser 5 maintenue en tension par le flotteur supérieur
15 6 de la figure 1.

La figure 3 est une coupe en vue de dessus relative à l'orifice supérieur 18₁ montrant trois coins tronconiques 17 dont l'un est représenté en position rétractée vers le haut, et le deux autres en position de coincement engagé vers le bas à l'intérieur de l'orifice 18₁.

20 L'installation selon l'invention a été décrite sur les figures 2 à 11 avec un joint flexible renforcé 13 situé au dessus d'une partie 12₂ de connecteur automatique 12.

Dans un autre mode de réalisation représenté sur la figure 12, ledit élément de conduite rigide présentant une courbure en forme de coude 11 est pré-installé
25 en sous-face dudit joint flexible renforcé 13, ledit élément de conduite en forme de coude 11 présentant à son extrémité inférieure libre, une première partie 12₂ d'élément de raccordement du type connecteur automatique 12.

Dans ce cas, ladite première partie 12₂ d'élément de raccordement a son axe disposé horizontalement légèrement au dessus du fond de la cavité 18 du support mobile 14, une fois que le joint flexible 13 est bloqué en place dans
30 l'ouverture supérieure 18₁ du support mobile 14 à l'aide des coins 17. On réalise ensuite le raccordement avec la conduite sous-marine reposant au fond de lamer 10 dont la partie terminale rectiligne horizontale repose sur un chariot 21 coulissant sur la plate-forme 15 à l'aide de patins de glissement 22, ladite partie
35 terminale horizontale rectiligne de la conduite sous-marine reposant au fond de la mer 10 étant tenue par des berceaux 14₃ sur le fond du dit chariot mobile 21 et

solidaire dudit chariot 21 par un collier de verrouillage 19-19₁. On effectue le raccordement par déplacement, dans ladite direction longitudinale YY', dudit chariot mobile 21 entre lesdites barrières de glissement 16₁ sur la plate-forme 15. On solidarise enfin le chariot 21 au support mobile 14 par des moyens non représentés.

En raison de sa complexité, on préfère installer la partie femelle 12₂ d'un connecteur automatique 12 sur l'équipement manipulé en dernier, mais on peut inverser les dites première et deuxième parties mâle et femelle 12₁-12₂ de l'élément de raccordement.

Sur la figure 1, l'installation comprend un dispositif de liaison 4₁, 7 entre ledit flotteur 6 et l'extrémité supérieure dudit riser 5, comprenant :

- une deuxième conduite souple 7 dont les extrémités sont encastrées au niveau respectivement de la sous-face dudit flotteur 6 et de l'extrémité supérieure du riser 5,

la liaison de ladite deuxième conduite souple 7 à l'extrémité supérieure dudit riser 5 se faisant par l'intermédiaire d'un dispositif en forme de col de cygne 4₁, lequel dispositif en forme de col de cygne 4₁ assure aussi la liaison entre ledit riser 5 et une dite conduite flexible 3 avec le support flottant,

- ladite deuxième conduite souple 7 étant prolongée à travers ledit flotteur 6 par une conduite tubulaire rigide 8 traversant le flotteur de part en part, de sorte que l'on peut intervenir à l'intérieur dudit riser vertical 5 à partir de la partie supérieure du flotteur 6 à travers ladite conduite tubulaire rigide 8, puis ledit dispositif de liaison constitué de ladite deuxième conduite souple 7 est à travers ledit dispositif en forme de col de cygne 4₁, de façon à accéder à l'intérieur dudit riser 5 et le nettoyer par injection de liquide et /ou par raclage de la paroi interne dudit riser (5), puis de ladite conduite sous-marine 10 reposant au fond de la mer.

Ladite deuxième conduite souple 7 présente à ses extrémités des éléments de variation progressive d'inertie de section 7₁, 7₂ au niveau respectivement de la sous-face du flotteur 6 et de l'extrémité supérieure du col de cygne.

Le dispositif en forme de col de cygne comprend une partie droite supérieure qui assure la jonction entre ledit riser vertical et ladite deuxième conduite souple reliée audit flotteur. Sur cette dite partie droite du dispositif en forme de col de cygne, une dérivation courbe en forme de coude, permet la jonction entre l'extrémité dudit riser vertical et l'extrémité de ladite conduite flexible elle-même reliée audit support flottant. Les extrémités de ladite courbe étant sensiblement tangente avec la courbe de la chaînette constituée par ladite

conduite flexible qui assure la liaison au support flottant, et sensiblement tangente avec ladite partie droite du dispositif en forme de col de cygne.

REVENDEICATIONS

1. Installation de liaison fond-surface pour conduite sous-marine (10) reposant au fond de la mer, notamment à grande profondeur, comprenant :

5 a) au moins un riser vertical (5) relié à son extrémité inférieure à au moins une conduite sous-marine (10) reposant au fond de la mer, et à son extrémité supérieure à au moins un flotteur (6), et

b) au moins une conduite de liaison (3), de préférence une conduite flexible, assurant la liaison entre un support flottant (1) et l'extrémité supérieure
10 (4) dudit riser vertical (5), et

c) la liaison entre l'extrémité inférieure dudit riser vertical (5) et une dite conduite sous-marine (10) reposant au fond de la mer se fait par l'intermédiaire d'un système d'ancrage comprenant une embase (4) posée sur le fond,

15 caractérisée en ce que ladite embase (4) assure le maintien et le guidage des éléments de jonction (11-13) entre l'extrémité inférieure dudit riser vertical (5) et l'extrémité de la partie horizontale rectiligne terminale de ladite conduite reposant au fond de la mer (10), et lesdits éléments de jonction (11-13) comprennent un élément de conduite rigide présentant une courbure en forme
20 de coude (11) et un élément de raccordement de conduite (12), de préférence un unique élément de raccordement, de préférence encore, un unique connecteur automatique, le maintien et le guidage desdits éléments de jonction (11-13) étant tels que lesdits éléments de jonction (11-13) ne peuvent se déplacer que dans un mouvement de translation dans une unique direction
25 longitudinale (YY') sensiblement correspondant à la direction axiale de ladite partie terminale rectiligne horizontale de ladite conduite sous-marine reposant au fond de la mer (10).

2. Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce que ladite
30 embase (4) comprend :

- une plate-forme (15) reposant sur le fond de la mer, et
- un support mobile (14) auquel lesdits éléments de jonction (11-13)

sont fixés, et
- ledit support mobile (14) étant apte à se déplacer, de préférence de
35 façon contrôlée, sur ladite plate-forme selon une dite translation dans une dite direction longitudinale (YY') correspondant à la direction axiale de la partie

terminale horizontale de ladite conduite sous-marine reposant au fond de la mer (10).

3. Installation selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que ledit riser vertical (5) comprend dans sa partie terminale inférieure un joint flexible (13), de préférence renforcé, lequel permet des mouvements angulaires (α) de la partie dudit riser vertical (5) située au dessus dudit joint flexible (13), et lesdits éléments de jonction (11-13) comprennent ledit joint flexible (13) ou une portion de riser vertical située au dessous dudit joint flexible (13).

10

4. Installation selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que :

- une première partie (12_1), de préférence mâle d'un dit élément de raccordement (12) est solidaire dudit joint flexible (13), et disposée juste
15 dessous celui-ci, et

- ladite conduite sous-marine reposant au fond de la mer (10) se termine par un dit élément de conduite rigide présentant une courbure en forme de coude (11) présentant à son extrémité une deuxième partie (12_2), de préférence femelle, d'un dit élément de raccordement (12), apte à coopérer avec
20 ladite première partie pour former ledit élément de raccordement (12).

5. Installation selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que :

- ledit élément de conduite rigide présentant une courbure en forme de coude (11) est fixé directement en sous face dudit joint flexible (13) et comprend à son autre extrémité une première partie (12_1), de préférence femelle, d'un dit élément de raccordement (12), et

- ladite première partie (12_1) de l'élément de raccordement, de préférence femelle, coopère avec une deuxième partie (12_2) d'élément de
30 raccordement, de préférence mâle, à l'extrémité d'une partie horizontale terminale d'une conduite sous-marine reposant au fond de la mer (10) pour former un dit élément de raccordement (12).

6. Installation selon l'une des revendications 2 à 5, caractérisée en ce que ledit support mobile (14) comprend une cavité centrale (18) ouverte sur le
35 dessus par un orifice supérieur (18_1) apte à recevoir ledit élément de conduite

rigide présentant une courbure en forme de coude (11) lorsque celui-ci est descendu depuis la surface au sein dudit support mobile (14).

7. Installation selon la revendication 6, caractérisée en ce que ledit
5 orifice supérieur (18₁) coopère avec des éléments de blocage, de préférence un système de coin (17), permettant de bloquer ledit joint flexible renforcé (13) lequel est ainsi maintenu rigidement et fixement solidaire dudit support mobile (14), et la partie terminale horizontale terminale de ladite conduite reposant au fond de la mer (10) est maintenue fixement sur le fond dudit support mobile, de
10 préférence à l'aide d'un système de collier (19-19₁).

8. Installation selon la revendication 7, caractérisée en ce que ledit orifice supérieur (18₁) présente une paroi interne périphérique, en forme d'entonnoir avec une grande base supérieure et lesdits coins (17) permettant le
15 blocage dudit joint flexible renforcé (13) sont constitués par des coins tronconiques (17).

9. Installation selon l'une des revendication 2 à 8, caractérisée en ce que ladite plate-forme comprend des éléments de guidage et maintien (16₁-16₃)
20 dudit support mobile (14) de sorte que ledit support mobile (14) ne peut se mouvoir sur ladite plate-forme (15) que par coulissement en translation dans une dite direction longitudinale (YY'), de préférence à l'aide de patins de glissement (14₁).

25 10. Installation selon la revendication 9, caractérisée en ce que ledit support mobile (14) est maintenu latéralement entre deux barrières latérales de guidage (16₁) de ladite plate-forme, et lesdites barrières latérales de guidage (16₁) coopèrent avec des éléments mobiles de blocage (16₂) qui en position rétractée de dégagement permettent la descente dudit support mobile (14)
30 depuis la surface jusqu'à une position entre les deux dites barrières latérales (16₁) par dessus ladite plate-forme (15), et en position avancée de blocage coopèrent avec la forme extérieure (14₄) dudit support mobile (14) de manière à ce que le déplacement vertical (ZZ') en hauteur de celui-ci soit contrôlé.

35 11. Installation selon l'une des revendication 1 à 10, caractérisée en ce que ladite embase (4) comprend une plate-forme (15) reposant au fond de la

mer, laquelle coopère avec des éléments de stabilisation comprenant des corps morts (15₂) posés par dessus ladite plate-forme (15) ou des ancras à succion (15₃) traversant ladite plate-forme pour être enfoncés dans le sol et/ou des éléments en saillie de type bèches (15₁) disposés en sous face de ladite plate-forme et enfoncés dans le fond de la mer pour éviter tout glissement de ladite plate-forme au fond de la mer.

12. Procédé de mise en place d'une installation selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comprend les étapes dans lesquelles :

1. on met en place au fond de la mer (20) une dite embase (4), et
2. on descend au fond de la mer, une dite conduite sous-marine reposant sur le fond de la mer (10) avec à son extrémité au moins une partie desdits éléments de jonction (11-13) comprenant à leur extrémité une première partie (12₁) d'élément de raccordement, et
3. on solidarise la partie horizontale rectiligne terminale de ladite conduite reposant sur le fond de la mer (10) sur ladite embase, et
4. on descend ledit riser vertical comprenant à son extrémité au moins l'autre partie desdits éléments de jonction (11-13), comprenant à leur extrémité inférieure au moins une dite deuxième partie (12₂) d'élément de raccordement, et
5. on réalise le raccordement de ladite première partie (12₁) et de ladite deuxième partie (12₂) pour former ledit élément de raccordement (12), et
6. on bloque lesdits éléments de jonction (13) sur ladite embase (4).

13. Procédé selon la revendication 12 dans lequel ladite embase comprend une dite plate-forme (15) et au moins un dit support mobile (14) et on réalise les étapes dans lesquelles :

1. on met en place au fond de la mer (20) ladite plate-forme (15), et ledit support mobile (14) sur ladite plate-forme (15), et l'on actionne lesdits verrous (16₂) pour contrôler et empêcher le déplacement en hauteur dudit support mobile par rapport à ladite plate-forme tout en laissant libre le mouvement de translation contrôlée dudit support mobile dans ladite direction longitudinale (YY'), et
2. on descend et met en place au fond de la mer (20) une dite conduite sous-marine (10) équipée à son extrémité d'au moins une partie

desdits éléments de jonction (11-13) comprenant à leur extrémité au moins une dite première partie 12₁ d'élément de raccordement, et

3. on solidarise sur le fond (10) dudit support mobile (14), la partie rectiligne horizontale terminale de ladite conduite reposant a fond de la mer (10),

5 et

4. on descend un dit riser vertical (5) équipé à son extrémité inférieure d'au moins l'autre partie desdits éléments de jonction (11-13) comprenant à leur extrémité une dite deuxième partie (12₂) complémentaires d'éléments de raccordement (12), et

10 5. on rapproche les dites première et deuxième parties (12₁) et (12₂) d'éléments de raccordement (12) et on réalise le raccordement, et

6. on réalise le blocage desdits éléments de jonction (11-13) sur ledit support mobile.

15 14. Procédé selon la revendication 13, caractérisé en ce que :

a) ladite conduite sous-marine reposant au fond de la mer (10) est équipée à son extrémité d'un dit élément de conduite rigide présentant une courbure en forme de coude (11), ledit élément de conduite en forme de coude présentant à son extrémité supérieure une dite première partie (12₁) d'un
20 élément de raccordement (12), et

b) le dit riser vertical (5) est équipé à son extrémité inférieure d'un dit joint flexible (13) et d'une dite deuxième partie (12₂) d'élément de raccordement (12) en sous-face dudit joint flexible (13).

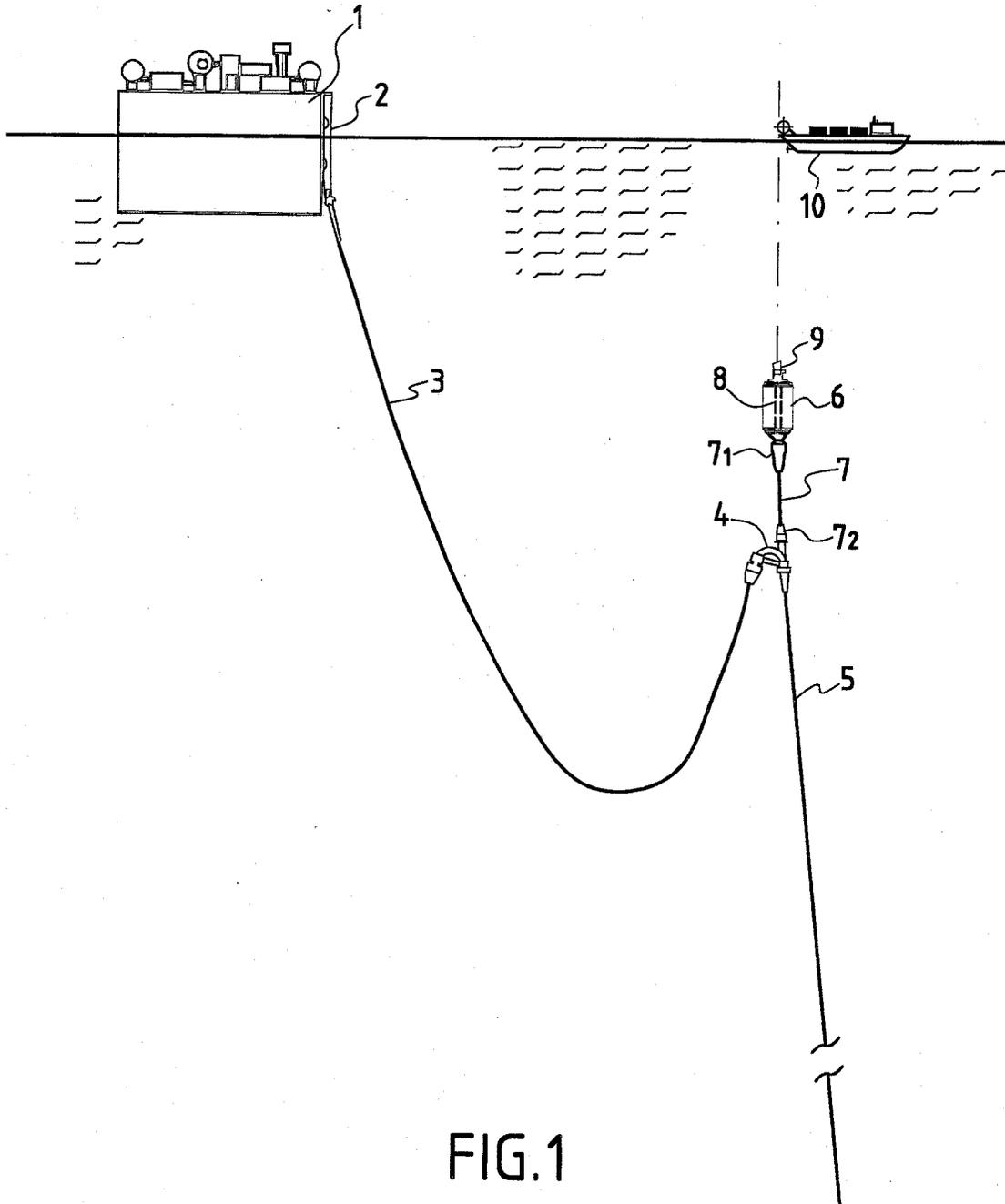
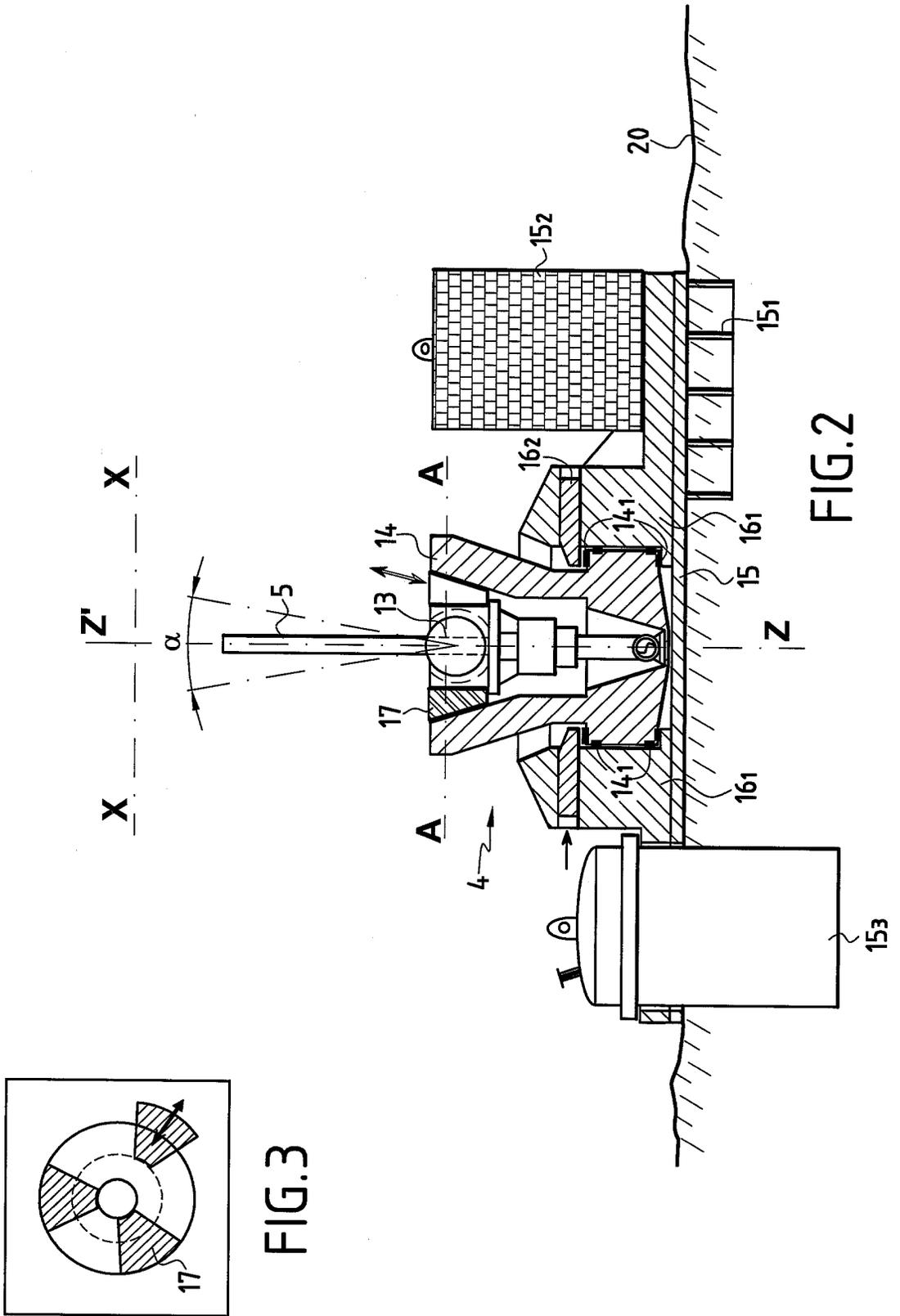


FIG.1



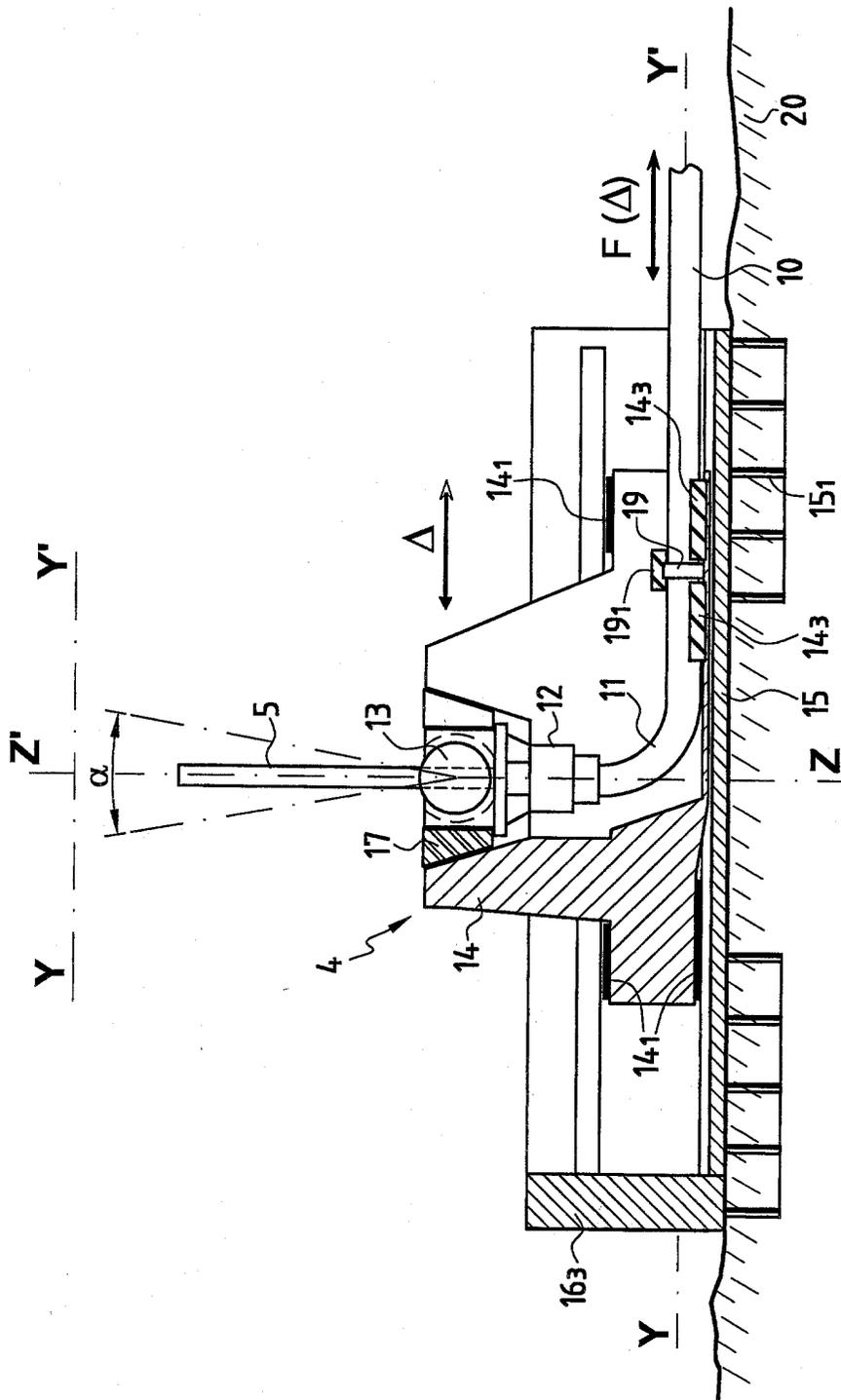


FIG. 4

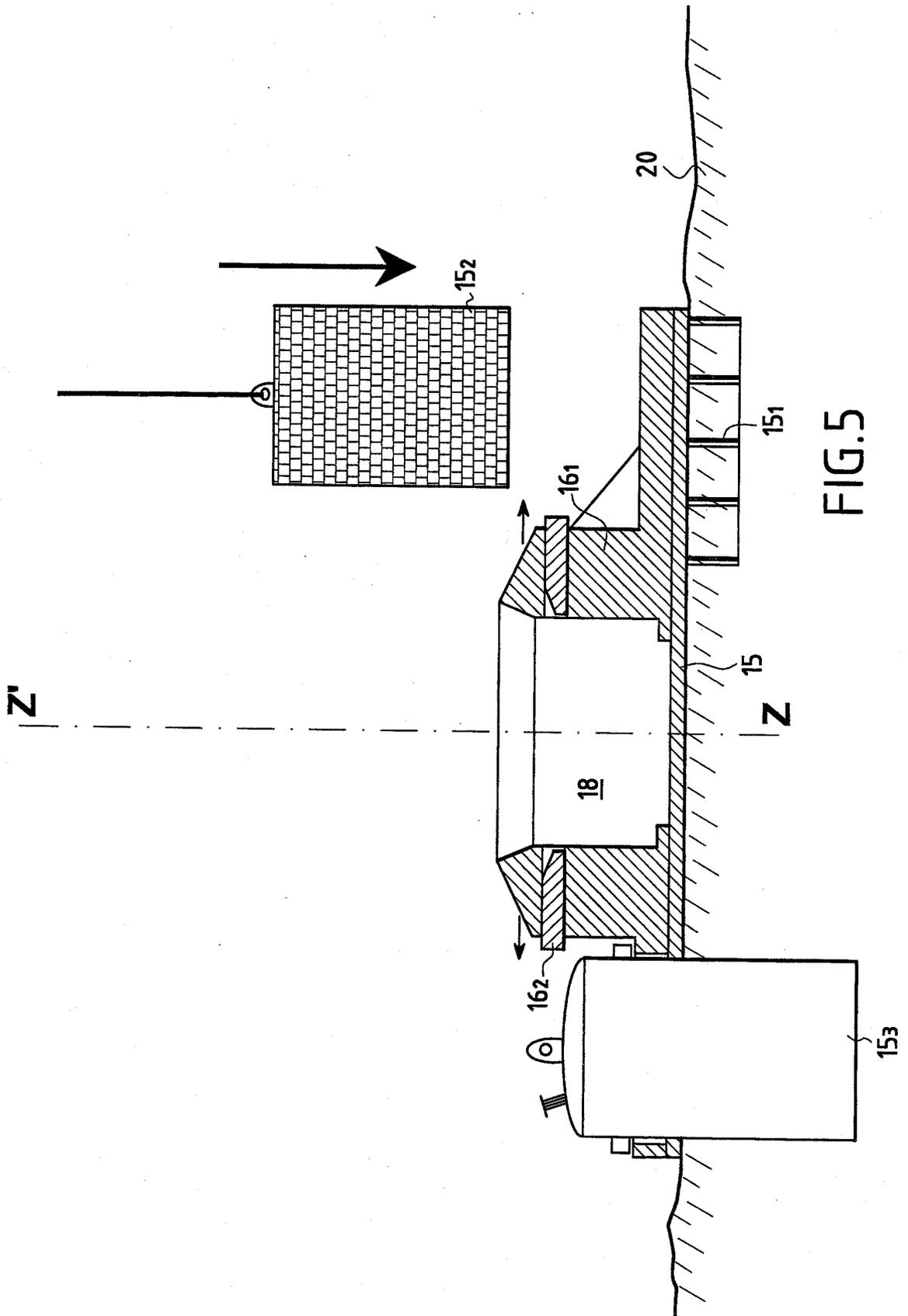


FIG. 5

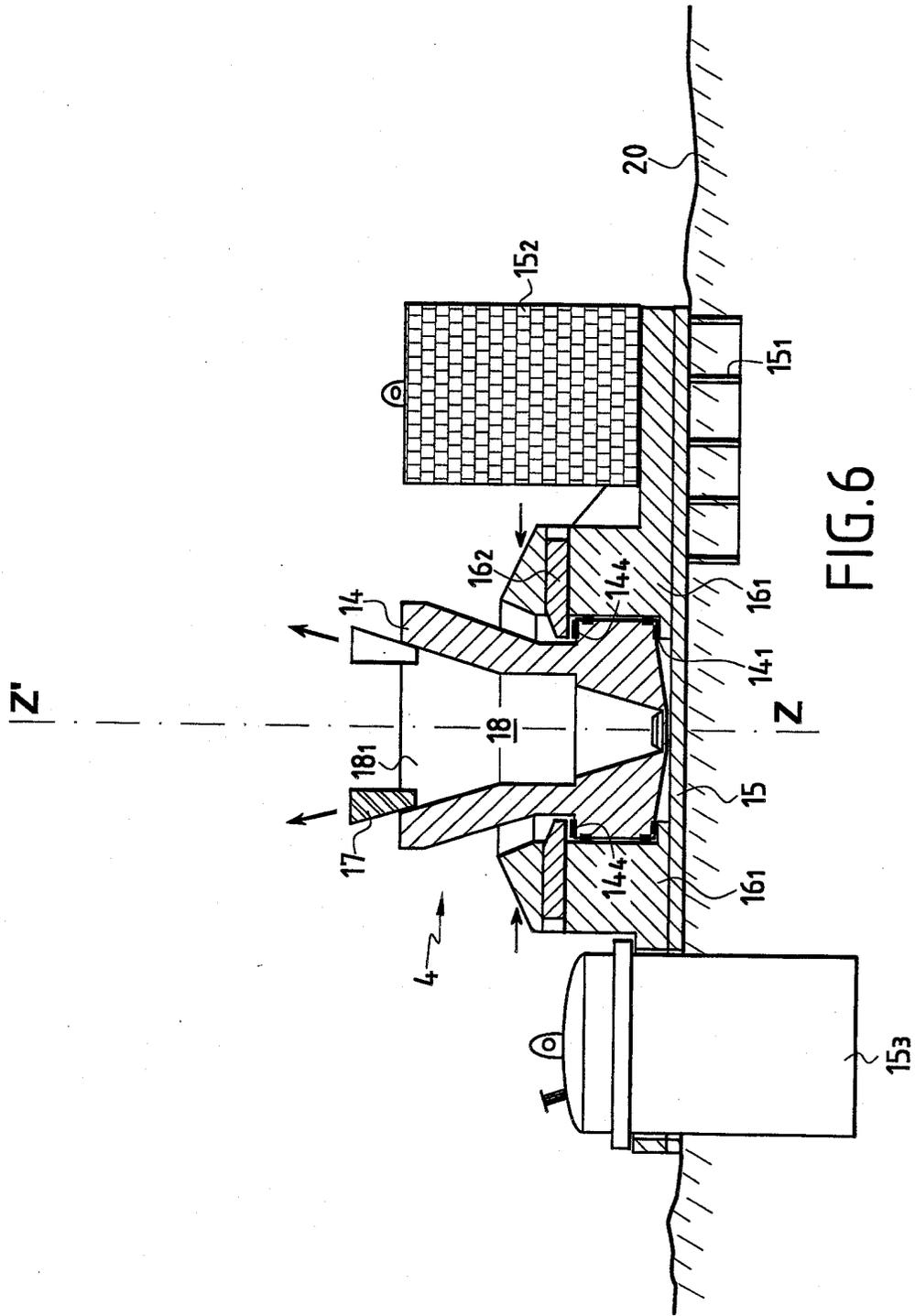
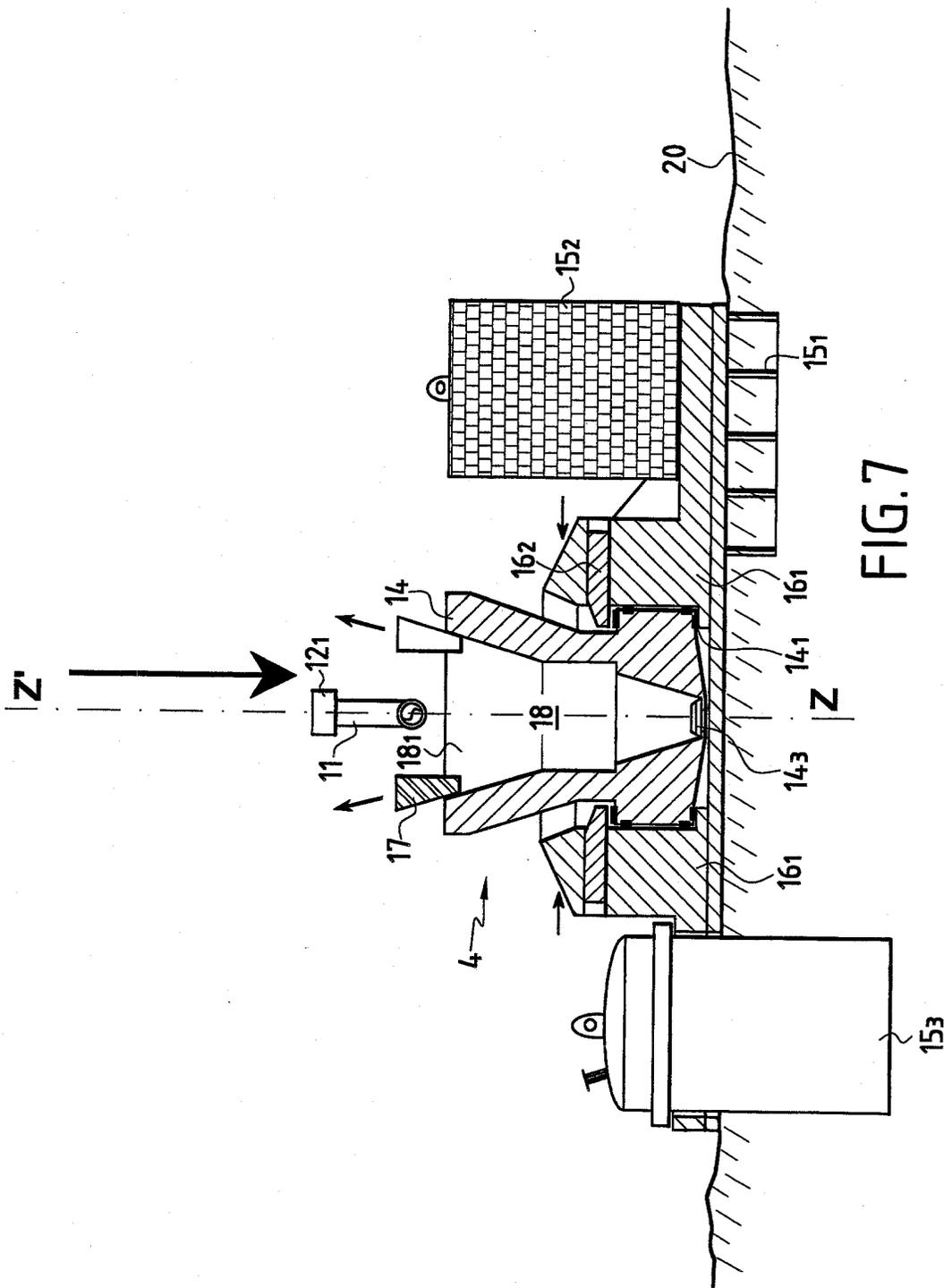


FIG. 6



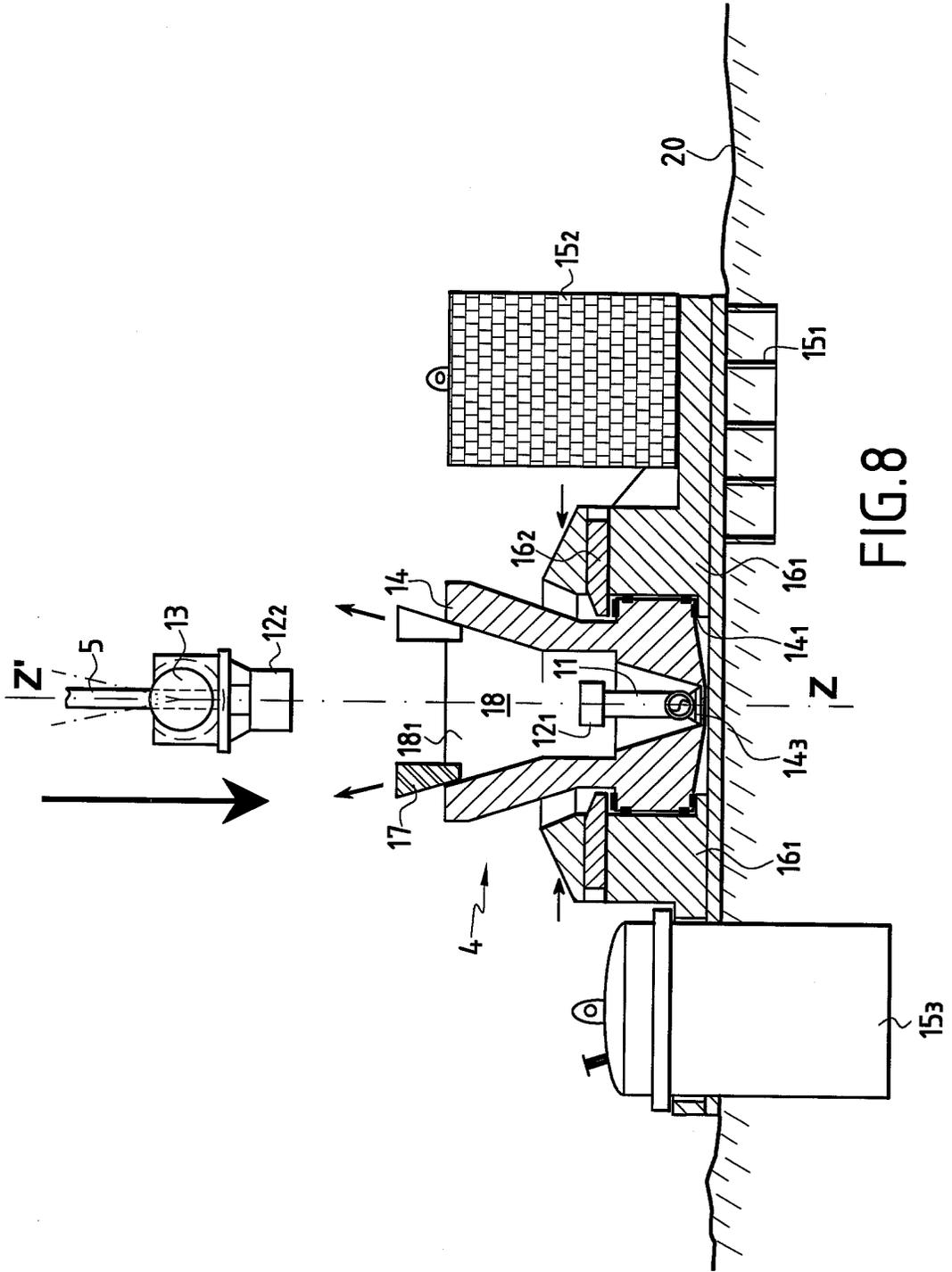
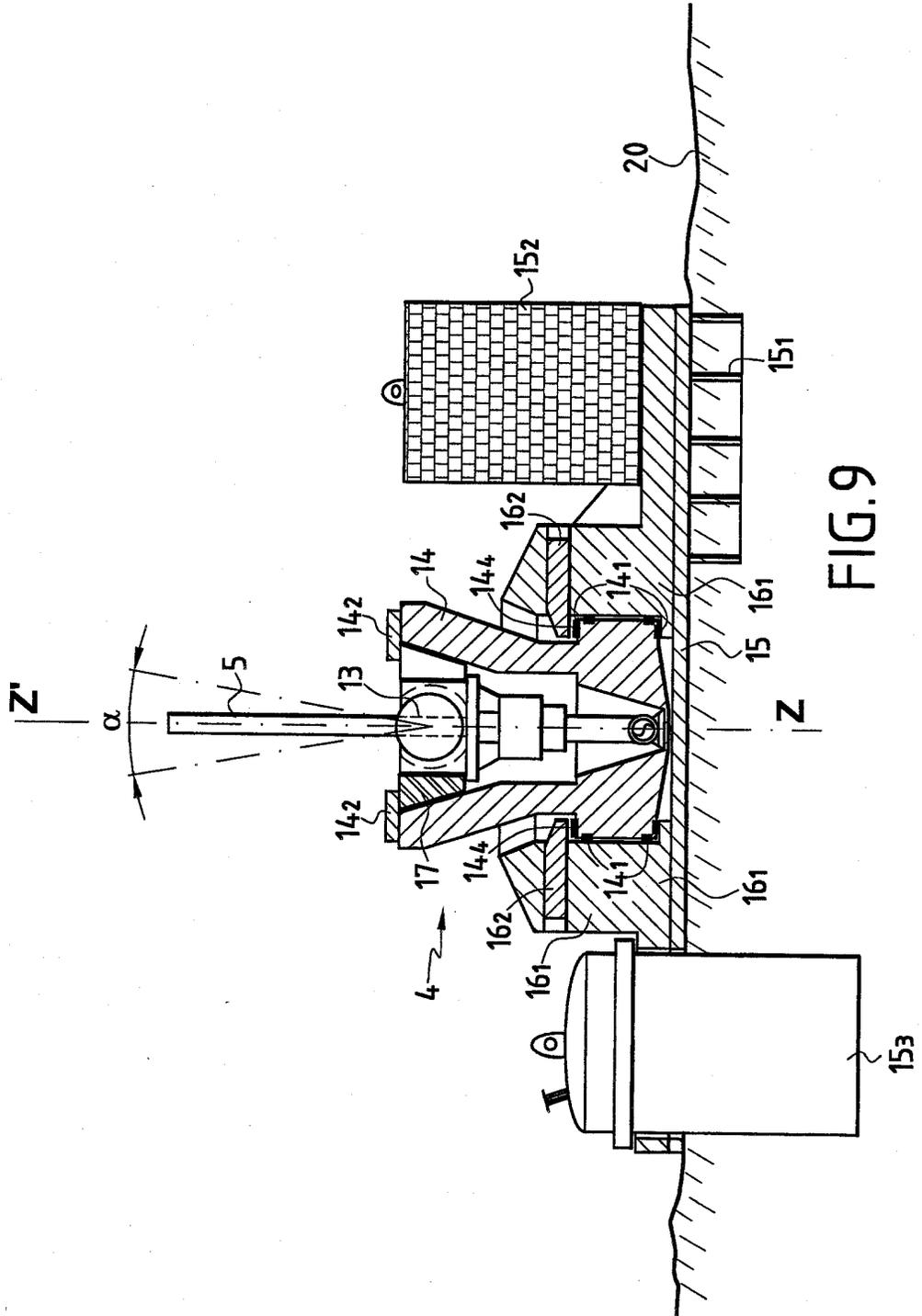


FIG. 8



9/10

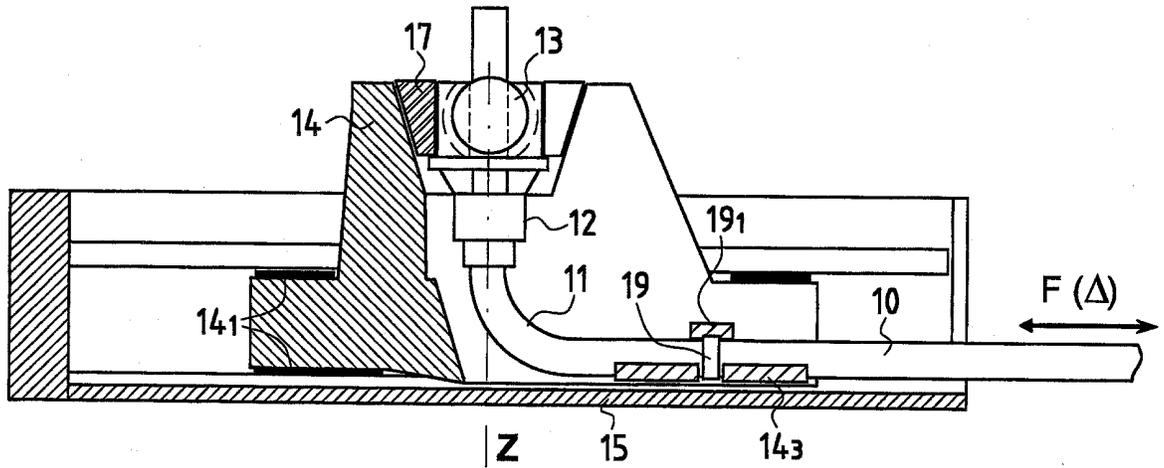


FIG. 10

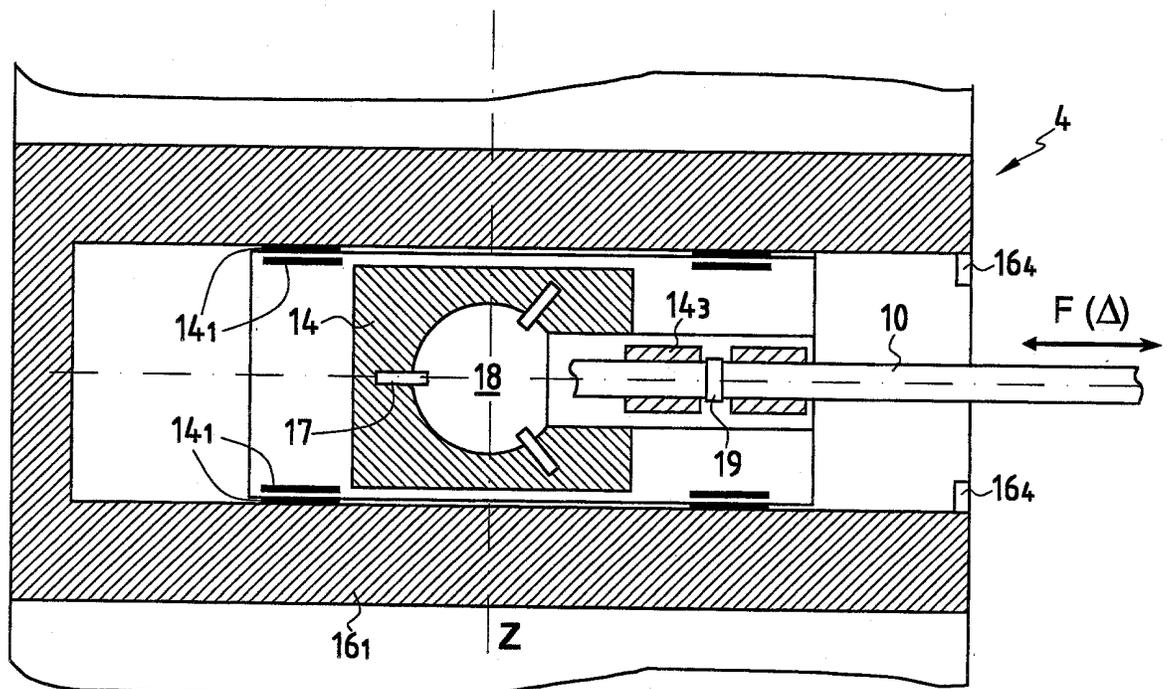


FIG. 11

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

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

FA 618191
FR 0205968

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 4 199 275 A (TUSON SAMUEL) 22 avril 1980 (1980-04-22) * figures 1-11 *	12	F16L1/26 F16L1/12 E21B43/01
D,A	WO 00 49267 A (BOUYGUES OFFSHORE ;ROCHER XAVIER (FR); PIONETTI REGIS (FR)) 24 août 2000 (2000-08-24) * figures 2-5,9,10 *	1,12	
A	US 4 462 717 A (FALCIMAIGNE JEAN) 31 juillet 1984 (1984-07-31) * figures 1-5 *	1,12	
A	US 4 024 724 A (HORTON EDWARD E) 24 mai 1977 (1977-05-24) * figures 1-7 *	1	
A	US 4 615 646 A (LANGNER CARL G) 7 octobre 1986 (1986-10-07) * figures 1-7 *	1	
E	FR 2 821 143 A (BOUYGUES OFFSHORE) 23 août 2002 (2002-08-23) * figures 1-6,13,14 *	12	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7) E21B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
17 janvier 2003		van Berlo, A	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons</p> <p>..... & : membre de la même famille, document correspondant</p>			

1

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0205968 FA 618191**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 17-01-2003
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4199275	A	22-04-1980	FR 2396154 A1	26-01-1979
			AR 222471 A1	29-05-1981
			BR 7804196 A	17-04-1979
			CA 1087407 A1	14-10-1980
			GB 2002475 A ,B	21-02-1979
			NO 782275 A ,B,	12-01-1979
WO 0049267	A	24-08-2000	FR 2790054 A1	25-08-2000
			AU 2809200 A	04-09-2000
			BR 0004931 A	26-12-2000
			CN 1294654 T	09-05-2001
			EP 1073823 A1	07-02-2001
			WO 0049267 A1	24-08-2000
			US 6461083 B1	08-10-2002
US 4462717	A	31-07-1984	FR 2507672 A1	17-12-1982
			BR 8203460 A	07-06-1983
			ES 8307978 A1	01-11-1983
			GB 2103570 A ,B	23-02-1983
			IT 1151630 B	24-12-1986
			JP 1058314 B	11-12-1989
			JP 1570118 C	10-07-1990
			JP 58000588 A	05-01-1983
			MX 7515 E	29-05-1989
			NL 8202329 A	03-01-1983
NO 821919 A ,B,	13-12-1982			
US 4024724	A	24-05-1977	AUCUN	
US 4615646	A	07-10-1986	AUCUN	
FR 2821143	A	23-08-2002	FR 2821143 A1	23-08-2002
			WO 02066786 A1	29-08-2002