

ORGANISATION AFRICAINE DE LA PROPRIETE INTELLECTUELLE



19

11 N°

12814

51 Inter. Cl.⁷

E21B 17/01
B63B 22/18

BREVET D'INVENTION

21 Numéro de dépôt : 1200400294

22 Date de dépôt : 09.04.2003

30 Priorité(s) : FR
29.04.2002 N° 02 05 378

24 Délivré le : 24.03.2005

45 Publié le : 10 JUL 2006

73 Titulaire(s) : TECHNIP FRANCE
ZAC Danton
6-8, allée de l'Arche
Faubourg de l'Arche
92400 COURBEVOIE (FR)

72 Inventeur(s) : LUPPI Ange
184, Impasse des Martinets
30000 NIMES (FR)

74 Mandataire : Cabinet CAZENAVE SARL
B.P. 500, YAOUNDE (CM)

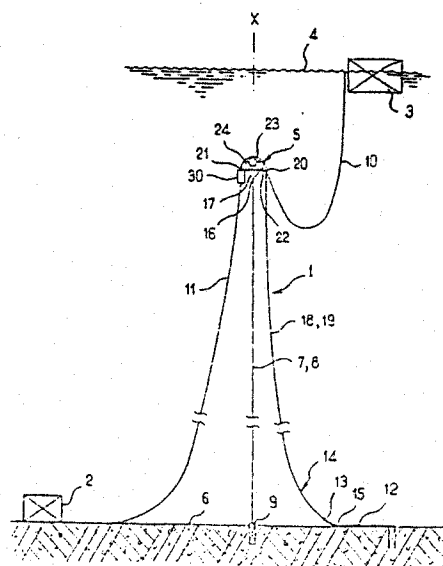
54 Titre : Système de colonne montante flexible.

57 Abrégé :

Système de colonne montante reliant une installation sous-marine fixe à une unité de surface flottante.

Il est du type comprenant au moins une conduite flexible (10) disposée en caténaire et s'étendant entre l'installation de surface (2) et une bouée immergée (5), au moins une conduite montante (11) disposée en caténaire entre ladite bouée (5) et le fond marin (6), ladite bouée (5) étant ancrée sur le fond marin par l'intermédiaire d'un dispositif d'ancrage (9) comportant au moins deux lignes d'ancrage tendues (7, 8), et il est caractérisé en ce qu'il comporte au moins deux lignes d'amarrage (18, 19) en caténaire et sur lesquelles sont prévues des moyens de rappel (12 à 14) qui exercent sur ladite bouée (5) une force de rappel qui dépend du mouvement latéral de ladite bouée (5).

Applications pétrolières pour une exploitation en mer.



5

10

La présente invention concerne un système de colonne montante (Riser Tower System en anglais) destiné à relier une installation sous-marine fixe telle qu'une tête de puits ou un manifold à une unité de surface flottante telle qu'une plate-forme ou un navire du type FPSO (Floating Production Storage and Offloading).

Une exploitation d'un champ pétrolier au large (Offshore) est de plus en plus complexe au fur et à mesure que les profondeurs d'eau sont importantes qui, de nos jours, peuvent atteindre plusieurs milliers de mètres.

20 Le transfert de produit de l'installation fixe, située sur le fond marin et constituée notamment par une tête de puits, vers l'unité ou installation de surface flottante, soulève un certain nombre de difficultés. Les systèmes de transfert les plus usités sont ce qu'on appelle des systèmes à colonnes montantes ou Riser Tower System, qui comprennent des conduites dans

25 lesquelles circulent divers produits à transporter entre le fond marin et la surface, ces produits étant par exemple de l'huile, des gaz, de l'eau, etc... . D'autres conduites peuvent être également utilisées notamment des lignes d'injection de fluide, de chargement ou de commande électrique et/ou hydraulique.

30 Dans les exploitations pétrolières notamment pour lesquelles les gisements sont à de grandes profondeurs, les zones de turbulences qui se situent entre 50 et 300 m au-dessous de la surface de l'eau, peuvent avoir des effets non seulement sur l'installation ou unité de surface qui peut subir des mouvements dus à la houle et à d'autres phénomènes tels que le

tangage, roulis, etc... mais également sur le système à colonne montante qui subit des forces dues aux vagues, au vent et aux courants marins.

De ce fait, les systèmes à colonne montante sont conçus pour résister à ces sollicitations qui peuvent être plus ou moins importantes.

5 Divers types de systèmes à colonne montante ont été proposés et sont décrits par exemple dans US 3 111 692, 3 677 302, 4 031 919, 4 188 156, 4 182 584, 4 388, 022, 4 400 109 et 4 423 984.

Les inconvénients principaux de ces systèmes résident dans le fait qu'il est nécessaire d'utiliser des bouées à grande flottabilité d'au moins
10 2 000 tonnes lorsque cette flottabilité est répartie sur l'ensemble de la colonne montante, les éléments de la bouée doivent supporter d'importantes pressions. Un autre inconvénient est que ces systèmes sont fabriqués à terre et doivent ensuite être amenés et installés sur le site, l'ensemble de ces opérations étant délicates et coûteuses. De plus, il est très difficile d'ancrer
15 sur le fond marin les extrémités des sections rigides sans faire appel à des plongeurs ou à des engins très sophistiqués tels que les ROV (Remote Operated Vehicle), ce qui induit un coût non négligeable de mise en place et de surveillance au cours de l'exploitation du gisement.

Dans US 5 639 187, il est décrit un système qui combine des
20 conduites rigides et des conduites flexibles pour réaliser la communication fluide entre l'installation sous-marine fixe et l'unité de surface, le système comprenant une bouée immergée qui est ancrée sur le fond marin au moyen de quatre lignes d'ancrage tendues, chacune des lignes d'ancrage étant attachée aux extrémités de la bouée et à un sommet d'une sorte de rectangle
25 formé sur le fond marin, de manière à minimiser la rotation de la bouée qui pourrait être provoquée par des forces horizontales et par le poids des conduites s'étendant entre la bouée et le fond marin. En fait, le système est du type à "jambes de tension" ("tension leg" en anglais) qui doivent résister à des charges verticales d'au moins 1 500 tonnes et même davantage pour
30 reprendre notamment lors de l'installation la flottabilité de la bouée qui doit être supérieure au poids des conduites en nombre important dans une telle exploitation. La bouée immergée doit également présenter une réserve de flottabilité pour donner à l'ensemble du système une raideur nécessaire pour limiter ses mouvements latéraux. En effet, les mouvements latéraux de
35 la bouée sont indésirables car ils peuvent courber les conduites rigides à des

rayons tels qu'ils peuvent déformer plastiquement les conduites et créer ainsi une amorce d'écrasement par ovalisation au niveau de la zone d'inflexion (Sag Bend en anglais). La zone d'inflexion se trouve au-dessus de la zone de contact des conduites sur le fond marin, ladite zone de contact étant usuellement appelée le Touch Down Point (TDP en anglais).

La présente invention a pour but de proposer au moins un système à colonne montante ou Riser Tower System qui soit plus adapté aux mouvements de l'unité de surface, simple à réaliser et à mettre en place et moins coûteux que les systèmes de l'art antérieur, à conditions d'exploitation comparables.

Un objet de la présente invention est un système à colonne montante destiné à relier une installation sous-marine fixe à une unité de surface, du type comprenant au moins une conduite flexible disposée en caténaire et s'étendant entre l'installation de surface et une bouée immergée, au moins une conduite montante (Riser en anglais) disposée en caténaire entre ladite bouée et le fond marin, ladite bouée étant ancrée sur le fond marin par l'intermédiaire d'un dispositif d'ancrage comportant au moins deux lignes d'ancrage tendues, et qui est caractérisé en ce qu'il comprend au moins deux lignes d'amarrage en caténaire et sur lesquelles sont prévus des moyens de rappel qui exercent sur ladite bouée une force de rappel qui dépend du mouvement latéral de ladite bouée.

Un avantage de la présente invention réside dans le fait que, lorsque la bouée immergée se déplace latéralement, elle est automatiquement rappelée vers sa position initiale ou d'équilibre par les moyens de rappel dont la force est variable, c'est-à-dire qu'ils développent une force de rappel qui dépend de l'amplitude du mouvement latéral de la bouée.

Selon une autre caractéristique de l'invention, les moyens de rappel sont constitués par un lest qui est distribué de part et d'autre du point ou zone de contact de la ligne d'amarrage sur le fond marin. La partie lestée de la ligne d'amarrage, située au-dessus du point de contact, en direction de la bouée, constitue principalement la force de rappel. Une telle structure est simple à réaliser puisque le lest peut être de nature quelconque telle que des chaînes, des boules, des poids ou encore des gueuses. De plus, il est aisé de déterminer à l'avance la longueur de "rappel" de la ligne d'amarrage, c'est-à-dire la longueur de la partie lestée. Enfin, il est possible de lester une plus

grande longueur, que celle qui est nécessaire, de la portion de ligne reposant sur le fond marin si on ne désire pas ancrer l'extrémité de la ligne d'amarrage. Dans un tel cas, il faut prendre garde que la ligne d'amarrage ne se déplace pas trop et n'aille pas s'enchevêtrer dans les lignes d'ancrage tendues de la bouée.

Selon une autre caractéristique, chaque ligne d'amarrage est reliée à la bouée par une bride ou patte d'oie qui est disposée au-dessous de la bouée et qui est destinée à empêcher ou tout au moins à limiter la rotation de la bouée.

D'autres avantages et caractéristiques apparaîtront à la lecture de la description d'un mode de réalisation de la présente invention, ainsi que des dessins annexés sur lesquels :

La figure 1 est une vue schématique en élévation du système à colonne montante selon un mode de réalisation de l'invention.

La figure 2 est une vue schématique en élévation du système à colonne montante pour plusieurs positions latérales de la bouée.

Le système à colonne 1, représenté schématiquement sur la figure 1, est destiné à relier une installation sous-marine fixe 2, constituée par exemple par une tête de puits, un manifold ou autre collecteur et délivrant un produit provenant d'un gisement pétrolier ou autre, à une unité ou installation de surface flottante 3 telle qu'une plate-forme ou un FPSO, la distance séparant les installations de surface 3 et sous-marine 2 pouvant atteindre plusieurs milliers de mètres. A une certaine distance de la surface 4 de l'eau et généralement au-delà de la zone de turbulence de l'étendue d'eau concernée, est immergée une bouée 5 qui est ancrée sur le fond marin 6 par deux lignes d'ancrage 7, 8 ("tether" en anglais) qui sont tendues entre la bouée 5 et un corps mort 9 ou autre moyen d'ancrage (pile aspirante).

Une ou plusieurs conduites flexibles 10 s'étendant en caténaire entre l'unité de surface 3 et la bouée 5 sont reliées à une ou plusieurs conduites montantes 11 (Riser en anglais), qui s'étendent en caténaire entre la bouée 5 et l'installation sous-marine fixe 2, de sorte qu'une communication fluide est établie entre lesdites installations 2 et 3. Les conduites montantes s'étendant en caténaire de la bouée au fond marin peuvent être de tout type tel que des conduites rigides couramment appelées SCR (Steel Catenary Riser), à simple ou double enveloppe (Pipe in Pipe) et même des conduites

flexibles ou des conduites hybrides comportant au moins une partie flexible et une partie rigide.

Le système à colonne montante (Riser Tower System en anglais) comprend au moins deux lignes d'amarrage 18, 19 (mooring en anglais) 5 disposées en caténaire entre la bouée 5 et le fond marin 6. Chaque ligne d'amarrage 18, 19 comprend dans la portion inférieure 14 une partie 13 qui est lestée par un lest 12. Ce lest 12 constitue des moyens de rappel pour la bouée, la force de rappel dépendant principalement du mouvement latéral que pourrait avoir ladite bouée 5 et dont la cause peut avoir comme origine 10 une forte houle, des courants marins et plus généralement les déplacements de l'unité de surface 3. Les lests 12 sont répartis de chaque côté de la zone de contact 15 (Touch Down Point en anglais) qui est la zone où le point, où la ligne d'amarrage rejoint le fond marin 6. Les lests 12 peuvent être constitués par des poids, des boules, des chaînes ou encore des gueuses. Les 15 lests sont distribués de part et d'autre de la zone de contact lorsque la bouée se trouve dans sa position d'équilibre (position médiane A de la figure 2).

Dans la position A qui correspond à celle de la figure 1, les lignes d'amarrage 7, 8 sont sensiblement verticales et les parties lestées 13 des lignes d'amarrage 18, 19 reposent dans leur majeure partie sur le fond 20 marin 6. Dans la position C, les parties lestées 13 reposent davantage sur le fond marin alors que dans la position B, les parties lestées 13 sont relevées et développent ainsi une force de rappel qui a tendance à ramener le système vers la position A, la force de rappel étant variable en fonction de la longueur lestée qui est soulevée du fond marin par le mouvement de la 25 ligne d'amarrage correspondante, mouvement induit par le déplacement latéral de la bouée 5 (figure 2).

A titre d'exemple, le lest de chaque ligne d'amarrage 18, 19 est constitué par des chaînes de 4 pouces (≈ 10 cm) qui sont réparties sur 100 m, sachant que lorsque la bouée 5 est au point médian (à la verticale), environ 30 un tiers du lest est soulevé du sol et produit une tension d'environ 50 tonnes dans chaque ligne d'amarrage 18, 19. Bien évidemment, ces indications ne sont données qu'à titre d'exemple, le choix et la disposition des éléments constituant le lest dépendent du cas d'espèce envisagé. Toutefois, il est possible d'indiquer que le poids par unité de longueur qui est mis pour

lester la ligne d'amarrage en caténaire 18, 19 dépend notamment de la distance entre la bouée 5 et le fond marin 6.

Chaque ligne d'ancrage tendue 7, 8 est attachée à un sommet 16 d'une bride ou patte d'oie 17 qui est fixée sur la bouée à une extrémité de cette dernière, et qui est également destinée à empêcher ou limiter
5 fortement la rotation de la bouée. Les points de fixation des lignes d'ancrage 7, 8 sur les brides 17 sont de préférence sensiblement dans le plan médian passant par l'axe longitudinal 18 de la bouée 5. Sur la figure 1, le plan médian comprenant les lignes d'ancrage 7, 8 est matérialisé par les
10 pointillés X-X.

Chaque ligne d'amarrage 18, 19 est reliée à une extrémité 20 de la bouée 5 qui est opposée à l'autre extrémité latérale 21 à laquelle est reliée la ou les conduites montantes ("Riser" en anglais). Elle peut être également
15 reliée au sommet 16 de la bride 17, de sorte que les points de fixation des lignes d'amarrage 18, 19 soient situés sensiblement dans le plan médian dans lequel sont situés les points de fixation à la bouée 5 des lignes d'amarrage 7, 8.

Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, la bouée 5 est à flottabilité variable et elle comprend plusieurs parties, par exemple trois
20 parties 22 à 24 constituées chacune par un cylindre creux. Une telle structure de la bouée 5 permet d'éviter d'avoir à développer des forces très importantes au niveau de la bouée 5, lesquelles forces dépendent notamment du nombre et du poids des conduites montantes qui seront
25 prévues entre le fond marin 6 et ladite bouée 5. En effet, grâce à ce compartimentage de la bouée 5, chaque cylindre 22 à 24 constitue un compartiment qui peut être vidé partiellement ou totalement au fur et à mesure de la pose des conduites montantes. C'est ainsi que dans une
première phase, les compartiments sont remplis avec un fluide approprié tel que de l'eau. Puis, après la pose de la première conduite montante, une
30 partie d'un compartiment est vidée et rempli par du gaz, la quantité vidée étant fonction du poids de la colonne montante posée. On procède ensuite séquentiellement et de la même manière pour les autres conduites montantes.

Selon le mode de réalisation décrit de l'invention, les conduites
35 montantes 11 (Riser en anglais) sont reliées aux conduites flexibles

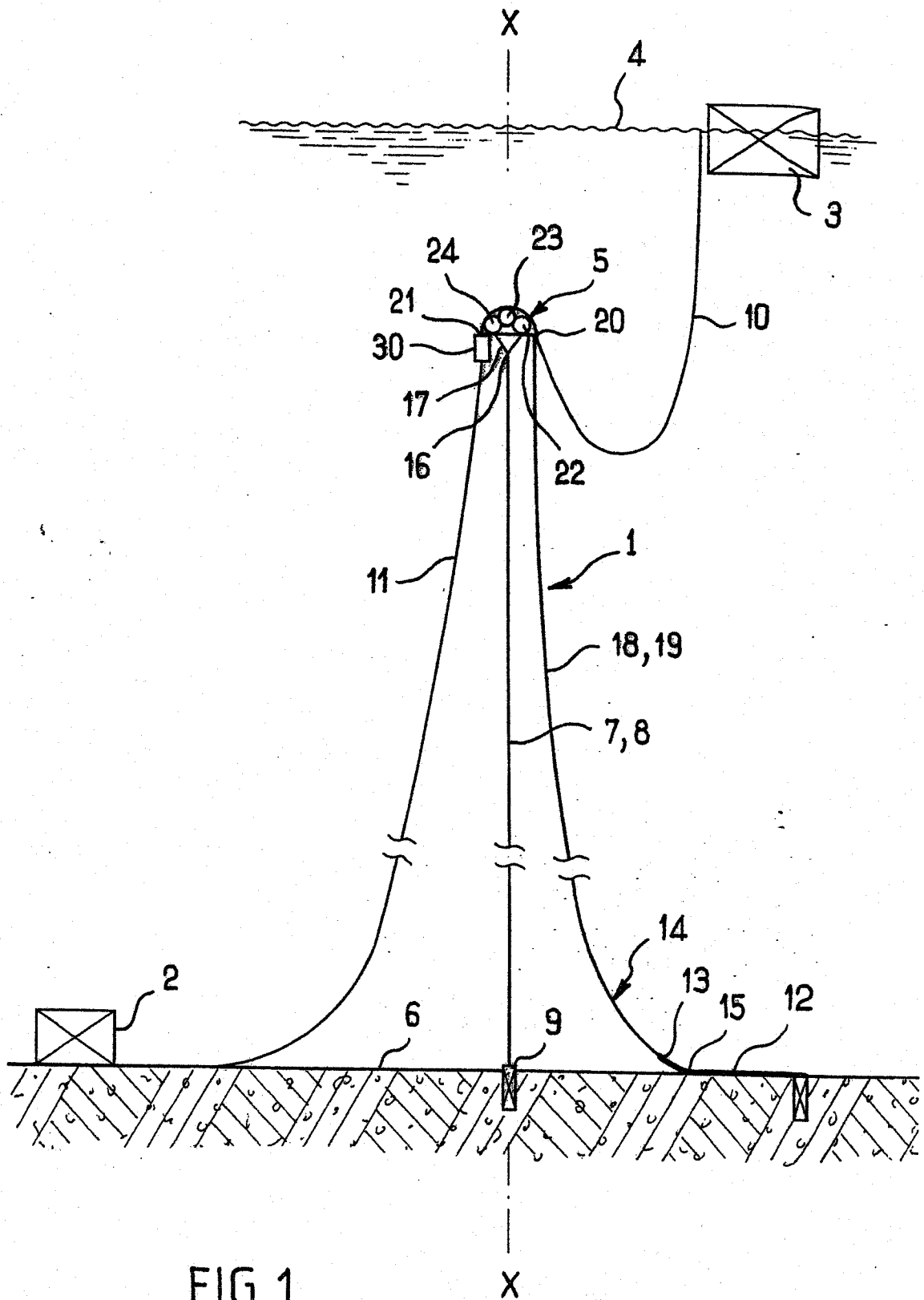
associées 10 par des connections par embout de manière connue en soi. Ces conduites montantes 11 sont supportées par la bouée par un dispositif de réceptacle de liaison et de suspension matérialisé schématiquement sur la figure 1 et référencé 30, dans lequel leur embout terminal vient se loger. On
5 peut noter que ce dispositif peut comporter des moyens d'amortissements destinés à permettre aux conduites montantes un certain débattement angulaire par rapport à la bouée au niveau de leur liaison.

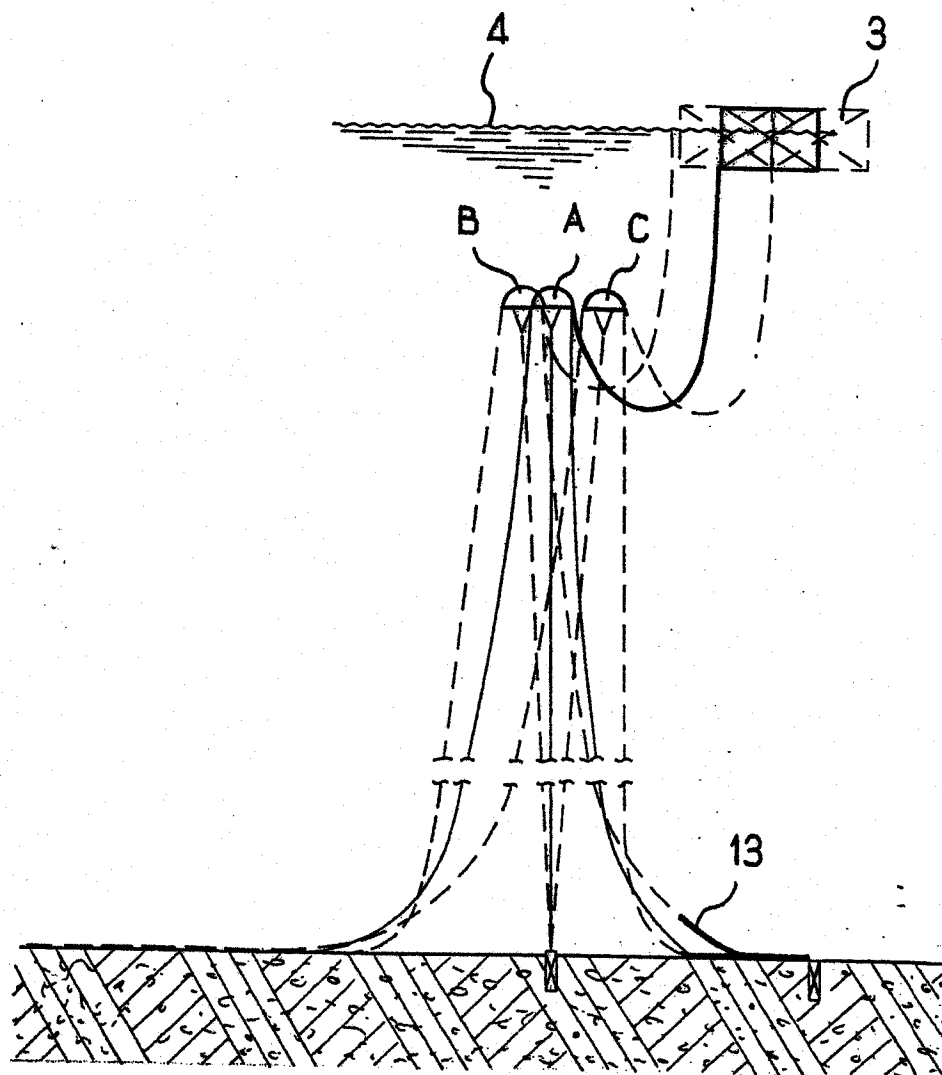
REVENDICATIONS

5

1. Système de colonne montante (1) destinée à relier une installation sous-marine fixe (2) à une unité de surface flottante (3), du type comprenant
10 au moins une conduite flexible (10) disposée en caténaire et s'étendant entre l'installation de surface (2) et une bouée immergée (5), au moins une conduite montante (11) disposée en caténaire entre ladite bouée (5) et le fond marin (6), ladite bouée (5) étant ancrée sur le fond marin par l'intermédiaire d'un dispositif d'ancrage (9) comportant au moins deux
15 lignes d'ancrage tendues (7, 8), caractérisé en ce qu'il comporte au moins deux lignes d'amarrage (18, 19) en caténaire et sur lesquelles sont prévues des moyens de rappel (12 à 14) qui exercent sur ladite bouée (5) une force de rappel qui dépend du mouvement latéral de ladite bouée (5).
2. Système de colonne montante selon la revendication 1, caractérisé en
20 ce que les moyens de rappel sont constitués par au moins un lest (12) disposé sur la portion inférieure de chaque ligne d'amarrage (18, 19).
3. Système de colonne montante selon la revendication 2, caractérisé en ce que le lest (12) est distribué de part et d'autre de la zone de contact (15) de la ligne d'amarrage (18, 19) sur le fond marin (6).
- 25 4. Système de colonne montante selon la revendication 3, caractérisé en ce que la partie (13) du lest située au-dessus de la zone de contact (15) constitue la force de rappel.
5. Système de colonne montante selon les revendications 1 et 2, caractérisé en ce que chaque ligne d'amarrage (18, 19) est reliée à la bouée
30 (5) par l'intermédiaire d'une patte (17) disposée au-dessous de la bouée (5), ladite patte (17) empêchant la rotation de ladite bouée (5).
6. Système de colonne montante selon la revendication 1, caractérisé en ce que les lignes d'ancrage tendues (7, 8) sont situées sensiblement dans le plan médian (X-X) passant par l'axe longitudinal de ladite bouée (5).

7. Système de colonne montante selon la revendication 2 ou 5, caractérisé en ce que la bouée (5) est à flottabilité variable et constituée en plusieurs parties (22 à 24).
8. Système de colonne montante selon la revendication 2 ou 5, caractérisé en ce que chaque ligne d'amarrage (18, 19) est reliée à une 5 extrémité (20) de la bouée (5) qui est opposée à l'autre extrémité latérale (21) à laquelle est reliée la conduite montante (11).
9. Système de colonne montante selon la revendication 2 ou 5, caractérisé en ce que chaque ligne d'amarrage (18, 19) est reliée à la bouée 10 immergée en un point (16) situé sensiblement dans le plan médian (X-X).
10. Procédé pour réaliser un système de colonne montante (1) entre une installation sous-marine (2) et une installation de surface flottante (3), qui consiste à immerger une bouée (5) qui est reliée à l'installation de surface par au moins une conduite flexible (10) disposée en caténaire et qui est 15 ancrée sur le fond marin (6) par au moins deux lignes d'ancrage tendues (7, 8), à disposer au moins une conduite montante (11) en caténaire entre ladite bouée et le fond marin, caractérisé en ce qu'il consiste à exercer sur la bouée (5) des moyens de rappel dont la force dépend du mouvement latéral de ladite bouée.



FIG. 2