

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 24.01.00.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 27.07.01 Bulletin 01/30.

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) : LENORMAND OLIVIER, GASSERT MICHAEL et COUPRIE STEPHANE.

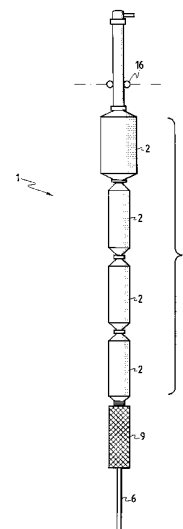
73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : BEAU DE LOMENIE.

54 DISPOSITIF DE LIAISON FOND-SURFACE COMPORTANT UN DISPOSITIF STABILISATEUR.

57 1. Dispositif de liaison fond-surface comportant au moins une conduite sous-marine (1) comprenant au moins un flotteur (2) consistant en un bidon, de préférence coaxial entourant ladite conduite (1) dans sa partie haute immergée, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un dispositif stabilisateur (3) situé dans la partie supérieure de la conduite constituée par:

- la zone des flotteurs (4),
- la zone de transition (5) entre les flotteurs (4) et la partie courante à diamètre sensiblement constant (6) de ladite conduite, et
- la partie supérieure de ladite partie courante de la conduite à diamètre sensiblement constant (6), ledit dispositif stabilisateur comprenant au moins un dispositif choisi parmi:
 - un dispositif d'absorption d'énergie (7, 8, 9),
 - un dispositif augmentant la masse d'eau entraînée au cours de son mouvement (7, 9), et
 - un dispositif abaissant le centre de gravité (7, 9) de ladite partie supérieure de la conduite.



DISPOSITIF DE LIAISON FOND-SURFACE COMPORTANT UN DISPOSITIF STABILISATEUR

La présente invention concerne le domaine connu des liaisons fond-
5 surface du type comportant une conduite sous-marine verticale, appelée
riser, reliant le fond de la mer jusqu'à un support flottant installé en
surface.

Dès que la profondeur d'eau devient importante l'exploitation des
champs de production notamment des champs pétroliers s'effectue en
10 général à partir d'un support flottant. Ce 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. L'appellation de ces supports
15 flottants est le terme anglo-saxon "Floating Production Storage Offloading"
(signifiant "moyen flottant de stockage, de production et de déchargement")
abrégé par "FPSO". De nombreuses variantes ont été développées tels les
SPARS, longs cigares flottants maintenus en position par des ancrages
caténaire, ou encore les TLPs, plates-formes à lignes d'ancrage tendues,
20 lesdites lignes étant en général verticales.

Les têtes de puits sont souvent réparties sur la totalité du champ et
les conduites de production, ainsi que les lignes d'injection d'eau et les
câbles de contrôle commande, sont déposées sur le fond de la mer en
direction d'un emplacement fixe, à la verticale duquel le support flottant est
25 positionné en surface.

Certains puits sont situés à la verticale du support flottant et
l'intérieur du puits est alors accessible directement depuis la surface. Dans
ce cas la tête de puits équipée de son "arbre de Noël" peut être installée en
surface, à bord du support flottant. On peut alors effectuer, à partir d'un
30 derrick installé sur ledit support flottant, toutes les opérations de forage, de
production et de maintenance du puits pendant toute la durée de vie dudit
puits. On parle alors de tête de puits sèche.

Pour maintenir le riser équipé de sa tête de puits sèche en position
sensiblement verticale il convient d'exercer une traction vers le haut qui

peut être appliquée, soit par un système de tensionnement à câbles à l'aide de treuils ou de vérins hydrauliques installés sur le support flottant, soit à l'aide de flotteurs répartis le long du riser et installés à diverses profondeurs, soit encore par une combinaison des deux.

5 On connaît le brevet N°2 754 011 au nom de l'IFP décrivant une barge et un système de guidage pour riser, ce dernier étant équipé de flotteurs.

La profondeur d'eau de certains champs pétroliers dépassant 1 500m et pouvant atteindre 3 000m, le poids des risers sur de telles hauteurs
10 nécessite leur maintien en position, des efforts pouvant atteindre et dépasser plusieurs centaines de tonnes. On utilise des éléments de flottabilité de type "bidon" rajoutés à des structures immergées, principalement sur les risers reliant la surface aux ultra grands fonds (1000-3000m). La conduite sous-marine consiste alors en une colonne montante
15 comportant une conduite sous-marine assemblée à au moins un flotteur comportant un bidon coaxial entourant ladite conduite et traversé par ladite conduite.

De préférence, des moyens de jonction dudit bidon et de ladite conduite comprennent une articulation étanche assemblée autour de ladite
20 conduite à au moins l'un des orifices supérieur ou inférieur dudit bidon.

Les flotteurs concernés sont de grandes dimensions avec notamment un diamètre supérieur à 5m, et une longueur de 10 à 20m et possèdent des flottabilités pouvant atteindre 100 tonnes.

Ils sont en général disposés en chapelet l'un en dessous de l'autre.

25 Le riser est mis en tension par ces flotteurs et se trouve guidé, de préférence au niveau du support flottant, par des guidages à rouleaux situés dans un plan permettant le maintien et le guidage d'un riser par rapport au support flottant. Des moyens de tensionnement à câbles jouant le rôle de guidage peuvent être utilisés.

30 L'intégralité du riser se comporte alors comme une corde tendue entre le fond de la mer et le point situé à l'axe du système de guidage au niveau du support flottant.

Ce riser est soumis aux effets de la houle, du courant et de plus aux mouvements horizontaux dudit support flottant soumis lui aussi aux mêmes

effets. L'eau en mouvement dans la tranche d'eau crée des effets de traînée sur la structure du riser et de ses flotteurs, engendrant de ce fait des efforts importants de direction variable.

Dans certaines configurations de mouvements de particules d'eau, il se produit des effets d'interaction entre le fluide et le riser qui se traduisent par des détachements tourbillonnaires alternés sur le contour du riser décrits figure 13.

Lorsque la période de ce détachement tourbillonnaire alterné est proche des périodes d'excitation propre du riser, il se produit alors le phénomène dit "d'accrochage" qui conduit à des vibrations du riser.

L'intensité des vibrations générées par les détachements tourbillonnaires alternés, lors de "l'accrochage", est d'autant plus grande que la longueur de riser sur laquelle les détachements de tourbillons s'effectuent simultanément est importante. Cette longueur est désignée par l'homme de l'art sous le nom de "longueur de corrélation".

Si on regarde le riser comme étant un fil attaché à ses deux extrémités, son comportement global est sujet à des déplacements transversaux de plusieurs mètres présentant une fréquence naturelle d'excitation et des harmoniques correspondant à un mode dit "mode guitare", c'est à dire que le riser vibre entre ses deux extrémités comme une corde de guitare.

Dans le cas des risers sans flotteurs dont les caractéristiques de section (notamment le diamètre, l'inertie, la raideur), sont sensiblement uniformes ou continus, on observe seulement ce mode de vibration de type guitare représenté sur les figures 3 et 4.

Les inventeurs ont découvert que dans le cas d'un riser muni de flotteurs en tête, on peut observer un phénomène de vibration très différent et accentué, dans lequel la portion supérieure, correspondant sensiblement à la longueur des flotteurs, se comporte comme un pendule, alors que la partie basse dessous les flotteurs présente un comportement se rapprochant d'un phénomène de type "guitare". Le comportement de type "pendule" de la partie supérieure du riser est favorisé par la différence d'inertie structurelle entre les deux sections du riser. Ce mouvement "pendulaire" influence de façon très significative le comportement de

l'ensemble du riser et on observe alors un couplage du mode "pendule" et des modes "guitare" comme représenté sur les figures 6 et 7. Le comportement global du riser est alors particulièrement sensible à toute excitation qui tend à engendrer le mouvement pendulaire de la partie haute
5 du riser.

Ainsi, le problème de l'invention est d'empêcher ou de réduire l'apparition de vibrations correspondant aux modes combinés de type "guitare-pendule" sur les risers tendus par des flotteurs situés en tête, lorsqu'ils sont excités par la houle et le courant ou encore les déplacements
10 horizontaux de la barge.

Plus particulièrement, le problème posé est d'éviter ou de réduire les phénomènes hydrodynamiques à l'origine de l'excitation des modes vibratoires du système couplé "riser-flotteurs", et d'éviter ou réduire la réponse du système couplé "riser-flotteurs" aux excitations.

S'agissant typiquement d'un problème de type "couplage fluide-structure", l'interaction entre les deux aspects, à savoir, l'excitation et la réponse du système, est forte. Les phénomènes hydrodynamiques ainsi que les mouvements de la barge agissent sur la structure qui, elle-même, rétroagit sur l'excitation d'origine hydrodynamique. L'invention concerne
15 ainsi la mise en place de dispositifs apportant une solution à l'un ou l'autre, ou aux deux aspects du problème.

Le problème de la présente invention concerne donc selon un premier aspect, l'élimination ou réduction de l'excitation des modes vibratoires du système couplé "riser-flotteurs".

Les inventeurs ont mis en évidence que selon ce premier aspect, le problème concerne uniquement la mise en œuvre de dispositifs influant sur l'excitation d'origine hydrodynamique des modes vibratoires due aux détachements tourbillonnaires apparaissant sur le contour des flotteurs ou du riser.
25

Le problème de la présente invention concerne, selon un deuxième aspect, l'élimination ou réduction de la réponse du système couplé "riser-flotteur" aux excitations dues aux phénomènes hydrodynamiques ou aux mouvements horizontaux de la barge.
30

Selon ce deuxième aspect, l'invention vise à modifier les fréquences des modes de vibration du système couplé "riser-flotteur" afin de s'éloigner des fréquences de détachements tourbillonnaires et éviter le "phénomène d'accrochage".

5 Pour ce faire, la présente invention fournit un dispositif de liaison fond-surface comportant au moins une conduite sous-marine comprenant au moins un flotteur consistant en un bidon, de préférence coaxial entourant ladite conduite dans sa partie haute immergée, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un dispositif stabilisateur situé dans la partie
10 supérieure de la conduite constituée par :

- la zone des flotteurs,
- la zone de transition entre les flotteurs et la partie courante à diamètre sensiblement constant de ladite conduite, et
- la partie supérieure de ladite partie courante de la conduite à
15 diamètre sensiblement constant,

ledit dispositif stabilisateur comprenant au moins un dispositif choisi parmi :

- un dispositif d'absorption d'énergie,
- un dispositif augmentant la masse d'eau entraînée au cours de
20 son mouvement, et
- un dispositif abaissant le centre de gravité de ladite partie supérieure de la conduite.

Dans un mode de réalisation ledit dispositif absorbeur d'énergie est un élément de structure augmentant la surface de contact avec l'eau et/ou
25 créant une surface de contact avec l'eau non cylindrique par rapport à l'axe de ladite conduite.

Ainsi, cet élément de structure peut être constitué par :

- une modification de la forme de la surface du flotteur ou de la
conduite, celle-ci présentant alors une forme non cylindrique,
30 par rapport à l'axe de ladite conduite, ou
- un élément de structure additionnel associé à la surface du flotteur ou de la conduite.

Ledit élément de structure additionnel augmentant la surface de contact du flotteur ou de la conduite avec l'eau peut présenter une surface à

géométrie tridimensionnelle ou plane. De préférence, cette surface à géométrie tridimensionnelle est une surface non parallèle à la surface cylindrique de la conduite.

Avantageusement, ledit dispositif stabilisateur comprend, l'un des
5 modes de réalisation suivant, pris séparément ou en combinaison :

- la forme non cylindrique de la surface extérieure d'un flotteur ou d'une partie de conduite, et

- une rampe hélicoïdale entourant un dit flotteur ou ladite conduite.

Comme dit dispositif abaissant le centre de gravité de la partie
10 supérieure de la conduite on peut citer un dispositif stabilisateur comprenant une masse additionnelle située dans ou autour d'un flotteur ou entourant ladite conduite.

Dans un mode de réalisation ledit dispositif stabilisateur comprend un caisson, de préférence coaxial entourant ladite conduite dont la surface
15 extérieure comprend des perforations. Par "perforation", on entend tout espace ou toute ouverture laissant passer l'eau à l'intérieur.

Dans certains modes de réalisation, notamment lorsque le dispositif stabilisateur est un caisson perforé, celui-ci cumule différents aspects, à savoir qu'il consiste en un dispositif abaissant le centre de gravité s'il est
20 situé dans la partie inférieure de la zone des flotteurs, et un dispositif augmentant la masse d'eau entraînée au cours de son mouvement dans la mesure où il contient de l'eau, et un dispositif absorbeur d'énergie de par l'augmentation de la viscosité de la surface liée aux perforations.

Comme dispositif apportant une masse additionnelle on peut citer un
25 flotteur non perforé partiellement ou totalement rempli d'eau.

L'invention consiste donc à utiliser en particulier soit des dispositifs additionnels, tels des hélices ou des caissons perforés, soit des flotteurs non cylindriques de formes variées, soit encore la combinaison de ces deux types solutions.

30 Les dispositifs de stabilisation sont localisés dans la zone des flotteurs ou dans la zone de transition "riser-flotteur" qui correspond à une zone où les caractéristiques mécaniques de la conduite (le diamètre, la section ou l'inertie de la conduite) décroissent progressivement vers le bas, ou encore dans la zone supérieure de la partie courante de la conduite,

laquelle correspond à la partie de la conduite à diamètre sensiblement constant située en dessous de ladite zone de transition.

Dans un mode de réalisation, la zone des flotteurs comprend plusieurs flotteurs, de préférence au moins quatre.

- 5 De préférence, le dispositif stabilisateur est situé dans la partie basse de la zone des flotteurs, de préférence sur ou au niveau du flotteur le plus bas, ou dans ladite zone de transition, de préférence juste en dessous du flotteur le plus bas.

10 Les dispositifs absorbeurs d'énergie, notamment comprenant un dit élément de structure sont en effet avantageusement localisés à l'extrémité inférieure ou dessous le chapelet de flotteurs car l'excitation des détachements tourbillonnaires y présente le bras de levier le plus important par rapport à l'axe de rotation du mouvement de type "pendule", ce qui augmente d'autant l'effet stabilisateur.

- 15 En particulier, lesdits éléments de structure à géométrie tridimensionnelle absorbent de l'énergie, de manière à limiter l'apparition des détachements tourbillonnaires et/ou réduire leurs longueurs de corrélation

20 Les dispositifs stabilisateurs par absorption d'énergie contribuent aussi à modifier avantageusement, de préférence à réduire, les fréquences propres de vibration du système "riser-flotteur" et donc à réduire sa réponse à l'excitation due aux phénomènes hydrodynamique ou aux mouvements horizontaux de la barge.

L'invention consiste également, d'une part, en un dispositif 25 stabilisateur permettant d'augmenter l'inertie du chapelet de flotteurs en abaissant son centre de gravité, et d'autre part, en un dispositif permettant d'augmenter la masse d'eau entraînée au cours de son mouvement, masse d'eau connue par l'homme de l'art sous la désignation de "masse ajoutée". Ces deux types de stabilisateurs peuvent être concomitants dans un même 30 dispositif comme mentionné ci-dessus.

Ces dispositifs d'abaissement du centre de gravité et d'augmentation de la "masse ajoutée", en dehors de leur effet favorable sur les fréquences de vibration du système couplé "riser-flotteur", permettent de stabiliser la partie haute du riser en augmentant son inertie et contribue ainsi à

l'amortissement du mouvement pendulaire. Ces dispositifs sont également installés de préférence sur la partie inférieure du chapelet de flotteurs ou en dessous où ils sont particulièrement efficaces car la dynamique du système couplé est principalement gouvernée par le mouvement pendulaire des
5 flotteurs, et influe donc de manière importante sur la fréquence propre d'oscillation du riser en mouvement, pris dans sa globalité.

L'invention tire profit du comportement pendulaire très particulier de ce type de liaison fond-surface, pour contribuer à la stabilisation du système.

10 Les dispositifs stabilisateurs de l'invention permettent donc d'éliminer ou réduire conjointement l'excitation et la réponse des modes vibratoires du système couplé "riser-flotteur.

Dans le cas de risers regroupés en faisceau, l'excitation des modes vibratoires n'est plus seulement due aux détachements tourbillonnaires sur
15 le riser considéré mais également aux interactions de l'écoulement avec les autres risers du faisceau. La mise en place des dispositifs stabilisateurs envisagés dans le cadre de cette invention permet donc de désorganiser les sillages autour de chaque riser et contribue avantageusement à réduire l'excitation des modes vibratoires sur les risers voisins.

20 La présente invention a également pour objet un dispositif de liaison fond-surface comportant une pluralité de conduites sous-marines selon l'invention, c'est-à-dire comprenant au moins un dispositif stabilisateur et regroupés en faisceaux.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention
25 apparaîtront à la lumière de la description détaillée qui va suivre, en référence aux figures suivantes dans lesquelles :

- la figure 1 est une vue de côté d'un riser équipé de flotteurs associés à une coupe en vue de côté d'une barge ancrée supportant des équipements de traitement,
- 30 • les figures 2, 3 et 4 sont des vues de côté d'un riser tensionné en tête par des moyens extérieurs non représentés, en situation respectivement de repos (figure 2), et de vibration de type

"guitare" respectivement en mode 1 (figure 3) et en mode 2 (figure 4),

- les figures 5, 6 et 7 sont des vues de côté d'un riser tensionné par des flotteurs, en situation respectivement de repos (figure 5), et de vibration de type "guitare-pendule" respectivement en mode 1 (figure 6) et en mode 2 (figure 8),
- les figures 8 et 9 sont des vues de côté d'un riser comportant des flotteurs, l'ensemble étant en position inclinée, ce qui permet de détailler les forces F de flottabilité et P de masse liée au centre de gravité, respectivement sans masse additionnelle et avec masse additionnelle,
- la figure 10 est une vue de côté d'un riser comportant des flotteurs, des absorbeurs d'énergie de type "hélice" étant installés sur le flotteur le plus bas,
- la figure 11 est une vue de côté d'un riser comportant des flotteurs, équipé d'un dispositif absorbeur d'énergie de type caisson perforé à turbulences, situé en dessous et en prolongement du flotteur le plus bas,
- la figure 12 est une vue de côté d'un riser équipé de flotteurs de formes extérieures variées dont le but est d'empêcher la formation de décrochements tourbillonnaires.
- la figure 13 est une coupe en vue de dessus d'une conduite soumise à un courant provoquant des tourbillons.

La figure 1 est une vue de côté d'un dispositif de liaison fond-surface comprenant un riser 1 équipé de quatre flotteurs 2. Le riser débouche dans une baie de forage de la barge 15 supportant des équipements de traitement 17. Les quatre flotteurs constituent ladite zone 4 des flotteurs. Le flotteur supérieur est de diamètre et de flottabilité plus importante notamment car il est intégralement situé dans la baie de forage, c'est-à-dire une zone de la coque du support flottant, abritée des effets de la houle et du courant.

Le dispositif de liaison comporte dans sa partie basse une conduite 1 de diamètre sensiblement constant, ainsi qu'une zone de transition 5 présentant une légère conicité située juste dessous la zone des flotteurs. Le

sommet du riser est guidé par système de guidage comprenant un dispositif à rouleaux 16 solidaire de la structure de ladite barge. Ces moyens de guidage permettent le coulissement dudit riser selon son axe longitudinal et guident ses déplacements latéraux dans un plan horizontal perpendiculaire audit axe longitudinal du riser. Sur les figures 1 à 12 le système de guidage est représenté schématiquement, la structure le rendant solidaire de la barge n'étant pas représentée.

La figure 13 est une coupe en vue de dessus d'une conduite 1 soumise à un courant 25 provoquant des tourbillons 26 en aval de ladite conduite.

10 Le phénomène de tourbillon est représenté en position A. Le tourbillon prend naissance en cette position, se développe puis se détache de la structure et est entraîné ensuite dans le courant, en aval de la conduite. En même temps qu'un tourbillon se développe en position A, un autre tourbillon prend naissance en position B, qui évoluera par la suite.

15 Cette position B est sensiblement symétrique de la position A par rapport à l'axe du courant. Les tourbillons sont ainsi générés alternativement dans les positions A et B. Cette instabilité est appelée "détachement tourbillonnaire alterné". L'apparition d'un tourbillon s'accompagne d'un défaut de pression, et lorsqu'il se produit d'un même côté simultanément sur une hauteur

20 suffisante, par exemple du côté A, les efforts latéraux engendrés tendent à déplacer la conduite vers la gauche c'est à dire vers la position C. La génération d'un nouveau tourbillon en position B entraînera ensuite un effort de pression vers la droite, c'est-à-dire vers la position D. Les efforts latéraux de pression vont ainsi se succéder de part et d'autre de la conduite.

25 Lorsque la fréquence d'excitation liée à cette instabilité est proche des fréquences propres de la conduite, elle entraîne des vibrations de cette conduite. L'amorçage de ce phénomène de vibration est appelé "accrochage".

Les caractéristiques de cette instabilité évoluent avec des paramètres

30 liés à l'écoulement (vitesse et densité) et à la géométrie de la conduite (diamètre). Il faut préciser que, dans certains cas bien particulier, la vibration s'effectue dans la direction du courant et non perpendiculairement, le détachement tourbillonnaire n'étant plus alors "alterné" mais "simultané", dans les positions A et B de la figure 13.

Les figures 2, 3 et 4 sont des vues de côté d'une conduite 1 encastrée en pied et tensionnée en tête par des moyens extérieurs non représentés, et guidé par un dispositif à rouleaux 16, en situation respectivement de repos (figure 2), et de vibration de type "guitare" respectivement en mode 1 5 (figure 3) et en mode 2 (figure 4).

Dans les figures 3 et 4, les ventres 12 et nœuds 11 se forment dans des plans 10 situés sensiblement à $L/2$ ou $L/4$.

Les figures 5, 6 et 7 sont des vues de côté d'un riser 1 tensionné par des flotteurs 2 et guidé en tête par un dispositif à rouleaux 16, en situation 10 respectivement de repos (figure 5), et de vibration de type "guitare- pendule", respectivement en mode 1 (figure 6) et en mode 2 (figure 7).

Les déformations ont été considérablement exagérées pour la clarté de la description, qui montre que les plans 10 dans lesquels se forment les nœuds 11 et les ventres 12 sont fortement décalés vers le haut. Sur la 15 figure 6, le riser oscille entre les deux positions extrêmes 13a-13b représentées, alors que la figure 7 ne représente le riser que dans l'une de ses positions extrêmes.

Dans les figures 9 à 12 sont présentés des dispositifs de stabilisation. Ces dispositifs de stabilisation sont localisés dans la zone des flotteurs (4) 20 ou dans la zone de transition (5) "riser-flotteur" qui correspond à une zone où le diamètre de la conduite décroît progressivement vers le bas, ou encore dans la zone supérieure (6) de la partie courante de la conduite, laquelle correspond à la partie de la conduite à diamètre sensiblement constant située en dessous de ladite zone de transition.

Dans les figures 8 et 9 représentant la zone des flotteurs, les forces F 25 de flottabilité et P de masse liée au centre de gravité de l'ensemble, respectivement sans masse additionnelle (figure 8) et avec une masse additionnelle 7 installée dans la partie basse du flotteur inférieur (figure 9). La masse additionnelle 7 est obtenue par une enceinte entourant le flotteur 30 contenant un composé pondéreux tel que du minerais de fer. Il pourrait s'agir d'un flotteur lui-même rempli d'eau.

Sur la figure 8, la masse de la zone des flotteurs correspond à P1.

La masse additionnelle 7 augmente la valeur de la masse de P1 à P2 et abaisse le centre de gravité. Le moment de rappel de la force P2 est ainsi augmentée, ce qui a pour effet de stabiliser la conduite.

La figure 10 est une vue de côté d'un riser 1 comportant des flotteurs 2, des stabilisateurs de type "hélice" 8 comprenant des rampes hélicoïdales sont installés sur le flotteur le plus bas, de préférence dans sa partie basse. Les hélices 8 pourraient avantageusement être installées sur la pièce constituant la zone de transition 5, située juste en dessous du dernier flotteur. La zone d'efficacité maximale se situe dans l'une de ces deux positions. Les hélices sont installées de manière très ponctuelle, par exemple sur une hauteur de trois ou 4 mètres. Chaque rampe hélicoïdale 8 ne réalise qu'une section angulaire partielle du contour du flotteur.

La figure 11 est une vue de côté d'un riser 1 comportant des flotteurs 2, équipé d'un dispositif de stabilisation de type caisson perforé à turbulences 9, situé en dessous et en prolongement du flotteur le plus bas, par exemple dans la zone de transition, c'est-à-dire à une profondeur d'environ 50 à 100 m éloignée des effets de la houle. Ce caisson est constitué d'une simple enveloppe percée de trous de section variable ou non, solidaire du riser. La masse d'eau piégée à l'intérieur du caisson qui peut représenter 20 à 50 tonnes sera mise en mouvement lors des déplacements latéraux du riser et s'oppose par son inertie auxdits déplacements. Les ouvertures pratiquées dans le caisson autorisent des mouvements limités de l'eau piégée vers l'extérieur, puis vers l'intérieur, ce qui crée un amortissement complémentaire par absorption d'énergie et accroît ainsi considérablement l'effet stabilisateur.

La figure 12 est une vue de côté d'un riser 1 équipé de flotteurs 2 de formes extérieures variées dont le but est d'empêcher la formation de détachements tourbillonnaires conduisant à des effets d'accrochage.

En effet, les détachements tourbillonnaires se produisent sur les surfaces extérieures des flotteurs ou des conduites tel qu'expliqué dans la description de la figure 13. Lorsque les génératrices sont cylindriques (2a), les tourbillons 26 ont tendance à se former simultanément d'un même côté sur des longueurs variables. Dès que la longueur devient suffisante, par exemple 5 ou 10 mètres ou plus, les forces engendrées se cumulent et sont

dirigées dans une même direction, ce qui provoque le phénomène "d'accrochage" conduisant à la mise en vibration du riser.

En supprimant les génératrices cylindriques du flotteur 2 et en les remplaçant par des formes variées telles que des cônes 2b ou des formes de révolution convexes 2d ou concaves 2c, les risques d'accrochage sont réduits, voire supprimés. Ces formes particulières peuvent aussi être des écrans extérieurs rajoutés à des bidons cylindriques conventionnels.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de liaison fond-surface comportant au moins une conduite sous-marine (1) comprenant au moins un flotteur (2) consistant en un bidon, de préférence coaxial entourant ladite conduite (1) dans sa partie haute immergée, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un dispositif stabilisateur (7,8,9) situé dans la partie supérieure de la conduite constituée par :

- la zone des flotteurs (4),
- la zone de transition (5) entre les flotteurs (4) et la partie courante à diamètre sensiblement constant (6) de ladite conduite, et
- la partie supérieure de ladite partie courante de la conduite à diamètre sensiblement constant (6),

ledit dispositif stabilisateur permettant de réduire, voire même d'éliminer, l'excitation des modes vibratoires du système couplé conduite sous marine-flotteurs, ou de réduire la réponse dudit système couplé conduite sous marine-flotteurs.

2. Dispositif de liaison fond-surface selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit dispositif stabilisateur comprend un dispositif d'absorption d'énergie (7,8,9).

3. Dispositif de liaison fond-surface selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que ledit dispositif stabilisateur comprend un dispositif augmentant la masse d'eau entraînée au cours de son mouvement (7, 9).

4. Dispositif de liaison fond-surface selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que ledit dispositif stabilisateur comprend un dispositif abaissant le centre de gravité (7, 9) de ladite partie supérieure de la conduite.

5. Dispositif de liaison fond-surface selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que ledit dispositif d'absorption d'énergie est un élément de structure augmentant la surface de contact avec l'eau (8) ou créant une surface de contact avec l'eau non cylindrique par rapport à l'axe de ladite conduite (2_b, 2_c, 2_d).

6. Dispositif selon la revendication 1, 2 ou 5, caractérisé en ce que ledit dispositif stabilisateur comprend la forme non-cylindrique (2_b, 2_c, 2_d) de la surface extérieure d'un flotteur (2) ou d'une partie de conduite (1).

7. Dispositif selon la revendication 1,2 ou 6, caractérisé en ce que ledit dispositif stabilisateur comprend au moins une rampe hélicoïdale (8) entourant un dit flotteur (2) ou ladite conduite (1).

8. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 7 caractérisé en ce que ledit dispositif stabilisateur comprend un caisson coaxial entourant ladite conduite dont la surface extérieure comprend des perforations (9).

9. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 8 caractérisé en ce que le dispositif stabilisateur comprend une masse additionnelle (7) située dans ou autour d'un flotteur (2) ou entourant ladite conduite (1).

10. Dispositif selon la revendication 9 caractérisé en ce qu'il comprend un flotteur partiellement rempli d'eau, de préférence le flotteur le plus bas.

11. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 10 caractérisé en ce que la zone des flotteurs (4) comprend plusieurs flotteurs (2), de préférence au moins quatre.

12. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 11 caractérisé en ce que ledit dispositif stabilisateur est situé dans la partie basse de la zone des flotteurs (4), de préférence sur ou au niveau du flotteur le plus bas.

13. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 12 caractérisé en ce que ledit dispositif stabilisateur est situé dans ladite zone de transition (5), de préférence juste dessous le flotteur le plus bas.

14. Dispositif selon la revendication 13 caractérisé en ce que la zone des flotteurs comprend plusieurs flotteurs dont les surfaces extérieures présentent des formes non-cylindriques différentes dont la génératrice peut être droite (2b) ou courbe (2c, 2d).

15. Dispositif de liaison fond-surface selon l'une des revendications 1 à 14 caractérisé en ce qu'il comprend une pluralité de dites conduites sous-marines regroupées en faisceaux.

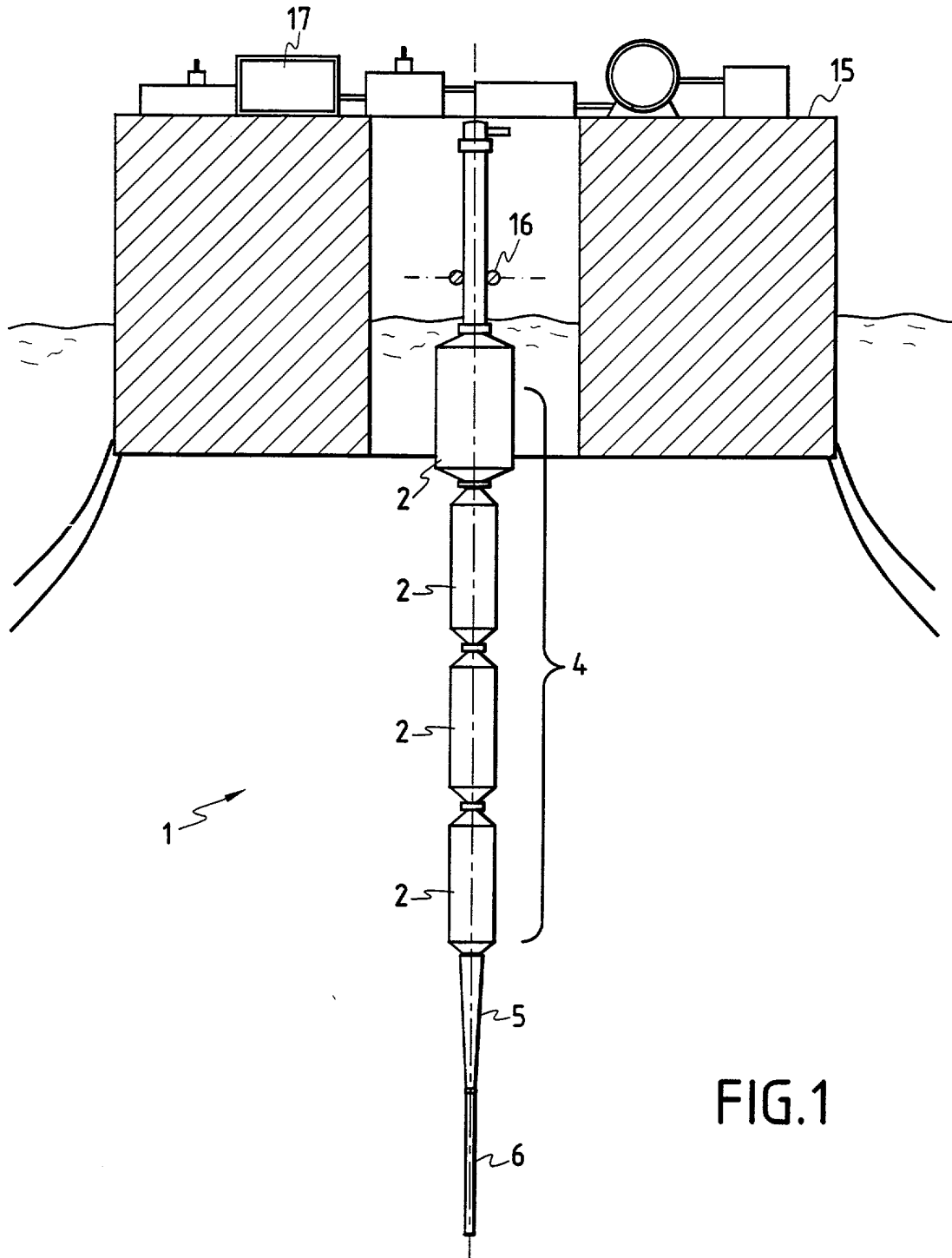


FIG.1

2/8

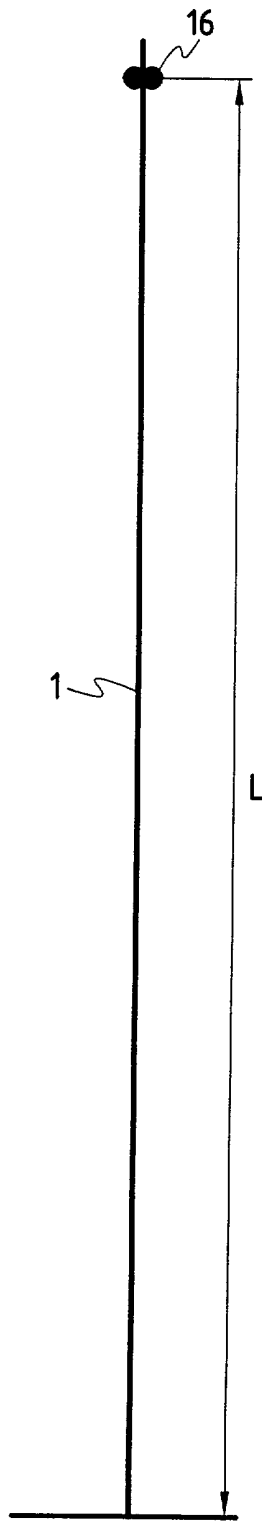


FIG. 2

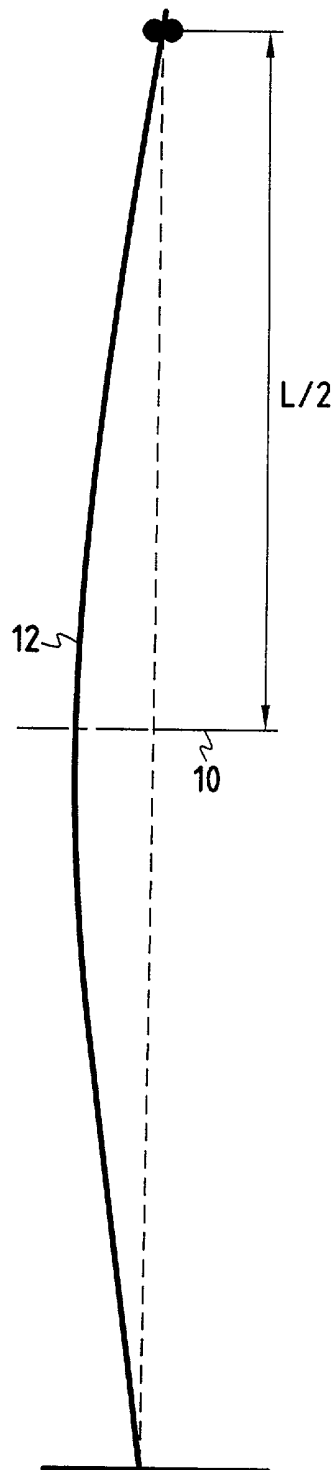


FIG. 3

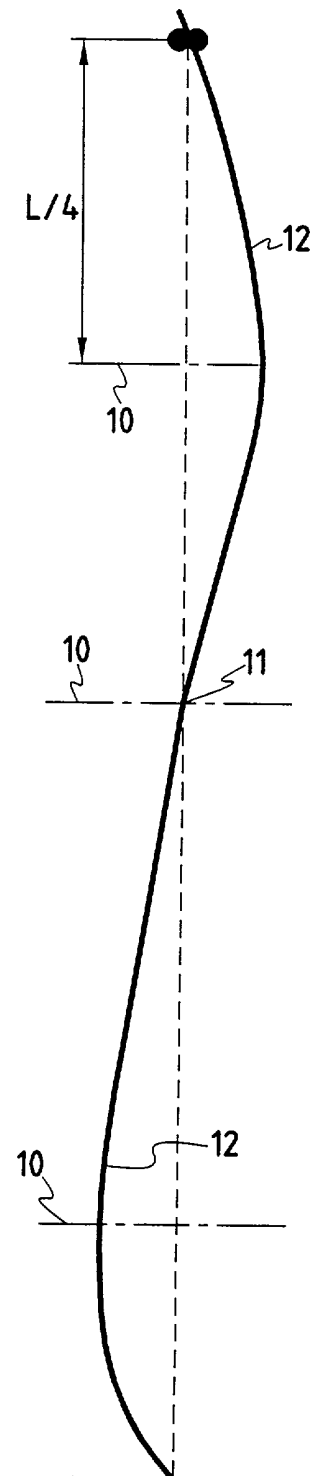


FIG. 4

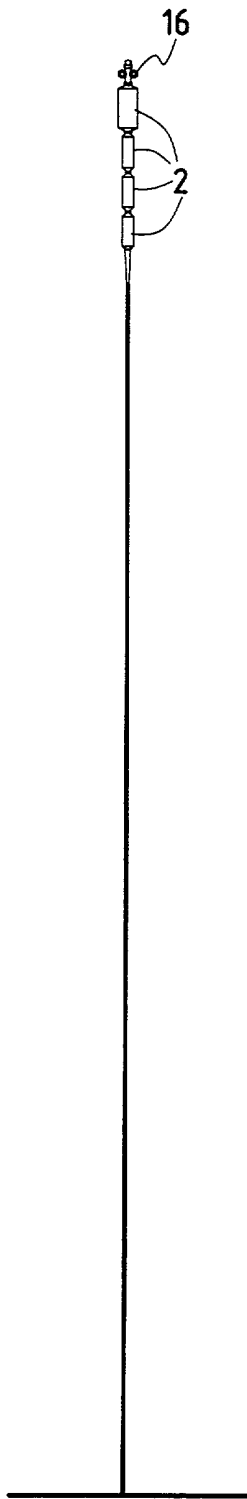


FIG. 5

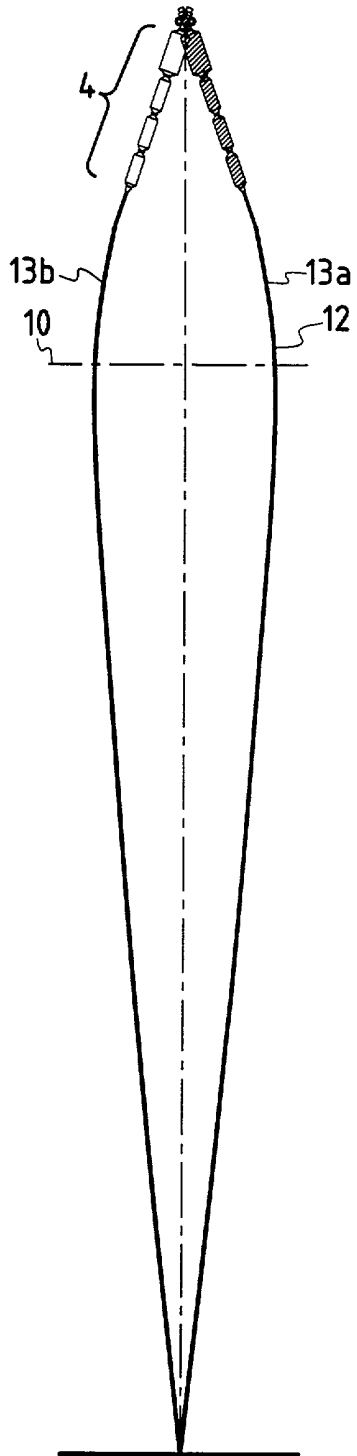


FIG. 6

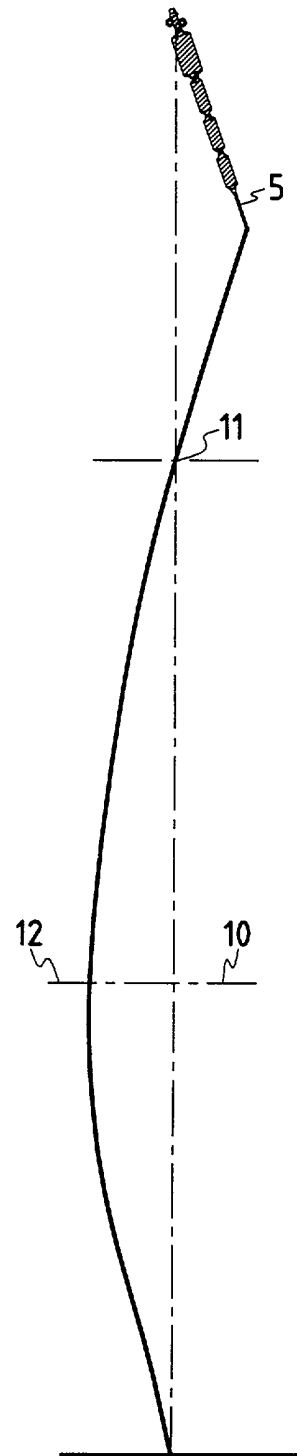
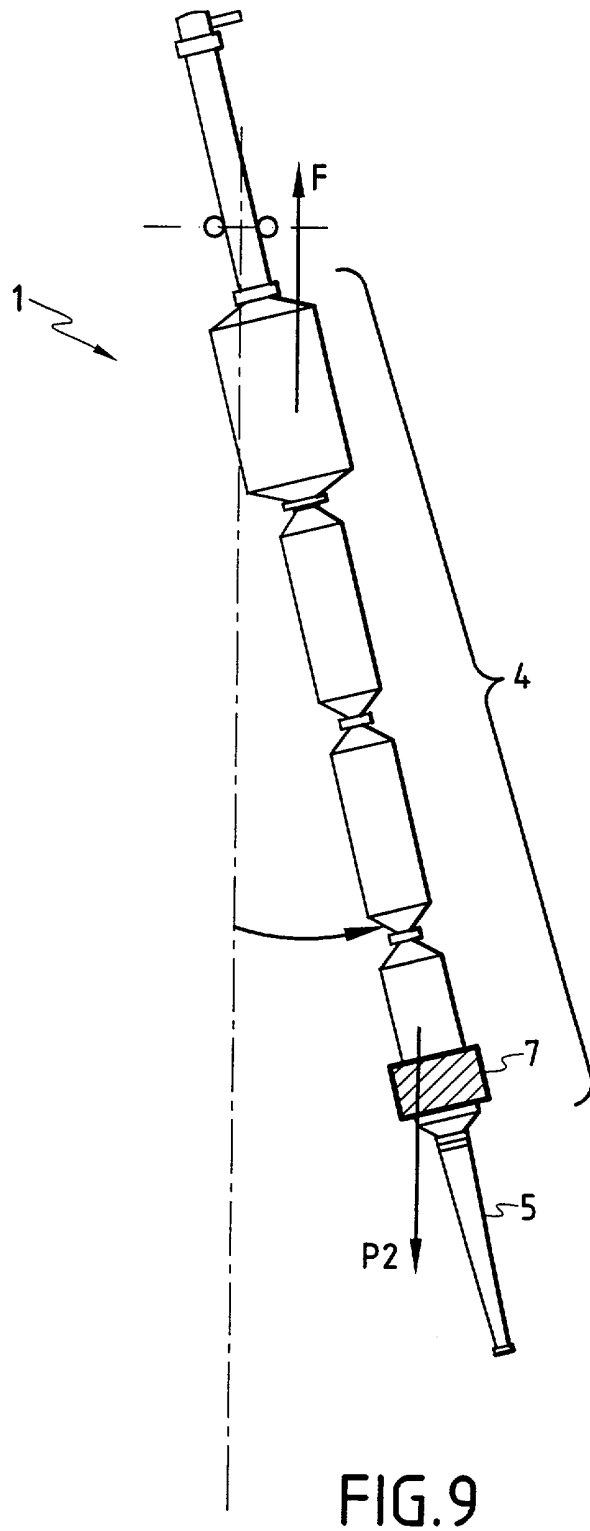
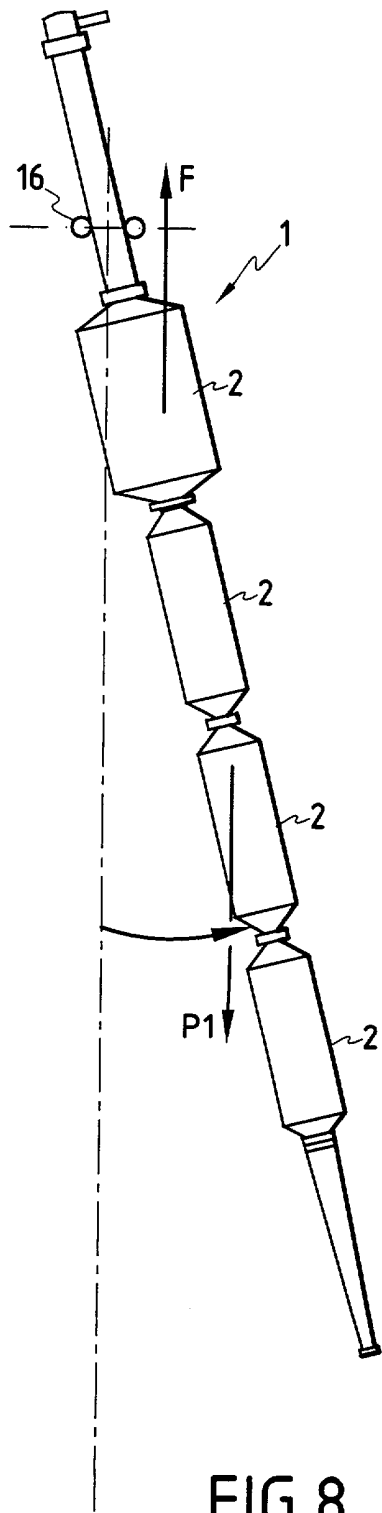


FIG. 7

4/8



5/8

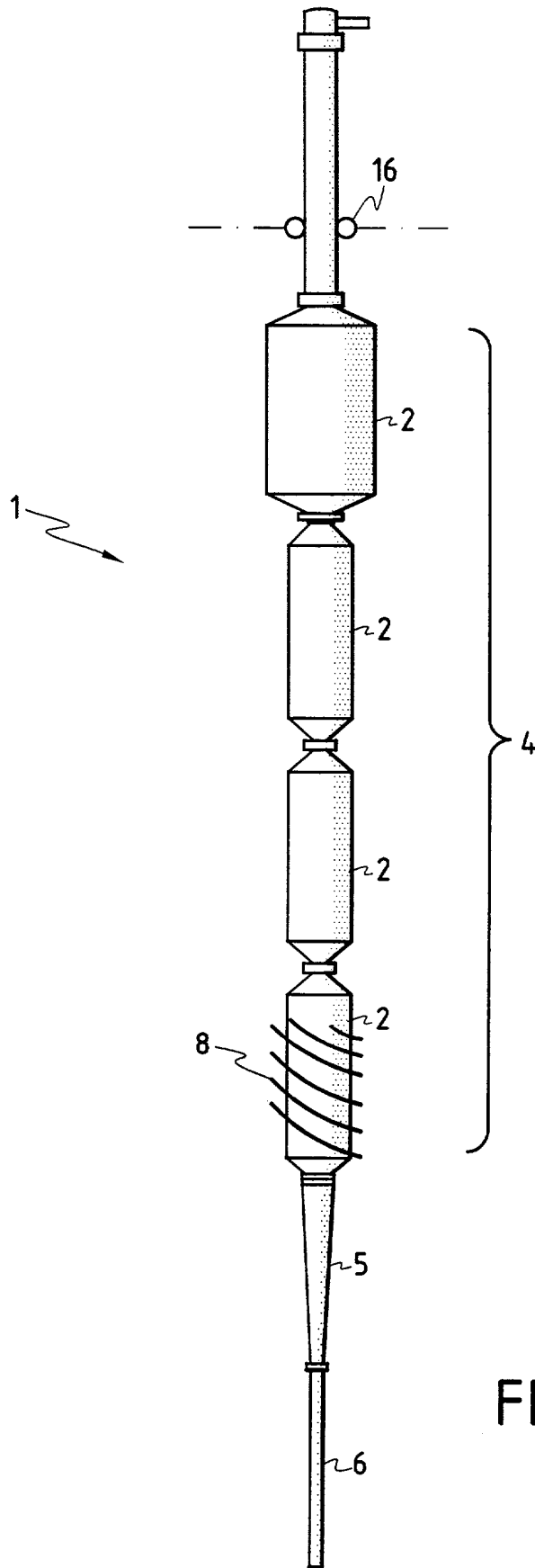


FIG.10

6/8

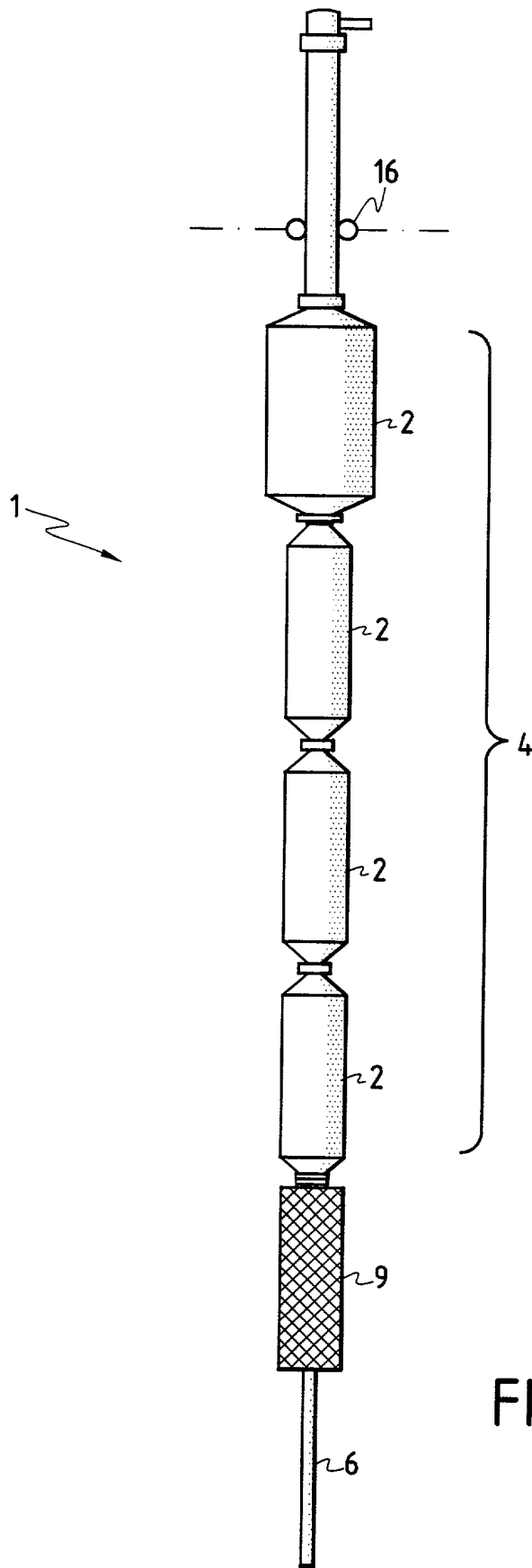


FIG.11

7/8

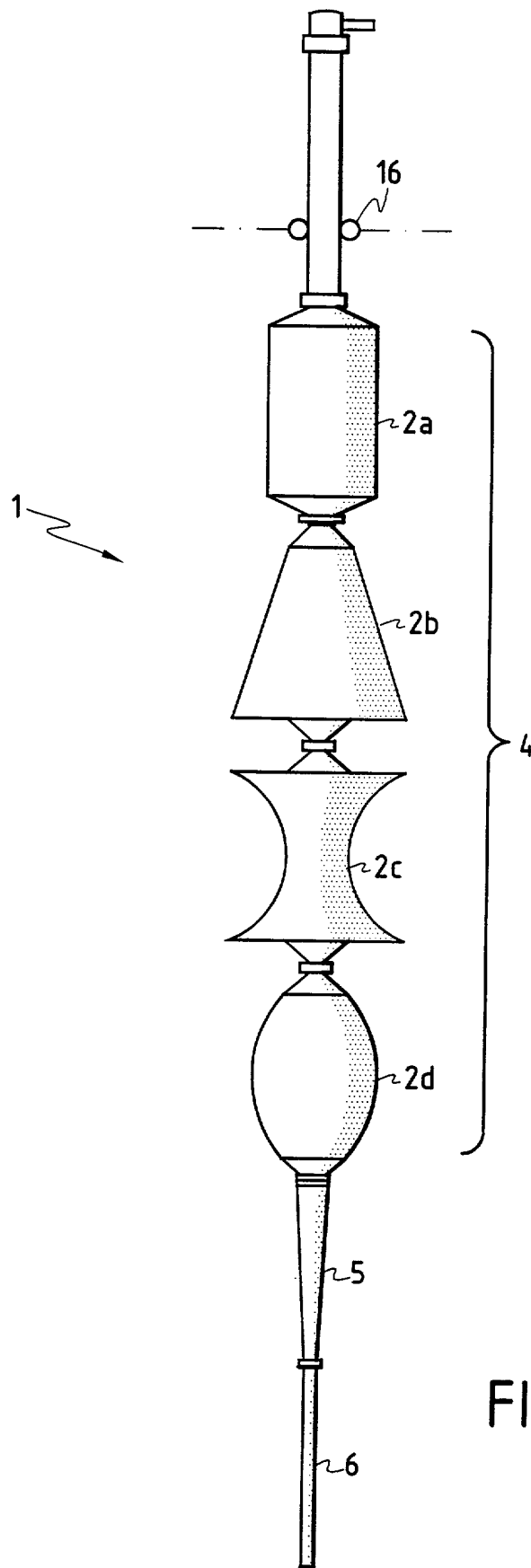


FIG.12

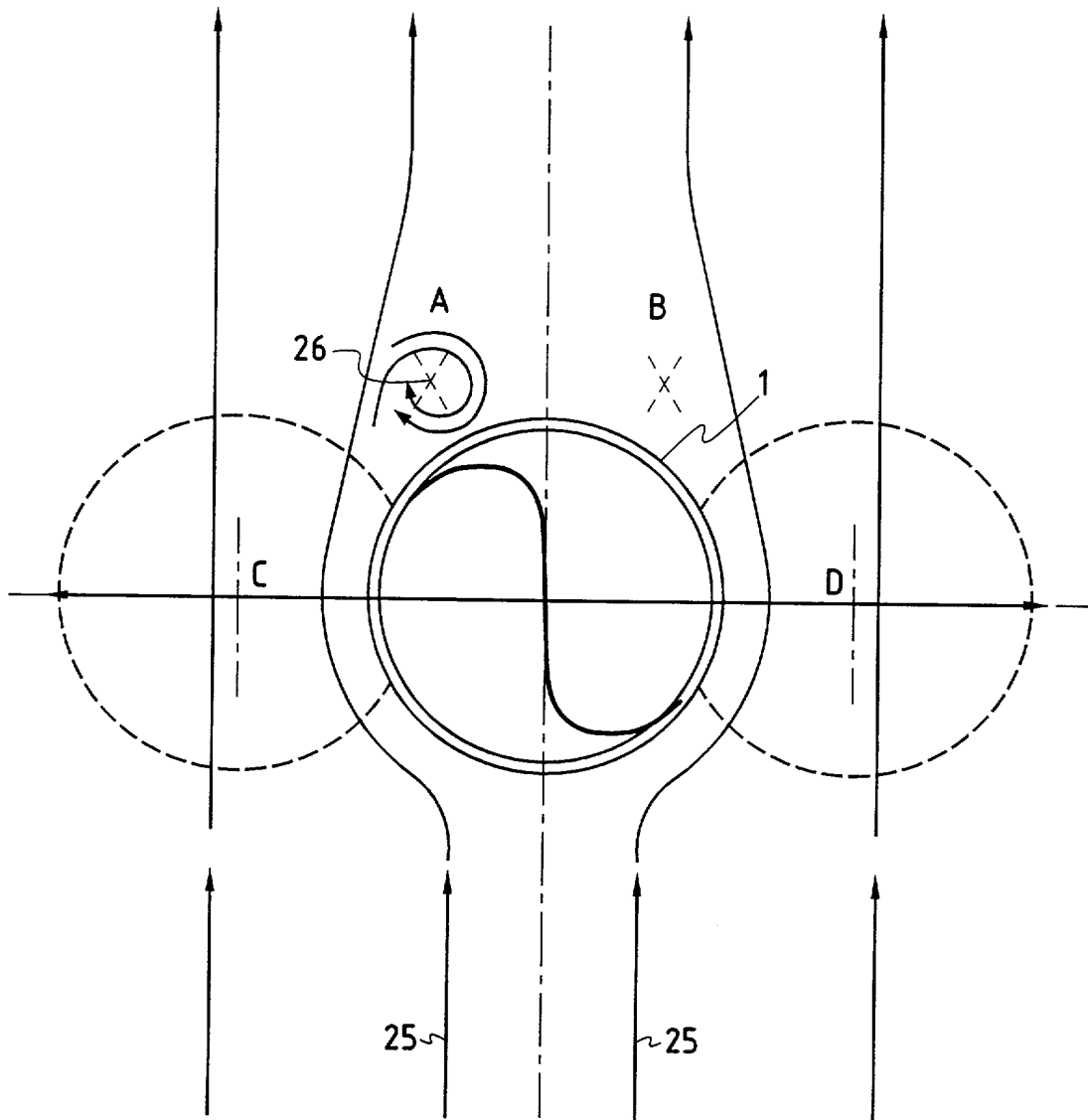


FIG.13

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	WO 99 05389 A (CUMING CORP) 4 février 1999 (1999-02-04) * revendication 1; figures 1,4 * * page 2, ligne 4 - ligne 8 *	1,5-7,11	E21B17/01 E21B19/00
Y	---	8,10	
X	US 4 768 984 A (TRIANFAYLLOU MICHAEL S ET AL) 6 septembre 1988 (1988-09-06) * colonne 3, ligne 41 - ligne 58; figure 1 *	1-4,9, 12,13	
Y	WO 95 27101 A (SHELL INT RESEARCH) 12 octobre 1995 (1995-10-12) * revendication 6; figure 3A *	8	
Y	WO 99 41142 A (IMODCO) 19 août 1999 (1999-08-19) * page 6, ligne 13 - ligne 18; figure 1 *	10	
A	US 4 193 234 A (WONG HENRY H Y) 18 mars 1980 (1980-03-18) * colonne 7, ligne 41 - ligne 55; figures 12,13 *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
A	"PROVEN NEW TECHNOLOGIES FOR OFFSHORE/ONSHORE APPLICATIONS" ERDOEL ERDGAS KOHLE,DE,URBAN VERLAG, vol. 114, no. 6, juin 1998 (1998-06), page 81 XP000799413 ISSN: 0179-3187 "multi-axis water channels were incorporated into the rotationally molded module shell to allow convection currents in the sea water to circulate." -----	1	E21B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
19 septembre 2000		Dantine, P	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
<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 & : membre de la même famille, document correspondant</p>			