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

(11) **EP 1 606 160 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
17.01.2007 Bulletin 2007/03

(21) Numéro de dépôt: **04742350.4**

(22) Date de dépôt: **25.03.2004**

(51) Int Cl.:
B63C 7/16 *(2006.01)* ***B63B 22/18*** *(2006.01)*
F16G 13/16 *(2006.01)*

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2004/000742

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2004/087495 (14.10.2004 Gazette 2004/42)

(54) **DISPOSITIF ET PROCEDE DE STABILISATION ET DE CONTROLE DE LA DESCENTE OU REMONTEE D'UNE STRUCTURE LOURDE ENTRE LA SURFACE ET LE FOND DE LA MER**

VORRICHTUNG UND VERFAHREN FÜR DIE STABILISIERUNG UND KONTROLLE DER NIEDERGANG UND DES AUFSTIEGS EINER SCHWEREN STRUKTUR ZWISCHEN MEERESOBERFLÄCHE UND MEERESBODEN

DEVICE AND METHOD FOR STABILISING AND CONTROLLING THE LOWERING OR RAISING OF A HEAVY STRUCTURE BETWEEN THE SURFACE AND THE BED OF THE SEA

(84) Etats contractants désignés:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorité: **26.03.2003 FR 0303969**
18.11.2003 EP 03358019
26.02.2004 EP 04358002

(43) Date de publication de la demande:
21.12.2005 Bulletin 2005/51

(73) Titulaire: **SAIPEM S.A.**
78180 Montigny-le-Bretonneux (FR)

(72) Inventeur: **BAYLOT, Michel**
F-13008 Marseille (FR)

(74) Mandataire: **Domange, Maxime**
Cabinet Beau de Loménie
232, Avenue du Prado
13295 Marseille Cedex 08 (FR)

(56) Documents cités:
DE-U- 29 511 934
FR-A- 1 448 159
FR-A- 2 291 903
FR-A- 2 804 935
FR-A- 2 839 110
US-A- 1 854 026
US-A- 2 975 807
US-A- 4 284 110
US-A- 4 793 275

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 1 606 160 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Description

[0001] La présente invention concerne un dispositif et procédé de stabilisation et de contrôle de la descente ou remontée d'une structure entre la surface et le fond de la mer, et plus particulièrement une structure constituant un réceptacle à compartiment étanche utile pour récupérer des effluents polluants d'une épave.

[0002] On entend ici par structure tout équipement, outil, engin et notamment des éléments de tête de puits sous-marine sur des champs pétroliers, des unités de traitement du pétrole, ou encore des tronçons de conduites sous-marines que l'on remorque en haute mer depuis leur site de fabrication et que l'on souhaite installer au fond de la mer.

[0003] La présente invention concerne aussi un procédé et une installation de confinement de récupération d'effluents en mer et plus particulièrement d'effluents polluants contenus dans un navire coulé et endommagé reposant au fond de la mer, et un procédé de mise en place au fond de la mer.

[0004] Lors du naufrage des pétroliers, le navire coule en général après avoir été profondément endommagé et après avoir perdu une partie de sa cargaison. Lorsque la profondeur d'eau est importante, par exemple 100 ou 200 mètres, la récupération de l'épave ou son renflouement, n'est en général pas envisagée, mais la coque doit être soit intégralement vidée et rincée, soit recouverte d'une structure externe de type chapiteau, de manière à éviter que la corrosion de l'épave dans le temps, créant des trous localisés ou généralisés, ne conduise à la libération du contenu du navire, qui se dispersant au gré du courant, ne crée ainsi une pollution pouvant se prolonger sur des années, voire des décennies.

[0005] De nombreux procédés et dispositifs ont été étudiés et utilisés dans le passé pour essayer de récupérer des cargaisons hautement polluantes, mais tous sont très délicats à mettre en oeuvre et les opérations prennent beaucoup de temps et engendrent en général des pollutions secondaires, car le taux de récupération est loin d'être satisfaisant, et ce d'autant plus que le procédé doit être mis en oeuvre à grande profondeur.

[0006] En particulier, on a décrit, dans FR 2 804 935 au nom de la demanderesse, un procédé de récupération d'effluents polluants, plus légers que l'eau et peu ou non miscibles à l'eau, contenus dans une cuve d'un navire coulé et/ou endommagé reposant au fond de la mer, qui comprend les étapes suivantes dans lesquelles:

1) on descend un réceptacle comprenant un orifice inférieur à l'aide de moyens de positionnement directement à proximité et à la verticale d'au moins une ouverture dans la coque et/ou la cuve du navire mettant en communication l'intérieur de la cuve du navire avec l'extérieur, de manière à récupérer directement lesdits effluents polluants s'écoulant de ladite ouverture directement en regard par remontée de ceux-ci dans ledit orifice inférieur dudit réceptacle, et

2) lorsque ledit réceptacle est rempli d'effluents polluants, on remonte ledit réceptacle à l'aide desdits moyens de positionnement jusqu'à ce que des moyens de vidange dudit réceptacle comprenant un orifice supérieur obturable dudit réceptacle et/ou une conduite d'évacuation reliée au dit orifice supérieur à la partie supérieure dudit réceptacle soient accessibles en surface, et

3) on vide ledit réceptacle dans une installation ou navire en surface à travers lesdits moyens de vidange accessibles en surface.

4) on répète les étapes 1) à 3) jusqu'à ce que la quantité voulue d'effluents soit récupérée.

[0007] Dans une première variante de réalisation décrite dans FR 2 804 935:

a) ledit réceptacle consiste en une cloche en forme d'entonnoir dont la grande base ouverte constitue ledit orifice inférieur et couvre uniquement la zone de fuite desdits effluents, ladite zone est une zone localisée de superficie réduite comprenant une ou plusieurs dites ouvertures dans la coque et/ou la cuve dudit navire, et la petite base supérieure dudit entonnoir donne accès au dit orifice supérieur, et

b) lesdits moyens de positionnement comprennent :

- des moyens d'ancrage dudit réceptacle sur le navire comprenant des câbles reliant des points d'attache fixés sur la circonférence de ladite grande base de l'entonnoir et des points d'attache sur le navire ou à proximité de ce dernier, et
- des moyens de tensionnement comprenant :
  - des flotteurs reliés à la circonférence de ladite grande base ouverte dudit réceptacle et autour de la section tubulaire en partie supérieure de la petite base dudit entonnoir, et
  - des treuils correspondants aux dits points d'attache sur le navire ou à proximité de ce dernier, et

c) lesdits moyens de vidange comprennent une dite conduite d'évacuation reliée par une extrémité au dit orifice supérieur comprenant ladite section tubulaire en partie supérieure dudit entonnoir, ladite conduite étant mise en tension sensiblement verticalement à l'aide d'un flotteur relié à l'extrémité libre de ladite conduite.

[0008] Dans cette première variante de réalisation, la mise en oeuvre desdits moyens de positionnement, lors des descentes et remontées successives dudit réceptacle, représente une opération très longue et relativement malaisée à réaliser à grande profondeur. En outre, le pompage, à travers une dite conduite d'évacuation, n'est

pas possible à une telle profondeur, en particulier dès que l'effluent a une forte viscosité et a tendance à figer sous forme de paraffine. Même si on installe un système de réchauffage dans la zone de captage ou dans la partie haute de la cloche lors de la remontée, l'effluent visqueux a tendance se figer, rendant le pompage très difficile.

[0009] Dans une deuxième variante de réalisation décrite dans FR 2 804 935, ledit réceptacle consiste en :

- un conteneur rigide de forme sensiblement tubulaire, qui est maintenu en position verticale à l'aide de flotteurs installés au moins à l'extrémité supérieure ou à chaque extrémité supérieure et inférieure dudit conteneur, et
- lesdits orifices supérieur et inférieur dudit conteneur étant obturables de sorte que ledit réceptacle peut être remonté en surface et installé en position horizontale flottante lorsque lesdits orifices sont obturés, ledit réceptacle pouvant alors être remorqué vers une installation ou un navire de stockage desdits effluents.

[0010] Ces conteneurs rigides en forme dénommée "cigare", de par leur encombrement important, sont difficiles à descendre au fond de la mer et, pour éviter les opérations successives, on a décrit un mode préférentiel dans lequel ledit conteneur occupe toute la tranche d'eau entre l'épave et la surface. Mais, il est évident que cette deuxième variante de réalisation ne peut être envisagée pour des profondeurs de 1000 mètres ou plus, car elle implique un réceptacle beaucoup trop volumineux, impossible à installer ou à descendre fréquemment.

[0011] En pratique, les différents modes de réalisation décrits dans FR 2 804 935, ne conviennent pas pour des interventions à des profondeurs supérieures à 1000 mètres, car en raison de la très grande profondeur d'eau, la durée cumulée des allers-retours devient très vite rédhibitoire en raison du coût très élevé des navires d'intervention mobilisés pour les opérations.

[0012] Les différents dispositifs et installations décrits ci-dessus doivent être mis en oeuvre au niveau de chaque zone de fuite de l'épave, ce qui représente une difficulté sérieuse de mise en oeuvre et une durée opérationnelle considérable car les épaves comportent, en général, de très nombreuses zones de fuite et, de plus, au fur et à mesure que l'épave se vide, en raison de la déformation de la coque, de nouvelles fissures ne manquent pas d'apparaître, ce qui nécessite une surveillance quasi-continue de l'épave et des interventions correctrices qui doivent être effectuées sans délais.

[0013] On a proposé des réceptacles rigides à base ouverte en forme de cloche ou de chapeau, destinés à venir recouvrir, non pas une zone de fuite localisée mais une épave d'un navire au fond de la mer entière pour récupérer des effluents polluants s'en échappant depuis plusieurs zones de fuite dudit navire. Ces réceptacles présentent des dimensions considérables puisqu'ils sont destinés à inclure des navires de grandes dimensions du type pétrolier. La mise en place, au fond de la mer, de telles structures de dimensions considérables pose des problèmes de réalisation et de mise en place au fond de la mer dans des conditions techniquement fiables. Ces structures présentent un poids considérable qui nécessitent la mise en oeuvre de flotteurs nombreux et volumineux pour la mise en place de ces structures au fond de la mer selon des procédures complexes et coûteuses à réaliser car les effets des courants, bien que plus faibles dans les grands fonds, restent considérables en raison des surfaces immenses de ces structures.

[0014] On connaît également un procédé de récupération dans lequel on récupère lesdits effluents à l'aide d'un réservoir navette comprenant au moins un orifice inférieur équipé d'une vanne apte à coopérer avec un dispositif d'évacuation fixé sur une paroi de cuve, et on réalise les étapes dans lesquelles :

1) on descend ledit réservoir-navette depuis la surface jusqu'au fond de la mer et on fait coopérer ledit orifice inférieur du réservoir-navette avec un dispositif d'évacuation sur la paroi, et on ferme la vanne de l'orifice intérieur, et
2) on remplit ledit réservoir-navette jusqu'à ce qu'il soit rempli d'effluents, et
3) on laisse le réservoir navette remonter à la surface, ledit réservoir navette comprenant des éléments de flottabilité qui facilitent sa remontée vers la surface, et
4) de préférence on stocke les réservoirs-navettes remplis d'effluents dans un navire en surface et on vide ledit réservoir-navette dans ledit navire ou on le transporte dans un site pour y être vidé, et
5) le cas échéant, on redescend ledit réservoir-navette ou un autre réservoir-navette et on répète les étapes 1 à 4 jusqu'à ce que la quantité voulue d'effluents soit récupérée.

[0015] La descente et la remontée de ces réservoirs-navettes, comme de toute structure massive que l'on souhaite descendre au fond de la mer ou remonter depuis le fond de la mer jusqu'en surface, sont délicates en raison de la masse desdites structures ou desdits réservoirs-navettes. En effet, on sait descendre des colis de plusieurs centaines de tonnes de poids apparent dans l'eau, jusqu'au fond de la mer à l'aide de moyens de levage situés sur un support flottant, par exemple une grue ; mais, lorsque la profondeur devient importante, l'utilisation de câbles aciers conventionnels est problématique car, en plus de la charge de ladite structure, il doit supporter son poids propre, ce qui peut représenter jusqu'à 50% de ladite capacité de charge pour une profondeur de 3000m. On peut utiliser aussi des câbles synthétiques qui ne présentent pas cet inconvénient, mais leur coût est très élevé et leur mise en oeuvre avec des treuils ou des cabestans présente des difficultés extrêmes pour des fortes charges et des profondeurs de 1000m à 4000m, voire plus.

[0016] Ainsi, on cherche en général à diminuer le poids apparent dans l'eau des colis en créant de la flottabilité. Mais, la masse dudit colis est alors augmentée de celle desdits éléments de flottabilité, ainsi que de la « masse ajoutée » d'eau, c'est à dire la masse d'eau adjacente au colis qui est entraînée lors des déplacements verticaux, vers le haut ou vers le bas, ce qui peut représenter une masse d'inertie globale de 400 ou 500 tonnes pour un colis massif de 100 tonnes.

[0017] Le câble reliant le colis au support flottant est tendu en ligne droite verticale et, ledit support flottant étant soumis à la houle, subit un roulis et un tangage qui nécessitent l'utilisation de treuils à tension contrôlée ou de dispositifs hydrauliques appelés compensateurs de pilonnement, qui permettent d'éviter la rupture dudit câble en limitant la tension dans ledit câble à une valeur acceptable. De tels équipements sont techniquement compliqués et très coûteux, surtout dans le cas où l'on considère de fortes charges et des profondeurs qui peuvent atteindre 2000 à 3000m, voire 4000m ou plus.

[0018] Le but de la présente invention est de fournir des dispositif et procédé permettant de contrôler et faciliter la descente ou la remontée d'une structure lourde et, le cas échéant, volumineuse tels que des réceptacles ou réservoirs-navettes de récupération d'effluents mentionnés précédemment, mais applicable à tout autre type de structure, voire de la stabiliser, entre la surface et le fond de la mer, notamment à grande profondeur.

[0019] Un autre but de la présente invention est de fournir un procédé et une installation permettant de confiner et de récupérer le contenu des soutes et des cuves d'un navire, par exemple un pétrolier, reposant sur le fond marin, dans des profondeurs d'eau importantes, notamment supérieures à 3000 mètres, voire jusqu'à 4000 à 5000 mètres, et qui ne présentent pas les inconvénients des procédés et dispositifs antérieurs et, en particulier qui soient aisés et simples à mettre en oeuvre malgré leur très grandes dimensions.

[0020] Un autre but de la présente invention est de fournir un procédé et une installation permettant de confiner et récupérer des effluents polluants des soutes d'un navire échoué, notamment à grande profondeur, par l'intermédiaire d'un réceptacle rigide à base ouverte en forme de chapeau venant recouvrir entièrement l'épave du navire de manière à canaliser l'ensemble des effluents s'échappant du navire dans un seul volume, voire à organiser la remontée en surface des effluents polluants depuis ledit réceptacle au fond de la mer dans de meilleures conditions.

[0021] Un but de la présente invention est donc, plus particulièrement, de fournir un réceptacle à base ouverte en forme de chapeau, apte à venir recouvrir entièrement une épave au fond de la mer et en récupérer des effluents polluants s'en échappant, qui soit techniquement fiable et qui puisse être mise en place au fond de la mer selon un procédé simple et techniquement fiable.

[0022] Pour ce faire, la présente invention fournit un dispositif de stabilisation ou de contrôle de la descente ou remontée d'une structure entre la surface et le fond de la mer, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un élément de liaison du type câble ou chaîne dont :

- une première extrémité est reliée à un treuil à bord d'un support flottant ou navire en surface, sur lequel treuil elle est enroulée, et
- une deuxième extrémité est reliée à un élément d'accrochage, sur ladite structure, ou sur au moins un premier élément de flottabilité relié à ladite structure, et
- la longueur dudit élément de liaison est telle que ledit treuil est apte à enrouler ou dérouler ladite première extrémité dudit élément de liaison, de sorte qu'une portion inférieure dudit élément de liaison puisse pendre au dessous ledit élément d'accrochage, c'est-à-dire dessous le point d'attache de ladite deuxième extrémité audit élément d'accrochage.

[0023] Ladite structure est donc, le cas échéant, suspendue à un ou plusieurs dits premiers éléments de flottabilité disposés au-dessus d'elle. Ladite structure peut également comprendre des seconds éléments de flottabilité intégrée ou incorporés à l'intérieur de ladite structure, c'est-à-dire que lesdits seconds éléments de flottabilité ne déplacent pas de volume d'eau supplémentaire par rapport au volume d'eau déplacé par ladite structure.

[0024] On entend par « élément de flottabilité », un élément qui présente un poids propre plus léger que l'eau de mer et qui permet donc d'augmenter la flottabilité de l'ensemble qu'il forme avec la structure à laquelle il est relié ou dans laquelle il est intégré.

[0025] On entend par « augmenter la flottabilité » d'un élément, augmenter le rapport ω entre la poussée d'Archimède et son poids propre hors d'eau qui s'exerce sur ledit élément quand il est immergé. Ainsi, si ledit rapport est $\omega<1$, l'élément a une flottabilité négative, donc il a tendance à couler, si $\omega=1$, ledit élément est en équilibre et, si $\omega>1$ ledit élément est flottant et sa flottabilité croit lorsque ω croît.

[0026] La flottabilité de la structure peut être rendue positive pour faciliter la remontée de ladite structure. Dans ce cas de «flottabilité positive», lesdits éléments de flottabilité compensent le poids de ladite structure, de sorte que la poussée d'Archimède qui s'applique sur l'ensemble de ladite structure et desdits éléments de flottabilité, est supérieure ou égale au poids propre de l'ensemble de ladite structure et desdits éléments de flottabilité incluant aussi notamment une ou desdites portions inférieures d'élément(s) de liaison, la résultante des forces étant dirigée vers le haut en cas de flottabilité positive.

[0027] On comprend que le dispositif selon l'invention permet de faire varier la longueur et donc le poids de ladite portion inférieure de l'élément de liaison pendant en-dessous dudit élément d'accrochage sur ladite structure, et supportée par cette dernière.

Dans le cas d'une structure massive, le dispositif de stabilisation et de contrôle selon l'invention comprend au moins deux dits éléments de liaison et ladite structure comprend plusieurs dits éléments d'accrochage et lesdits éléments de liaison et dits éléments d'accrochage sont de préférence disposés symétriquement respectivement autour et sur la périphérie de ladite structure.

[0028] Plus précisément, la présente invention fournit également un procédé de descente ou remontée ou stabilisation d'une structure entre la surface et le fond de la mer à l'aide d'un dispositif, selon lequel on réalise des étapes dans lesquelles on déroule ou enroule le(s)dit(s) élément(s) de liaison au niveau de leur(s) dite(s) première(s) extrémité(s) à l'aide de dit(s) treuil(s) et on contrôle la descente ou respectivement la remontée en régulant la vitesse de déroulement ou respectivement d'enroulement de(s)dit(s) élément(s) de liaison au niveau de(s)dit (s) treuil(s), de manière à régler, la longueur de ladite portion inférieure de(s)dit(s) élément(s) de liaison pendant dessous le(s)dit(s) éléments d'accrochage sur ladite structure ou ledit premier élément de flottabilité et supporté(s) par ces derniers, la descente, la remontée ou la stabilisation de ladite structure étant obtenue lorsque respectivement, la somme du poids de la partie de la (ou des) dite(s) portion(s) inférieure(s) du (ou des) élément (s) de liaison entre d'une part, le(s)dit(s) point(s) d'attache au(x)dit(s) élément(s) d'accrochage ou ledit premier élément de flottabilité sur ladite structure et, d'autre part, le(s) point(s) le plus bas de la(ou des) dite(s) portion(s) inférieure(s), additionné au poids de ladite structure et de(s)dit(s) premier(s) élément(s) de flottabilité, est respectivement supérieure, inférieure ou égale à la poussée d'Archimède s'exerçant sur l'ensemble de ladite structure et desdits premiers éléments de flottabilité (c'est-à-dire le poids du volume d'eau total déplacé).

[0029] Dans un mode de réalisation, le dispositif de stabilisation et de contrôle selon la présente invention comprend un dit élément de liaison est constitué par un câble dont ladite portion inférieure comprend des blocs alourdissants disposés en chapelet sur un dit câble, de préférence des blocs métalliques solidarisés audit câble par sertissage.

[0030] Dans un mode préféré de réalisation, lesdits blocs présentent une forme telle que lorsque ladite portion inférieure pendant dessous lesdits éléments d'accrochage adopte une forme courbe, deux dits blocs disposés côte à côte sont aptes à venir en butée l'un contre l'autre limitant ainsi la courbure dudit câble.

[0031] Plus particulièrement, la courbure dudit câble est limitée de manière à ce que le rayon de courbure minimale desdits câbles au niveau de ladite portion inférieure permette de maintenir une distance minimale entre ledit câble et ladite structure, suffisante pour empêcher tout contact mécanique entre eux lors d'une dite descente ou remontée de ladite structure.

[0032] Plus particulièrement et avantageusement encore, lesdits blocs présentent une partie centrale cylindrique encadrée par deux extrémités tronconiques dont les axes (c'est-à-dire les axes dudit cylindre et des deux extrémités tronconiques venant coiffer ces bases) correspondent à la direction dudit câble lorsque celui-ci est disposé linéairement, deux blocs adjacents étant en contact au niveau desdites extrémités tronconiques le long d'une génératrice desdites extrémités tronconiques dans les parties courbes de ladite portion inférieure.

[0033] Dans un autre mode de réalisation, ledit élément de liaison comprend une chaîne dont ladite portion inférieure comprend des maillons plus lourds que ceux du reste de la chaîne, et de préférence plus volumineux de manière à limiter la courbure éventuelle de la chaîne.

[0034] Avantageusement, lesdits premiers éléments de flottabilité sont disposés le cas échéant au-dessus de ladite structure auxquels celle-ci est suspendue et, le cas échéant, desdits seconds éléments de flottabilité sont intégrés dans la partie supérieure de ladite structure, de préférence intégrés au-dessus desdits éléments d'accrochage de manière à ce que le centre de gravité de l'ensemble de ladite structure et desdits premiers éléments de flottabilité soit situé dessous le centre de poussée s'exerçant sur l'ensemble de ladite structure et desdits premiers éléments de flottabilité, de manière à assurer la stabilité d'ensemble pendant toute la phase d'installation.

[0035] On entend par centre de poussée le point où s'exerce la résultante de la poussée d'Archimède. (Le centre de poussée est le centre de gravité du volume d'eau déplacé par ladite structure).

[0036] Comme mentionné précédemment, ladite structure lourde peut être constituée par tout colis notamment colis lourd, module, outil, ou embase tel que décrit dans la demande de brevet européen au nom de la demanderesse non publiée n° 0435802.6, que l'on souhaite immobiliser à proximité du fond de la mer ou ancrer sur une paroi ou un élément reposant au fond de la mer.

[0037] De préférence, ladite structure est une structure rigide en acier, métal ou matériau synthétique composite renfermant au moins un, de préférence une pluralité de compartiments de flottabilité, de préférence étanches, aptes à recevoir un fluide plus léger que l'eau de mer pour former un dit élément de flottabilité, lesdits compartiments étant équipés chacun d'au moins un orifice de remplissage et de préférence d'au moins un orifice d'évacuation, lesdits compartiments, de préférence étanches, étant de préférence répartis symétriquement dans lesdites parois.

[0038] Dans un mode de réalisation particulièrement avantageux, ladite structure est une structure massive constituée par un réceptacle à base ouverte, en forme de chapeau, comprenant une paroi latérale périphérique surmontée d'une paroi de plafond, apte à venir recouvrir entièrement une épave d'un navire au fond de la mer pour récupérer des effluents polluants s'en échappant, ledit réceptacle comprenant au moins un orifice d'évacuation desdits effluents contenus dans le volume intérieur dudit réceptacle; ledit orifice d'évacuation étant si-

tué de préférence au niveau du plafond du réceptacle.

[0039] Les compartiments, de préférence étanches, sont destinés à être remplis totalement ou partiellement de fluide plus léger que l'eau de mer et constituent donc des compartiments apportant de la flottabilité à la structure constitutive du réceptacle, permettant son remorquage en surface et sa descente au fond de la mer lors de sa mise en place dans des conditions techniques fiables et simples à réaliser, comme il sera explicité plus loin.

[0040] On entend par "répartition symétrique des compartiments dans les parois" que ceux-ci sont disposés symétriquement par rapport à un ou plusieurs plans médians de symétrie dudit réceptacle, ce qui permet, comme il sera explicité ci-après, de faciliter l'équilibrage et le positionnement de la base ouverte dudit réceptacle de façon sensiblement horizontale.

[0041] En général, ledit réceptacle présente un axe longitudinal de symétrie à l'instar desdits navires destinés à être recouverts, et ledit réceptacle présente un plan axial longitudinal vertical de symétrie lorsque la base ouverte du réceptacle est en position horizontale, et plus particulièrement encore, ledit réceptacle présente un deuxième plan transversal vertical de symétrie.

[0042] De manière connue, les parois constitutives dudit plafond sont évasées de manière à définir un espace réduit en partie haute. De même, la paroi latérale, formant la jupe périphérique du chapeau, est également, de préférence, inclinée en forme d'entonnoir évasé, définissant en partie basse la base ouverte dudit réceptacle, de manière à favoriser la remontée et l'accumulation de l'effluent s'échappant de l'épave sous le plafond du réceptacle.

[0043] Dans un mode de réalisation avantageux, le réceptacle représente une coque renversée avec un plan axial longitudinal et des parois de plafond et latérale sont des parois planes contiguës d'inclinaisons différentes et délimitant ainsi des pans coupés ou des bords francs de la coque.

[0044] Dans un mode de réalisation plus particulier encore, le réceptacle présente un plan axial vertical et longitudinal de symétrie (XOZ) et il comprend :

- une paroi de plafond comprenant deux parois longitudinales latérales inclinées par rapport audit plan axial vertical de symétrie dudit réceptacle, de manière à former en section transversale (XOZ) un V reversé, et
- une paroi latérale comprenant :
    - deux parois latérales longitudinales verticales ou inclinées par rapport audit plan axial vertical de symétrie (YOZ), chacune étant contiguë à une dite paroi longitudinale de plafond, et
    - deux parois transversales d'extrémité, verticales ou inclinées, de préférence symétriquement, par rapport à un plan axial transversal vertical de symétrie (YOZ).

[0045] Dans un mode de réalisation avantageux ledit réceptacle est constitué comme une coque de navire renversée à doubles parois, comprenant une structure rigide en acier, métal, de préférence en métal léger tel que l'aluminium ou le titane, ou matériau synthétique composite, lesdits compartiments étanches étant définis par des espaces délimités par lesdites doubles parois et des éléments de structure réunissant les doubles parois.

[0046] On entend donc ici par "double paroi", une paroi constituée d'une paroi interne et d'une paroi externe séparées par des éléments de structure de type poutre formant membrure réunissant lesdites parois interne et externe, elles-même en matériau rigide ou semi-rigide, à savoir en acier, métal, de préférence en métal léger tel que l'aluminium ou le titane ou matériau composite synthétique, par exemple en fibres de verre au sein d'une matrice de type résine polyester ou époxy.

[0047] Dans ce mode de réalisation, les compartiments sont donc formés par les parois interne et externe desdites doubles parois ainsi que les éléments de structure transversaux ou longitudinaux intercalés entre les doubles parois et les réunissant.

[0048] Dans une autre variante de réalisation selon l'invention, la structure rigide des parois constitutives dudit réceptacle est constitué de poutres métalliques ou en acier, assemblées entre elles et entre lesquelles sont incorporés des compartiments étanches, ladite structure étant recouverte, au moins sur une face, de préférence la face externe, par des toiles ou membranes étanches, par exemple en tissu renforcé recouvert d'un matériau thermoplastique, et fixées à ladite structure rigide de manière étanche. Dans ce mode de réalisation, les compartiments étanches sont constitués d'une enveloppe autonome fermée qui est incorporée à l'intérieur de la structure et rendue solidaire de cette dernière.

[0049] Avantageusement encore la structure rigide des parois du réceptacle, est réalisée en béton, de préférence du béton allégé, de préférence par des billes d'argile expansées creuses, béton au sein duquel sont ménagés des volumes creux définissant lesdits compartiments étanches.

[0050] Dans un mode préféré de réalisation, le réceptacle comprend des piliers, de préférence régulièrement répartis sur sa périphérie, dont certains au moins de préférence sont rétractables, lesdits piliers étant aptes à supporter, de manière quasi-isostatique, ledit réceptacle reposant au fond de la mer par l'intermédiaire desdits piliers, le cas échéant déployés, avec de préférence la base ouverte dudit réceptacle en position sensiblement horizontale. Les longueurs desdits piliers, le cas échéant déployés, peuvent être différentes entre elles pour permettre le maintien de ladite base ouverte du réceptacle en position sensiblement horizontale.

[0051] Afin de faciliter la mise en place du réceptacle selon l'invention au fond de la mer, les parois dudit réceptacle sont équipées à l'extérieur :

- des seconds éléments d'accrochage permettant d'y

accrocher des câbles

ou des chaînes permettant la descente dudit réceptacle depuis la surface, et sa mise en place et son ancrage au fond de la mer, et

- de préférence des propulseurs, de préférence encore des propulseurs orientables, permettant le déplacement du réceptacle dans une direction horizontale pour le positionner au-dessus de ladite épave.

[0052] Lesdits seconds éléments d'accrochage peuvent également permettre d'accrocher au réceptacle des flotteurs additionnels.

[0053] En effet, la présente invention a également pour objet un procédé de mise en place d'une structure, notamment d'un réceptacle selon l'invention, pour recouvrir une épave d'un navire au fond de la mer et en récupérer des effluents polluants s'en échappant, caractérisé en ce qu'on réalise les étapes successives dans lesquelles :

1) on remplit totalement ou partiellement desdits compartiments étanches avec un fluide, de préférence plus léger que l'eau de mer, et on adapte le taux de remplissage desdits compartiments étanches de manière à positionner ladite structure, notamment ledit réceptacle en équilibre en immersion à proximité de la surface, notamment à quelques mètres, par exemple à 10 mètres, et

2) on descend ladite structure à sa position immergée voulue, notamment ledit réceptacle à proximité du fond de la mer, au-dessus de l'épave, en contrôlant la descente à l'aide d'un dispositif de stabilisation ou de contrôle de la descente ou de la remontée d'une structure selon l'invention, notamment à l'aide d'une pluralité de câbles déroulés de préférence depuis des treuils à bord de navires en surface, lesdits câbles étant reliés à des longueurs de chaînes lourdes, les chaînes étant elles-même reliées, à leur autre extrémité, à desdits éléments d'accrochage solidaires de ladite structure, de préférence répartis symétriquement sur la périphérie de ladite structure, le poids des longueurs de chaînes pendantes dessous les points d'attaches sur lesdits éléments d'accrochage permettant la descente de ladite structure, et les longueurs desdites chaînes pendantes dessous lesdits points d'attache des éléments au point d'accrochage étant adaptées par déroulement ou enroulement desdits câbles, de préférence autour desdits treuils, de manière à réguler la vitesse de descente du réceptacle et assurer l'équilibrage de la base de ladite structure, notamment la base ouverte du réceptacle sensiblement horizontal pendant la descente, et

3) lorsque ladite structure est en place à sa position voulue, notamment lorsque ledit réceptacle est mis en place au fond de la mer de manière à recouvrir ladite épave, on vidange lesdits compartiments étanches remplis d'un fluide plus léger que l'eau de mer, et on remplit simultanément lesdits compartiments étanches avec de l'eau de mer.

[0054] Avant et/ou après l'étape 1), mais avant l'étape 2) ci-dessus, on peut remorquer, à l'aide de navires, ladite structure, notamment ledit réceptacle flottant en surface, lesdits compartiments étanches étant remplis d'air et flottant entre deux eaux à fleur de la surface ou lesdits compartiments étanches étant entièrement remplis d'un fluide plus léger que l'eau de mer.

[0055] A l'étape 1) ci-dessus, on comprend que le remplissage desdits compartiments étanches, avec un fluide plus léger que l'eau de mer, est réalisé dans les différents compartiments en fonction de leur répartition dans les parois du réceptacle, de manière à ce que la base ouverte du réceptacle reste sensiblement horizontale d'une part et que, d'autre part, le centre de poussée du réceptacle soit sensiblement au-dessus du centre de gravité du réceptacle. Ceci vaut pour le choix des compartiments à remplir ainsi que leur taux de remplissage.

[0056] Avantageusement, à l'étape 1), on apporte de la flottabilité supplémentaire audit réceptacle à l'aide de flotteurs additionnels à l'aide de dits premiers éléments de flottabilité reliés à ladite structure, notamment audit réceptacle, et à l'étape 3), lorsque ladite structure est en position voulue, on libère lesdits flotteurs additionnels.

[0057] Avantageusement encore, après l'étape 1) et avant l'étape 2), lorsque ladite structure arrive en position voulue, notamment ledit réceptacle à proximité de l'épave au-dessus de celle-ci, on réduit les longueurs desdites chaînes lourdes pendantes dessous lesdits éléments d'accrochage et supportées par la structure, de manière à stabiliser ladite structure en suspension, et on réalise l'ancrage dudit réceptacle au fond de la mer, puis on descend complètement lesdites chaînes lourdes pour que l'intégralité de leur poids participe à la stabilisation de ladite structure, notamment dudit réceptacle au fond de la mer.

[0058] On peut récupérer les chaînes lourdes en les déconnectant de leur réceptacle, mais comme explicité ci-après, pour augmenter la stabilité de ladite structure, notamment dudit réceptacle, lesdites chaînes lourdes peuvent être accrochées à leurs deux extrémités aux dits éléments d'accrochage sur ladite structure ou, plus simplement, l'extrémité libre desdites chaînes lourdes peut être posée sur le plafond de ladite structure, notamment dudit réceptacle après accrochage des câbles reliés aux navires de surface, puis les câbles reliés au navire de surface sont décrochés desdites chaînes.

[0059] De préférence, ledit réceptacle, comporte des piliers dont certains au moins sont de préférence rétractables et on déploie le cas échéant lesdits piliers rétractables de manière à ce que ledit réceptacle repose au fond de la mer sur chacun des piliers de manière quasi-isostatique et, de préférence, avec la base ouverte dudit

réceptacle en position sensiblement horizontale.

[0060] Avantageusement, dans le procédé selon l'invention, on positionne le réceptacle dans l'axe au-dessus de l'épave par mise en action de propulseurs montés à l'extérieur du réceptacle et répartis de préférence symétriquement sur sa périphérie.

[0061] Le fluide plus léger que l'eau de mer, de remplissage desdits compartiments étanches, peut être du gazole, de l'huile, de l'eau douce ou un gaz liquéfié plus léger que l'eau de mer tel que du propane, du butane ou de l'ammoniaque, ces gaz restant à l'état liquide à la température de l'eau de mer (2 - 20°C) dès que la pression excède quelques bars.

[0062] Plus particulièrement encore, dans un procédé selon l'invention, à l'étape 1), on remplit lesdits compartiments étanches à l'aide d'un premier fluide plus léger que l'eau de mer et à l'étape 2), on descend ladite structure jusqu'à une profondeur de 30 à 60 mètres correspondant à une pression de 3 à 6 bars à laquelle on injecte un gaz liquéfié sous pression plus léger que l'eau de mer dans lesdits compartiments étanches depuis un navire gazier en surface.

[0063] La mise en oeuvre de gaz liquéfié à titre de fluide plus léger que l'eau de mer permet d'obtenir des fluides de densité à l'état liquide comprise entre 0,55 et 0,7 apportant une flottabilité deux à trois fois plus importante que le gazole (d=0,85) et permettant, ainsi, de mettre en oeuvre des volumes de compartiments étanches considérablement réduits. De plus, en cas d'incident lors de l'installation, ces produits sont beaucoup moins polluants que du gazole ou de l'huile, car ils se dispersent naturellement dès qu'ils arrivent en surface.

[0064] Toujours pour faciliter la descente du réceptacle et éviter la mise en oeuvre de compartiments étanches de trop grand volume, avantageusement dans un procédé de mise en place de réceptacle selon l'invention, on remplit une partie du volume intérieur dudit réceptacle délimitée en partie haute par le plafond dudit réceptacle et en partie basse par une toile ou membrane tendue entre lesdites parois latérales dudit réceptacle, avec un fluide plus léger que l'eau de mer, de préférence de l'eau douce, de manière à créer une flottabilité complémentaire pendant le remorquage du réceptacle en surface et/ou pendant la descente du réceptacle jusqu'au fond de la mer, et, lorsque ledit réceptacle est proche du fond de la mer, on dégage ladite toile ou membrane et on pose le réceptacle au-dessus de l'épave sur le fond de la mer, de préférence par l'intermédiaire de dits piliers le cas échéant déployés, puis on évacue ledit fluide plus léger que l'eau de mer à l'intérieur du réceptacle par ledit orifice supérieur d'évacuation.

[0065] Enfin, la présente invention a également pour objet un procédé de récupération des effluents polluants plus légers que l'eau de mer, contenus dans les cuves d'une épave de navire reposant au fond de la mer dans lequel :

1) on met en place un réceptacle selon un procédé de stabilisation et de contrôle de descente selon l'invention et

2) on recueille les effluents récupérés à l'intérieur dudit réceptacle en évacuant par ledit orifice supérieur d'évacuation.

[0066] Pour recueillir les effluents s'échappant dudit orifice supérieur d'évacuation, on peut mettre en oeuvre une conduite reliée à un navire en surface ou des dispositifs de récupération tels que décrit dans la demande de brevet FR 2 804 935 de la demanderesse ou encore des réservoirs navettes tels que décrits dans la demande européenne non publiée n° 03 358 003.6 de la demanderesse.

[0067] Plus particulièrement, à l'étape 2 du procédé de récupération des effluents mentionnée ci-dessus, on réalise les étapes dans lesquelles

- on descend à vide un dit réservoir navette, et
- on positionne ledit réservoir navette au-dessus dudit réceptacle de façon à ce que son orifice inférieur ouvert soit juste au-dessus dudit orifice d'évacuation dudit réceptacle, et
- de préférence on arrime ledit réservoir navette audit réceptacle, et
- on évacue les effluents dans ledit réservoir navette, et
- une fois rempli, on désolidarise ledit réservoir dudit réceptacle et on remonte ledit réservoir rempli d'effluents en surface.

[0068] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront mieux à la lecture de la description qui va suivre, faite de manière illustrative et non limitative, en référence aux dessins annexés sur lesquels :

la figure 1 est une coupe en vue de côté d'un réceptacle appelé ci-après « sarcophage » en cours de descente vers une épave;

la figure 2 est une coupe en vue de côté d'un réceptacle rigide reposant au fond de la mer et enveloppant intégralement l'épave ;

la figure 3 est une perspective en vue de coupe arrachée, de la structure du sarcophage ;

la figure 4 est une coupe en vue de côté du sarcophage en cours de descente, détaillant le mode de régulation de la descente à l'aide de chaînes lourdes ;

les figures 4a et 4b détaillent le mode de mise en oeuvre variable desdites chaînes lourdes ;

la figure 5 est une coupe en vue de côté du sarcophage en cours de descente, la flottabilité étant pro-

duite par du gazole dans des compartiments étanches intégrés dans ses parois, en combinaison avec de l'eau douce à l'intérieur du volume interne du réceptacle-sarcophage ;

la figure 6 est une coupe en vue de côté du sarcophage, détaillant les orifices de remplissage et de purge des fluides de flottabilité à l'intérieur des compartiments étanches et d'évacuation des effluents contenus à l'intérieur du réceptacle ;

la figure 7 est une coupe en vue de côté d'un sarcophage composé d'une structure porteuse rigide en poutres métalliques, associée à des réservoirs de flottabilité remplis d'un fluide de faible densité intégrés entre celles-ci et fermée par des toiles membranes étanches sur la face externe de la structure ;

la figure 8 est une coupe en vue de côté d'un sarcophage réalisé en béton allégé, et comportant des volumes internes formant des compartiments étanches remplis d'un fluide de faible densité assurant la flottabilité ;

les figures 9a et 9b représentent une coupe en vue de côté d'un sarcophage respectivement en cours de remorquage, ses compartiments de flottabilité étant remplis d'eau de mer 9a, et en 9b, à la verticale de l'épave, lors de la phase de remplissage desdits compartiments de flottabilité par un gaz liquéfié de faible densité;

la figure 10 représente un dit réceptacle muni de pieds ou piliers par l'intermédiaire desquels il peut reposer sur le fond de la mer.

la figure 11a est une vue de côté d'un réservoir navette stabilisé dans sa remontée par un câble de liaison alourdi par des blocs solidaires de ce dernier et jouant aussi le rôle de limiteur de courbure,

les figures 11 b et 11 c représentent des états similaires à celui de la figure 11 a, le réservoir navette étant en phase de remontée sur la figure 11 b et en descente sur la figure 11 c,

la figure 11d représente le détail de deux blocs 31 en contact, lorsque ledit câble de liaison est courbé,

la figure 12 représente un réservoir navette coopérant avec la paroi supérieure d'une structure du type sarcophage pour en récupérer le pétrole s'écoulant d'un navire échoué et confiné sous le sarcophage ;

la figure 13 représente la descente d'un dispositif d'ancrage et perçage, contrôlé par une chaîne de stabilisation selon l'invention et des éléments de flottabilité.

[0069] Dans la figure 1, on a représenté la coque d'une épave ou une paroi de cuve 6 reposant sur le fond de la mer 7 remplie d'hydrocarbure 8 dont la densité est inférieure à l'eau de mer. Ledit hydrocarbure se trouve confiné dans la partie haute de la cuve ou de l'épave 6, la partie basse étant, quant à elle, remplie d'eau de mer. Le navire 6 possédant en général de multiples ouvertures fermées hermétiquement au niveau du pont, des fuites pourront se produire dès lors que cette étanchéité viendrait à être dégradée de par la déformation ou la rupture de la coque lors du naufrage.

[0070] Un réceptacle 1 rigide selon l'invention appelé ci-après "sarcophage" constitué d'une structure rigide est descendu depuis la surface sous le contrôle de câbles 12 reliés à des navires 20 à positionnement dynamique situés en surface, comme montré sur les figures 1 et 2.

[0071] Le réceptacle 1, décrit sur les figures 1 à 3, présente un plan axial vertical et longitudinal de symétrie (XOZ) et comprend :

- une paroi de plafond 3, 3a, 3b) comprenant deux parois longitudinales latérales 3a, 3b inclinées par rapport audit plan axial vertical de symétrie dudit réceptacle, de manière à former en section transversale (YOZ) un V reversé, et
- une paroi latérale 2 comprenant :
  - deux parois latérales longitudinales 2a, 2b verticales ou inclinées par rapport audit plan axial vertical de symétrie (XOZ), chacune étant contiguë à une dite paroi longitudinale de plafond 3a, 3b, et
  - deux parois transversales d'extrémité 2_1, verticales ou inclinées, de préférence symétriquement, par rapport à un plan transversal vertical de symétrie (YOZ).

[0072] Comme détaillé sur la figure 3, le sarcophage 1 est constitué d'une coque en configuration renversée, ladite coque étant étanche et à doubles parois constituant ainsi des compartiments étanches 4, de préférence une multitude de compartiments étanches en continuité les uns des autres. La structure est constituée de membrures transversales 4_3, ajourées ou pleines au sein d'un même compartiment étanche, et associées à des membrures longitudinales ajourées ou pleines 4_6. Sur la figure 3, on montre dans une section transversale éclatée correspondant au plan YOZ, une moitié droite de double paroi 3b de plafond, plane, inclinée par rapport à l'horizontale, par exemple de 10 à 20 °, mais pouvant être horizontale, et lorsqu'elle est inclinée formant un plafond en configuration de V renversé avec l'autre moitié de double parois de plafond 3b. Chaque paroi longitudinale de plafond 3a, 3b se raccorde par son bord inférieur à une double paroi latérale 2a, 2b, plane, verticale ou inclinée par rapport à la verticale, notamment de 5 à 20°, de préférence selon une inclinaison moindre que lesdites parois longitudinales de plafond incliné. Les deux extré-

mités du sarcophage 1 selon l'axe longitudinal XX' sont fermées par des doubles parois d'extrémité 2, 2a, 2_1 assurant la jonction entre les bords d'extrémité des doubles parois latérales 2a, 2b et des doubles parois du plafond 3, 3a, 3b et lesdites parois latérales d'extrémité 2_1 étant perpendiculaires à l'axe longitudinal XX'. La partie basse est entièrement libre, de manière à ce que le sarcophage puisse venir couvrir, telle une cloche, l'épave 6 à confiner.

[0073] Les volumes compris à l'intérieur des diverses doubles parois 2_1, 2, 2a, 2b et 3, 3a, 3b et délimités par les parois interne et externe et les membrures 4_3, 4_6 pleines forment des compartiments étanches vis à vis de l'extérieur, ce qui permet de les remplir d'un fluide de densité inférieure à l'eau de mer, ledit fluide jouant alors le rôle de flotteur et venant compenser le poids propre de la structure rigide du réceptacle sarcophage 1.

[0074] Ladite coque constitutive du sarcophage est avantageusement construite au sec dans une darse, puis, les compartiments étanches 4 compris à l'intérieur des doubles parois 2_1, 2, 2a, 2b et 3, 3a, 3b sont obturés de manière étanche. Après remplissage de la darse, le sarcophage 1 flotte et dépasse largement le niveau de l'eau, du fait que lesdits compartiments 4 sont remplis d'air. En cas de risque d'instabilité à cette étape, on rajoute avantageusement un lest temporaire en partie basse.

[0075] Le sarcophage 1 est alors remorqué vers des eaux profondes où l'intégralité des compartiments 4 constituant les volumes de flottabilité, est rempli du fluide de flottabilité, par exemple du gazole dont la densité est voisine de 0.85. Le volume de flottabilité est avantageusement ajusté pour que le sarcophage soit en équilibre entre deux eaux, l'équilibre d'ensemble étant éventuellement assuré par des flotteurs additionnels 19 capables de résister à la pression de fond, c'est à dire environ 350 bars pour 3500 m de profondeur. Lesdits flotteurs additionnels 19 peuvent être réalisés à l'aide de mousse syntactique, c'est à dire de micro-sphères de verre emprisonnées dans un liant de type résine époxy ou polyuréthanne, mais ils sont avantageusement constitués d'une enveloppe rigide ou souple remplie d'un gaz liquéfié, par exemple du butane ou du propane, comme il sera expliqué ci-après.

[0076] Le sarcophage 1 est alors remorqué vers le site, puis, une fois sur place, au moins deux, de préférence quatre navires 20 se connectent aux extrémités du sarcophage 1, de la manière suivante.

[0077] Chacun des navires 20 comporte un treuil 12_1 muni d'un câble 12, de préférence en acier, dont la longueur est supérieure à la profondeur d'eau, par exemple 130% de ladite profondeur d'eau. L'extrémité dudit câble 12 est reliée à une longueur de chaîne lourde 13, par exemple 100 m de chaîne de 6" diamètre, l'extrémité de ladite chaîne étant reliée à une poutre renforcée 10 constituant un élément d'accrochage solidaire de la structure et débordant du sarcophage 1, comme explicité dans les figures 1-4-5-8.

[0078] Les chaînes lourdes 13 ont un effet auto-régulateur lors de la descente du sarcophage vers le fond de la mer 7 et leur fonctionnement est expliqué sur les figures 4, 4a et 4b.

[0079] Sur la figure 4, le câble 12 est en position intermédiaire et forme une courbe en double chaînette, une partie du poids de chaîne 13 (F) étant supportée par le sarcophage, l'autre portion de la chaînette étant supportée via le câble 12 directement par le navire 20 de surface. Ainsi, le sarcophage est maintenu en équilibre entre deux eaux sous l'effet de cette force F.

[0080] Lorsque le treuil 12_1 du navire 20 de surface enroule du câble 12, il remonte la chaîne 13 comme indiqué sur la figure 4a, ce qui a pour effet de réduire le poids de la chaîne porté par le réceptacle à F_{min}, car alors, l'intégralité du poids de la chaîne est supporté par le navire 20 de surface : le sarcophage 1 présente alors un poids apparent dans l'eau plus faible et il remonte pour se rapprocher d'une position d'équilibre selon la figure 4 et s'y stabiliser.

[0081] Inversement, lorsque le treuil 12_1 du navire 20 de surface dévire du câble 12, il abaisse la chaîne 13 comme indiqué sur la figure 4b, ce qui a pour effet d'augmenter le poids apporté par la chaîne jusqu'à F_{max}. Le sarcophage 1 présente ainsi un poids apparent dans l'eau plus important et il coule pour se rapprocher de sa position d'équilibre selon la figure 4 et s'y stabiliser.

[0082] Ainsi dans tous les cas, la configuration des chaînes 13 en double chaînette a un effet auto régulateur sur la position du sarcophage lors de la descente. Mais, il convient cependant de synchroniser de manière très précise le dévirage des câbles 12 de tous les treuils 12_1 impliqués dans la manoeuvre, pour que le sarcophage 1 effectue sa descente en restant sensiblement horizontal. De plus les navires 20 doivent rester à une distance sensiblement constante de l'axe du réceptacle et de préférence, deux navires 20a et 20b reliés à des éléments d'accrochage opposés 10 (figure 1) doivent être situés sensiblement dans un plan vertical passant par les points d'attache des chaînes 13 sur les poutres 10 du sarcophage 1, ce qui implique l'utilisation avantageuse de navires à positionnement dynamique utilisant un système de radiolocalisation de type GPS.

[0083] La descente du sarcophage 1 s'effectue, de préférence de manière continue jusqu'à une distance proche de l'épave 6, par exemple jusqu'à 50 m du fond. Puis, le sarcophage est positionné à l'axe de l'épave 6 et orienté dans la bonne direction par simple mouvement d'ensemble des navires 20 de surface. Lesdits mouvements des navires 20 ont un effet retardé de quelques minutes à quelques dizaines de minutes, sur les mouvements correspondants du sarcophage situé à quelques milliers de mètres plus bas. Pour faciliter la manoeuvre, on installe avantageusement des propulseurs orientables 16, de préférence aux extrémités de la structure, plus particulièrement aux quatre angles du plafond, lesdits propulseurs 16 étant alimentés par un ombilical 16_1 de puissance et de contrôle relié à un navire 20 en surface.

[0084] Dans une variante illustrée sur les figures 1 et 2, on installe des treuils 14_1 sur les parois périphériques latérales du sarcophage, et, lorsque ledit sarcophage 1 est proche de l'épave, un ROV 22,véhicule sous-marin automatique piloté depuis la surface, connecte des câbles 14 desdits treuils 14_1 à un ancrage 15_1, 15_2 préinstallé à proximité de l'épave, par exemple une ancre à succion 15_1, ou un corps mort 15_2.

[0085] Après mise en place finale du sarcophage, les chaînes lourdes sont reposées sur le fond de la mer 7 comme illustré sur la figure 2, puis les flotteurs additionnels 19 sont décrochés au moyen du ROV 22, ces derniers remontent alors librement en surface où ils sont récupérés. On prend soin d'équiper chacun d'eux d'une balise acoustique, ce qui permet de suivre leur remontée à l'aide des sonars des navires 20 et de déplacer en conséquence les navires pour éviter toute collision quand ils font surface. Le sarcophage 1 est alors stable au fond, mais on améliore encore sa stabilité en récupérant la cargaison de flottabilité, par exemple le gazole, comme explicité sur la figure 2. A cet effet, on connecte depuis la surface, à l'aide du ROV 22, une conduite 23, de préférence flexible, de préférence en configuration de S, à un orifice muni d'une vanne d'isolation 4_4, situé dans la partie haute du compartiment 4, ayant pris soin d'ouvrir préalablement une vanne 4_5 située dans la partie basse du même compartiment 4 et laissant pénétrer l'eau de mer, au fur et à mesure de la remontée du fluide de flottabilité vers la surface.

[0086] Après vidange des compartiments de flottabilité 4, les vannes supérieures 4_4, au moins, sont refermées et le sarcophage présente alors son poids maximal qui lui assure une grande stabilité, même en cas de fuites importantes au niveau de l'épave. Les effluents, s'échappant de l'épave au niveau desdites fuites, viennent se rassembler dans la partie haute du volume interne du sarcophage, créant ainsi une flottabilité significative, mais grandement inférieure à celle du fluide des compartiments 4, en général du gazole de densité 0.85. En effet, dans le cas de pétroles bruts très visqueux, la densité est en général supérieure à 0.95 et se rapproche souvent de 1,02 , ce qui crée une flottabilité faible et ne risque pas de déstabiliser le sarcophage.

[0087] Après vidange des compartiments de flottabilité 4, on peut récupérer les chaînes, mais si l'on souhaite améliorer la stabilité du sarcophage, on relève avantageusement les chaînes 13 que l'on suspend par leur deuxième extrémité à la potence supportant déjà la première extrémité, ou encore on les relève et on les dépose simplement sur le toit du sarcophage, de manière à ce que l'intégralité de leur poids participe à la stabilisation dudit sarcophage.

[0088] En augmentant la distance entre les doubles parois délimitant les compartiments 4 et en utilisant des métaux légers, par exemple de l'aluminium pour la structure, on remplacera avantageusement le gazole par de l'eau douce pour jouer le rôle de fluide de flottabilité.

[0089] En effet, l'eau de mer ayant une densité d'environ 1,026 en surface et de 1,045 vers 4000 m de fond et à 3°C, l'eau douce ayant, quant à elle, une densité de 1 en surface et de 1,016 vers 4000 m de fond et à 3°C, la flottabilité apportée par l'eau douce par m^3, varie ainsi de 26kgf en surface à 29 kgf à 4000 m de profondeur. Le volume global des compartiments 4 de l'exemple suivant permet d'équilibrer le poids propre déjaugé de la structure du sarcophage décrit ci-après. Un sarcophage à parois en aluminium de 180 m de longueur, de 40 m de largeur et de 35 m de hauteur, avec une distance de 3 m entre parois interne et externe des doubles parois, représente une masse d'aluminium de 3000 tonnes, c'est à dire un poids déjaugé dans l'eau de mer de 1850 tonnes. Le volume global des compartiments est de 73125 m3, ce qui donne une flottabilité de 1480 tonnes lorsqu'ils sont remplis à 75% d'eau douce. On installe une flottabilité complémentaire de 470 tonnes sous la forme de flotteurs répartis le long de la structure et les chaînes stabilisatrices pour la descente sont constituées de quatre longueurs identiques de chaîne de pesant chacune 50 tonnes, chacune d'elles étant installée à un angle du sarcophage.

[0090] Dans le cas d'un sarcophage de mêmes dimensions réalisé en acier, il est nécessaire d'utiliser un fluide présentant une plus faible densité que l'eau douce, par exemple du gazole et le volume global des compartiments de flottabilité nécessite une distance entre parois interne et externe de 2,5 m. Le sarcophage représente alors une masse de 7500 tonnes, c'est à dire un poids déjaugé dans l'eau de mer de 6300 tonnes. Le volume global des compartiments est de 60200 m3, ce qui donne une flottabilité de 6320 tonnes lorsqu'ils sont remplis à 70% d'un fluide de densité 0.85, par exemple du gazole. Les flotteurs complémentaires (280T) et les chaînes stabilisatrices (50T x4) restant les mêmes que dans le cas du sarcophage aluminium.

[0091] Dans une version avantageuse illustrée sur les figures 5 et 6, on installe avantageusement une toile ou membrane horizontale 21 tendue entre les parois latérales 2, 2a, 2b et 2_1, de manière à isoler la partie supérieure du volume intérieur du sarcophage, partie supérieure que l'on remplit avantageusement d'eau douce. Ceci crée une flottabilité complémentaire participant ainsi à la flottabilité d'ensemble du sarcophage, ce qui permet de réduire d'autant le volume de fluide principal de flottabilité, tel le gazole, utilisé pour remplir les compartiments 4 internes à la structure du sarcophage. A titre d'exemple, dans les deux cas illustrés précédemment, une membrane située à mi-hauteur permet de confiner un volume d'eau douce de 126000 m^3, ce qui apporte une flottabilité globale de 3400 tonnes et permet de réduire d'autant la flottabilité des compartiments, surtout dans le cas de la structure acier, donc les volumes de gazole. De plus, dans les zones de la structure qui ne sont pas des compartiments de flottabilité, il est alors possible de simplifier la structure et d'en réduire son poids en supprimant localement l'une des parois, de préférence la paroi interne. Cette membrane 21 est fixée

mécaniquement aux parois, par exemple à l'aide de sangles. Il n'est pas nécessaire que la liaison soit parfaitement étanche, car le rôle de ladite membrane 21 est principalement d'éviter qu'au cours du remorquage sur site, les remous créée par le courant, ne fassent se mélanger l'eau douce et l'eau de mer, et donc d'éviter de perdre rapidement une grande partie de ladite eau douce par dispersion dans l'eau de mer et, par la même, de perdre une grande partie de la flottabilité de l'ensemble de la structure. Après descente du sarcophage 1 au plus près de l'épave 6 et avant sa pose au fond de la mer, la membrane 21 est dégagée, soit au moyen du ROV 22, soit à l'aide de systèmes de déverrouillage automatiques de type vérin hydraulique ou boulon explosif, puis le sarcophage est descendu en position finale sur l'épave. En fin d'installation, un orifice supérieur d'évacuation 9 au plafond du sarcophage est avantageusement ouvert de manière à ce que l'eau douce puisse s'échapper et que la stabilité du sarcophage soit optimale. Après évacuation de l'eau douce, ledit orifice supérieur 9 est fermé de manière à recueillir les éventuelles fuites en provenance de l'épave.

[0092] Ce même orifice supérieur 9 est avantageusement utilisé pour récupérer les effluents 8 qui s'échappent de l'épave 6 dans le temps, et viennent se rassembler en partie haute du volume intérieur du sarcophage sous son plafond 3, 3a, 3b. En venant se connecter sur cet orifice supérieur 9 et après avoir ouvert la vanne d'isolation, on transfère avantageusement le pétrole 8 accumulé depuis la précédente campagne d'intervention, soit au moyen d'une conduite 23 reliant l'orifice supérieur 9 jusqu'à un navire de récupération situé en surface, soit en utilisant un dispositif de récupération entre le sarcophage et le navire en surface, par exemple un dispositif tel que décrit dans la demande de brevet FR 2 804 935 ou encore un dispositif du type navette tel que décrit dans la demande non publiée de brevet européen n° 03 358 003.6.

[0093] Dans une version de l'invention illustrée sur la figure 7, on réalise une structure porteuse de type hangar, constituée de poutres métalliques ou en acier 24 assemblées entre elles par soudage ou boulonnage, et l'on y incorpore des compartiments étanches, répartis de manière continue ou non, soit sur les parois latérales 2, 2a, 2b, soit en toiture 3, 3a, 3b ou en combinaison des deux. L'ensemble de la structure est rendu étanche vis à vis d'un fluide tendant à s'échapper naturellement vers le haut, par des toiles ou membranes 25 fixées à l'extérieur de la structure et contre celle-ci de manière étanche, de manière à recueillir toutes les fuites de l'épave et les diriger vers le point haut où elles seront stockées en attendant d'être récupérées, soit au moyen d'une liaison fond-surface 23, soit au moyen de dispositif de récupération ou la navette comme explicité précédemment.

[0094] Dans une version de l'invention illustrée sur la figure 8, la structure du sarcophage est réalisée en béton allégé 26, armé et précontraint, et comporte des compartiments 4 que l'on remplit de la même manière que précédemment, d'un fluide de densité inférieur à celui de l'eau de mer. Le béton 26 est avantageusement réalisé à partir de granulats légers, tels, par exemple, des argiles expansées, associées à des mortiers à haute résistance, ce qui leur confère un excellent comportement à grande profondeur, même par des profondeurs de 3000 à 4000 m, voire plus. En effet, les argiles expansées sont sensiblement de forme sphérique et présentent des vides remplis d'air ou de gaz, ce qui leur assure une faible densité ; pris au sein d'une matrice constituée de mortier à haute résistance, c'est la matrice proprement dite qui assure la résistance d'ensemble. Lorsque la structure est soumise à une très forte pression, par exemple la pression de 400 bars régnant à environ 4000 m de profondeur, l'eau migrera dans le temps au sein de la masse de béton puis envahira petit à petit les granulats d'argile expansée, ce qui aura pour effet d'augmenter considérablement le poids apparent du sarcophage. Ce processus de migration étant relativement lent ne présente pas d'inconvénient lors de l'installation, car, après remorquage sur site, l'opération critique de descente dudit sarcophage, depuis la surface, jusqu'à sa position finale reposant sur le fond au-dessus de l'épave, représente une durée maximale de 12 à 24 heures. Une fois en place, le poids propre du sarcophage augmente de jour en jour, ce qui en augmente la stabilité, le phénomène de migration de l'eau se poursuivant sur plusieurs semaines, voire plusieurs mois. Pour retarder les phénomènes de migration d'eau vers les granulats poreux, on recouvre avantageusement l'intégralité des parois de la structure béton en contact avec l'eau, d'une couche de peinture de type élastomère, créant ainsi une barrière d'étanchéité efficace. Cette couche est avantageusement appliquée aussi à l'intérieur des compartiments de flottabilité intégrés à la structure béton, pour minimiser la migration du fluide de flottabilité vers lesdits granulats.

[0095] On utilise avantageusement un fluide de densité très faible, ce qui diminue d'autant le volume global des compartiments de flottabilité. A cet effet on utilise avantageusement du butane, du propane, de l'ammoniac, ou tout autre composé gazeux similaire dont la densité à l'état liquide est comprise entre 0.55 et 0.70. Ces composés sont gazeux à la pression atmosphérique et à la température de 20°C, mais se liquéfient dès lors qu'on les comprime à quelques bars. Il est ainsi très avantageux de les utiliser comme fluide de flottabilité car leur rendement (flottabilité par m^3 de fluide) est beaucoup plus intéressante que le gazole ou que l'eau douce, mais le remplissage des compartiments doit être effectué de manière particulière pour éviter tout risque d'incident et d'accident.

[0096] A cet effet, on procède comme suit : après construction, on extrait de la darse le sarcophage, les compartiments 4 étant vides, puis on les remplit d'eau de mer et l'on assure la flottabilité de l'ensemble à l'aide de barges 27, de préférence deux ou quatre barges, flottant en surface, comme illustré sur la figure 9a, le sarcophage étant relié à chacune desdites barges 27 par un

câble 28 relié à un treuil 28_1, en association avec un compensateur de pilonnement 29 visant à éviter les ruptures de câble 28. L'ensemble est alors remorqué sur site, puis, comme explicité sur la figure 9b, on descend le sarcophage jusqu'à une profondeur de 30 à 60 m, correspondant à une pression de 3 à 6 bars, pression à laquelle le gaz, que l'on va injecter dans les compartiments 4, est liquide. On descend alors, puis l'on connecte, une conduite 23 au point haut 4_4 des compartiments de flottabilité et l'on injecte sous pression le gaz liquide stocké à bord d'un navire gazier spécialisé 31, connus de l'homme de l'art. L'orifice inférieur 4_5 du compartiment étant ouvert, le gaz liquéfié chasse l'eau de mer qui s'y trouve, et remplit peu à peu l'intégralité du compartiment 4. En fin de remplissage, la vanne supérieure 4_4 est fermée de manière étanche. Lorsque tous les compartiments sont pleins, les barges 27 utilisées lors du remorquage peuvent être libérées après déconnexion des câbles de retenue 28. Le sarcophage est alors prêt à être descendu comme explicité précédemment. Sur la figure 9b, le compartiment de droite est plein de gaz à l'état liquide, alors que le compartiment de gauche est en cours de remplissage, l'eau de mer s'échappant par la vanne inférieure 4_5, laquelle est en position ouverte.

[0097] En fin d'installation, on peut se contenter d'ouvrir légèrement l'orifice supérieur 4_4 situé au sommet de chacun des compartiments de flottabilité, ce qui laisserait s'échapper le gaz sous forme liquide : il remonte alors naturellement vers la surface, d'abord sous forme liquide, pour finalement se gazéifier en surface et se diluer dans l'atmosphère. Ces gaz sont sans danger pour l'environnement et les personnels, dans la mesure où les quantités instantanées sont raisonnables, c'est à dire représentent quelques dizaines, voire quelques centaines de kilogrammes par heure, mais on préfère récupérer la cargaison de gaz liquéfié. A cet effet, on installe une liaison fond-surface 23, comme déjà explicité sur la figure 2, liaison qui relie l'orifice supérieur 4_4 des compartiments au navire gazier et qui permet de récupérer la quasi intégralité de la cargaison de gaz dans un temps très réduit, car le gaz sous forme liquide est extrêmement fluide et la pression différentielle entre le fond et la surface est très élevée, surtout si l'épave se trouve à une profondeur de 3000 ou 4000 m.

[0098] Dans chacune des variantes de l'invention décrites précédemment, on positionne et on dimensionne les compartiments étanches de manière à respecter les règles de l'art de la construction navale, et en particulier la règle dite du p-a et qui consiste à maintenir le centre de poussée verticale dû à la flottabilité, au-dessus du centre de gravité de la structure. Il est d'usage de considérer que pour une valeur ρ-a > 1 m, la structure est considérée comme stable et donc ne risque de se renverser en pivotant autour de son axe XX'. A cet effet, on ajoutera avantageusement des flotteurs externes 19 situés de préférence au-dessus de la structure du sarcophage et, éventuellement, des lests en partie basse.

[0099] Dans chacune des variantes de l'invention, on a décrit une structure qui recouvre intégralement l'épave jusqu'au sol, mais on reste dans l'esprit de l'invention en considérant une structure distante de quelques mètres du sol et reposant alors sur des pieds constitués de piliers munis en partie basse de platines d'assise, de manière à limiter la pénétration dans le sol. Cette disposition permet avantageusement d'accéder à l'épave par-dessous le sarcophage au moyen d'un ROV 22 pour effectuer des inspection ou encore pour manoeuvrer des vannes, percer des trous pour libérer le pétrole brut en vue de le récupérer, ou encore de placer des explosifs brisants en vue de créer aussi des ouvertures localisées sur l'épave.

[0100] Ainsi, dans une version préférée de l'invention représentée sur la figure 10, le sarcophage est muni, à chacun de ses angles, d'un poteau 40 équipé d'une semelle d'appui 40_1, de manière à ce que la structure ne repose pas directement sur le sol et en reste écarté, par exemple de deux mètres, pour laisser un accès, sur toute la périphérie, au ROV 22 pour les opérations d'inspection et d'intervention. Etant donné les dimensions considérables de la structure, on installe avantageusement des poteaux intermédiaires 41 sur chacune des faces, qui lors du transport et de la descente du sarcophage, sont en position rétractée haute 41a. Ainsi, dès que le sarcophage a été descendu sur l'épave et repose sur le sol, il ne repose que sur ses poteaux d'angle 40, ce qui lui confère une assise quasi-isostatique. A ce stade, la flottabilité étant toujours maximale au niveau des compartiments et flotteurs additionnels, le poids apparent de la structure est faible et ladite structure est capable de résister. Le ROV intervient alors sur chacune des jambes et actionne les verrous 42 pour libérer les poteaux qui, de par leur poids propre, passent de la position rétractée haute 41 a à la position déployée basse 41 b ; le ROV actionne alors à nouveau les verrous 42 de manière à rendre solidaires lesdits poteaux de ladite structure de sarcophage. En actionnant ainsi chacun des poteaux pour les faire passer de la position rétractée à la position déployée et en les verrouillant dans cette position, on améliore radicalement l'assise de la structure du sarcophage, et ce, quelque soit la nature du sol et les obstacles présents sous chacun desdits poteaux. On évite ainsi que certains poteaux restent en l'air alors que, sur d'autres, se concentre une trop grand portion de la charge globale, risquant de conduire à des endommagements importants voire à la ruine de l'ouvrage. Cette disposition permet ainsi d'avoir un appui quasi-isostatique sur toute la surface par l'intermédiaire d'un nombre considérable de poteaux et ce, quelque soit la nature du sol et des obstacles rencontrés. Une fois tous les poteaux déployés, on peut purger tous les compartiments de leur flottabilité propre et la structure présente alors un poids maximal et repose en sécurité sur un sol qui peut être fortement non uniforme.

[0101] On a décrit les compartiments de flottabilité avec un orifice supérieur et un orifice inférieur équipés d'une vanne d'isolation, mais on reste dans l'esprit de l'invention si l'on considère des compartiments dont la

partie basse reste ouverte, le fluide de flottabilité restant en place par la simple différence de densité.

[0102] Dans le cas de compartiment de flottabilité comportant un orifice inférieur équipé d'une vanne, on préfèrera garder lesdites vannes fermées pendant les phases de remorquage vers le site, mais on les ouvrira avantageusement pendant la phase de descente vers la fond, de manière à ce que les variations de volume du fluide de flottabilité dues à la pression et à la température ambiante, n'engendrent pas des déformations inacceptables de la structure desdits compartiments, risquant alors d'endommager la structure du sarcophage.

[0103] On installe avantageusement des ouvertures carrées de 2 ou 3 m de largeur à mi-hauteur des parois latérales 2, 2a, 2b, 2_1, de manière à faciliter l'accès des ROV 22 pour les interventions précédemment citées. Ces ouvertures sont avantageusement fermées, en temps normal, par un volet rabattant articulé et verrouillé de manière étanche, afin d'éviter toute perte de produits polluants en provenance de l'épave.

[0104] Sur les figures 11 a à 11 d et 12 est représenté un réservoir navette 32 du type servant à récupérer des effluents depuis une épave au fond de la mer par descente et remontée dudit réservoir-navette respectivement vide et plein entre la surface et le fond de la mer. Le réservoir-navette 31 est constitué d'une paroi latérale 34 souple et étanche, par exemple en tissus plastifié armé à forte résistance, solidaire dans la partie haute d'un dôme 3 à section horizontale circulaire et à profil en section vertical en forme d'obus réalisé dans un matériau résistant et rigide, de préférence en matériau composite, et solidaire dans la partie basse d'un fond 35, plan, plein, résistant et rigide, de préférence circulaire, lui aussi de préférence en matériau composite, de manière à représenter un poids apparent dans l'eau minimal, tout en garantissant une rigidité et une résistance extrême. Ledit fond 5 est percé en son centre d'un orifice principal 35_1 et est équipé d'une vanne, de préférence à passage intégral, par exemple de type à guillotine, cette dernière étant équipée d'une bride. Un orifice complémentaire latéral de diamètre plus faible est muni d'une vanne 35_2, permettant ainsi les échanges d'eau de mer entre l'intérieur du réservoir navette et le milieu marin, et en particulier lors du remplissage du réservoir par le pétrole, à l'eau de mer de s'échapper.

[0105] Le dôme 33 et le fond 35 peuvent présenter un diamètre de 5 à 10 m, le dôme 3 une hauteur de 2 à 5 m et la paroi latérale 4, une fois dépliée, une hauteur de 10 à 50 m.

[0106] On ajuste avantageusement le poids apparent dans l'eau du réservoir navette 32 en intégrant dans la partie la plus haute du dôme 3, de la flottabilité, par exemple de la mousse syntactique 3_1, constituée de microsphères de verre enrobées dans des résines époxy, polyuréthanne ou autres.

[0107] Ainsi, le réservoir navette 32 est descendu vers l'épave ou cuve 6, ou encore vers un sarcophage 1 posé au-dessus d'une dite épave ou cuve, en position ramassée, et présente un poids apparent dans l'eau très faible et qui peut être ajusté en positif comme en négatif, ce qui facilite son installation directement par un ROV (sous-marin automatique piloté depuis la surface et muni de bras manipulateurs).

[0108] La figure 11a illustre la remontée du réservoir navette 32 est contrôlée par un câble de liaison 12 dont une partie de sa portion inférieure 13 est alourdie, par exemple, par des blocs métalliques 31 solidarisés audit câble 30 par un sertissage en 31_1 en chapelet comme des perles sur un câble.

[0109] Telles que représentées sur la figure 11 d, ces perles 31 ont un corps central cylindrique prismatique ou de révolution et, des extrémités tronconiques telles que lorsque l'on courbe le câble, lesdites extrémités tronconiques des deux perles adjacentes viennent alors en butée l'une contre l'autre en 31_2, limitant ainsi le rayon de courbure local à une valeur supérieure à R_0. Ainsi, le câble de liaison 12 étant accroché au réservoir navette 2 sur le dit premier point d'attache 36 en partie basse du réservoir, descend vers le bas puis s'écarte en arc de cercle de rayon R_0, pour remonter enfin verticalement ou en configuration de chaînette à une distance d'environ au moins $2R_0$ de la paroi latérale 4 dudit réservoir navette, évitant ainsi tout contact mécanique lors de la remontée, ce qui permet d'éviter de l'endommager par frottement.

[0110] Sur la figure 11a, la flottabilité du réservoir navette rempli d'hydrocarbures F_v , qui correspond à la poussée d'Archimède s'exerçant sur le réservoir et sa cargaison, est compensée par le poids du câble jusqu'au point de tangence horizontale correspondant à la perle 31_i, additionné du poids des perles 31 g entre le réservoir et la perle 31i la plus basse, c'est à dire 8.5 perles sur la figure 11a, le poids de l'ensemble P_e correspondant alors à un équilibre du système.

[0111] A titre d'exemple pour illustrer la figure 11 a, le réservoir navette d'un volume de 250 m3 d'un pétrole de masse volumique 1011 kg/m^3, dans une eau de mer à 3°C de masse volumique 1045 kg/m^3, possède une flottabilité d'environ 8.5 tonnes.

[0112] Chacune des perles du dispositif d'équilibrage 30-31 a alors un poids dans l'eau d'environ 1 tonne.

[0113] Sur la figure 11 b, l'extrémité supérieure du câble de liaison 12, reliée à un treuil installé à bord d'un navire de surface (non représenté) est relevée, ce qui a pour effet d'amener la perle 31_g de la figure 11 en position horizontale basse, réduisant de ce fait le nombre de perles pesant sous le réservoir à 6.5 perles, le poids d'ensemble s'opposant à la poussée Fv étant alors réduit à P-. La résultante F_v + P- est alors positive vers le haut et le réservoir navette peut remonter jusqu'à ce que l'équilibre des forces de la figure 10 soit atteint.

[0114] De même, dans la figure 11 c, l'extrémité supérieure du câble de liaison 12 est dévirée, ce qui a pour effet d'amener la perle 31_k en position horizontale basse, augmentant de ce fait le nombre de perles pesant sous le réservoir à 10.5 perles, le poids d'ensemble étant alors

égal à P+. La résultante F_v + P+ est alors positive vers le bas et le réservoir navette peut redescendre jusqu'à ce que l'équilibre des forces de la figure 11 a soit atteint.

[0115] Ainsi, le dispositif de stabilisation selon l'invention présente un effet stabilisateur pour la remontée du réservoir navette. Lorsque le navire de surface bouge de manière excessive sous l'effet de la houle ou s'écarte de la verticale de la position du réservoir navette, les mouvements n'ont d'effet instantané que sur la zone des perles entourant les perles 31_g à 31_k, la perle 31_i correspondant à la valeur moyenne des oscillations.

[0116] Ainsi, pour contrôler la remontée du réservoir navette 32, il suffit d'enrouler le câble de liaison sur le treuil situé à bord du navire de surface 20 à une vitesse compatible avec la remontée naturelle de ladite navette, ladite navette cherchant toujours naturellement à reprendre sa position d'équilibre illustrée sur la figure 11 a. En cas de difficultés, il suffit de ralentir ou de stopper l'enroulement sur le treuil, le réservoir navette retrouvant alors de manière quasi immédiate sa position d'équilibre, en attendant un nouveau mouvement du treuil.

[0117] La figure 12 représente un réservoir navette 32 installé à la verticale d'un dispositif d'évacuation 9 équipé d'une vanne prévue sur la paroi supérieure d'un sarcophage 1 auquel il est relié par une liaison 50. Lorsque la vanne est en position ouverte, elle laisse passer du pétrole brut accumulé dans ledit sarcophage après s'être écoulé des cuves du navire 6. Ainsi, il peut être recueilli dans le réservoir navette, lequel peut remonter en surface une fois rempli et rupture du lien 50, la remontée en surface se faisant sous le contrôle d'un dispositif de stabilisation et de contrôle des remontée et de descente selon l'invention. Le sarcophage 1 est équipé d'un dispositif de stabilisation et de contrôle selon l'invention avec des éléments de liaison 12 constitués de câbles dont la portion inférieure comprend des blocs métalliques 31 en chapelet.

[0118] On a décrit le dispositif de contrôle de la descente ou de la remontée d'une structure lourde ou massive comme étant constitué soit d'un câble muni de blocs ou perles serties sur ledit câble, soit de chaîne à maillons modifiés de manière à créer par simple butée entre maillons, le rayon de courbure minimum R_0. Mais, on reste dans l'esprit de l'invention si ladite portion alourdie desdits éléments de liaison est constituée d'un chapelet de barres alourdies articulées entre elles, de telle manière que la déformation du chapelet de barres articulées crée le déséquilibre de charge, P+ ou P- par rapport à la charge d'équilibre Pe, tel que décrit précédemment en regard des figures 11a, 11b et 11c, lesdites barres présentant avantageusement, au niveau des articulations, des butées mécaniques qui permettent de limiter la courbure à une valeur minimale R_0.

[0119] Sur la figure 13, on a représenté une structure lourde consistant dans un dispositif 1 de pose et d'ancrage d'une embase 52 sur la paroi 54 d'une cuve et/ou d'une épave au fond de la mer. Ce dispositif 1 comprend une structure support 54 constituée d'un bâti mécano soudé parallélépipédique supportant lui-même :

- un corps de forage 54_1 comprenant des moyens permettant d'actionner en translation et en rotation une scie cloche 55 qui, à travers une ouverture correspondante prévue dans ladite embase, permet de percer un grand orifice dans ladite paroi 6 de manière à permettre l'évacuation d'un fluide contenu dans ladite cuve, et
- des chariots latéraux 56 comprenant des moyens permettant d'actionner en translation et en rotation des scies cloches 57 aptes à percer des trous dans ladite paroi 6 pour ancrer l'embase 52 sur ladite paroi, les scies cloches 57 se déplaçant à travers des orifices 58 de ladite embase.

[0120] La figure 13 représente la descente d'une structure 1 consistant dans un dispositif d'ancrage et perçage contrôlé par une chaîne de stabilisation 12,13 selon l'invention et un élément de flottabilité 19. La partie inférieure gauche de l'embase 52 est représentée en coupe pour visualiser les moyens de coupe 57 à l'intérieur d'un orifice 58 prévu dans ladite embase..

[0121] Le dispositif 1 est suspendu par un lien 59 à un élément de flottabilité 19. Un élément de liaison 12 du type câble avec une portion inférieure 13 comportant des blocs alourdissants 31 disposés en chapelet comme mentionné ci-dessus, qui s'étend depuis un support flottant en surface jusqu'au niveau d'un élément d'accrochage 36 à la base de l'élément de flottabilité 19, permet de contrôler la vitesse de descente et de remontée du dispositif 1 et de le stabiliser le cas échéant à proximité de la paroi 6, conformément à la présente invention.

Revendications

1. Système de stabilisation ou de contrôle de la descente ou remontée d'une structure (1, 32) entre la surface (15) et le fond (7) de la mer, **caractérisé en ce qu'**il comprend :

   ■ un treuil (12_1) à bord d'un support flottant ou navire (20a, 20b) en surface, et
   ■ Une structure immergée (1, 32) entre la surface (15) et le fond (7) de la mer, et
   ■ un élément de liaison de type câble ou chaîne (12) entre la surface et ladite structure, élément de liaison dont :

   - une première extrémité est reliée à un treuil (12_1) à bord d'un support flottant ou navire (20a, 20b) en surface, sur lequel treuil elle est enroulée, et
   - une deuxième extrémité est reliée à un élément d'accrochage (10, 36) sur ladite structure (1, 32), ou sur au moins un premier élément de flottabilité (19) relié à ladite

structure, et
- la longueur dudit élément de liaison (12) est telle que ledit treuil (12_1) est apte à enrouler ou dérouler ladite première extrémité dudit élément de liaison (12), de sorte qu'une portion inférieure (13) dudit élément de liaison (12) puisse pendre en dessous dudit élément d'accrochage (10, 36) et que la longueur variable de ladite portion inférieure (13) puisse être réglée.

2. Système selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**il comprend au moins deux dits éléments de liaison (12), lesdits éléments d'accrochage (10,36) étant de préférence disposés symétriquement respectivement autour et sur la périphérie de ladite structure (1,32).

3. Système selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** ledit élément de liaison (12) est constitué par un câble dont ladite portion inférieure (13) comprend des blocs alourdissants (31) disposés en chapelet sur un dit câble, de préférence des blocs métalliques solidarisés audit câble par sertissage.

4. Système selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** lesdits blocs (31) présentent une forme telle que lorsque ladite portion inférieure (13) pendant dessous lesdits éléments d'accrochage adopte une forme courbe, deux dits blocs (30) disposés côte à côte sont aptes à venir en butée l'un contre l'autre limitant ainsi la courbure dudit câble

5. Système selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la courbure dudit câble est limitée de manière à ce que le rayon, de courbure minimale (Ro) desdits câbles au niveau de ladite portion inférieure (13) permette de maintenir une distance minimale (2xRo) entre ledit câble (12) et ladite structure (1, 32) suffisante pour empêcher tout contact mécanique entre eux lors d'une dite descente ou remontée de ladite structure.

6. Système selon l'une des revendications 3 à 5, **caractérisé en ce que** lesdits blocs (31) présentent une partie centrale cylindrique (31) encadrée par deux extrémités tronconiques (31_2) dont les axes correspondent à la direction dudit câble (12) lorsque celui-ci est disposé linéairement, deux blocs adjacents étant en contact au niveau desdites extrémités tronconiques le long d'une génératrice (31_2) desdites extrémités tronconiques dans les parties courbes de ladite portion inférieur (13).

7. Système selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** ledit élément de liaison comprend une chaîne dont ladite portion inférieure (13) comprend des maillons plus lourds que ceux du reste de la chaîne, et de préférence plus volumineux de manière à limiter la courbure éventuelle de la chaîne,

8. Système selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** lesdits premiers éléments de flottabilité (19) sont disposés au-dessus de ladite structure.

9. Système selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** ladite structure comprend des seconds éléments de flottabilité (4, 33), de préférence intégrés dans la partie supérieure de ladite structure (1, 32), de préférence encore intégrés au-dessus du ou desdits éléments d'accrochage (10, 36) de manière à ce que le centre de gravité de ladite structure et desdits premiers éléments de flottabilité soit situé dessous le centre de poussée s'exerçant sur l'ensemble de ladite structure (1) et desdits premiers éléments de flottabilité (19).

10. Procédé de descente ou remontée ou stabilisation d'une structure (1,32) entre la surface (15) et le fond de la mer (7) à l'aide d'un système selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce qu'**on réalise des étapes dans lesquelles on déroule ou enroule le(s)dit(s) élément(s) de liaison au niveau de leur(s) dite(s) première(s) extrémité(s) à l'aide de dit (s) treuil(s) (12_1) et on contrôle la vitesse de descente ou respectivement de remontée en régulant la vitesse de déroulement ou respectivement d'enroulement de(s)dit(s) élément(s) de liaison (12) au niveau de(s)dit(s) treuil(s) (12_1), de manière à régler la longueur de ladite portion inférieure (13) de(s)dit(s) élément(s) de liaison (12) pendant dessous le(s)dit(s) éléments d'accrochage (10, 36), la descente, la remontée ou la stabilisation de ladite structure étant obtenue lorsque respectivement, la somme du poids de la partie de la (ou les) dite(s) portion(s) inférieure (s) (13) du ou des élément(s) de liaison (12) entre d'une part, le(s)dit(s) point(s) d'attache au(x)dit(s) élément(s) d'accrochage (10, 36) et, d'autre part, le point le plus bas de la (ou des) dite(s) portion(s) inférieure(s) (13), additionné au poids de l'ensemble de ladite structure (1,32) et de(s)dit(s) premier(s) élément(s) de flottabilité (19), est respectivement supérieure, inférieure ou égale à la poussée d'Archimède, s'exerçant sur ladite structure (1,32) et de(s)dit(s) premier(s) élément(s) de flottabilité (19).

11. Procédé selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** ladite structure est une structure rigide en acier, métal ou matériau synthétique composite renfermant au moins un de préférence une pluralité de compartiments de flottabilité (4) aptes à être remplis d'un fluide plus léger que l'eau, équipés chacun d'au moins un orifice de remplissage (4_1) et de préférence d'au moins un orifice d'évacuation (4_5), lesdits ,compartiments (4) étant de préférence répartis symétri-

quement dans ladite structure.

12. Procédé selon la revendication 10 ou 11, **caractérisé en ce que** ladite structure est une structure massive constituée par un réceptacle (1) à base ouverte, en forme de chapeau, comprenant une paroi latérale périphérique (2, 2a, 2b, 2_1) surmontée d'une paroi de plafond (3, 3a, 3b), apte à venir recouvrir entièrement une épave (6) d'un navire au fond de la mer (7) pour récupérer des effluents polluants (8) s'en échappant, ledit réceptacle comprenant au moins un orifice d'évacuation (9) desdits effluents contenus dans le volume intérieur dudit réceptacle; ledit orifice d'évacuation (9) étant situé de préférence au niveau du plafond (3, 3a, 3b) du réceptacle.

13. Procédé selon l'une des revendications 11 ou 12, **caractérisé en ce que** ledit réceptacle est constitué comme une coque de navire renversée à doubles parois, comprenant une structure rigide en acier, métal ou matériau synthétique composite, lesdits compartiments étanches (4) étant définis par des espaces délimités par lesdites doubles parois et des éléments de structure (4_3, 4_6) réunissant les doubles parois (2, 2a, 2b, 2_1, 3, 3a, 3b).

14. Procédé selon l'une des revendications 12 ou 13, **caractérisé en ce que** la structure rigide des parois (2, 2a, 2b, 3, 3a, 3b) constitutives dudit réceptacle est constitué de poutres (24) métalliques ou en acier, assemblées entre elles et entre lesquelles sont incorporés des compartiments étanches (4), ladite structure étant recouverte, au moins sur une face, de préférence externe, par des toiles ou membranes étanches (21) fixées à ladite structure rigide de manière étanche, lesdits compartiments étanches constitués d'une enveloppe autonome fermée qui est incorporée à l'intérieur de ladite structure et rendue solidaire de cette dernière.

15. Procédé selon l'une des revendications 11 ou 12, **caractérisé en ce que** la structure rigide des parois (2, 2a, 2b, 2_1, 3, 3a, 3b) du réceptacle, est réalisée en béton (26), de préférence du béton allégé par des billes d'argile, béton au sein duquel sont ménagés des volumes creux définissant lesdits compartiments étanches (4).

16. Procédé selon l'une des revendications 11 à 15, **caractérisé en ce que** ledit réceptacle (1) présente un plan axial vertical longitudinal de symétrie XOZ et il comprend :

- une paroi de plafond (3, 3a, 3b) comprenant deux parois longitudinales latérales (3a, 3b) inclinées par rapport audit plan axial vertical de symétrie dudit réceptacle, de manière à former en section transversal YOZ un V reversé, et
- une paroi latérale (2) comprenant:
  - deux parois latérales longitudinales (2a, 2b) verticales ou inclinées par rapport audit plan axial vertical de symétrie (XOZ), chacune étant contiguë à une dite paroi longitudinale de plafond (3a, 3b), et
  - deux parois transversales d'extrémité (2_1), verticales ou inclinées, de préférence symétriquement, par rapport à un plan transversal vertical de symétrie (YOZ).

17. Procédé selon l'une des revendications 11 à 16, **caractérisé en ce que** ledit réceptacle (1) comprend des piliers (40, 41) dont certains au moins de préférence sont rétractables (41), lesdits piliers étant aptes à supporter, de manière quasi-isostatique, ledit réceptacle reposant au fond de la mer par l'intermédiaire desdits piliers, ceux-ci étant le cas échéant déployés, avec de préférence la base ouverte dudit réceptacle en position sensiblement horizontale.

18. Procédé selon l'une des revendications 10 à 17, **caractérisé en ce que** ladite structure est équipée à l'extérieur :

d'éléments d'accrochage (10, 10a-10b, 14_1) permettant d'y accrocher des câbles (12, 14) ou des chaînes (13) permettant la descente de ladite structure depuis la surface (15), et sa mise en place et, le cas échéant, on ancrage (15_1, 15_2) au fond de la mer (7), et
- de préférence des propulseurs (16), de préférence encore des propulseurs orientables, permettant le déplacement de ladite structure dans une direction horizontale pour le positionner au-dessus de ladite épave (6).

19. Procédé selon l'une des revendications 10 à 18, **caractérisé en ce qu'**on réalise les étapes successives dans lesquelles :

1) on remplit totalement ou partiellement desdits compartiments étanches (4) avec un fluide, de préférence plus léger que l'eau de mer, et on adapte le taux de remplissage desdits compartiments étanches (4) de manière à positionner ladite structure (1) en équilibre en immersion à proximité de la surface, et
2) on descend ladite structure (1) en position voulue à l'aide d'un système de contrôle de descente selon 'lune des revendications 1 à 9, de manière à réguler la vitesse de descente du réceptacle et assurer l'équilibrage de la base ouverte de ladite structure sensiblement horizontal pendant la descente, et
3) lorsque ladite structure (1) est en place à la profondeur voulue, on vidange lesdits compar-

timents étanches (4) remplis d'un fluide plus léger que l'eau de mer, et on remplit simultanément lesdits compartiments étanches avec de l'eau de mer.

20. Procédé selon la revendication 19, **caractérisé en ce que**

- à l'étape 1), on apporte de la flottabilité supplémentaire à ladite structure à l'aide de dits premiers éléments de flottabilité (19) consistant dans des flotteurs additionnels (19) reliés audit réceptacle, et
- à l'étape 3), lorsque ladite structure est en position voulue, on décroche lesdits flotteurs additionnels (19).

21. Procédé selon la revendication 19 ou 20, **caractérisé en ce qu'**après l'étape 1) et avant l'étape 2), lorsque ladite structure (1) arrive en position voulue, on réduit les longueurs desdit(e)s câbles (ou chaînes) lourd(e)s (12) pendant(e)s dessous lesdits éléments d'accrochage (10, 10a, 10b) et supporté(e)s par la dite structure, de manière à stabiliser ladite structure (1) en suspension, et

- le cas échéant, on réalise l'ancrage ($14,15_1$-16_2) de ladite structure (1) au fond de la mer (7), puis
- on descend complètement lesdit(e)s câbles (ou chaînes) lourd(e)s (12) pour que l'intégralité de leur poids participe à la stabilisation de ladite structure.

22. Procédé selon l'une des revendications 19 à 21, **caractérisé en ce que** ladite structure est un dit réceptacle et comporte des piliers (40, 41), dont certains au moins sont de préférence rétractables (41), et on déploie le cas échéant lesdits piliers rétractables (41) de manière à ce que ledit réceptacle (1) repose au fond de la mer sur chacun desdits piliers de manière quasi-isostatique et, de préférence, avec la base ouverte dudit réceptacle en position sensiblement horizontale.

23. Procédé selon l'une des revendications 19 à 22, **caractérisé en ce qu'**on positionne la réceptacle (1) dans l'axe au-dessus de l'épave (6) par mise en action de propulseurs (16) montés à l'extérieur du réceptacle (1) et répartis de préférence symétriquement sur sa périphérie.

24. Procédé selon l'une des revendications 19 à 23, **caractérisé en ce que** le fluide plus léger que l'eau de mer de remplissage desdits compartiments étanches (4) est du gazole, de l'huile de l'eau douce ou un gaz liquéfié plus léger que l'eau de mer tel que du propane, du butane ou de l'ammoniac.

25. Procédé selon la revendication 24, **caractérisé en ce que**

- à l'étape 1), on remplit lesdits compartiments étanches (4) à l'aide d'un premier fluide plus léger que l'eau de mer et
- à l'étape 2), on descend ladite structure (1) jusqu'à une profondeur de 30 à 60 mètres correspondant à une pression de 3 à 6 bars à laquelle on injecte un gaz liquéfié sous pression plus léger que l'eau de mer dans lesdits compartiments étanches (4) puis un navire gazier (31) en surface.

26. Procédé selon l'une des revendication 19 à 25, **caractérisé en ce que** ladite structure est un dit réceptacle et on remplit une partie du volume intérieur dudit réceptacle (1) délimitée en partie haute par le plafond (3, 3à, 3b) dudit réceptacle (1) et en partie basse par une toile ou membrane (21) tendue entre lesdites parois latérales (2, 2a, 2b, 2_1) dudit réceptacle, avec un fluide plus léger que l'eau de mer, de préférence de l'eau douce, de manière à créer une flottabilité complémentaire pendant le remorquage du réceptacle en surface et/ou pendant la descente du réceptacle jusqu'au fond de la mer, et

- lorsque ledit réceptacle est proche du fond de la mer (7), on dégage ladite toile ou membrane (21) et on pose ledit réceptacle sur le fond de la mer (7) au-dessus de l'épave (6), préférence par l'intermédiaire desdits piliers (40, 41) le cas échéant déployés, et on évacue ledit fluide plus léger que l'eau de mer à l'intérieur du réceptacle par ledit orifice supérieur d'évacuation (9) lorsque ledit réceptacle est proche du fond de la mer (7)

27. Procédé de récupération des effluents polluants plus légers que l'eau de mer, contenus dans les cuves d'une épave de navire (6) reposant au fond de la mer (7) dans lequel :

1) on met en place un dit réceptacle selon un procédé de l'une des revendications 19 à 26, et
2) on recueille les effluents récupérés à l'intérieur dudit réceptacle (1) en évacuant par ledit orifice supérieur d'évacuation (9).

28. Procédé selon la revendication 27, **caractérisé en ce qu'**à l'étape 2) on réalise les étapes dans lesquelles

- on descend à vide un dit réservoir navette, et
- on positionne ledit réservoir navette (32) au-dessus dudit réceptacle (1) de façon à ce que son orifice inférieur ouvert soit juste au-dessus dudit orifice d'évacuation (9) dudit réceptacle, et

- de préférence on arrime ledit réservoir navette (32) audit réceptacle (1), et
- on évacue les effluents (8) dans ledit réservoir navette, et
- une fois rempli, on désolidarise ledit réservoir (32) dudit réceptacle (1) et on remonte ledit réservoir rempli d'effluents en surface.

Claims

1. A device for stabilizing or controlling the lowering or raising of a structure (1, 32) between the surface (15) and the bed (7) of the sea, said device being **characterised in that** it includes:

   ■ a winch (12_1) on board a floating support or surface ship (20a, 20b); and
   ■ a structure (1, 32) immersed between the surface (15) and the bed (7) of the sea; and
   ■ one connection element (12) of the cable or chain type between the surface and said structure, connection element of which:

   - a first end is connected to a winch (12_1) on board a floating support or surface ship (20a, 20b), and on which winch it is wound; and
   - a second end is connected to a fastener element (10, 36) on said structure (1, 32), or on at least a first buoyancy element (19) that is connected to said structure; and
   - the length of said connection element (12) is such that said winch (12_1) is capable of winding or unwinding said first end of said connection element (12), so that a bottom portion (13) of said connection element (12) can hang beneath said fastener element (10, 36) and that the varying length of said bottom portion (13) may be adjusted.

2. A device according to claim 1, **characterised in that** it includes at least two of said connection elements (12), said fastener elements (10, 36) preferably being disposed symmetrically, respectively around and on the periphery of said structure (1, 32).

3. A device according to claim 1 or claim 2, **characterised in that** said connection element (12) is constituted by a cable having a bottom portion (13) that comprises weighting blocks (31) disposed in a string on a said cable, said weighting blocks preferably being metal blocks secured to said cable by clamping.

4. A device according to claim 3, **characterised in that** said blocks (31) present a shape such that when said bottom portion (13) hanging beneath said fastener elements curves, two of said blocks (31) disposed side by side are capable of coming into abutment against each other, thereby limiting the curvature of said cable.

5. A device according to claim 4, **characterised in that** the curvature of said cable is limited so that the minimum radius of curvature (R_0) of said cables at said bottom portion (13) enables a minimum distance ($2xR_0$) to be maintained between said cable (12) and said structure (1, 32) that is sufficient to prevent any mechanical contact between them while said structure is being lowered or raised.

6. A device according to one of claims 3 to 5, **characterised in that** each of said blocks (31) present a cylindrical central portion (31) between two frustoconical ends (31_2) having axes that correspond to the direction of said cable (12) when said cable is disposed linearly, two adjacent blocks being in contact at said frustoconical ends along a generator line (31_2) of said frustoconical ends in the curved parts of said bottom portion (13).

7. A device according to claim 1 or claim 2, **characterised in that** said connection element comprises a chain having a bottom portion (13) that comprises links that are heavier than the links of the rest of the chain, and that are preferably larger so as to limit any curvature of the chain.

8. A device according to one of claims 1 to 7, **characterised in that** said first buoyancy elements (19) are disposed above said structure.

9. A device according to one of claims 1 to 8, **characterised in that** said structure includes second buoyancy elements (4, 33), preferably integrated in the top of said structure (1, 32), and more preferably integrated above said fastener element(s) (10, 36) so that the center of gravity of said structure together with said first buoyancy elements is situated below the center of thrust that is exerted both on said structure (1) and on said first buoyancy elements (19).

10. A method of lowering, raising, or stabilizing a structure (1, 32) between the surface (15) and the bed (7) of the sea by means of a device according to one of claims 1 to 9, said method being **characterised in that** it comprises the following steps: unwinding or winding each connection element at its first end by means of a said winch (12_1); and controlling the speed at which each connection element is lowered or raised by regulating the speed at which each connection element (12) is respectively wound off or on said winch (12_1), so as to adjust the length of said bottom portion (13) of said connection element (12) hanging beneath said fastener element (10, 36), the lowering, raising, or stabilizing of said structure being

obtained when the sum of the weight of the fraction of said bottom portion(s) (13) of the connection element(s) (12) between firstly said fastener point(s) for fastening to said fastener element(s) (10, 36) and secondly the lowest point of said bottom portion(s) (13), plus the weight of said structure (1, 32) as a whole and of said first buoyancy element(s) (19), is respectively greater than, less than, or equal to the buoyancy thrust that is exerted on said structure (1, 32) and on said first buoyancy element(s) (19).

11. A method according to claim 10, **characterised in that** said structure is a rigid structure of steel, other metal, or composite synthetic material containing at least one and preferably a plurality of buoyancy compartments (4) that are suitable for being filled with a fluid that is lighter than water, and each being fitted with at least one filling orifice (4_1) and preferably with at least one emptying orifice (4_5), said compartments (4) preferably being distributed symmetrically in said structure.

12. A method according to claim 10 or claim 11, **characterised in that** said structure is a massive structure constituted by an open-based receptacle (1) in the form of a cap, the receptacle comprising a peripheral side wall (2, 2a, 2b, 2_1) surmounted by a roof wall (3, 3a, 3b) and being suitable for completely covering a wreck (6) of a ship on the sea bed (7) in order to recover polluting effluent (8) escaping therefrom, said receptacle having at least one emptying orifice (9) for discharging said effluent contained in the inside volume of said receptacle; said emptying orifice (9) preferably being situated in the roof (3, 3a, 3b) of the receptacle.

13. A method according to claim 11 or claim 12, **characterised in that** said receptacle is constituted as an upside-down double-walled ship hull comprising a rigid structure of steel, other metal, or composite synthetic material, said leaktight compartments (4) being defined by spaces between said double walls and by structural elements (4_3, 4_6) interconnecting the double walls (2, 2a, 2b, 2_1, 3, 3a, 3b).

14. A method according to claim 12 or claim 13, **characterised in that** the rigid structure of the walls (2, 2a, 2b, 3, 3a, 3b) constituting said receptacle is constituted by steel or metal beams (24) assembled to one another and having leaktight compartments (4) incorporated between them, said structure being covered on at least one face, preferably the outer face, by leakproof diaphragms or webs (21) fixed to said rigid structure in leaktight manner, said leaktight compartments being constituted by a self-contained closed casing incorporated inside said structure and secured thereto.

15. A method according to claim 11 or claim 12, **characterised in that** the rigid structure of the walls (2, 2a, 2b, 2_1, 3, 3a, 3b) of the receptacle is made of concrete (26), preferably concrete lightened by clay beads, within which concrete hollow volumes are provided for defining said leaktight compartments (4).

16. A method according to one of claims 11 to 15, **characterised in that** said receptacle (1) presents a vertical and longitudinal axial plane of symmetry XOZ, and comprises:

- a roof wall (3, 3a, 3b) comprising two longitudinally extending side walls (3a, 3b) that are inclined relative to said vertical axial plane of symmetry of said receptacle so as to form an upside-down V-shape in cross-section YOZ; and
- a side wall (2) comprising:
  - two longitudinally extending side walls (2a, 2b) that are vertical or inclined relative to said vertical axial plane of symmetry (XOZ), each being contiguous with one of said longitudinally extending roof walls (3a, 3b); and
  - two transverse end walls (2_1) that are vertical or inclined, preferably symmetrically about a vertical transverse plane of symmetry (YOZ).

17. A method according to one of claims 11 to 16, **characterised in that** said receptacle (1) has posts (40, 41), at least some of which are preferably retractable (41), said posts being suitable for supporting said receptacle in quasi-isostatic manner when it is standing on the sea bed via said posts, the posts being deployed where necessary, and with the open base of said receptacle preferably being in a substantially horizontal position.

18. A method according to one of claims 10 to 17, **characterised in that** said structure is fitted on the outside:

- with fastener elements (10, 10a-10b, 14_1) enabling cables (12, 14) or chains (13) to be secured thereto for lowering said structure from the surface (15), and for putting it into place, and, where appropriate, anchoring it (15_1, 15_2) to the sea bed (7); and
- preferably with thrusters (16), more preferably steerable thrusters enabling said structure to be moved in a horizontal direction in order to be positioned over said wreck (6).

19. A method according to one of claims 10 to 18, **characterised in that** it comprises the following steps:

1) filling said leaktight compartments (4) completely or partially with a fluid, preferably a fluid that is lighter than sea water, with the extent to which said leaktight compartments (4) are filled being adjusted so as to cause said structure (1) to occupy an equilibrium position when immersed close to the surface;
2) lowering said structure (1) to the desired position by means of a device according to one of claims 1 to 9 for controlling lowering, so as to regulate the speed at which the receptacle is lowered, and so as to provide equilibrium to the open base of said substantially horizontal structure while it is being lowered; and
3) once said structure (1) is in place at the desired depth, emptying said leaktight compartments (4) filled with fluid lighter than sea water, and simultaneously filling said leaktight compartments with sea water.

20. A method according to claim 19, **characterised in that**

- in step 1), additional buoyancy is provided to said structure by means of said first buoyancy elements (19) consisting of additional floats (19) connected to said receptacle; and
- in step 3), once said structure is in the desired position, said additional floats (19) are detached.

21. A method according to claim 19 or claim 20, **characterised in that** after step 1) and before step 2), once said structure (1) has reached the desired position, the lengths of said heavy cables (or chains) (12) hanging beneath said fastening elements (10, 10a, 10b) and supported by said structure are reduced so as to stabilize said structure (1) in suspension, and

- where appropriate, said structure (1) is anchored (14, 15_1-15_2) to the sea bed (7), and then
- said heavy cables (or chains) (12) are fully lowered so that their entire weight contributes to stabilizing said structure.

22. A method according to one of claims 19 to 21, **characterised in that** said structure is a said receptacle and includes posts (40, 41), at least some of which are preferably retractable (41), and said retractable posts (41), if any, are deployed, in such a manner that said receptacle (1) rests on the sea bed on each of said posts in quasi-isostatic manner, and preferably with the open base of said receptacle in a substantially horizontal position.

23. A method according to one of claims 19 to 22, **characterised in that** the receptacle (1) is positioned on the axis above the wreck (6) by actuating thrusters (16) mounted outside the receptacle (1) and preferably distributed symmetrically about its periphery.

24. A method according to one of claims 19 to 23, **characterised in that** the fluid lighter than sea water filling said leaktight compartment (4) is gas oil, oil, fresh water, or a liquefied gas that is lighter than sea water such as propane, butane, or ammonia.

25. A method according to claim 24, **characterised in that**

- in step 1), said leaktight compartments (4) are filled with a first fluid that is lighter than sea water; and
- in step 2), said structure (1) is lowered to a depth of 30 m to 60 m corresponding to a pressure of 3 bars to 6 bars, at which depth a liquefied gas that is lighter than sea water is injected under pressure into said leaktight compartments (4) from a gas tanker ship (31) on the surface.

26. A method according to one of claims 19 to 25, **characterised in that** said structure is a said receptacle, and a fraction of the inside volume of said receptacle (1) defined on top by the roof (3, 3a, 3b) of said receptacle (1) and at the bottom by a diaphragm or web (21) tensioned between said side walls (2, 2a, 2b, 2_1) of said receptacle is filled with a fluid that is lighter than sea water, preferably with fresh water, so as to create additional buoyancy while the receptacle is being towed at the surface and/or while the receptacle is being lowered to the sea bed; and

- once said receptacle is close to the sea bed (7), said diaphragm or web (21) is removed and said receptacle is placed on the sea bed (7) over the wreck (6), preferably via said posts (40, 41), after they have been deployed, where appropriate, and said fluid that is lighter than sea water is removed from the inside of said receptacle via said top emptying orifice (9) while said receptacle is close to the sea bed (7).

27. A method of recovering polluting effluent that is lighter than sea water, as contained in the tanks of a shipwreck (6) lying on the sea bed (7), in which method:

1) a said receptacle is put into place in accordance with the method of one of claims 19 to 26; and
2) the effluent recovered inside said receptacle (1) is collected by being emptied out through said top emptying orifice (9).

28. A method according to claim 27, **characterised in**

that in step 2) it comprises the following steps:

- lowering said empty shuttle tank;
- positioning said shuttle tank (32) over said receptacle (1) in such a manner that its open bottom orifice is just above said emptying orifice (9) of said receptacle;
- preferably securing said shuttle tank (32) to said receptacle (1);
- emptying the effluent (8) contained in said shuttle tank; and
- once full, detaching said tank (32) from said receptacle (1), and raising said tank full of effluent to the surface.

Patentansprüche

1. System zur Stabilisierung oder zur Kontrolle des Absenkens und Hebens einer Struktur (1, 32) zwischen der Oberfläche (15) und dem Boden (7) des Meeres, **dadurch gekennzeichnet, daß** es umfaßt:

   - eine Winde (12_1) an Bord eines schwimmenden Trägers oder eines Schiffes (20a, 20b) an der Oberfläche, und
   - eine zwischen der Oberfläche (15) und dem Boden (7) des Meeres eingetauchte Struktur (1, 32), und
   - ein Verbindungselement vom Typ Kabel oder Kette (12) zwischen der Oberfläche und der genannten Struktur, wobei von dem Verbindungselement:

     -- ein erstes Ende mit einer Winde (12_1) verbunden ist, die sich an Bord eines schwimmenden Trägers oder eines Schiffes (20a, 20b) an der Oberfläche befindet und auf die es aufgewickelt wird, und
     -- ein zweites Ende mit einem Befestigungselement (10, 36) der genannten Struktur (1, 32) oder wenigstens eines ersten mit der Struktur verbundenen Schwimmerelements (19) verbunden ist und
     -- die Länge des Verbindungselements (12) diejenige ist, mit welcher die Winde (12_1) das erste Ende des Verbindungselements (12) auf- oder abwickeln kann, so daß ein unterer Abschnitt (13) des Verbindungselements unter dem Befestigungselement (10, 36) hängen kann und die veränderliche Länge des unteren Abschnitts eingestellt werden kann.

2. System nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** es mindestens zwei der genannten Verbindungselemente (12) umfaßt, wobei die Befestigungselemente (10, 36) vorzugsweise symmetrisch entlang des Umfangs der Struktur (1, 32) angeordnet sind.

3. System nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Verbindungselement (12) aus einem Kabel besteht, dessen unterer Abschnitt Gewichtskörper (31), vorzugsweise am Kabel fest angebrachte Metallblöcke, umfaßt, die in einer Reihe auf dem Kabel angeordnet sind.

4. System nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Blöcke (31) eine Form derart aufweisen, daß zu dem Zeitpunkt, wenn der untere Abschnitt (13), der unter den Befestigungselementen hängt, eine gekrümmte Form annimmt, zwei benachbarte Blöcke (30) sich gegenseitig abstützen, so daß die Krümmung des Kabels begrenzt wird.

5. System nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Krümmung des Kabels in einer Weise begrenzt ist, daß der minimale Krümmungsradius (Ro) der Kabel auf dem Niveau des unteren Abschnitts (13) es ermöglicht, einen minimalen Abstand (2 x Ro) zwischen dem Kabel (12) und der Struktur (1, 32) beizubehalten, welcher Abstand ausreichend ist, um jeden mechanischen Kontakt zwischen ihnen während dem Heben oder Absenken der Struktur zu vermeiden.

6. System nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Blöcke (31) einen mittleren zylindrischen Teil (31) aufweisen, der zwischen zwei kegelstumpfförmigen Enden (31_2) eingeschlossen ist, deren Achse mit der Richtung des Kabels (12) übereinstimmt, dann wenn dieses linear angeordnet ist, wobei zwei benachbarte Blöcke auf dem Niveau der kegelstumpfförmigen Enden entlang einer Erzeugenden (31_2) der kegelstumpfförmigen Enden in den gekrümmten Teilen des unteren Abschnitts (13) in Kontakt sind.

7. System nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Verbindungselement eine Kette umfaßt, deren unterer Abschnitt (13) einige Kettenglieder, die schwerer und vorzugsweise voluminöser sind als diejenigen der restlichen Kette, derart aufweist, daß sie die eventuelle Krümmung der Kette begrenzen.

8. System nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die ersten Schwimmerelemente (19) oberhalb der genannten Struktur angeordnet sind.

9. System nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die genannte Struktur zweite Schwimmerelemente (4, 33) umfaßt, die vorzugsweise in den oberen Teil der Struktur (1, 32) integriert

sind, vorzugsweise noch über den Befestigungselementen (10, 36), in einer Weise, daß der Schwerpunkt der Struktur und der ersten Schwimmerelemente sich unter dem Mittelpunkt des Schubs befindet, der auf die Gesamtheit der Struktur und der ersten Schwimmerelemente (19) ausgeübt wird.

10. Verfahren zum Absenken oder Heben oder zur Stabilisierung einer Struktur (1, 32) zwischen der Oberfläche (15) und dem Boden (7) des Meeres mit Hilfe eines Systems nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** Schritte ausgeführt werden, in denen das/die Verbindungselement/e auf dem Niveau des/der ersten Endes/en mittels der Winde/n (12_1) auf- oder abgewickelt wird/werden und man die Geschwindigkeit des Absenkens bzw. des Hebens **dadurch** kontrolliert, daß die Geschwindigkeit des Auf- oder Abwickelns des/der Verbindungselements/e (12) auf der Ebene der Winde/n in einer Weise geregelt wird, daß die Länge des unteren Abschnitts (13) des/der Verbindungselements/e (12), der unterhalb des/der Befestigungselements/e (10, 36) hängt, gesteuert wird, wobei das Absenken, das Heben oder die Stabilisierung der Struktur jeweils dann erreicht wird, wenn die Summe des Gewichts des/der unteren Abschnitts/e (13) des/der Verbindungselements/e (12) zwischen dem/den Verbindungspunkt/en mit dem/den Befestigungselement/en (10, 32) einerseits und dem/den tiefsten Punkt/en des/der unteren Abschnitts/e (13) und des Gewichts der Gesamtheit der Struktur (1, 32) zusammen mit dem/n ersten Schwimmerelement/en (19) jeweils größer, kleiner oder gleich der Archimedischen Auftriebskraft ist, die auf die Struktur (1, 32) und das/die erste/n Schwimmerelement/e (19) ausgeübt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** die genannte Struktur eine starre Struktur aus Stahl, Metall oder Komposit-Synthetikmaterial ist, die wenigstens eine, vorzugsweise eine Vielzahl von Schwimmerkammern (4) umfaßt, welche mit einem Fluid, das leichter als Wasser ist, aufgefüllt werden können, wobei jede mit mindestens einer Einfüllöffnung (4_1) und vorzugsweise mit mindestens einer Ablaßöffnung (4_5) ausgestattet ist und wobei die Schwimmerkammern (4) vorzugsweise symmetrisch in der genannten Struktur angeordnet sind.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** die genannte Struktur eine massive Struktur ist, bestehend aus einem hutförmigen Sammelbecken (1) mit offenem Boden, das eine seitliche periphere Wand (2, 2a, 2b, 2_1) umfaßt, auf die sich eine Dekkenwand (3, 3a, 3b) stützt, so daß es ein Schiffswrack (6) vom Meeresboden (7) vollkommen überdecken kann, um austretende Verunreinigungen (8) aufzunehmen, wobei das Sammelbecken mindestens eine Ablaßöffnung (9) für die im Inneren des Sammelbeckens enthaltenen Verunreinigungen umfaßt, wobei die Ablaßöffnung vorzugsweise auf dem Niveau der Decke (3, 3a, 3b) des Sammelbeckens angeordnet ist.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Sammelbekken in Form eines auf den Kopf gestellten Schiffskörpers mit doppelten Wänden ausgebildet ist, umfassend eine starre Struktur aus Stahl, Metall oder Komposit-Synthetikmaterial, wobei die abgedichteten Kammern (4) durch die doppelwandigen Räume und die Strukturelemente (4_3, 4_6), welche die doppelten Wände (2, 2a, 2b, 2_1, 3, 3a, 3b) zusammenhalten, definiert sind.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** die starre Struktur der Wände (2, 2a, 2b, 3, 3a, 3b), die das Sammelbecken bilden, aus metallischen oder stählernen Querträgern (24) gebildet ist, die miteinander verbunden sind, und zwischen denen abgedichtete Kammern (4) eingebaut sind, wobei die Struktur auf mindestens einer Fläche, vorzugsweise der äußeren, mit undurchlässigen Planen oder Membranen (21) bedeckt ist, die abdichtend auf der starren Struktur befestigt sind, wobei die abgedichteten Kammern aus einer selbstständigen geschlossenen Hülle bestehen, die in das Innere der Struktur eingebaut und mit dieser starr verbunden ist.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** die starre Struktur der Wände (2, 2a, 2b, 2_1, 3, 3a, 3b) des Sammelbeckens aus Beton (26) gefertigt ist, vorzugsweise aus Leichtbeton mit Tonkugeln, wobei im Inneren dieses Betons Hohlräume ausgespart sind, welche die abgedichteten Kammern (4) definieren.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Sammelbecken (1) eine axiale vertikale longitudinale Symmetrieebene XOZ aufweist und umfaßt:

- eine Deckenwand (3, 3a, 3b), die zwei seitliche Längswände (3a, 3b) aufweist, die in Bezug auf die axiale vertikale Symmetrieebene des Sammelbeckens geneigt sind, so daß sie im Querschnitt YOZ ein umgekehrtes V bilden, und
- eine Seitenwand (2), die:

  -- zwei seitliche vertikale oder in Bezug auf die vertikale axiale Symmetrieebene (XOZ) geneigte Längswände (2a, 2b) umfaßt, wobei jede an eine Längs-Dekkenwand (3a, 3b) angrenzt, und

-- zwei Abschluß-Querwände (2_1), die vorzugsweise symmetrisch vertikal oder geneigt in Bezug auf eine vertikale transversale Symmetrieebene (YOZ) sind.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Sammelbecken (1) Stützpfeiler (40, 41) aufweist, von denen einige vorzugsweise einziehbar sind (41), wobei diese Pfeiler so ausgebildet sind, daß sie in quasi isostatischer Weise das Sammelbecken stützen können, wenn es mittels der Pfeiler vorzugsweise mit dem offenen Boden des Sammelbeckens in einer im wesentlichen horizontalen Position auf dem Meeresboden aufgesetzt ist, wobei diese ggf. ausgefahren sind.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Struktur außen ausgestattet ist mit:

- Befestigungselementen (10, 10a, 10b, 14_1), die eine Befestigung von Kabeln (12, 14) oder Ketten (13) ermöglichen, welche das Absenken der Struktur von der Oberfläche (15) und das Absetzen, und wenn nötig das Verankern (15_1, 15_2) auf dem Meeresboden (7) ermöglichen, und
- vorzugsweise Antriebsmitteln (16), vorzugsweise orientierbare Antriebsmittel, welche die Verlagerung der Struktur in horizontaler Richtung ermöglichen, um diese oberhalb des Wracks (6) zu positionieren.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, daß** sukzessive folgende Schritte durchgeführt werden, in denen:

1) die abgedichteten Kammern (4) vollständig oder teilweise mit einem Fluid, das vorzugsweise leichter als Meereswasser ist, gefüllt werden und das Füllungsverhältnis der abgedichteten Kammern (4) eingestellt wird, um die Struktur (1) im Gleichgewicht in unmittelbarer Nähe unter der Wasseroberfläche zu positionieren, und
2) die Struktur (1) mittels eines Sinkkontrollsystems gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9 derart abgesenkt wird, daß die Geschwindigkeit des Absenkens des Sammelbeckens so geregelt wird, daß das Gleichgewicht des offenen Bodens der Struktur in horizontaler Position während des Absenkens gewährleistet wird, und
3) wenn die Struktur (1) sich in gewünschter Tiefe in Position befindet, die abgedichteten Kammern (4) von dem Fluid, das leichter als das Meereswasser ist, geleert und gleichzeitig mit Meereswasser aufgefüllt werden.

20. Verfahren nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, daß**

- im Schritt 1) ein zusätzlicher Auftrieb der Struktur mit Hilfe der ersten Schwimmerelemente (19), die aus zusätzlichen Schwimmern (19) gebildet und mit dem Sammelbecken verbunden sind, erzeugt wird, und
- im Schritt 3), wenn die Struktur in der gewünschten Position ist, die zusätzlichen Schwimmer (19) abgenommen werden.

21. Verfahren nach Anspruch 19 oder 20, **dadurch gekennzeichnet, daß**

- nach Schritt 1) und vor Schritt 2), während die Struktur die gewünschte Position erreicht, die Längen der schweren Kabel (oder Ketten) (12), die unter den Haken (10, 10a, 10b) der Struktur hängen, reduziert werden, so daß die Struktur (1) im Schwebezustand stabilisiert wird, und
- wenn nötig die Verankerung (14, 15_1-15_2) der Struktur (1) auf dem Meeresboden (7) vorgenommen wird und dann
- die schweren Kabel (oder Ketten) (12) komplett abgesenkt werden, damit ihr volles Gewicht zur Stabilisierung der Struktur beiträgt.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, daß** die genannte Struktur ein Sammelbecken ist und Stützpfeiler (40, 41) umfaßt, von denen mindestens einige (41) vorzugsweise einziehbar sind, und daß diese einziehbaren Stützpfeiler ggf. so ausgefahren werden, daß das Sammelbecken (1) auf dem Meeresboden sich auf jeden dieser Pfeiler in quasi isostatischer Weise stützt, vorzugsweise mit der offenen Basis des Sammelbeckens in horizontaler Position.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 22, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Sammelbecken (1) oberhalb und auf der Achse des Wracks (6) durch Betätigen der Antriebsmittel (16), die auf der Außenfläche des Sammelbeckens (1) montiert und vorzugsweise symmetrisch auf dessen Umfang verteilt sind, positioniert wird.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 23, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Fluid zum Auffüllen der abgedichteten Kammern (4), welches leichter als Meereswasser ist, Diesel, Öl, Süßwasser oder ein verflüssigtes Gas, welches leichter als Meereswasser, wie zum Beispiel Propan, Butan oder Ammoniak, ist.

25. Verfahren nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet, daß**

- in Schritt 1) die abgedichteten Kammern (4) mit einem ersten Fluid, das leichter ist als Meereswasser, gefüllt werden, und
- in Schritt 2) die Struktur (1) bis in eine Tiefe von 30 bis 60 Metern abgesenkt wird, was einem Druck von 3 bis 6 bar entspricht, wonach ein verflüssigtes Gas, das leichter ist als Meereswasser, unter Druck in die abgedichteten Kammern (4) eingeführt wird, und zwar von einem Gasversorgungsschiff von der Oberfläche aus.

26. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 25, **dadurch gekennzeichnet, daß** die genannte Struktur ein Sammelbecken ist und daß ein Teil des inneren Volumens des Sammelbeckens (1), der an der oberen Seite durch die Decke (3, 3a, 3b) des Sammelbeckens (1) und auf der unteren Seite durch eine Plane oder Membran (21) abgegrenzt ist, welche sich zwischen den Seitenwänden (2, 2a, 2b, 21) spannt, mit einem Fluid gefüllt wird, das leichter ist als Meereswasser, vorzugsweise Süßwasser, in einer Weise, daß ein komplementärer Auftrieb während des Transportes des Sammelbeckens an der Oberfläche und/oder des Absenkens des Sammelbeckens auf den Meeresboden erzeugt wird, und

- wenn das Sammelbecken nahe dem Meeresboden (7) ist, die Plane oder Membran (21) abgenommen wird und das Sammelbecken auf den Meeresboden (7) über das Wrack (6) gesetzt wird, vorzugsweise mittels der Stützen (40, 41), die, wenn nötig, ausgefahren werden, und daß das Fluid, das leichter ist als Meereswasser, aus dem Inneren des Sammelbeckens durch die obere Austrittsöffnung (9) dann evakuiert wird, wenn das Sammelbecken nahe dem Meeresboden (7) ist.

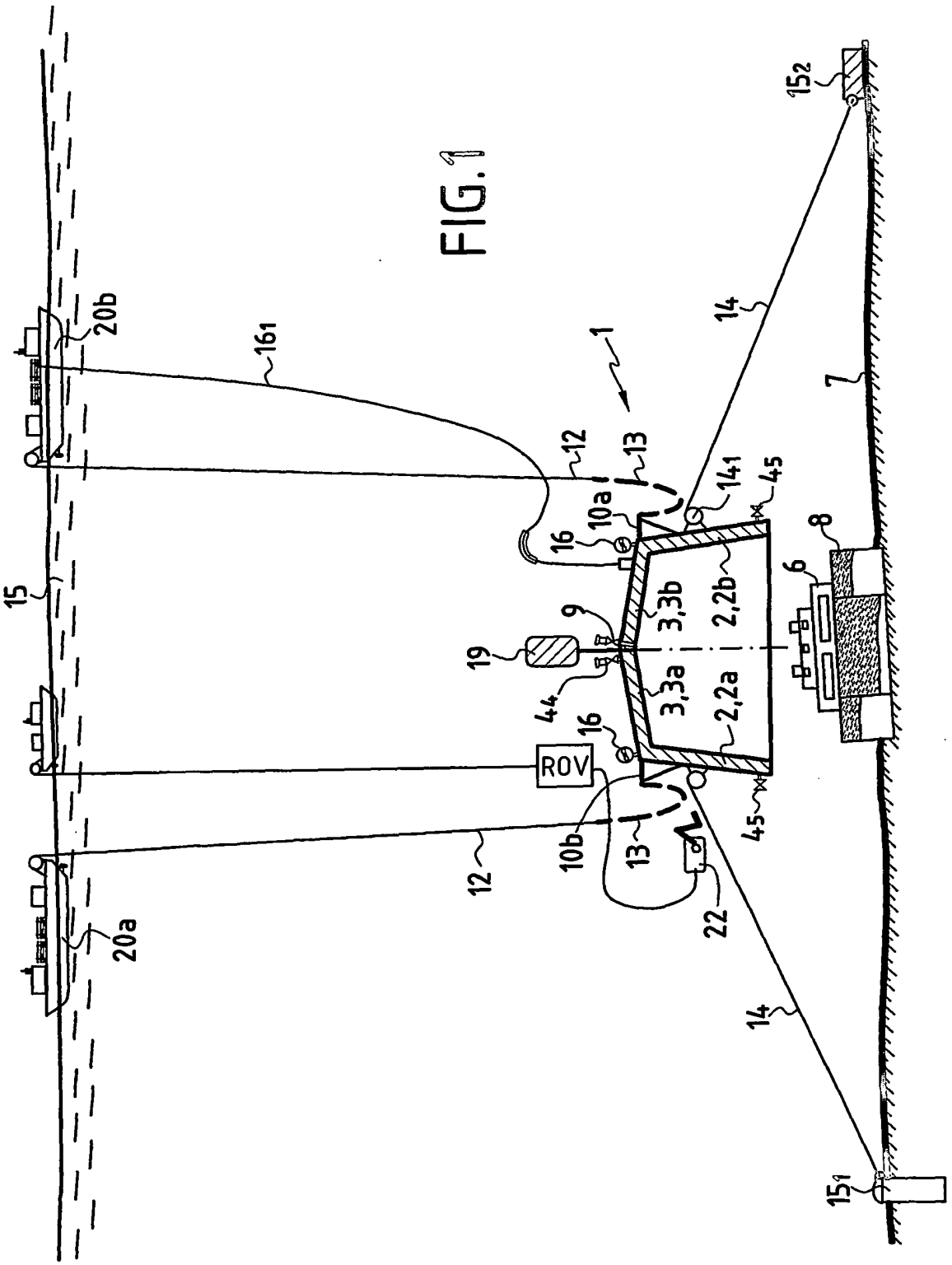
27. Verfahren zur Aufnahme von Verunreinigungen, die leichter sind als Meereswasser, welche in den Vorratsräumen eines Schiffswracks (6) enthalten sind, welches sich auf dem Meeresboden (7) befindet, umfassend folgende Schritte:

1) es wird ein Sammelbecken mittels eines Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 19 bis 26 in Position gebracht, und
2) es werden die Verunreinigungen im Inneren des Sammelbeckens (1) aufgenommen, wonach sie mittels der oberen Austrittsöffnung (9) evakuiert werden.

28. Verfahren nach Anspruch 27, **dadurch gekennzeichnet, daß** in Schritt 2) die folgenden Schritte durchgeführt werden:

- ein leerer Pendeltank wird abgesenkt, und
- der Pendeltank (32) wird oberhalb des Sammelbeckens (1) positioniert, so daß seine untere offene Öffnung sich genau über der Ablaßöffnung (9) des Sammelbeckens befindet, und
- der Pendeltank (32) wird vorzugsweise am Sammelbecken (1) verankert, und
- die Verunreinigungen (8) werden in den Pendeltank evakuiert, und
- wenn dieser voll ist, wird der Pendeltank (32) vom Sammelbecken (1) abgekoppelt und der mit den Verunreinigungen gefüllte Tank zur Oberfläche gehoben.

FIG. 1


20b
161
1
14
152
7
12
13
141
45
10a
16
8
6
15
9
3,3b
2,2b
19
44
3,3a
2,2a
16
ROV
10b
13
45
12
22
14
151
20a

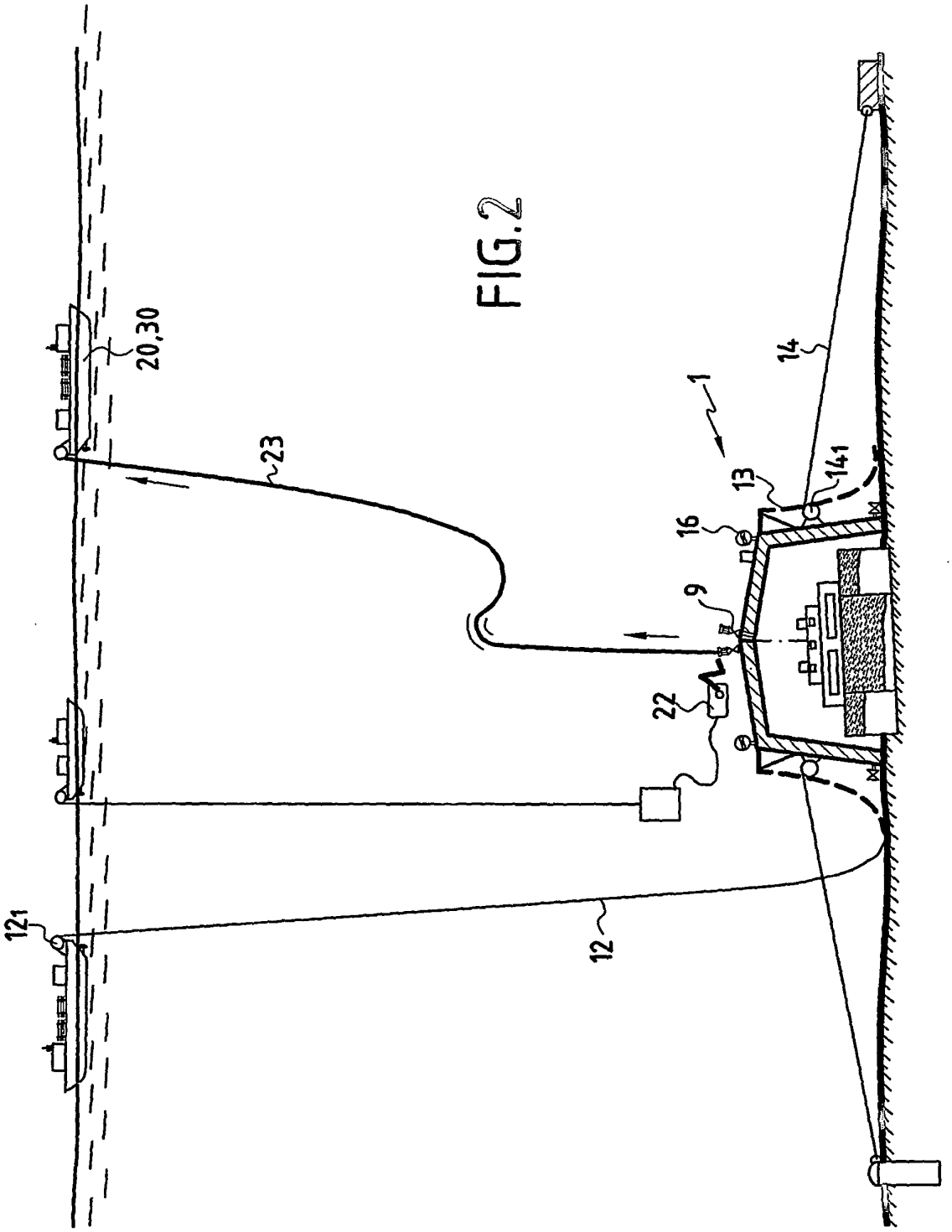


FIG.2

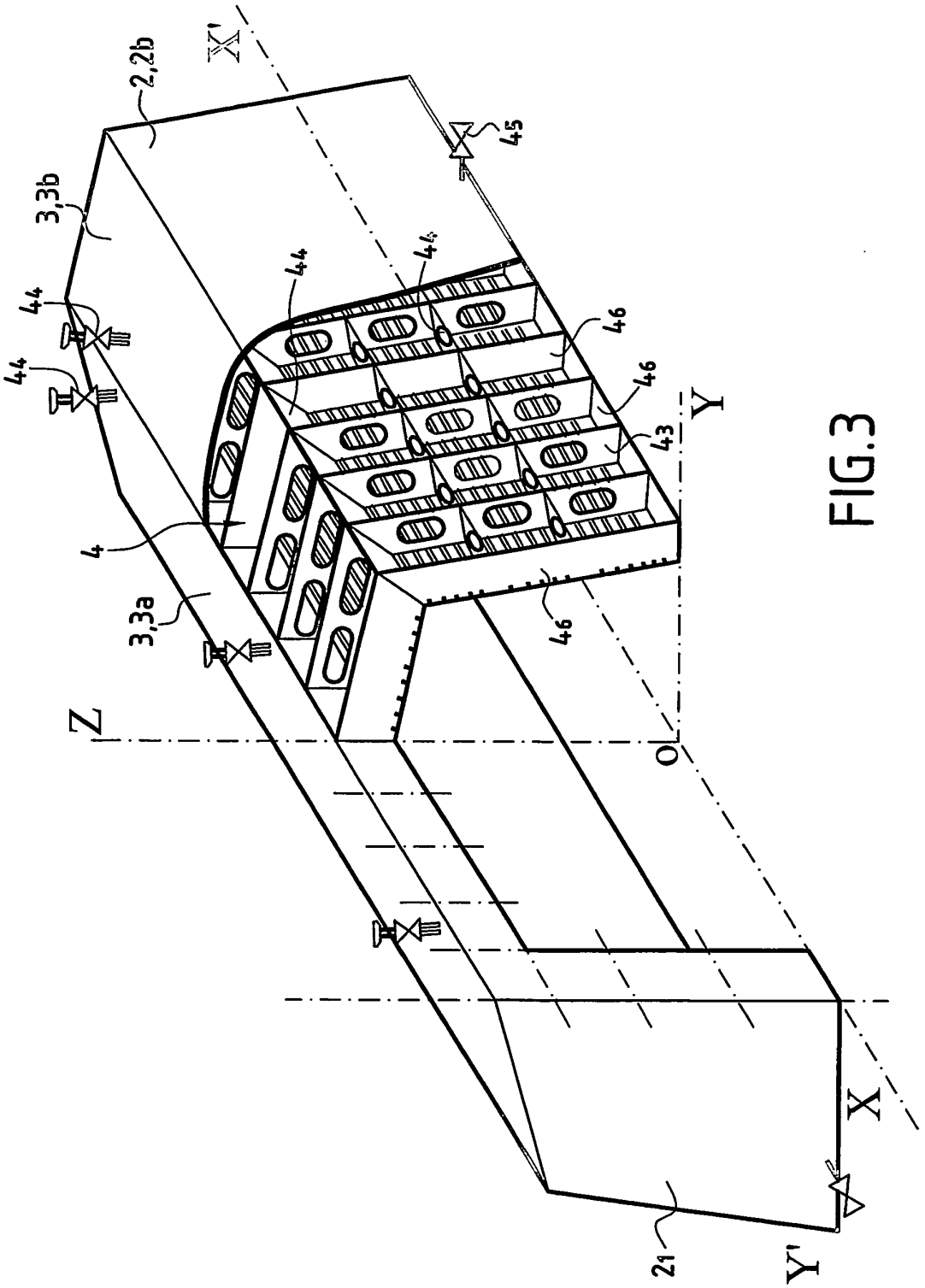


FIG.3

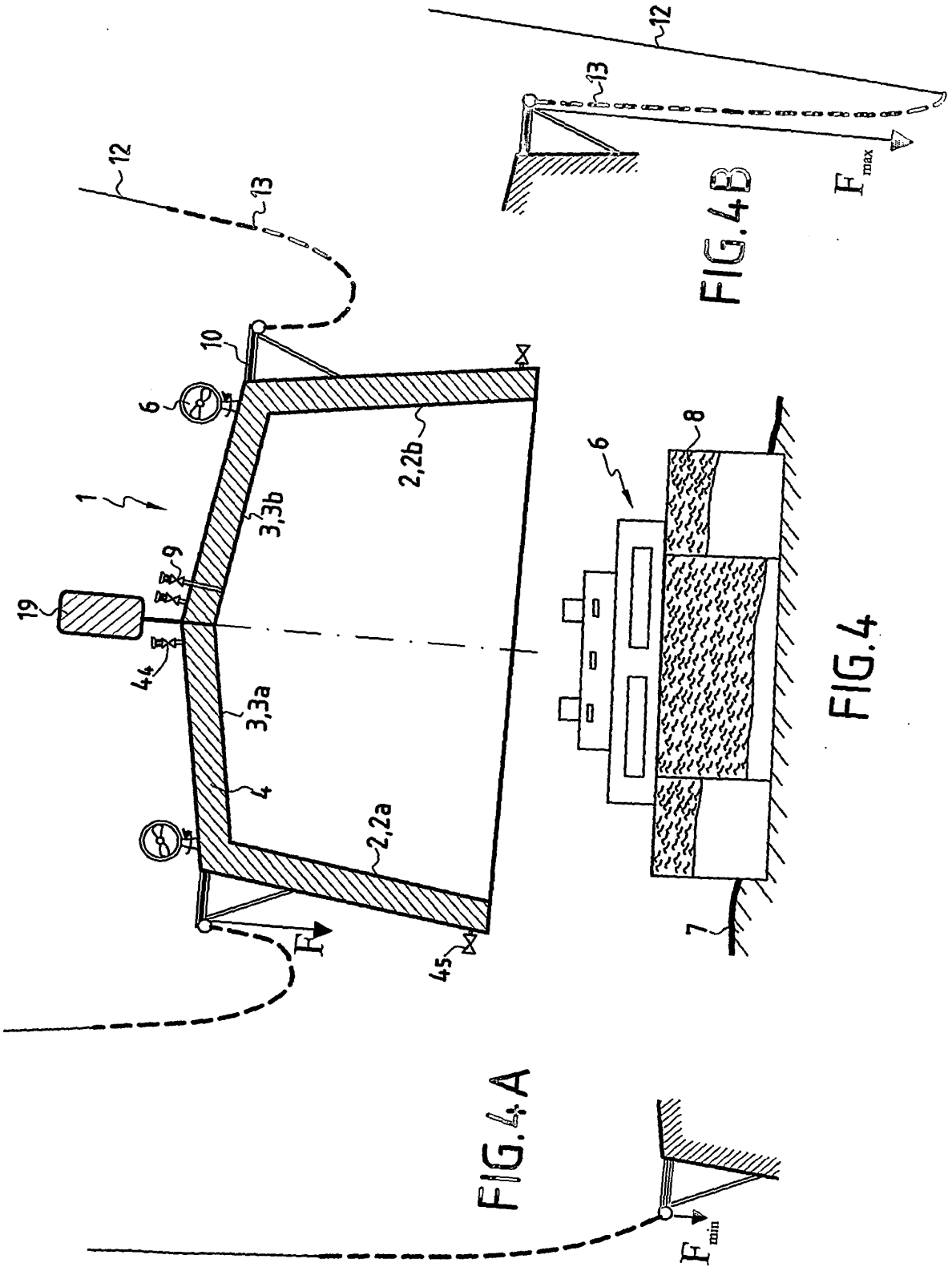
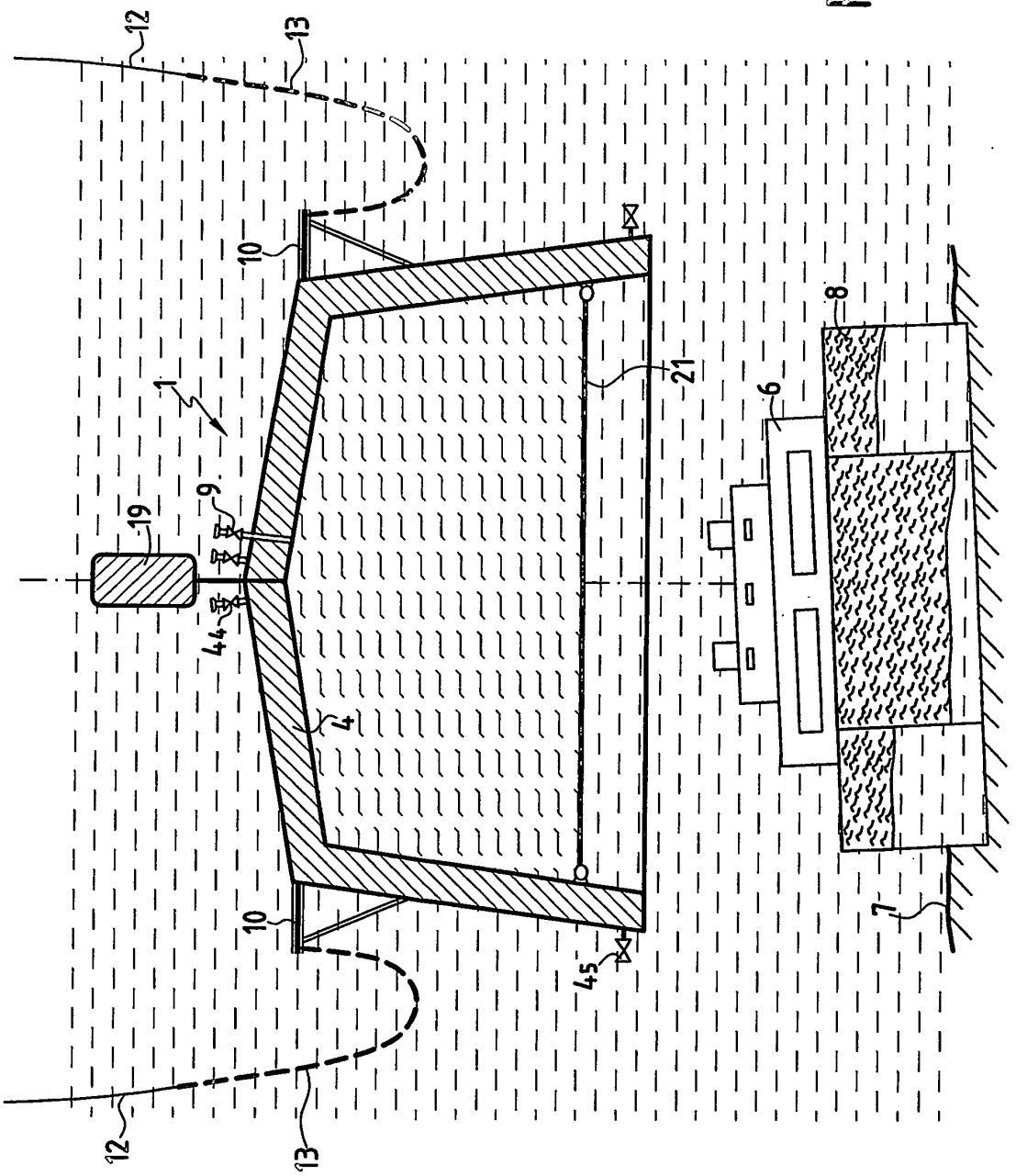


FIG.4B

FIG.4

FIG.4A

FIG.5



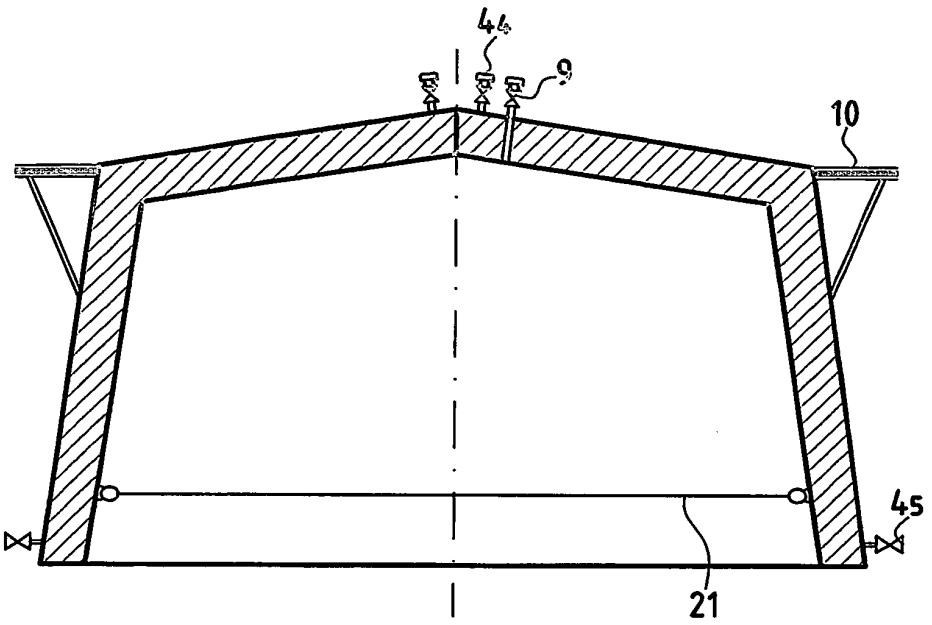


FIG.6

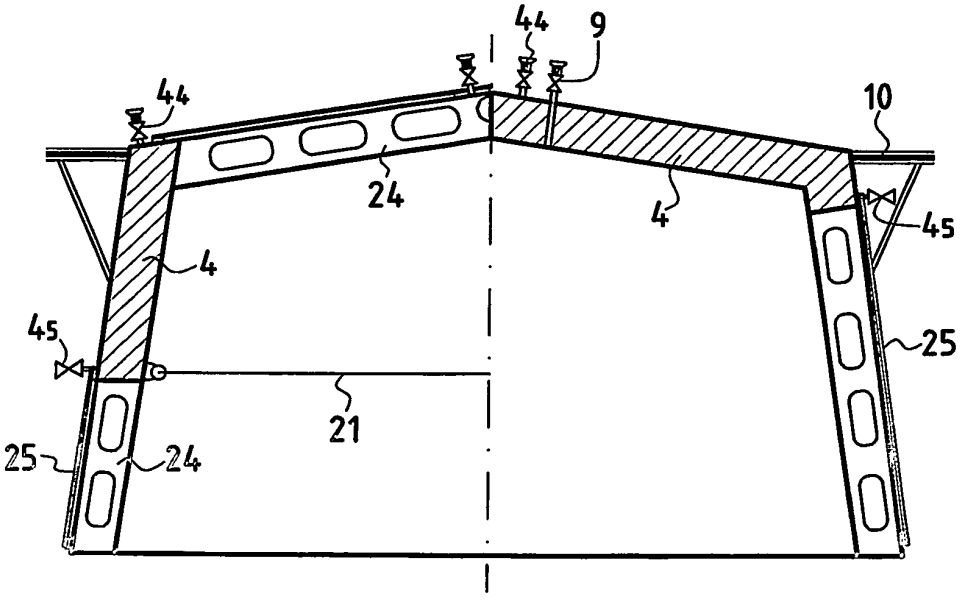


FIG.7

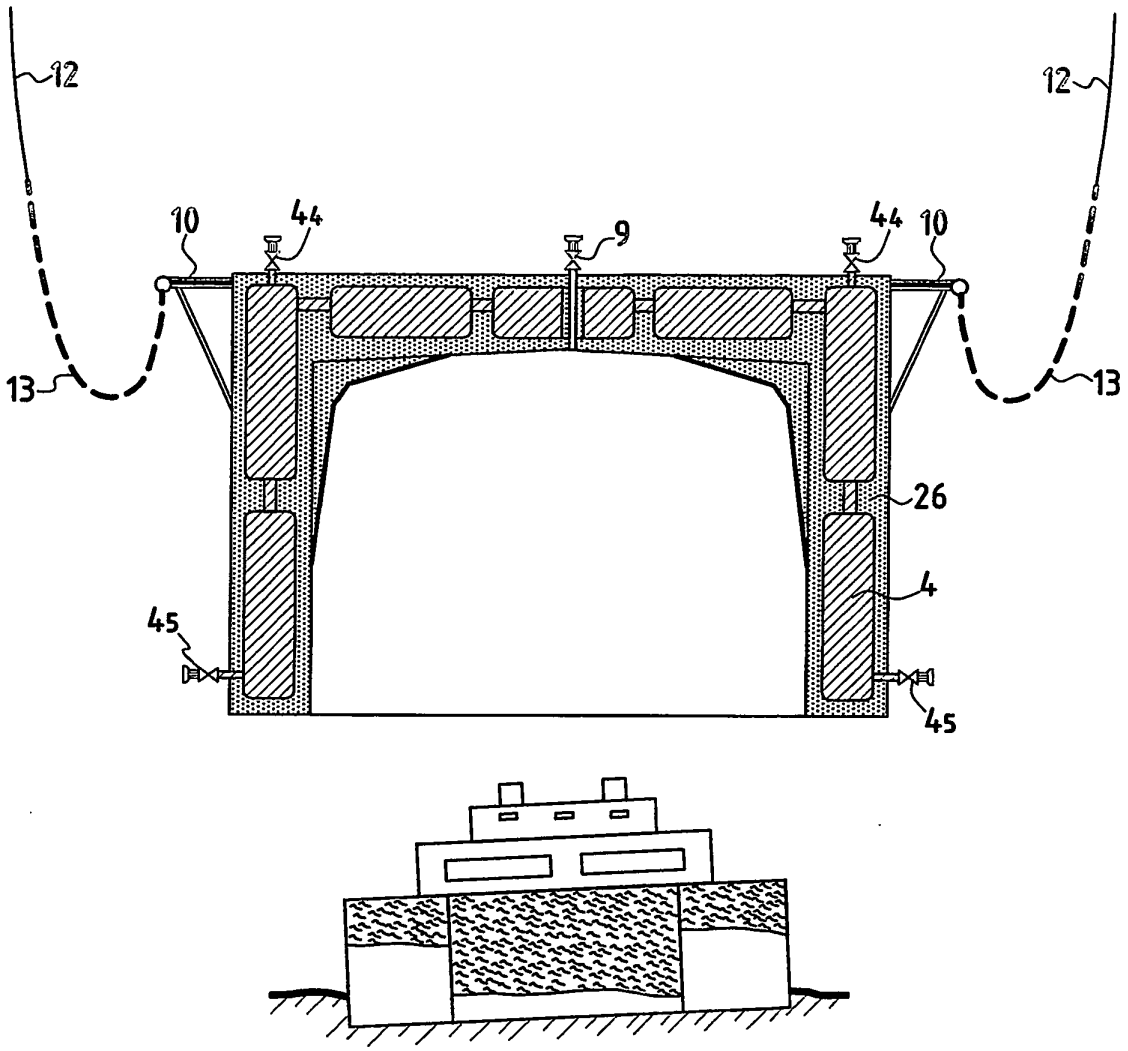


FIG.8

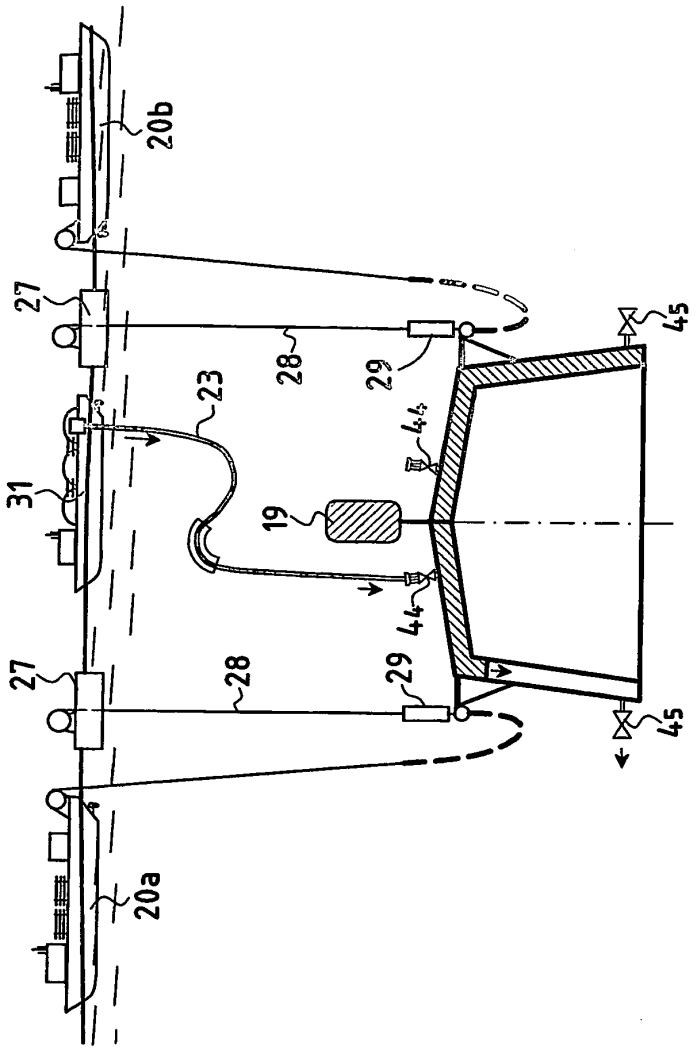
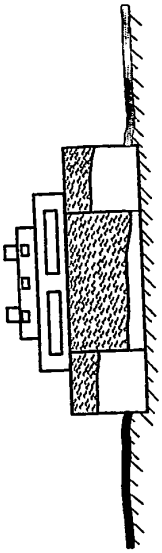


FIG.9B



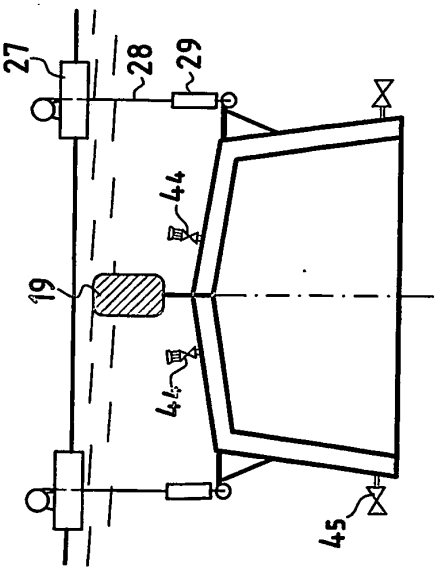
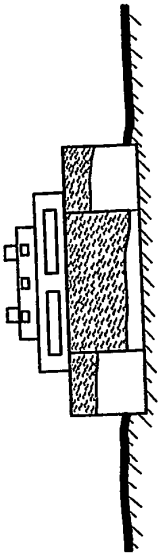


FIG.9A



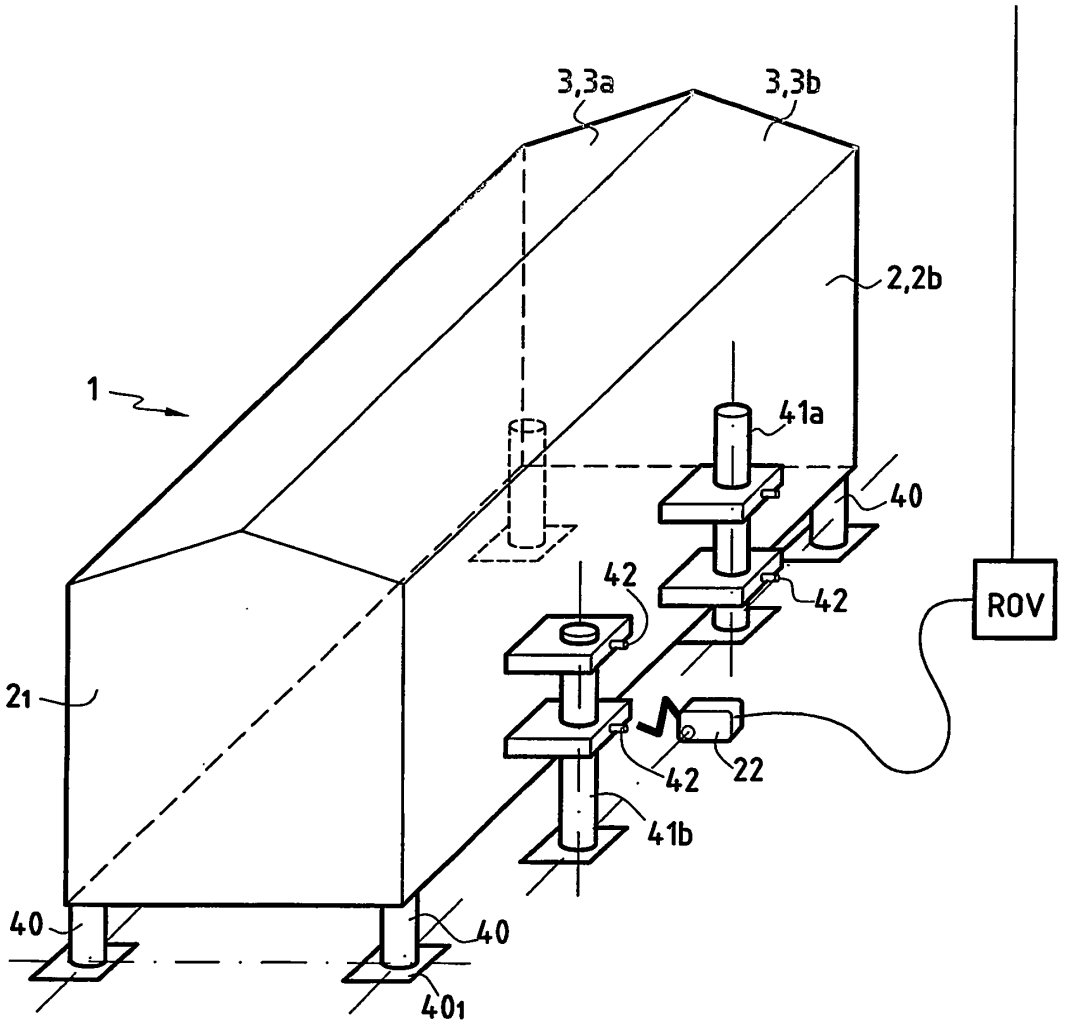


FIG.10

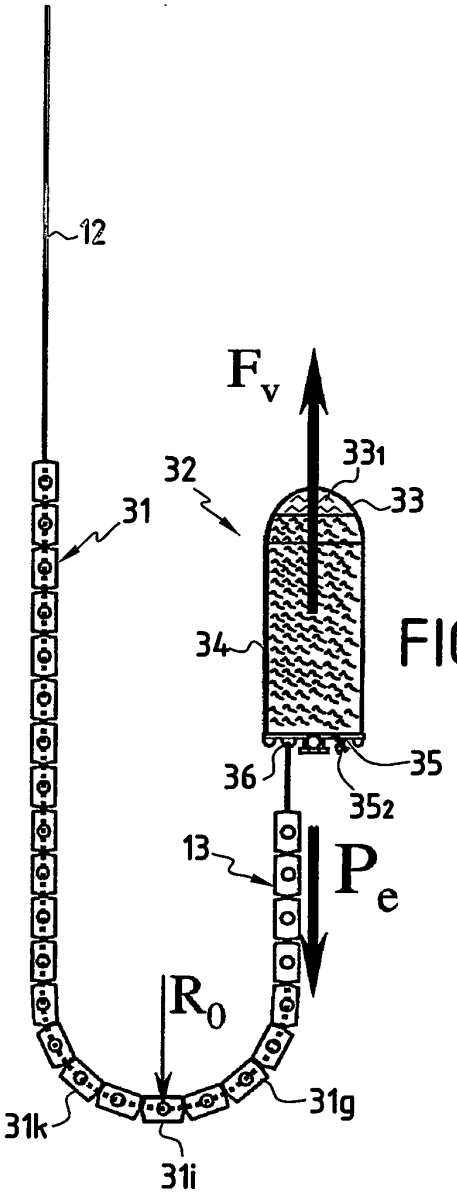


FIG.11A

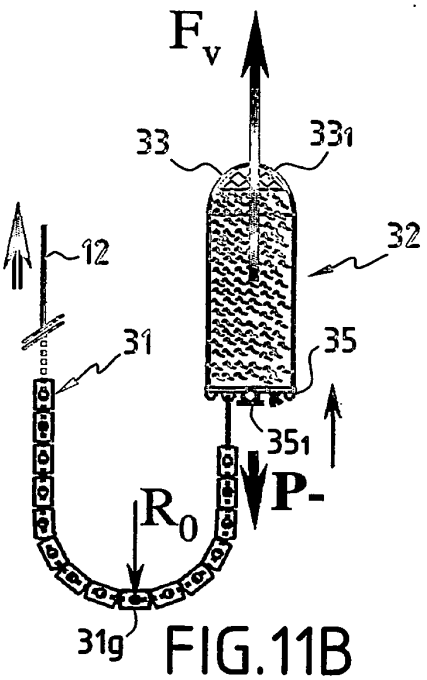


FIG.11B

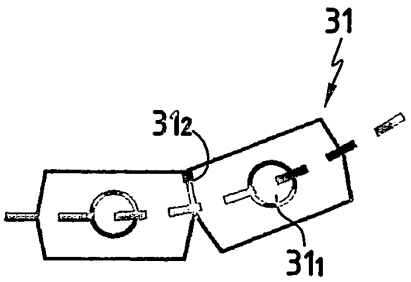


FIG.11D

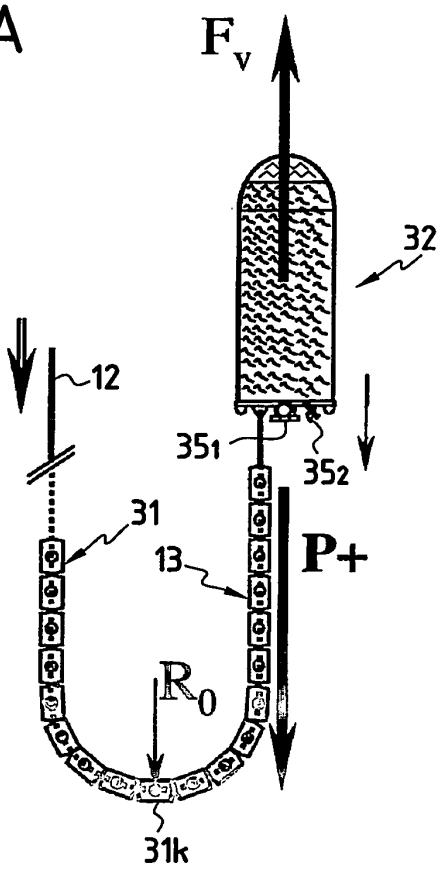
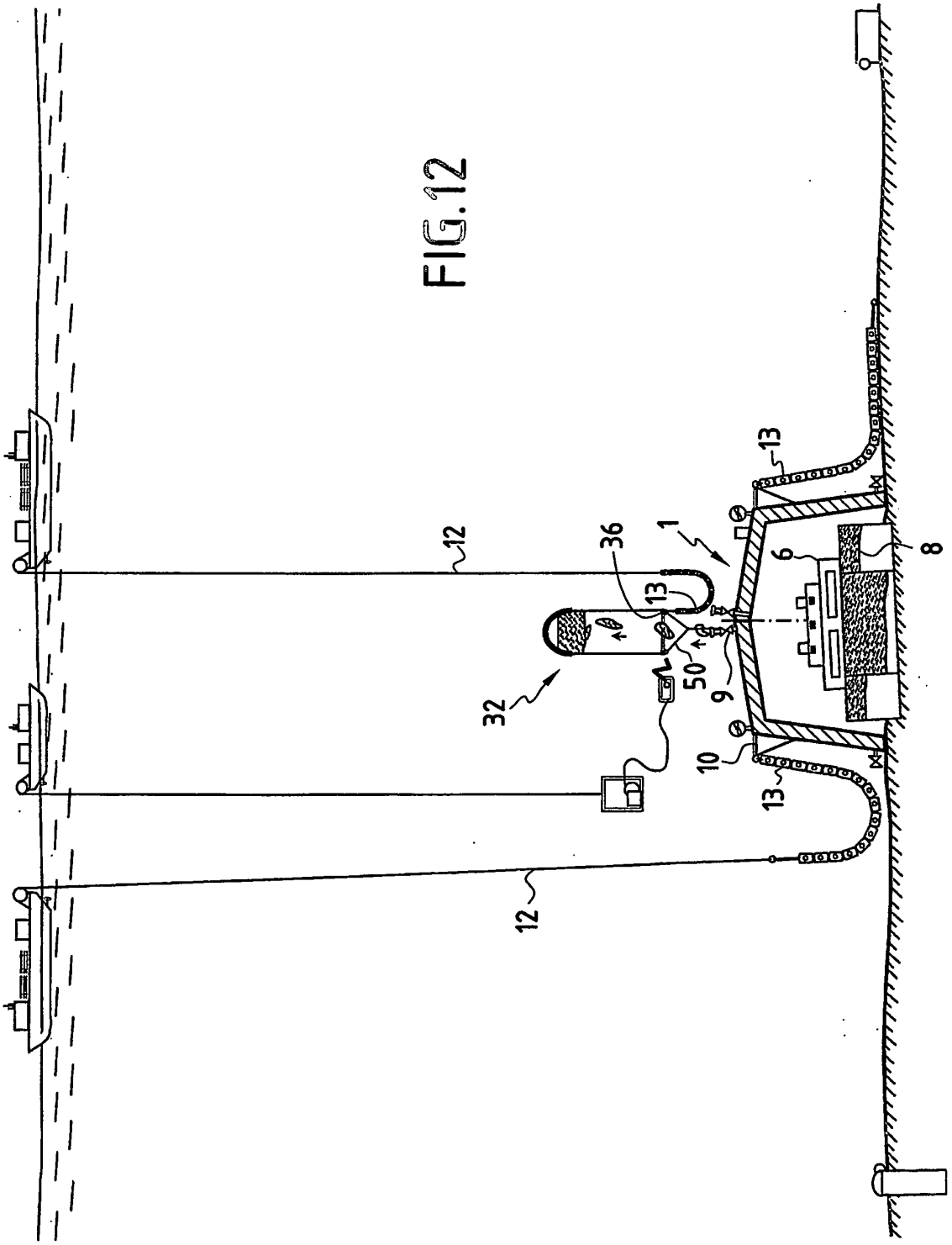


FIG.11C

FIG.12



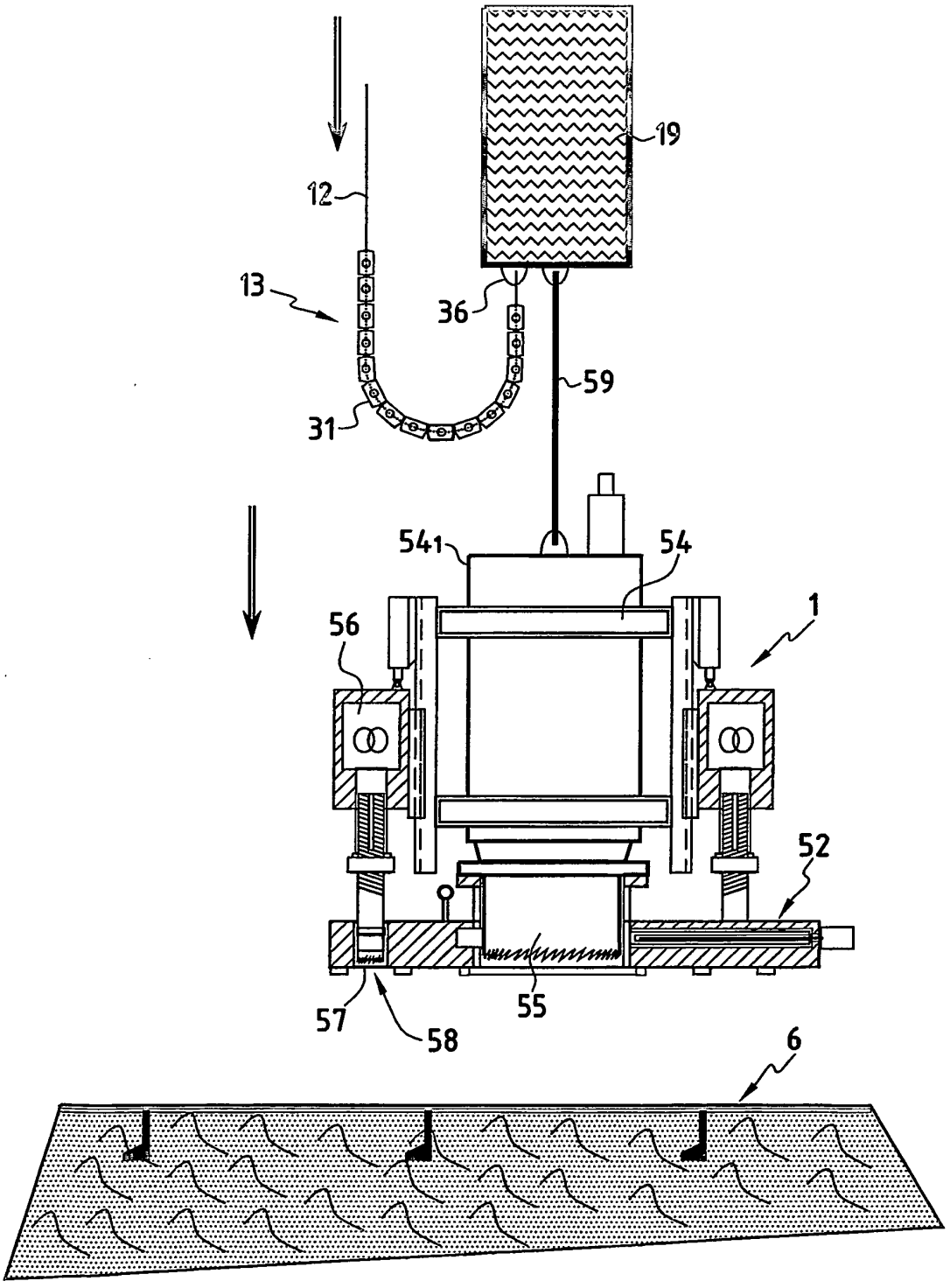


FIG.13