

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
9 avril 2009 (09.04.2009)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2009/044052 A2

(51) Classification internationale des brevets :
B63B 27/24 (2006.01) **B67D 5/68** (2006.01)
B63B 35/44 (2006.01) **B63B 22/02** (2006.01)

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **TECH-
NIP FRANCE** [FR/FR]; 6-8, allée de l'Arche, Faubourg
de l'Arche - ZAC Danton, F-92400 Courbevoie (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2008/051586

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **BIAGGI,
Jean-Pascal** [FR/FR]; 2, les Bouvreuils - DSFA, F-78170
La Celle Saint Cloud (FR). **LEHNING, Virginie** [FR/FR];
18, rue Traversière, F-92100 Boulogne Billancourt (FR).

(22) Date de dépôt international :
5 septembre 2008 (05.09.2008)

(74) Mandataire : **BLOT, Philippe**; Cabinet Lavoix, 2, place
d'Estienne d'Orves, F-75441 Paris Cedex 09 (FR).

(25) Langue de dépôt : français

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO,
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG,
ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL,

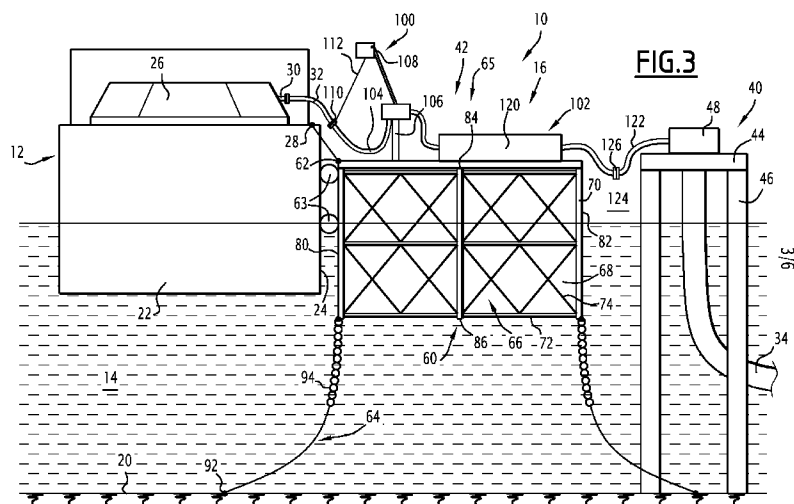
(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0757527 12 septembre 2007 (12.09.2007) FR

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: INSTALLATION FOR TRANSFERRING A FLUID BETWEEN A TANKER AND A FIXED STRUCTURE

(54) Titre : INSTALLATION DE TRANSFERT D'UN FLUIDE ENTRE UN NAVIRE DE TRANSPORT ET UNE STRUCTURE
FIXE



(57) Abstract: Said installation (16) comprises a transport duct (34) at least partly submerged in an expanse of water (14), a device (65, 48) for conveying fluid between the tanker (12) and the duct (34) and a floating quay (42) for tying up the tanker (12). The quay (42) has a support structure (60) partially submerged in the expanse of water (14). The support structure (60) has an open trellis (66), defining internal volumes (68) for circulation of water opening out into the expanse of water (14). The floating quay (12) further comprises flexible anchoring lines (64) for the support structure (60) on the bed (20) of the expanse of water (14). The ratio of the volume of the internal volumes (68) to the sum of the volume of the open trellis (66) and the volume of the internal volumes (68) is greater than 09.

(57) Abrégé : Cette installation (16) comprend un conduit de transport (34) au moins en partie immergé dans une étendue d'eau (14), un dispositif (65, 48) de convoyage de fluide entre le navire (12) et le conduit (34), et un quai flottant (42) d'amarrage du navire (12). Le quai (42) comprend une

[Suite sur la page suivante]

WO 2009/044052 A2



IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,

Publiée :

— sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport

structure porteuse (60) immergée partiellement dans l'étendue d'eau (14). La structure porteuse (60) comprend un treillis ajouré (66) délimitant des espaces intérieurs (68) de circulation d'eau débouchant dans l'étendue d'eau (14). Le quai flottant (12) comprend en outre des lignes souples d'ancrage (64) de la structure porteuse (60) sur le fond (20) de l'étendue d'eau (14). Le rapport du volume des espaces intérieurs (68) à la somme du volume du treillis ajouré (66) et du volume des espaces intérieurs (68) est supérieur à 0,9.

**Installation de transfert d'un fluide entre un navire
de transport et une structure fixe.**

La présente invention concerne une installation de transfert d'un fluide entre un navire de transport et un réservoir de fluide sur une structure fixe, du type comprenant :

- un conduit de transport du fluide vers la structure fixe, au moins en partie immergé dans une étendue d'eau ;

5 - un dispositif de convoyage de fluide entre le navire et le conduit de transport, raccordé à une extrémité de raccordement du conduit de transport ; et

- un quai flottant d'amarrage du navire, placé au voisinage de l'extrémité de raccordement, et mobile localement dans l'étendue d'eau, le quai flottant comprenant :

10 • une structure porteuse destinée à être partiellement immergée dans l'étendue d'eau, la structure porteuse comprenant un treillis ajouré délimitant des espaces intérieurs de circulation d'eau destinés à déboucher dans l'étendue d'eau,

• des lignes souples d'ancrage de la structure sur le fond de l'étendue d'eau ; et

15 • des moyens de fixation de lignes d'amarrage du navire sur la structure porteuse.

La présente invention s'applique notamment au transfert d'hydrocarbures liquides comme des gaz liquéfiés tels que du gaz naturel liquéfié (GNL) ou du gaz de pétrole liquéfié (GPL) entre un navire de transport et une structure fixe. Cette structure fixe est, par exemple, une unité de liquéfaction ou un terminal de regazéification lors du chargement du navire, ou un réservoir de fluide lors de son déchargement.

20 Compte tenu de certaines contraintes de sécurité et de déplacement des navires, il est préférable de procéder aux opérations de transfert de fluide en maintenant le navire hors d'un port, dans des eaux plus profondes, par exemple à quelques centaines de mètres de la côte.

25 Pour réaliser de telles opérations en pleine mer, on connaît notamment des postes de chargement et de déchargement de navires comprenant une plateforme de transfert de fluide fixée sur le fond de la mer par une structure de fixation posée sur le fond de la mer dénommée « jacket ». La plateforme supporte des bras articulés de transfert de fluide, destinés à être raccordés à des systèmes de traverse du navire dénommés « manifolds » sur le navire.

30 Les postes de chargement connus comprennent en outre un ensemble de ducs d'albe (généralement désignés par le terme anglais « dolphins ») pour absorber

l'énergie d'accostage du navire et l'amarrer après son accostage. Les ducs d'albe sont également fixés sur le fond de la mer par des piles métalliques rigides.

La plateforme de transfert de fluide est raccordée à un réservoir situé sur la côte ou sur une plateforme fixe en mer par une conduite flexible ou un pipeline partiellement
5 ou totalement immergé.

Ce type de poste de transfert exige une profondeur d'eau suffisante pour le tirant d'eau du navire. Néanmoins, lorsque le navire est amarré aux ducs d'albe, il n'est pas libre de s'orienter face aux éléments. De plus, sans une protection adéquate contre la houle généralement assurée par une digue, les mouvements relatifs entre le navire et le
10 poste de chargement sont très significatifs. Les efforts appliqués sur les lignes d'amarrage entre le navire et les ducs d'albe sont donc importants, ce qui implique que le poste de transfert doit être placé dans un site abrité.

Pour pallier ce problème, US 2004/0216485 décrit une installation de transfert du type précité, dans laquelle les ducs d'albe sont remplacés par des ensembles semi-submersibles ajourés ancrés sur le fond de la mer par l'intermédiaire de lignes
15 d'ancrage flexibles.

Les ensembles semi-submersibles sont placés à l'écart de la plateforme de chargement, de part et d'autre de celle-ci pour l'amarrage respectif de l'avant et de l'arrière du navire. Ces structures porteuses sont massives puisqu'elles comprennent
20 des piliers d'environ 10 mètres de diamètre et des montants présentant une surface de contact avec l'eau très importante par rapport au volume global de la structure.

Ainsi, les structures porteuses, lorsqu'elles sont raccordées au navire par les lignes d'amarrage présentent une inertie importante, de sorte que l'ensemble constitué par la structure et le navire absorbent la houle en petit temps.

Une telle installation ne donne cependant pas entière satisfaction. En effet, la structure porteuse étant dynamiquement lourde, elle peut présenter une inertie non négligeable par rapport à l'inertie du navire qui lui est amarré compte tenu de la masse élevée l'eau qui la lesté, et de la surface de contact élevée avec l'étendue d'eau dans laquelle elle flotte. Les contraintes importantes continuent donc à s'appliquer sur les
25 30 lignes d'amarrage entre le navire et les structures porteuses.

En outre, bien que les structures porteuses permettent, par leur poids, d'absorber la houle dans le petit temps, elles restent néanmoins, par leur grande surface de contact avec l'eau, très sensible aux vagues ou à la houle sur l'étendue d'eau dans des conditions de très mauvais temps, notamment lorsque la houle est supérieure à six mè-

tres. Par suite, les lignes d'ancrage des structures porteuses doivent être surdimensionnées pour résister à la houle en cas de gros temps.

Un but de l'invention est d'obtenir une installation de transfert qui puisse être utilisée facilement à l'écart de la côte en limitant les efforts dynamiques dus à l'accostage, les contraintes d'amarrage entre le navire et la structure porteuse, et qui peut néanmoins résister à des vagues de hauteurs très importantes dans des conditions extrêmes.

A cet effet, l'invention a pour objet une installation de transfert du type précité, caractérisée en ce que le rapport du volume des espaces intérieurs à la somme du volume du treillis ajouré et du volume des espaces intérieurs est supérieur à 0,9.

L'installation selon l'invention peut comprendre l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou suivant toutes combinaisons techniquement possibles :

- le dispositif de convoyage comprend un ensemble de transfert de fluide monté sur le treillis ajouré, l'ensemble de transfert comprenant au moins une conduite flexible amont de transfert de fluide, destinée à être connectée au navire ;

- l'installation comprend une plateforme fixe de support, comprenant au moins un pilier fixé sur le fond de l'étendue d'eau, le dispositif de convoyage comprenant un ensemble de raccordement au conduit de transport, porté par la plateforme de support, l'extrémité de raccordement du conduit de transport étant connectée à l'ensemble de raccordement sur la plateforme de support ;

- l'ensemble de transfert comprend au moins une conduite flexible aval de transfert de fluide destinée à être connectée à l'ensemble de raccordement sur la plateforme de support ;

- la plateforme de support et la structure porteuse délimitent entre elles un espace intermédiaire, la ou chaque conduite flexible aval étant munie de moyens de déconnexion d'urgence s'étendant en regard de l'espace intermédiaire ;

- la structure porteuse présente une forme allongée suivant un axe délimitant une surface latérale d'accostage du navire et une surface latérale opposée, lesdites surfaces latérales s'étendant entre deux extrémités de la structure porteuse, la plateforme de support étant placée en regard de la surface opposée entre lesdites extrémités ou dans le prolongement axial de la structure porteuse en regard d'une desdites extrémités ;

- le dispositif de convoyage comprend un ensemble de raccordement au conduit de transport porté par la structure porteuse, l'extrémité de raccordement du conduit de transport étant connectée à l'ensemble de raccordement sur la structure porteuse ;

- la ou chaque conduite flexible amont est apte à faire saillie au moins partiellement à l'écart de la structure porteuse vers le navire, la ou chaque conduite flexible amont étant munie de moyens de déconnexion d'urgence ;

- le rapport du volume des espaces intérieurs à la somme du volume du treillis ajouré et du volume des espaces intérieurs est compris entre 0,95 et 0,99 ;

- le treillis ajouré comprend une pluralité de poutres tubulaires raccordées entre elles, le périmètre de la structure porteuse, pris en projection dans un plan horizontal, étant supérieur à au moins cinquante fois le diamètre maximal des poutres.

L'invention a en outre pour objet un ensemble de transport d'un fluide comprenant :

- un navire de transport du fluide ; et

- une installation telle que définie ci-dessus,

le navire étant amarré sur le quai flottant par l'intermédiaire de lignes d'amarrage fixées sur les moyens de fixation des lignes d'amarrage pour que le navire se déplace verticalement conjointement avec le quai flottant.

L'ensemble de transport peut comprendre une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément, ou suivant toutes combinaisons techniquement possibles :

- le poids de la structure porteuse est inférieur à 5% du poids du navire ; et

- l'installation comprend un quai flottant unique d'amarrage du navire, le navire étant amarré exclusivement au quai flottant d'amarrage unique.

L'invention a également pour objet un procédé de transfert d'un fluide dans un ensemble de transport tel que défini ci-dessus, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- déplacement du navire vers le quai flottant pour le faire accoster en regard d'une surface d'accostage de la structure porteuse ;

- mise en place de lignes d'amarrage pour solidariser le navire et la structure porteuse, la structure porteuse étant alors déplaçable verticalement conjointement avec le navire ;

- raccordement hydraulique entre un réservoir de fluide porté par le navire et l'extrémité de raccordement du conduit de transport par l'intermédiaire du dispositif de convoyage à travers ou au-dessus du quai flottant ; et

- transfert de fluide entre le navire et le conduit de transport du fluide.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple, et faite en se référant aux dessins annexés, sur lesquels :

5 - la figure 1 est une vue schématique de dessus d'une première installation de transfert selon l'invention, avant l'accostage d'un navire de transport d'hydrocarbures ;

- la figure 2 est une vue analogue à la figure 1 après l'accostage du navire ;

10 - la figure 3 est une vue en coupe, prise suivant un plan transversal de l'installation de la figure 2 lors d'un transfert d'hydrocarbures entre l'installation et le navire ;

- la figure 4 est une vue analogue à la figure 1 d'une deuxième installation de transfert selon l'invention.

- la figure 5 est une vue analogue à la figure 3 d'une troisième installation de transfert selon l'invention ; et

15 - la figure 6 est une vue analogue à la figure 3 d'une quatrième installation selon l'invention.

Dans tous ce qui suit, les termes « longitudinal » et « transversal » s'entendent par rapport à la direction allongée d'un navire ou d'une structure porteuse. Les termes « amont » et « aval » s'entendent par rapport au sens de circulation d'un fluide lors du
20 déchargement de ce fluide depuis le navire vers l'installation de transfert.

Les figures 1 à 4 illustrent un premier ensemble 10 de transport d'hydrocarbures liquide selon l'invention.

Cet ensemble 10 s'applique au transport et au transfert d'hydrocarbures liquéfiés, notamment de gaz liquéfié, tel que du gaz naturel liquéfié (GNL), du gaz de pétrole
25 liquéfié (GPL), ou tout autre type de gaz liquéfié.

L'ensemble de transport comprend un navire de transport 12, flottant sur une étendue d'eau 14, une installation 16 de transfert de fluide disposée dans l'étendue d'eau 14 pour recevoir le navire 12, et une structure fixe ou terminal 18 situé sur la côte à l'écart de l'installation de transfert 16 pour recevoir le fluide déchargé par l'installation
30 de transfert 16, ou pour produire ou stocker le fluide destiné à être chargé sur le navire 12 par l'installation de transfert 16.

Dans tout ce qui suit, on comprendra aisément que l'ensemble de transport 10 est entièrement réversible, c'est-à-dire que l'installation de transfert 16 peut être utilisée soit pour charger dans le navire 12 un fluide stocké ou produit dans le terminal 18, soit

à l'inverse, décharger un fluide contenu dans le navire 12 et le convoier vers le terminal 18. Seul ce dernier cas sera décrit à titre d'exemple dans tout ce qui suit.

L'étendue d'eau 14 est une étendue d'eau salée comme une mer ou un océan, ou une étendue d'eau douce comme un lac.

5 L'étendue d'eau repose sur un fond solide 20. L'installation 16 est avantageusement montée dans une étendue d'eau 14 de profondeur comprise entre 25 mètres et 70 mètres, bien que des profondeurs supérieures, allant notamment jusqu'à 150 mètres puissent être envisagées.

10 Le navire de transport 12 comprend une coque 22 flottante délimitant un bord latéral d'amarrage 24, et au moins un réservoir 26 de stockage de fluide liquéfié disposé dans la coque 22.

Le navire 12 comprend en outre, le long de son bord d'amarrage 24, des lignes d'amarrage 28 fixées respectivement à l'avant, à l'arrière et dans la partie médiane du navire 12. Ces lignes comprennent notamment une pointe située à l'avant du navire 12, 15 une pointe située à l'arrière du navire 12 et des lignes traversières dans la partie centrale du navire.

Le réservoir 26 comprend une pluralité de manifolds 30 qui débouchent transversalement par rapport au navire 12, sensiblement dans la partie médiane du navire 12.

20 Chaque manifold 30 est muni à son extrémité extérieure d'une bride de connexion et avantageusement, d'un raccord de connexion 32 amovible apte à faire saillie au-delà du bord latéral 24 pour le raccordement d'une ligne de transfert de fluides. De tels raccords sont décrits par exemple dans les demandes françaises n° 06 05 434 et n° 07 54 438 de la Demanderesse.

25 Le terminal 18 est disposé par exemple sur la côte, ou en mer, à l'écart de l'installation de transfert 16. Le terminal 18 comprend des réservoirs de stockage d'hydrocarbures liquéfiés. Ces réservoirs sont situés par exemple en sortie d'une usine de production d'hydrocarbures liquéfiés, munie d'un train de liquéfaction, dans le cas où l'installation de transfert 16 est utilisée pour charger du fluide dans le navire 12.

30 Le terminal 18 est raccordé à l'installation de transfert 16 par l'intermédiaire d'un conduit cryogénique 34 immergé dans l'étendue d'eau 14 et raccordé à au moins un réservoir de fluide du terminal 18. Le conduit 34 est par exemple du type « Pipe-in-Pipe », commercialisé par la société Flexi France sous le nom commercial C-PIP (Cryogenic Pipe in Pipe). La distance qui sépare l'installation 16 du terminal 18 est supérieure à 100 mètres et généralement comprise entre 500 mètres et 1 500 mètres.

L'installation de transfert 16 comprend une plateforme fixe 40 pour le raccordement du conduit cryogénique 34, et un quai flottant 42 pour recevoir et amarrer le navire 12 à l'installation 16.

Comme illustré par la figure 3, la plateforme 40 comprend un support 44 situé au
5 dessus de la surface de l'étendue d'eau 14, des piliers 46 de fixation du support 44 sur le fond de l'étendue d'eau 14, et un ensemble 48 de raccordement au conduit cryogénique 34 porté par le support 44.

Les piliers 46 sont par exemple réalisées sous forme de membrures parallèles reliées entre elles par un treillis de poutrelles métalliques, ou sont réalisées par des
10 caissons tubulaires. Ils sont fixés à leur extrémité inférieure sur le fond 20 de l'étendue d'eau sur laquelle ils s'appuient, et à leur extrémité supérieure, sous le support 44. Ainsi, la plateforme 40 reste sensiblement immobile verticalement quelques soient les conditions d'agitation de l'étendue d'eau 14.

L'ensemble de raccordement 48 reçoit une extrémité amont du conduit cryogénique 34.
15

Comme illustré par les Figures 1 à 3, le quai flottant 42 comprend une structure porteuse ajourée 60, des plots 62 de fixation des amarrage 28 sur la structure 60, des défenses d'accostage 63, et des lignes flexibles 64 d'ancrage de la structure porteuse 60 sur le fond 20 de l'étendue d'eau 14.

L'installation de transfert 16 comprend en outre un ensemble 65 de transfert de
20 fluide entre le navire 12 et l'ensemble de raccordement 48, destiné à raccorder hydrauliquement les manifolds 30 du réservoir 14 à l'ensemble de raccordement 48.

Selon l'invention, la structure porteuse 60 comprend un treillis ajouré léger 66 délimitant des espaces intérieurs 68 de circulation d'eau de grand volume, pour que la
25 structure porteuse 60 soit sensiblement transparente à l'agitation de l'étendue d'eau 14 et notamment à la houle.

Comme illustré par les figures 1 et 2, la structure 60 et son treillis 66 sont de forme allongée le long d'un axe Y-Y' sensiblement parallèle à l'axe longitudinal X-X' du navire 12 lorsque le navire 12 est amarré sur le quai 42.

Dans l'exemple représenté sur les figures 1 à 3, le treillis 66 présente une section
30 horizontale sensiblement constante sur toute sa hauteur. La section horizontale est de contour polygonal. La hauteur du treillis 66 est par ailleurs sensiblement constante.

Le treillis 66 comprend une pluralité de poutres verticales 70, une pluralité de montants 72 horizontaux raccordant les poutres 70 pour définir des mailles élémentai-

res 73 parallélépipédiques et une pluralité de traverses obliques 74 raccordant chacune une poutre 70 à un montant 72 à travers une maille 73.

Les poutres 70, les montants 72 et les traverses 74 sont toutes réalisées à base de tubes métalliques creux assemblés entre eux. Ces tubes présentent un diamètre maximal faible, de sorte que le périmètre de la structure porteuse 60, pris en projection dans un plan horizontal est supérieur à au moins 50 fois le diamètre maximal des tubes formant les poutres 70, les montants 72 et les traverses 74. Les cavités délimitées au sein des tubes creux sont séparées des espaces de circulation d'eau 68 par les parois étanches formant les tubes.

Ainsi, la structure porteuse 60 flotte spontanément à l'écart du fond lorsqu'elle est immergée dans l'étendue d'eau 14, en présentant au moins une région supérieure de hauteur non nulle qui fait saillie au-dessus de la surface de l'étendue d'eau 14.

Les poutres 70 présentent un diamètre supérieur à celui des traverses 74, lesquelles traverses 74 présentent un diamètre supérieur à celui des montants 72.

Les poutres 70 sont réparties le long du contour de la structure porteuse 60 et le long de l'axe central Y-Y' au sein de la structure porteuse 60. Le diamètre des poutres 70 est de l'ordre de 2 m (environ 80 pouces), et compris entre 1 m et 4 m et leur hauteur, qui définit la hauteur constante de la structure 60 est de l'ordre de 24 m et comprise entre 15 m et 30 m.

Les montants 72 raccordent les poutres 70 perpendiculairement à l'axe de la structure 60. Ils présentent un diamètre de l'ordre de 0,6 m (24 pouces) et compris entre 0,3 m et 0,9 m.

Les traverses 74 présentent un diamètre compris entre 0,6 m et 0,9 m (entre 30 et 50 pouces).

Ainsi, le poids de la structure est généralement de l'ordre de 3200 tonnes pour être inférieur à 5% du poids maximum du navire 12.

Le treillis 66 de la structure 60 définit donc, suivant son enveloppe extérieure, une surface verticale amont 80 d'accostage du navire, une surface verticale aval 82, opposée à la surface amont 80 et s'étendant en regard de la plateforme 40, une surface supérieure horizontale 84 de support de l'ensemble de transfert 65, et une surface inférieure 86 s'étendant en regard du fond 20 de l'étendue d'eau, à l'écart de ce fond 20.

La plateforme 40 s'étend en regard d'une partie médiane de la surface opposée 82, à l'écart de celle-ci. La distance qui sépare la surface 82 de la plateforme 40 est comprise entre 15 m et 30 m.

La structure 60 définit en outre deux surfaces d'extrémité verticales 88, 90 sensiblement transversales, raccordant les surfaces amont et aval 80, 82 aux extrémités longitudinales de la structure porteuse 60.

La structure 60 définit donc, à l'intérieur de l'enveloppe entre les surfaces 80 à 90, un volume global qui est la somme du volume des tubes formant le treillis 60 et du volume des espaces intérieurs 68 délimités entre les tubes.

Les espaces intérieurs 68 sont définis entre les tubes formant le treillis 66. Ils débouchent à l'extérieur de la structure porteuse 60 à travers les surfaces 80 à 90 pour permettre la circulation d'eau au travers de la structure 60, rendant la structure 60 transparente à la houle.

Selon l'invention, et pour assurer cette transparence à la houle, le rapport du volume occupé par les espaces intérieurs 68 à la somme du volume des espaces intérieurs 68 et du volume occupé par les tubes formant le treillis 66 est supérieur à 0,9. De préférence, ce rapport est compris entre 0,95 et 0,99.

Ainsi, la structure porteuse 60 est fortement ajourée, de sorte qu'elle offre localement en tous points de la structure 60, une faible surface en contact avec l'eau par unité de volume, et un espace important pour la circulation de l'eau à travers la structure.

Lorsque la structure 60 est disposée dans l'étendue d'eau 14, elle flotte dans l'étendue d'eau 14 en y étant immergée sensiblement à mi-hauteur. La surface supérieure 84 est donc disposée au dessus de la surface de l'étendue d'eau.

Les plots de fixation 62 des lignes d'amarrage 28 sont disposés sur la surface supérieure 84, le long de la surface verticale d'accostage 80. Ils sont répartis à l'avant, à l'arrière et au milieu de la structure 60.

Les lignes d'ancrage 64 sont réparties autour de la structure 60 pour limiter son déplacement dans un plan horizontal. Dans l'exemple représenté par la figure 1, le quai flottant 42 comprend deux paires de lignes d'ancrage 64 s'étendant vers l'extérieur de la structure 60, dans des directions axiales opposées, chaque paire s'étendant à partir respectivement de la surface verticale d'accostage 80 et de la surface verticale opposée 82.

Chaque ligne 64 comprend un moyen d'ancrage 92, fixé dans le fond 20 de l'étendue d'eau 14, et un lien mixte 94 raccordant le moyen d'ancrage 92 à un tube du treillis 66.

Le lien mixte 94 comprend une combinaison d'une chaîne et d'un câble formant une caténaire. Le lien mixte 94 présente au repos, une forme détendue en J. Il est susceptible de se tendre linéairement lors d'un déplacement de la structure porteuse 60, notamment lors de l'accostage du navire le long de la surface 80.

5 Ainsi, la structure porteuse 60 est déplaçable localement horizontalement sur une course limitée autour d'une position centrale de repos. Cette course est par exemple comprise entre 15 m et 30 m à partir du périmètre de la structure 60 dans sa position de repos.

10 Les défenses 63 sont fixées sur le treillis 66 le long de la surface verticale d'accostage 80. Elles sont destinées à être interposées entre le bord latéral 24 du navire 12 et la structure porteuse 60, lorsque le navire est amarré sur la structure 60.

Dans l'exemple représenté sur la figure 3, la structure 60 comprend deux séries parallèles de défenses 63 placées à des hauteurs distinctes sur la surface 80.

15 En variante, la structure 60 comprend par exemple une première série de défenses 63 horizontale et une deuxième série de défenses 63 verticales.

L'ensemble de transfert de fluide 65 est monté sur la surface supérieure 84 de la structure porteuse 60. Il comprend, d'amont en aval, une station 100 de connexion au navire située au voisinage de la surface d'accostage 80, et une station 102 de connexion à la plateforme, située au voisinage de la surface opposée 82.

20 La station 100 de connexion au navire comprend des conduites flexibles amont 104 de raccordement au navire, un portique fixe 106 de support des conduites 104 et un portique mobile 108 de déplacement des conduites 104 vers le navire 12.

25 De manière classique, les conduites 104 sont formées par des flexibles de transport, souples sur sensiblement toute leur longueur. Chaque conduite 104 s'étend entre une extrémité fixe solidaire du portique fixe 108 et une extrémité libre mobile 110 munie d'un embout de connexion à un raccord 32, et d'une vanne de déconnexion d'urgence.

Les conduites flexibles amont 104 sont raccordées hydrauliquement à la station de connexion 102 à travers le portique fixe 106.

30 Le portique mobile 108 est déplaçable par rapport au portique fixe 106 vers l'extérieur du navire entre une position rétractée sur la surface supérieure 84, et une position en saillie latérale à l'extérieur de la surface supérieure 84.

Le portique 108 est muni, pour chaque conduite 104, d'un treuil 112 pour suspendre l'extrémité libre 110 de la conduite flexible 104.

La conduite 104 s'étend alors en chaînette entre son extrémité fixe et son extrémité libre 110 dans un plan vertical sensiblement perpendiculaire à l'axe Y-Y'. La conduite 104 est ainsi déplaçable dans ce plan entre une position en retrait, dans laquelle l'extrémité libre 110 s'étend en regard de la surface supérieure 84, et une position de connexion au navire 12, dans laquelle l'extrémité libre 110 fait saillie à l'écart de la surface 84 au-delà de la surface 80 en regard de l'étendue d'eau 14.

La station 102 comprend un collecteur 120 fixé sur la surface supérieure 84, et des conduites flexibles aval 122 raccordant le collecteur 120 à l'ensemble de raccordement 48 sur la plateforme 40.

Le collecteur 120 est raccordé hydrauliquement en amont aux conduites flexibles amont 104, et en aval, aux conduites flexibles aval 122.

Les conduites flexibles aval 122 sont souples sur sensiblement toute leur longueur. Elles sont pendues en chaînette entre l'ensemble de raccordement 48 et le collecteur 120, en regard de l'espace intermédiaire 124 dégagé vers le bas, s'étendant au-dessus de l'étendue d'eau 14 entre le quai flottant 42 et la plateforme fixe 40. Elles s'étendent dans un plan vertical sensiblement perpendiculaire à l'axe Y-Y', sensiblement dans le prolongement des conduites flexibles amont 104.

Chaque conduite 122 est munie d'un dispositif de déconnexion d'urgence 126 disposé en regard de l'espace 124 pour séparer la conduite 122 en une section amont solidaire du quai 42 et libre par rapport à la plateforme 40, et une section aval solidaire de la plateforme 40 et libre par rapport au quai 42.

L'ensemble de transfert 65 situé sur la structure porteuse 60, et l'ensemble de raccordement 48 situé sur la plateforme fixe forment donc, lorsqu'ils sont raccordés entre eux, un dispositif de convoyage de fluide entre le navire 12 et le conduit de transport 34.

Le fonctionnement de l'ensemble de transport 10 selon l'invention, lors d'une opération de déchargement du fluide contenu dans un navire de transport 12 en vue de son transfert dans un réservoir du terminal 18, va maintenant être décrit.

Initialement, en l'absence de navire 12 ou lors de son approche, le quai flottant 42 est maintenu ancré dans le fond 20 de l'étendue d'eau 14 par l'intermédiaire des lignes d'ancrage 64. La plateforme fixe 40 s'étend alors en regard de la surface verticale opposée 82 de la structure porteuse 60, sensiblement au milieu de cette surface 82.

Les conduites flexibles aval 122 raccordent hydrauliquement la station de connexion 102 sur la structure porteuse 60 à l'ensemble de raccordement 48 sur la plateforme 40.

En outre, le portique mobile 108 est placé dans sa position rétractée pour maintenir les extrémités libres 110 des conduites flexibles amont 104 en regard de la surface supérieure 84.

Le treillis 66 de la structure porteuse 60 étant léger et très ajouré, il est donc peu sensible à l'agitation de l'étendue d'eau 14 en surface ou en profondeur résultant de la houle ou des courants. L'eau de l'étendue 14 circule donc quasiment librement à travers les espaces intérieurs 68.

Le quai flottant 42 est donc apte à endurer des conditions extrêmes difficiles, notamment une houle d'amplitude verticale supérieure à 6 mètres.

Puis, lorsque des conditions météorologiques requises sont rencontrées, par exemple lorsque la houle est inférieure à 2,5 mètres d'amplitude, le navire 12 s'approche du quai flottant 42 en vue de son accostage, comme visible sur la Figure 1.

Le bord latéral 24 du navire est amené en regard de la surface verticale d'accostage 80 en alignant l'axe X-X' du navire 12 parallèlement à l'axe Y-Y' de la structure porteuse 60.

La structure porteuse 60 étant ancrée dans le fond 20 de l'étendue d'eau par des lignes flexibles 64, elle est susceptible de se déplacer légèrement depuis sa position de repos vers la plateforme fixe 40 lors de l'accostage du navire, par tension des lignes flexibles 64 fixées sur la surface d'accostage 80. Ceci permet au navire 12 d'accoster avec une vitesse comprise entre 0,3 m/s et 1 m/s sans causer de dommages à l'installation de transfert 16, tout en permettant un amortissement du choc d'accostage.

Lorsque le bord du navire 24 est placé parallèlement à la surface 80, au contact des défenses d'absorption 63, les lignes d'amarrage 28 du navire sont fixées sur les plots de fixation 62 du quai flottant 42. Les lignes flexibles 64 reprennent alors leur configuration en J, ramenant ainsi la structure porteuse 60 vers sa position de repos.

Le navire 12 est alors rendu solidaire de la structure porteuse 60 et se déplace conjointement avec celle-ci sous l'effet de l'agitation de l'étendue d'eau.

Toutefois, la structure porteuse 60 présentant une masse négligeable par rapport à celle du navire 12, et une faible interaction locale avec l'eau circulant dans les espaces intérieurs 68, elle présente une très faible inertie par rapport à celle du navire 12, ce

qui limite fortement les tensions s'exerçant sur les lignes d'amarrage 28 et les plots de fixation 62.

Dans cette configuration, le navire 12 est maintenu sensiblement fixe en position par rapport à la plateforme 40 par l'intermédiaire de la structure porteuse 60 et des lignes d'ancrage 64. Les lignes flexibles d'ancrage 64 reprennent juste les efforts dus au mouvement local du navire 12, l'inertie de la structure porteuse 60 étant négligeable. Les lignes 64 ne nécessitent donc pas d'être dimensionnées pour des efforts considérables.

Puis, les raccords amovibles 32 sont fixés à l'extrémité libre des manifolds 30 pour faire saillie au-delà du bord latéral 24 du navire vers la structure porteuse 60.

Le portique mobile 108 est ensuite déplacé de sa position rétractée à sa position déployée pour amener l'extrémité libre 110 de chaque conduite flexible amont 104 au contact d'un raccord 32 pour les connecter.

Un passage continu de circulation de fluide est alors réalisé. Ce passage s'étend d'amont en aval, successivement dans le manifold 30 et le raccord 32, dans la conduite flexible amont 104, dans le portique 106, dans le collecteur 120, dans la conduite flexible aval 122, dans l'ensemble de raccordement 48, puis dans le conduit cryogénique 34.

Le fluide liquéfié contenu dans le réservoir 26 est alors déchargé à travers ce passage de circulation, depuis le navire 12, à travers l'ensemble de transfert 65 situé sur le quai flottant 42, à travers l'ensemble de raccordement 38 sur la plateforme 40, et à travers le conduit 34, jusqu'au terminal 18.

En cas de problème lors du transfert, les vannes de déconnexion d'urgence sur la conduite flexible amont 104 ou sur la conduite flexible aval 122 sont déconnectables, ce qui évite de décharger accidentellement du fluide sur le navire 12, sur le quai flottant 42, ou sur la plateforme 40.

Le deuxième ensemble de transport 140 selon l'invention, représenté sur la figure 4, diffère du premier ensemble 10 par la disposition de l'installation de transfert 16.

En effet, la plateforme fixe 40 est placée dans le prolongement axial du quai flottant 42, en regard d'une surface d'extrémité 90 de ce quai.

Les conduites flexibles aval 122 sont donc parallèles à l'axe Y-Y' du quai 42, perpendiculairement à l'axe des conduites flexibles amont 104.

Le fonctionnement de l'ensemble 140 est par ailleurs analogue à celui de l'ensemble 10.

Le troisième ensemble de transport 150, représenté sur la figure 5 diffère du premier ensemble en ce que l'installation de transfert 16 est dépourvue de plateforme fixe 40.

Le conduit de transport 34 comprend un tronçon sensiblement rigide 152 immergé, et un tronçon flexible montant 156.

Le tronçon immergé 152 raccorde le terminal 18 sur la côte à un point 154 sur le fond 20 situé au voisinage de la structure porteuse 60.

Le tronçon flexible 156 est fixé sur la structure 60 à son extrémité amont de raccordement 59. Il présente une configuration en S. La structure porteuse 60 porte l'ensemble de raccordement 48 qui est raccordé à l'extrémité de raccordement 59.

Le quatrième ensemble de transport 160 diffère du troisième ensemble 150 en ce que le tronçon rigide 152 du conduit de transport 34 est raccordé à un réservoir 162 situé sur une plateforme 164 située en mer et fixée sur le fond de la mer par des piliers 166.

Plus généralement, l'invention concerne aussi une installation de transfert d'un fluide entre un navire de transport et un réservoir de fluide sur une structure fixe, du type comprenant :

- un conduit de transport du fluide vers la structure fixe, au moins en partie immergé dans une étendue d'eau ;

- un dispositif de convoyage de fluide entre le navire et le conduit de transport, raccordé à une extrémité de raccordement du conduit de transport ; et

- un quai flottant d'amarrage du navire, placé au voisinage de l'extrémité de raccordement, et mobile localement dans l'étendue d'eau, le quai flottant comprenant :

- une structure porteuse destinée à être partiellement immergée dans l'étendue d'eau, la structure porteuse comprenant un treillis ajouré délimitant des espaces intérieurs de circulation d'eau destinés à déboucher dans l'étendue d'eau,

- des lignes souples d'ancrage de la structure sur le fond de l'étendue d'eau ;

- des moyens de fixation de lignes d'amarrage du navire sur la structure porteuse,

le dispositif de convoyage comprenant un ensemble de transfert de fluide monté sur le treillis ajouré, l'ensemble de transfert comprenant au moins une conduite flexible amont de transfert de fluide, destinée à être connectée au navire.

Dans cette installation, le rapport du volume des espaces intérieurs à la somme du volume du treillis ajouré et du volume des espaces intérieurs n'est pas précisé et peut être inférieur à 0,9.

REVENDICATIONS

1.- Installation (16) de transfert d'un fluide entre un navire (12) de transport et un réservoir de fluide sur une structure fixe (18), du type comprenant :

- un conduit (34) de transport du fluide vers la structure fixe (18), au moins en
5 partie immergé dans une étendue d'eau (14) ;

- un dispositif (65, 48) de convoyage de fluide entre le navire (12) et le conduit de transport (34), raccordé à une extrémité de raccordement (59) du conduit de transport (34) ; et

- un quai flottant (42) d'amarrage du navire (12), placé au voisinage de l'extrémité
10 de raccordement (59), et mobile localement dans l'étendue d'eau (14), le quai flottant (42) comprenant :

- une structure porteuse (60) destinée à être partiellement immergée dans l'étendue d'eau (14), la structure porteuse (60) comprenant un treillis ajouré (66) délimitant des espaces intérieurs (68) de circulation d'eau destinés à déboucher dans
15 l'étendue d'eau (14),

- des lignes souples (64) d'ancrage de la structure sur le fond (20) de l'étendue d'eau (14) ;

- des moyens (62) de fixation de lignes d'amarrage (28) du navire sur la structure porteuse (60) ;

20 caractérisé en ce que le rapport du volume des espaces intérieurs (68) à la somme du volume du treillis ajouré (66) et du volume des espaces intérieurs (68) est supérieur à 0,9.

2.- Installation (16) selon la revendication 1, caractérisée en ce que le dispositif de convoyage (65, 48) comprend un ensemble (65) de transfert de fluide monté sur le
25 treillis ajouré (66), l'ensemble de transfert (65) comprenant au moins une conduite flexible amont (104) de transfert de fluide, destinée à être connectée au navire (12).

3.- Installation (16) selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisée en ce qu'il comprend une plateforme fixe (40) de support, comprenant au moins un pilier (46) fixé sur le fond de l'étendue d'eau (141), le dispositif de convoyage (65, 48) comprenant un
30 ensemble de raccordement (48) au conduit (34) de transport, porté par la plateforme de support (40), l'extrémité de raccordement (59) du conduit de transport (34) étant connectée à l'ensemble de raccordement (48) sur la plateforme de support (40).

4.- Installation (16) selon la revendication 3, prise en combinaison avec la revendication 2, caractérisée en ce que l'ensemble de transfert (65) comprend au moins une

conduite flexible aval (122) de transfert de fluide destinée à être connectée à l'ensemble de raccordement (48) sur la plateforme de support (40).

5 5. Installation (16) selon la revendication 4, caractérisée en ce que la plateforme de support (40) et la structure porteuse (60) délimitent entre elles un espace intermédiaire (124), la ou chaque conduite flexible aval (122) étant munie de moyens (126) de déconnexion d'urgence s'étendant en regard de l'espace intermédiaire.

10 6. Installation (16) selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, caractérisé en ce que la structure porteuse (60) présente une forme allongée suivant un axe (Y-Y') délimitant une surface latérale (80) d'accostage du navire et une surface latérale opposée (82), lesdites surfaces latérales (80, 82) s'étendant entre deux extrémités de la structure porteuse (60), la plateforme de support (40) étant placée en regard de la surface opposée (82) entre lesdites extrémités ou dans le prolongement axial de la structure porteuse (60) en regard d'une desdites extrémités.

15 7. Installation selon la revendication 2, caractérisée en ce que le dispositif de convoyage (65, 48) comprend un ensemble de raccordement (48) au conduit de transport (34) porté par la structure porteuse (60), l'extrémité de raccordement (59) du conduit de transport (34) étant connectée à l'ensemble de raccordement (48) sur la structure porteuse (60).

20 8. Installation (16) selon l'une quelconque des revendications 2 à 7, caractérisée en ce que la ou chaque conduite flexible amont (104) est apte à faire saillie au moins partiellement à l'écart de la structure porteuse (60) vers le navire (12), la ou chaque conduite flexible amont (104) étant munie de moyens de déconnexion d'urgence.

25 9. Installation (16) selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisée en ce que le rapport du volume des espaces intérieurs (68) à la somme du volume du treillis ajouré (66) et du volume des espaces intérieurs (68) est compris entre 0,95 et 0,99.

30 10. Installation (16) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que le treillis ajouré comprend une pluralité de poutres tubulaires (70, 72, 74) raccordées entre elles, le périmètre de la structure porteuse (60), pris en projection dans un plan horizontal, étant supérieur à au moins cinquante fois le diamètre maximal des poutres (70, 72, 74).

11. Installation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que le treillis présente une section horizontale sensiblement constante sur toute sa hauteur.

12. Ensemble (10 ; 140) de transport d'un fluide, caractérisé en ce qu'il comprend :

- un navire (12) de transport du fluide ; et
- une installation (16) selon l'une quelconque des revendications précédentes,

5 le navire (12) étant amarré sur le quai flottant (42) par l'intermédiaire de lignes d'amarrage (28) fixées sur les moyens de fixation des lignes d'amarrage (62) pour que le navire (12) se déplace verticalement conjointement avec le quai flottant (42).

13. Ensemble (10 ; 140) selon la revendication 12, caractérisé en ce que le poids de la structure porteuse (60) est inférieur à 5% du poids du navire (12).

10 14. Ensemble (10 ; 140) selon l'une des revendications 12 ou 13, caractérisé en ce que l'installation (16) comprend un quai flottant unique (42) d'amarrage du navire (12), le navire (12) étant amarré exclusivement au quai flottant d'amarrage unique (42).

15 15. Procédé de transfert d'un fluide dans un ensemble de transport (10 ; 140) selon l'une quelconque des revendications 12 à 14, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

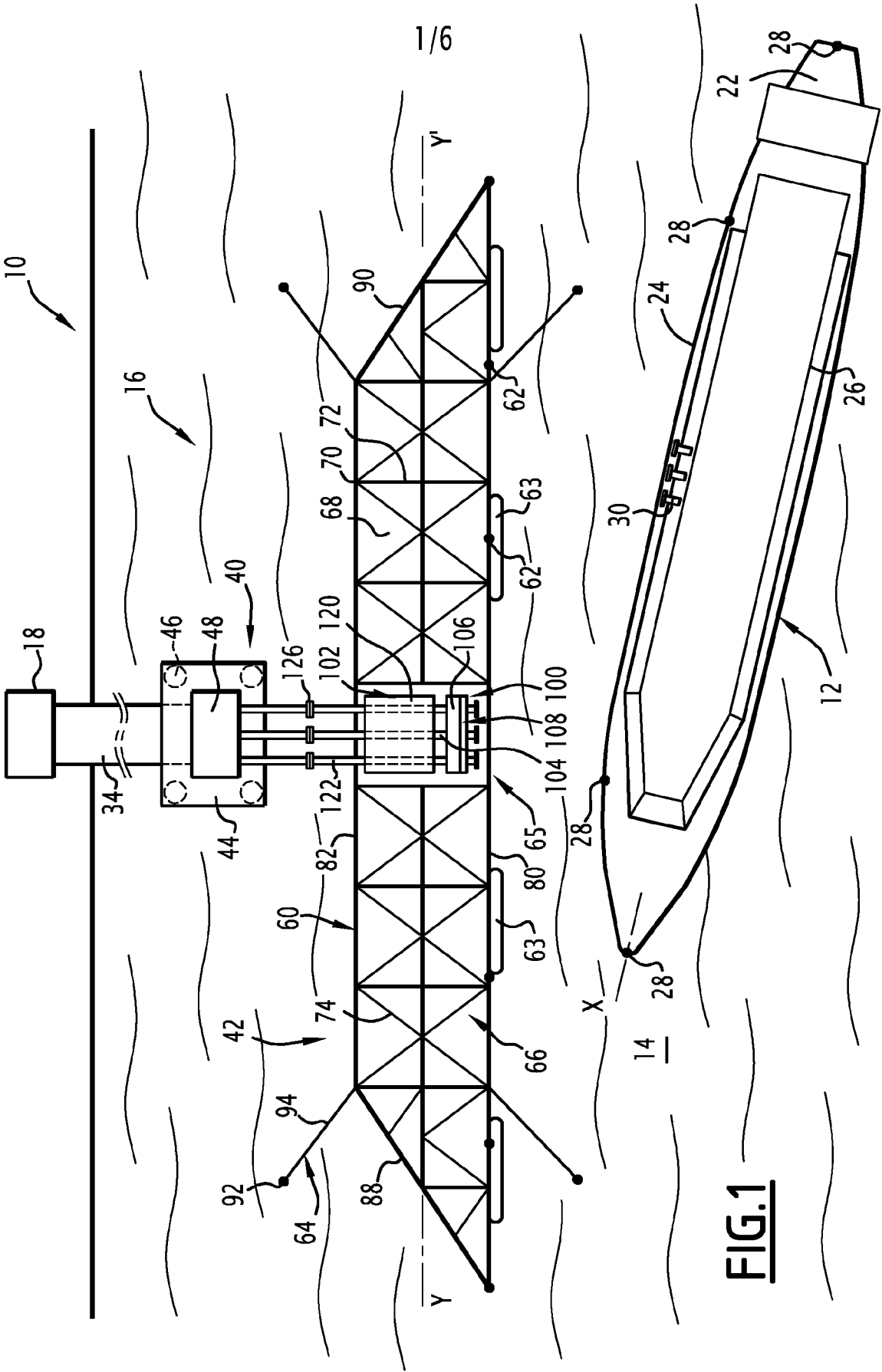
- déplacement du navire (12) vers le quai flottant (42) pour le faire accoster en regard d'une surface d'accostage (80) de la structure porteuse (60) ;

- mise en place de lignes d'amarrage (28) pour solidariser le navire (12) et la structure porteuse (60), la structure porteuse (60) étant alors déplaçable verticalement conjointement avec le navire ;

20

- raccordement hydraulique entre un réservoir (26) de fluide porté par le navire et l'extrémité de raccordement du conduit de transport (34) par l'intermédiaire du dispositif de convoyage (65, 48) à travers ou au-dessus du quai flottant (42).

- transfert de fluide entre le navire (12) et le conduit de transport du fluide (34).



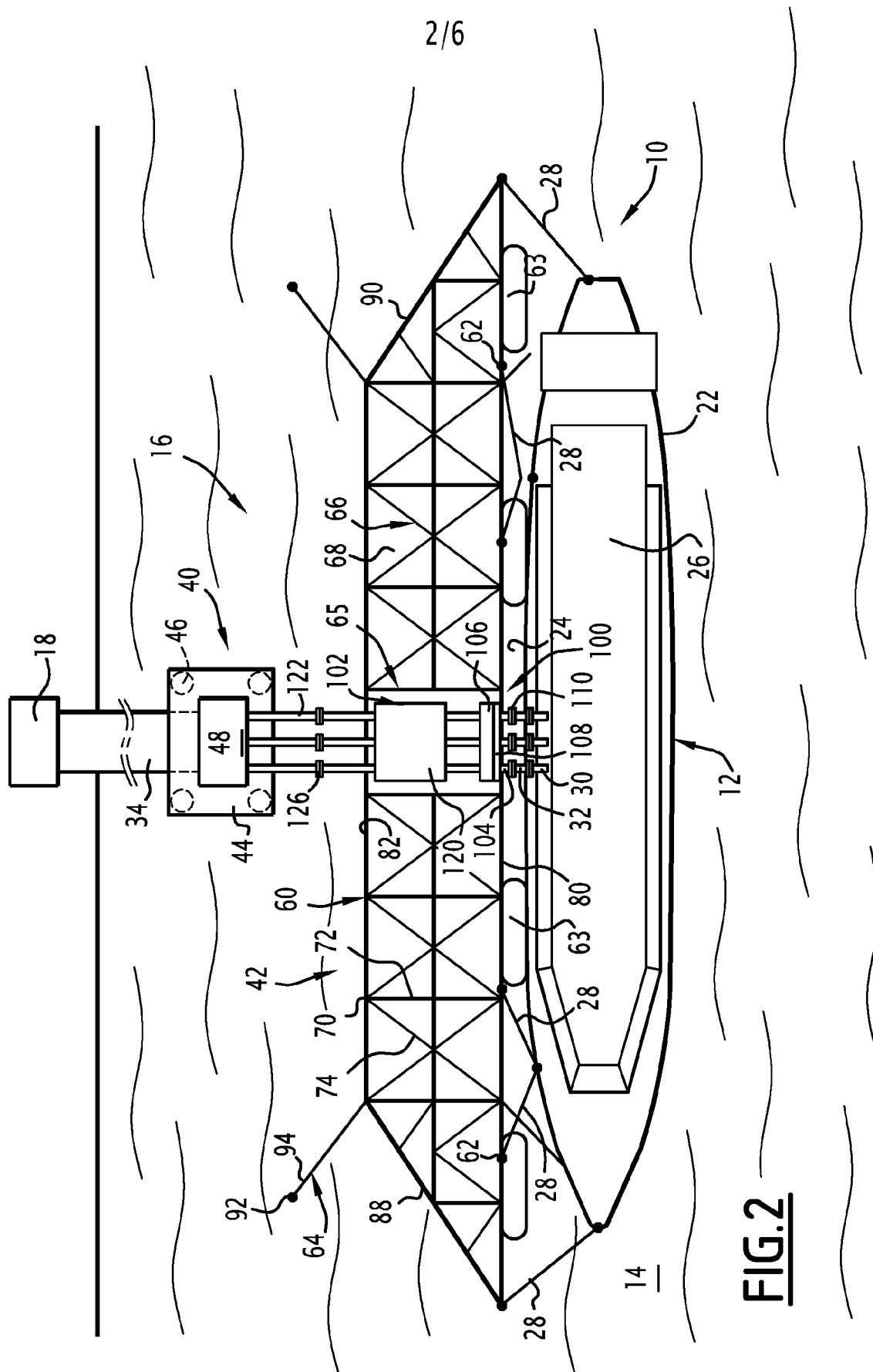
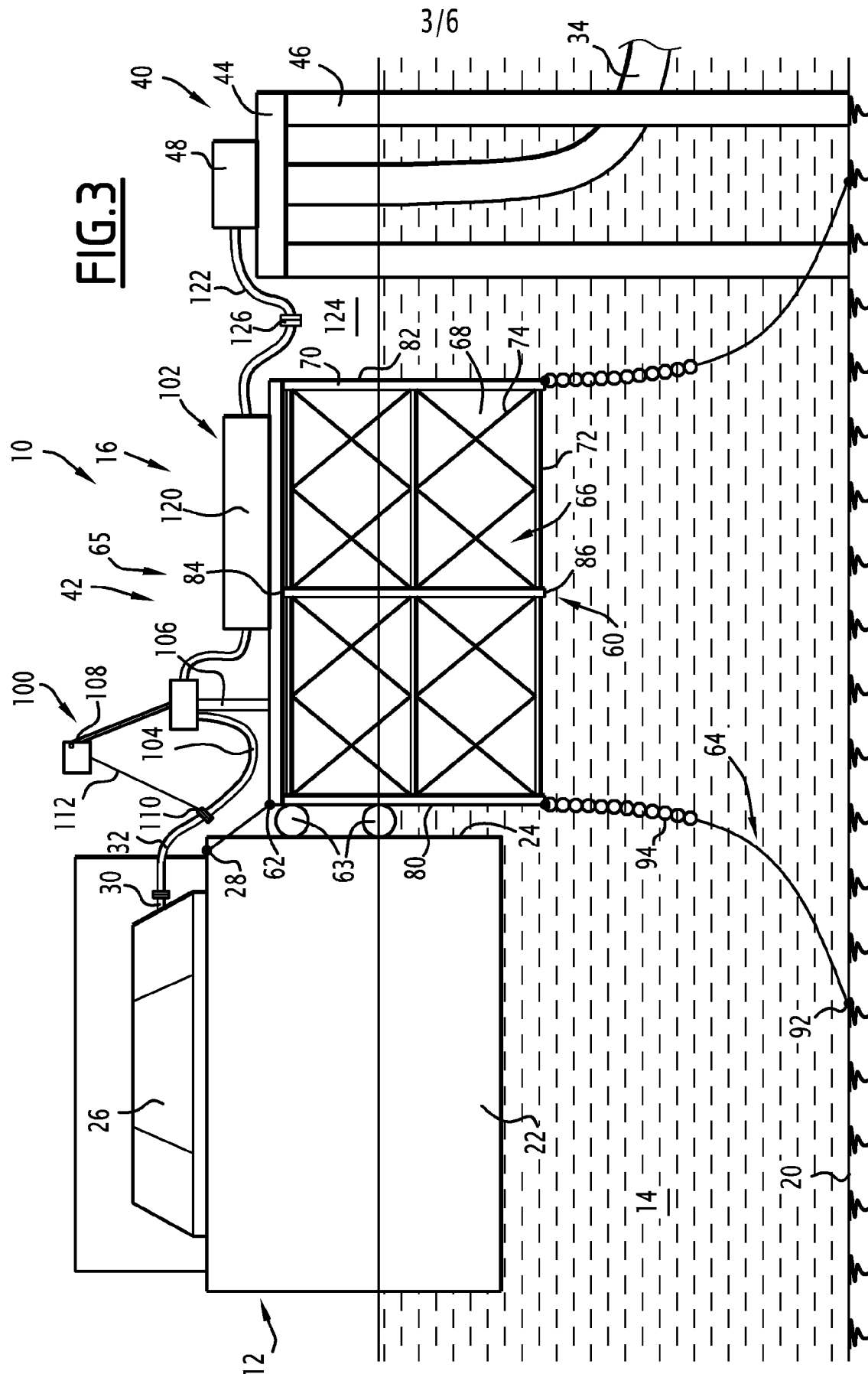


FIG. 2

FIG. 3



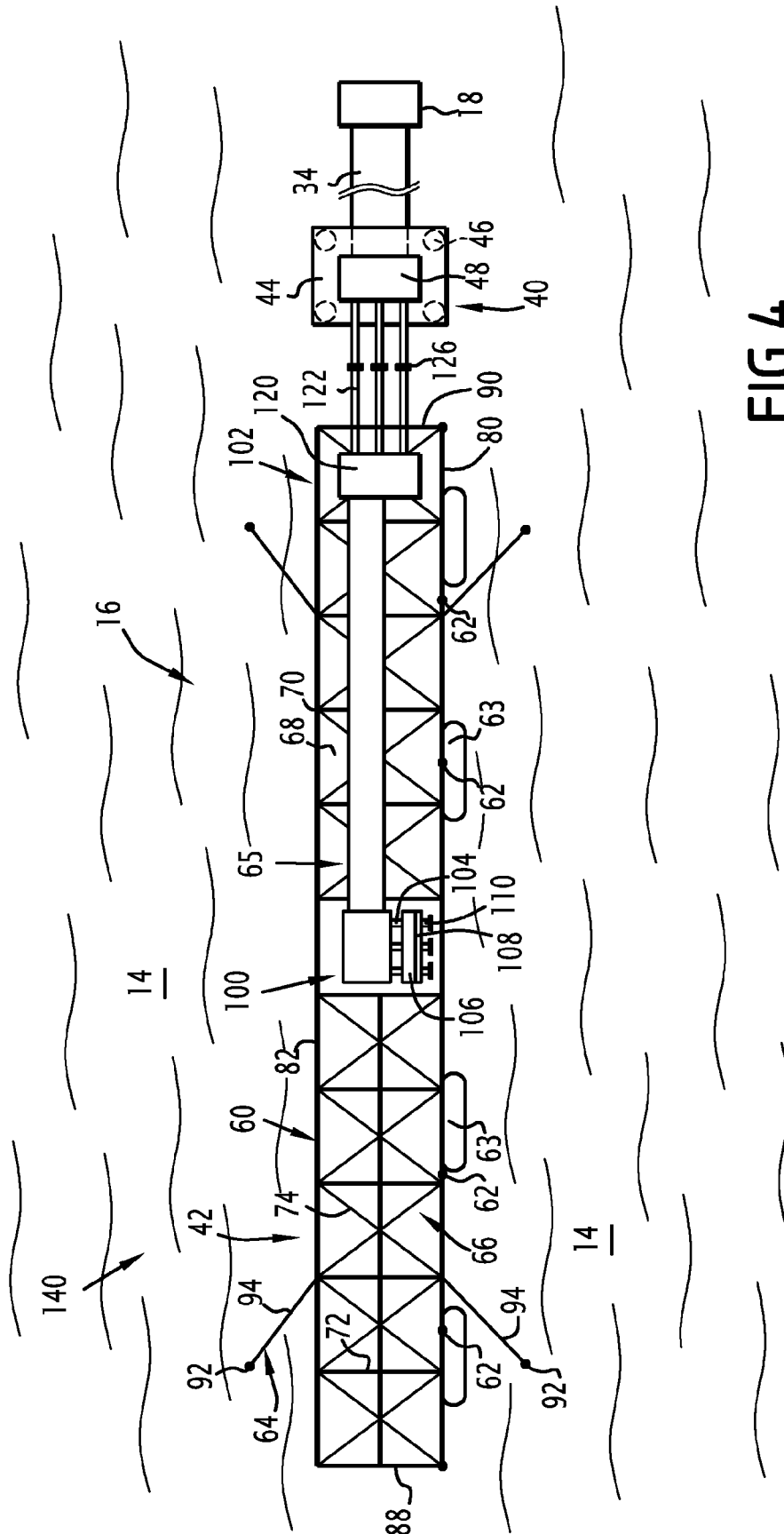


FIG. 4

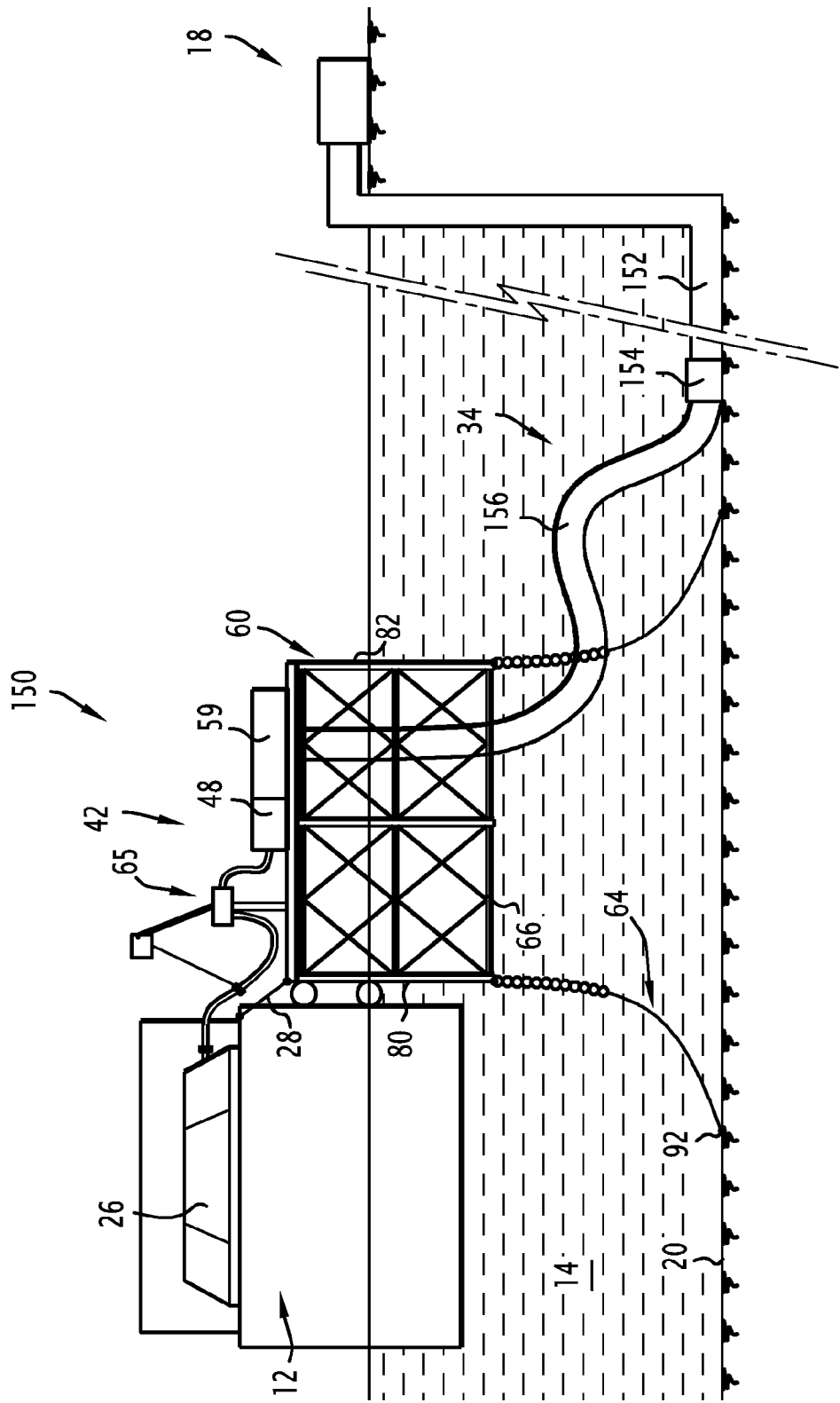


FIG. 5

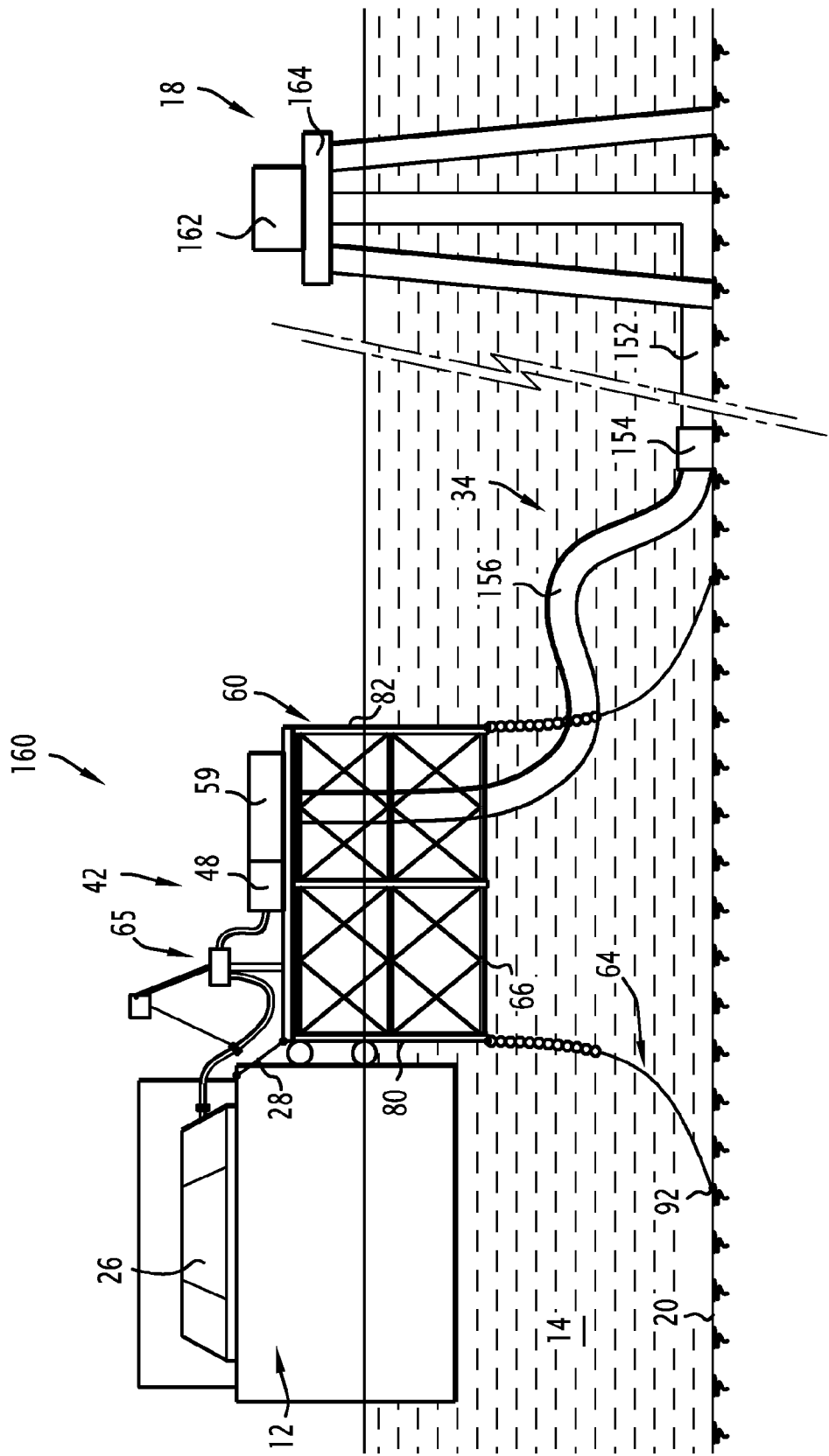


FIG. 6