



(11) Numéro de publication : **0 677 437 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt : **95400778.7**

(51) Int. Cl.⁶ : **B63B 21/00, B63B 21/50**

(22) Date de dépôt : **07.04.95**

(30) Priorité : **12.04.94 FR 9404312**

(43) Date de publication de la demande :
18.10.95 Bulletin 95/42

(84) Etats contractants désignés :
BE DE DK ES GB GR IE IT LU NL PT

(71) Demandeur : **ETPM S.A.**
57 avenue Jules Quentin
F-92000 Nanterre (FR)

(72) Inventeur : **Labbe, Jean-Paul**
82 rue Baudin
F-92300 Levallois Perret (FR)

(74) Mandataire : **Lefebure, Gérard**
Office Blétry
2, boulevard de Strasbourg
F-75010 Paris (FR)

(54) **Procédé et dispositif anticavement pour structures marines.**

(57) Ce procédé permet de réduire à une faible valeur un mouvement alternatif de cavement entre deux structures marines (1 et 2) placées l'une à côté de l'autre et dont l'une au moins est flottante. Il consiste à installer sur l'une (2) des structures marines (1 et 2) des butoirs (9-12) qui peuvent être placés en face de surfaces d'appui (3) de l'autre structure marine (1) et qui sont mobiles dans une direction parallèle à la direction du mouvement de cavement ; à amener les butoirs (9-12) en contact avec les surfaces d'appui (3) de la structure marine (1) et à les maintenir pressés élastiquement contre ces surfaces d'appui avec une force d'appui prédéfinie, tout en autorisant un mouvement relatif alternatif entre chacun des butoirs et la seconde marine (2) dans les deux sens du mouvement de cavement ; et à immobiliser les butoirs (9-12) par rapport à la structure marine (2) à un moment où la vitesse du mouvement de cavement est nulle.

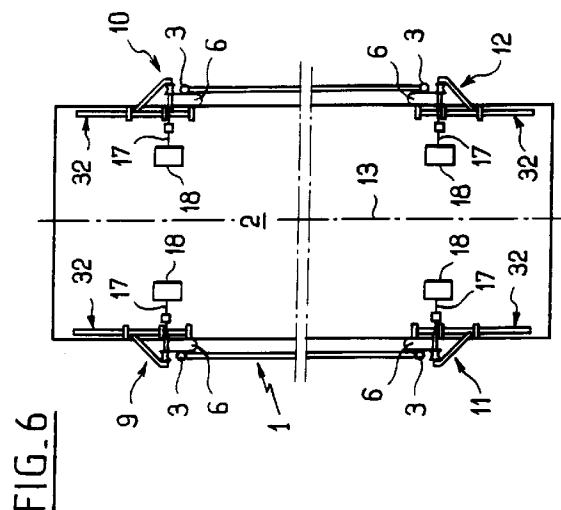


FIG. 6

La présente invention concerne un procédé et un dispositif pour empêcher ou tout au moins réduire à une faible valeur un mouvement alternatif de cavale-
ment, dû à la houle, entre deux structures marines qui
ont été placées l'une à côté de l'autre et dont l'une au
moins est flottante et soumise à l'action de la houle,
une première des deux structures marines ayant des
première et seconde surfaces verticales d'appui qui
sont orientées en sens opposés le long d'une direc-
tion horizontale dans laquelle a lieu le mouvement de
cavalement à réduire.

Ainsi que cela est bien connu, un navire ou autre
structure marine flottant librement, sans propulsion,
et soumis à l'action de la houle effectue un mouve-
ment complexe, qui peut être décomposé en six mou-
vements - trois mouvements de rotation et trois mou-
vements linéaires - dans un système d'axes octogo-
naux X Y Z, à savoir un mouvement de roulis qui est
un mouvement alternatif de rotation autour de l'axe X,
un mouvement de tangage qui est un mouvement al-
ternatif de rotation autour de l'axe Y, un mouvement
de lacet qui est un mouvement alternatif de rotation
autour de l'axe Z, un mouvement de cavalement qui
est un mouvement alternatif de translation le long de
l'axe X, un mouvement d'embarquée qui est un mou-
vement alternatif de translation le long de l'axe Y, et
un mouvement de pilonnement qui est un mouvement
alternatif de translation le long de l'axe Z.

Lorsque deux structures marines, dont l'une est
flottante et dont l'autre peut être fixe ou flottante,
sont placées côte à côte, il est parfois nécessaire de
limiter les mouvements des deux structures marines
l'une par rapport à l'autre. Cela est par exemple le cas
lorsqu'il s'agit de stabiliser une barge supportant un
pont qui doit être posé sur une structure support et
fixé à celle-ci. Dans le cadre de la présente descrip-
tion, on appelle "pont" tout type de superstructure
d'une plate-forme installée en mer. Le pont comporte
habituellement plusieurs jambes tubulaires vertica-
les, en acier ou en béton ou en partie en acier et en
partie en béton, qui sont posées et fixées sur une
structure support. L'expression "structure support"
désigne tout type d'infrastructure, couramment ap-
pelée "jacket" dans ce domaine de la technique et
destinée à supporter le pont de la plate-forme marine.
En service, la structure support peut être entière-
ment ou partiellement immergée et elle peut ou non
reposer sur un fond marin. La structure support
comporte habituellement un nombre de jambes qui
correspond au nombre de jambes du pont. Les jam-
bes de la structure support sont généralement verti-
cales ou sensiblement verticales ou encore en partie
verticales et en partie inclinées par rapport à la ver-
ticale. En outre, dans le cadre de la présente descrip-
tion, on appelle "barge" tout type d'engin flottant bal-
lastable susceptible de transporter le pont d'une pla-
te-forme marine.

Le pont et la structure support d'une plate-forme

marine sont habituellement préfabriqués séparément
à terre ou dans une cale sèche ou dans une forme de
radoub, et ils sont ensuite convoyés et/ou remorqués
séparément jusqu'à un site en mer où ils sont ensuite
assemblés l'un à l'autre. Le site d'assemblage peut
être le site d'utilisation de la plate-forme ou tout autre
site choisi pour avoir une profondeur d'eau suffisante
et des conditions de mer relativement calmes. Pour
poser le pont sur la structure support, on introduit la
barge supportant le pont entre les jambes de la struc-
ture support. Afin que l'opération de pose du pont se
fasse dans de bonnes conditions si la mer est houleu-
se, on peut avoir besoin de limiter les mouvements de
la barge par rapport à la structure support. En effet,
les surfaces d'appui des jambes du pont et les surfa-
ces d'appui des parties réceptrices à l'extrémité su-
périeure des jambes de la structure support sont li-
mitées et leurs dimensions peuvent parfois être infé-
rieures à l'amplitude des mouvements horizontaux de
la barge. Habituellement, les mouvements de lacet,
de roulis et d'embarquée de la barge sont limités par
des guides, avec ou sans amortisseur, disposés entre
la barge et les jambes de la structure support. D'autre
part, divers systèmes connus ont déjà été proposés
pour limiter le mouvement de cavalement de la barge
par rapport à la structure support. Un premier systè-
me connu consiste à utiliser des haussières reliant la
barge à la structure support et/ou des lignes d'ancre.
Toutefois, l'expérience a montré qu'un tel système
connu était insuffisant pour limiter les mouvements
de cavalement. Un second système connu consiste à
utiliser des "pinoches", c'est-à-dire des sortes de bro-
ches montées verticalement mobiles le long des jam-
bes du pont et pouvant être engagées dans des douil-
les cylindriques fixées rigidement à l'extérieur des
jambes de la structure support. Là encore l'expérien-
ce a démontré la fragilité d'un tel système et surtout
son inaptitude à arrêter une barge animée d'un mou-
vement de cavalement. Un troisième système connu
est par exemple décrit dans l'article intitulé "Offshore
Installation of an Integrated Deck Onto a Preinstalled
Jacket" par G.J. White, et al, OTC 5260, Offshore
Technology Conference, 18ème conférence annuelle
à Houston, Texas, 5-8 mai 1986, page 322, colonne
de droite et figure 4. Dans ce troisième système
connu, chaque jambe du pont, ou au moins certaines
d'entre elles, contient une sorte de piston plongeur
pouvant être engagé dans un tube de centrage avec
cône d'entrée, qui est prévu dans l'extrémité supé-
rieure de la jambe correspondante de la structure
support. Un amortisseur radial, constitué par un man-
chon en matière élastomère et appelé élastomère ra-
dial, est disposé dans l'espace annulaire compris en-
tre le tube de centrage et le tube formant la jambe de
la structure support. La différence entre ce troisième
système connu et le second système connu décrit
plus haut réside essentiellement dans la présence de
l'élastomère radial qui apporte une amélioration en

terme de fragilité, mais constitue un inconvénient en terme d'immobilisation du fait même de la compressibilité de l'élastomère radial. En outre, pour un mouvement de cavement important, ce troisième système connu devient trop fragile.

La présente invention a donc pour but de fournir, d'une manière générale, un procédé et un dispositif du type défini plus haut, permettant d'empêcher ou tout au moins de réduire à une faible valeur le mouvement de cavement d'une structure marine flottante soumise à l'action de la houle par rapport à une autre structure marine, qui peut être fixe ou elle-même flottante.

La présente invention a subsidiairement pour but de fournir un procédé et un dispositif permettant, après arrêt du mouvement de cavement et immobilisation de l'une des deux structures marines dans une position proche de la position désirée par rapport à l'autre structure marine, un réglage fin de la position de l'une des deux structures marines par rapport à l'autre.

La présente invention a plus particulièrement pour but de fournir un procédé et un dispositif permettant d'empêcher ou tout au moins de réduire à une faible valeur le mouvement de cavement entre une barge portant un pont et une structure support, flottante ou fixe, sur laquelle le pont doit être posé, et cela sans exercer d'influence significative sur les cinq autres mouvements de la barge et sans produire des efforts de liaison très importants entre la barge et la structure support.

A cet effet, le procédé selon la présente invention est caractérisé en ce qu'il consiste :

- a) à installer sur la seconde structure marine au moins un premier et un second butoir qui peuvent être déplacés d'une position rentrée à une position sortie dans laquelle les premier et second butoirs font face respectivement aux première et seconde surfaces d'appui de la première structure marine et sont espacés horizontalement desdites première et seconde surfaces d'appui, chacun desdits butoirs étant en outre monté sur la seconde structure marine, de façon à être mobile dans une direction parallèle à la direction du mouvement de cavement avec une course maximale admissible de valeur prédéfinie;
- b) à amener l'une des deux structures marines dans une position telle que sa position moyenne entre deux positions extrêmes dues au mouvement alternatif de cavement corresponde approximativement à la position désirée de ladite structure marine par rapport à l'autre structure marine;
- c) à mesurer l'amplitude totale du mouvement alternatif de cavement entre les deux positions extrêmes;
- d) à mettre les premier et second butoirs dans leur position sortie si l'amplitude totale mesurée

est plus petite que la course maximale admissible des butoirs;

e) à amener les premier et second butoirs en contact respectivement avec les première et seconde surfaces d'appui de la première structure marine et à les maintenir pressés élastiquement contre lesdites surfaces d'appui avec une force d'appui prédéfinie, tout en autorisant un mouvement relatif alternatif entre chacun des deux butoirs et la seconde structure marine dans les deux sens du mouvement de cavement; et

f) à immobiliser les butoirs par rapport à la seconde structure marine à un moment où la vitesse du mouvement de cavement est nulle.

Le dispositif selon l'invention est caractérisé en ce qu'il comprend au moins un premier et un second butoirs qui sont montés sur la seconde structure marine, de façon à être mobiles entre une position rentrée et une position sortie dans laquelle ils font face respectivement aux première et seconde surfaces d'appui de la première structure marine et sont espacés horizontalement desdites première et seconde surfaces d'appui, et de façon à être également mobiles dans une direction parallèle à la direction du mouvement de cavement, des premier et second moyens d'actionnement reliés respectivement aux premier et second butoirs pour les amener dans leur position sortie, des troisième et quatrième moyens d'actionnement reliés respectivement aux premier et second butoirs pour les amener en contact respectivement avec les première et seconde surfaces d'appui de la première structure marine, des premier et second moyens de pression associés respectivement aux premier et second butoirs pour les maintenir pressés élastiquement contre lesdites surfaces d'appui, tout en permettant un mouvement relatif alternatif entre chacun des deux butoirs et la seconde structure marine dans les deux sens du mouvement de cavement, et des premier et second moyens commandés de blocage associés respectivement aux premier et second butoirs pour les immobiliser par rapport à la seconde structure marine lorsqu'on le désire.

Dans une forme préférée de réalisation de la présente invention, chacun desdits premier et second moyens commandés de blocage est constitué par un moyen de couplage monté entre le troisième ou le quatrième moyen d'actionnement et le premier ou le second moyen de pression respectivement, et ayant deux états, à savoir un premier état autorisant le mouvement relatif alternatif entre le premier ou le second butoir correspondant et la seconde structure marine dans les deux sens du mouvement de cavement, et un second état autorisant uniquement un mouvement relatif unidirectionnel entre le premier ou le second butoir correspondant et la seconde structure marine dans le sens de la force d'appui dudit premier ou second butoir correspondant contre la surface d'appui associée de la première structure marine, chaque

moyen de couplage agissant comme moyen de blocage quand il est dans son second état.

Chacun des troisième et quatrième moyens d'actionnement peut être constitué par un vérin hydraulique à double effet qui est monté entre la seconde structure marine et le premier ou le second butoir correspondant et dont l'axe longitudinal est parallèle à la direction du mouvement de cavement. Chacun des premier et second moyens de pression peut être alors constitué par un accumulateur basse pression raccordé par ledit moyen de couplage à la chambre du vérin hydraulique qui, lorsqu'elle est alimentée en fluide hydraulique sous pression par l'accumulateur basse pression, provoque le déplacement du butoir correspondant vers la surface d'appui associée de la première structure marine. Dans ces conditions, ledit moyen de couplage peut être constitué par au moins un clapet anti-retour piloté qui, lorsqu'il est mis dans son premier état, établit une communication bidirectionnelle à grand débit entre l'accumulateur basse pression et ladite chambre du vérin hydraulique et, lorsqu'il est mis dans son second état, autorise seulement une communication unidirectionnelle à grand débit depuis l'accumulateur basse pression vers ladite chambre du vérin hydraulique.

Le dispositif selon l'invention peut en outre comporter au moins une soupape pilotée ou un distributeur piloté à deux orifices et deux positions, qui est monté en série avec un limiteur de débit et qui peut être commandé pour établir une communication à faible débit entre ladite chambre du vérin hydraulique et un réservoir de fluide hydraulique. Comme cela sera expliqué en détail plus loin, une telle soupape pilotée ou distributeur piloté, associé au vérin hydraulique de chaque butoir, permet d'effectuer un réglage fin et en douceur de la position de la seconde structure marine par rapport à la première.

Dans le cas où le dispositif selon l'invention est destiné à réduire le mouvement de cavement entre une barge et une structure support de plate-forme marine, ladite première structure marine peut être la structure support de la plate-forme et ladite seconde structure marine peut être la barge. Dans ce cas, le dispositif selon l'invention peut comprendre deux premiers butoirs disposés dans la région avant de la barge symétriquement par rapport à son axe longitudinal, et deux seconds butoirs disposés dans la région arrière de la barge symétriquement par rapport à son axe longitudinal. Lesdites surfaces d'appui peuvent être constituées par des surfaces verticales des jambes de la structure support de la plate-forme marine. Chaque butoir est alors agencé pour coopérer avec une jambe respective de la structure support de la plate-forme.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront au cours de la description suivante d'une forme préférée de réalisation de la présente invention donnée à titre d'exemple en référen-

ce aux dessins annexés sur lesquels :

- les figures 1 et 2 sont des vues en élévation de face et de côté représentant une barge engagée entre les jambes d'une structure support (jacket) d'une plate-forme marine, le pont de la plate-forme n'étant pas représenté;
- les figures 3 et 4 sont des vues de face et de dessus montrant la partie supérieure de la structure support et la barge avec quatre butoirs faisant partie du dispositif de la présente invention, les quatre butoirs étant représentés en position rentrée;
- les figures 5 et 6 sont des vues correspondant aux figures 3 et 4 et montrant les quatre butoirs en position sortie;
- la figure 7 est une vue de dessus montrant, à plus grande échelle, l'un des butoirs du dispositif de la présente invention;
- la figure 8 montre, à plus grande échelle, le détail A de la figure 7;
- les figures 9 et 10 sont des vues en coupe suivant les lignes IX-IX et X-X de la figure 7, montrant d'autres détails de cette figure à plus grande échelle;
- la figure 11 est une vue suivant la flèche F de la figure 7;
- la figure 12 est une vue en partie en élévation latérale et en partie en coupe montrant un système hydraulique de commande associé à chacun des butoirs du dispositif selon l'invention;
- les figures 13, 14 et 15 sont des vues correspondant aux figures 7 et 12 et illustrant une phase de fonctionnement du dispositif selon l'invention;
- les figures 16, 17 et 18 sont des vues correspondant respectivement aux figures 13, 14 et 15 et illustrant une autre phase de fonctionnement du dispositif de la présente invention;
- les figures 19, 20 et 21 sont des vues correspondant respectivement aux figures 13, 14 et 15 et illustrant encore une autre phase de fonctionnement du dispositif de la présente invention;
- la figure 22 est une vue en coupe longitudinale montrant, à plus grande échelle, la liaison entre le butoir de la figure 7 et un vérin hydraulique faisant partie du système hydraulique de commande du butoir, ainsi que la liaison entre ce vérin hydraulique et la barge;
- la figure 23 est une vue en partie en élévation latérale et en partie en coupe du vérin hydraulique de la figure 22, et d'un accumulateur basse pression associé à ce vérin hydraulique;
- les figures 24, 25 et 26 montrent le détail B de la figure 23, à plus grande échelle et dans trois états différents correspondant à trois phases de fonctionnement du dispositif de la présente invention;

- la figure 27 est un schéma des circuits hydrauliques du système de commande du vérin hydraulique des figures 22 et 23.

La présente invention va maintenant être décrite à propos de son application à la stabilisation d'une barge par rapport à la structure support ("jacket") d'une plate-forme marine, en particulier pour empêcher le mouvement de cavement dû à la houle, de la barge par rapport à la structure support.

Selon une technique connue (voir par exemple la publication OTC 5260 susmentionnée) pour la pose du pont d'une plate-forme marine sur la structure support 1 de ladite plate-forme ou pour l'enlèvement dudit pont en fin de service de la plate-forme marine sur un site d'exploitation donné, la barge 2, qui transporte le pont ou sur laquelle le pont doit être chargé, est engagée entre les jambes 3 de la structure support 1, comme montré dans les figures 1 et 2. Dans ces figures, le pont de la plate-forme n'a pas été représenté pour des raisons de simplification et dans la mesure où il ne fait pas partie de l'invention et n'est pas nécessaire à la compréhension de cette dernière. Dans les figures 1 et 2, la structure support 1 est une structure fixe, ses jambes 3 étant fixées sur le fond marin 4 par des piles 5 introduites par fonçage dans le fond 4. Toutefois, l'invention est également applicable dans le cas d'une structure support flottante maintenue sur le site d'exploitation de la plate-forme marine par plusieurs lignes d'ancre et/ou par plusieurs tirants ancrés sur le fond marin 4, comme cela est connu dans la technique des plate-formes marines.

Dans le cas où une houle de direction préférentielle ou dominante (indiquée par la flèche H dans la figure 2) a été constatée sur le site d'installation de la plate-forme marine, il y a tout intérêt à ce que la barge 2 soit orientée face à la houle dominante et, par conséquent, que la structure support 1 ait été préalablement installée avec cette même orientation. Dans ces conditions, les mouvements de roulis, de lacet et d'embarquée de la barge 2 sont minimisés, ce qui est très important lors d'une opération de pose ou d'enlèvement du pont d'une plate-forme marine, mais par contre le mouvement de cavement est maximum. Les mouvements résiduels de lacet et d'embarquée de la barge peuvent être facilement réduits à des valeurs acceptables pour les besoins de l'opération envisagée de pose ou d'enlèvement du pont par des moyens connus, comme par exemple des défenses souples 6 comme montré sur les figures 1 et 2.

D'autre part, la barge 2 peut être provisoirement maintenue longitudinalement par des moyens connus tels que des remorqueurs, un système de positionnement dynamique, des haussières, ou encore des lignes d'ancre avant 7 et des lignes d'ancre arrière 8, comme montré dans la figure 2. Toutefois, même si les haussières ou les lignes d'ancre sont très tendues, elles ne peuvent suffire pour réduire le mouvement de cavement de la barge à une valeur accep-

table pour les besoins de l'opération envisagée de pose ou d'enlèvement du pont. Il est donc habituellement nécessaire de prévoir des moyens supplémentaires pour empêcher ou réduire le mouvement de cavement de la barge à des valeurs acceptables. Comme cela a été indiqué plus haut, les systèmes connus utilisant des "pinoches" ou des pistons plongeurs, avec ou sans élastomère radial, sont fragiles et/ou difficiles à mettre en oeuvre en présence d'une forte houle.

Comme on va maintenant le voir, la présente invention fournit un procédé et un dispositif permettant d'immobiliser la barge 2 en ce qui concerne son mouvement de cavement par rapport à la structure support 1, tout en laissant à la barge ses autres libertés de mouvement, en particulier en ce qui concerne les mouvements de pilonnement, de roulis et de tangage, les mouvements de lacet et d'embarquée étant limités par d'autres moyens connus tels que les défenses souples 6 mentionnées plus haut.

Comme montré dans les figures 3 à 6, quatre butoirs 9, 10, 11 et 12 sont installés sur le pont de la barge 2 aux quatre coins de celle-ci. Le butoir avant bâbord 9 et le butoir arrière tribord 12 sont identiques. De même, le butoir avant tribord 10 et le butoir arrière bâbord 11 sont identiques et symétriques respectivement aux butoirs 9 et 12 par rapport à l'axe longitudinal 13 de la barge 2.

Chacun des quatre butoirs 9-12 peut tourner dans des paliers, par exemple trois paliers 14, 15 et 16 alignés dans une direction parallèle à l'axe longitudinal de la barge 2, comme montré dans les figures 7 et 11 à propos du butoir 9, les autres butoirs étant montés d'une manière similaire à celle représentée dans ces deux figures. Ainsi, chacun des quatre butoirs 9-12 est rabattable depuis une position rentrée de transport sensiblement verticale (figures 3 et 4) jusqu'à une position horizontale de travail (figures 5, 6, 7 et 11) dans laquelle les butoirs font saillie latéralement vers l'extérieur sur les côtés de la barge 2. Dans leur position de travail, les butoirs avant 9 et 10 font face aux côtés avant des jambes extrêmes avant 3 de la structure support 1 qui sont orientés vers l'avant de la barge 2, tandis que les butoirs arrière 11 et 12 font face aux côtés arrière des jambes extrêmes arrière 3 de la structure support 1 qui sont orientés vers l'arrière de la barge.

Chacun des quatre butoirs 9-12 est relié par un câble 17 à un treuil 18 (figures 3 à 6) qui, lorsqu'il est actionné, permet de rabattre le butoir correspondant de sa position rentrée de transport à sa position sortie de travail ou vice versa. Chaque câble 17 passe autour d'une poulie 19 montée au sommet d'un mât 21 qui est fixé au pont de la barge 2 (figure 11) entre le treuil 18 et le butoir correspondant.

Comme montré dans la figure 7 à propos du butoir 9, chaque butoir peut être constitué par une structure tubulaire comprenant un tube 22, qui est monté

de façon à pouvoir à la fois coulisser et tourner dans les paliers 14, 15 et 16, un tube 23 dont une extrémité est fixée rigidement au tube 22 et qui s'étend perpendiculairement à celui-ci, un court tube 24, qui est fixé à l'autre extrémité du tube 23 et qui s'étend parallèlement au tube 22, et un tube 25 dont les extrémités sont fixées rigidement aux tubes 22 et 24 et qui s'étend obliquement par rapport à ceux-ci. Les quatre tubes 22-25 forment une structure approximativement triangulaire, le tube 25 constituant une jambe de force permettant au tube 23 de résister aux efforts horizontaux auxquels il est soumis en service. Le tube 23 porte un rouleau 26 qui peut à la fois tourner autour de l'axe du tube 23 et coulisser le long du tube 23. Le rouleau 26 comporte dans sa surface périphérique une gorge dont le profil épouse celui de la surface extérieure de la jambe 3 de la structure support 1. Le corps du rouleau 26 peut être par exemple en métal et sa gorge est de préférence revêtue d'une garniture souple 27 (figure 8) permettant d'établir un bon contact entre le rouleau 26 et la jambe 3 de la structure support 1. La garniture 27 peut être par exemple en polyuréthane.

A chaque butoir est associé un système à glissière 28 (figures 7 et 9) qui permet de maintenir le butoir correspondant, par exemple le butoir 9, dans sa position horizontale de travail lorsqu'il est soumis à des forces verticales en service. Comme montré dans les figures 7 et 9, le système à glissière 28 peut être constitué par un profilé métallique 29 à section en I, du genre poutre IPN, qui est fixé sur le pont de la barge 2 de manière à s'étendre parallèlement à l'axe longitudinal de celle-ci, et par un élément 31 profilé en C et fixé rigidement, par exemple soudé, au tube 23. Dans la figure 9, l'élément 31 est représenté en prise avec l'aile horizontale supérieure du profilé 29. Dans ces conditions, le tube 23 est supporté par le profilé 29 et peut glisser le long de celui-ci, mais il est retenu dans sa position horizontale et le butoir 9 ne peut pas être relevé. Comme montré dans la figure 7 (voir aussi la figure 10) une partie de l'aile horizontale supérieure du profilé 29 est éliminée dans la région de l'extrémité droite du profilé 29 afin que les éléments 29 et 31 du système à glissière 28 puissent être amenés en prise l'un avec l'autre par un mouvement de rotation du butoir 9 autour de l'axe des paliers 14-16 puis par un mouvement de translation parallèlement audit axe, ou que les éléments 29 et 31 du système à glissière 28 puissent être dégagés l'un de l'autre, si on le désire, par un mouvement de translation du butoir 9 vers la droite (vu dans la figure 7) puis par un mouvement de rotation vers le haut autour de l'axe des paliers 14-16.

A chacun des quatre butoirs 9-12 est associé un système de commande 32 qui permet de déplacer le butoir correspondant parallèlement à l'axe longitudinal de la barge 2 afin d'amener ledit butoir en contact avec la jambe correspondante 3 de la structure sup-

port 1, de le maintenir pressé élastiquement contre ladite jambe et ensuite de bloquer le butoir par rapport à la barge 2 selon un processus qui sera décrit en détail plus loin. Les systèmes de commande 32 peuvent être réalisés de différentes manières. Par exemple, il peut s'agir de systèmes purement mécaniques ou électromécaniques utilisant des actionneurs linéaires, des ressorts et des mécanismes commandés à cliquet. Toutefois, chaque système de commande 32 est de préférence constitué par un système hydraulique de commande qui va maintenant être décrit.

Les quatre systèmes hydrauliques de commande 32 sont identiques et on ne décrira par conséquent qu'un seul de ces systèmes, par exemple celui qui est associé au butoir 9.

Comme montré dans les figures 7 et 12 (voir aussi les figures 22 et 23), le système hydraulique de commande 32 comprend essentiellement un vérin hydraulique à double effet 33 et un accumulateur basse pression 34 raccordé au vérin 33. Ce dernier est disposé de manière à s'étendre parallèlement à l'axe longitudinal de la barge 2. La tige de piston 35 du vérin 33 est coaxiale au tube 22 du butoir 9 et elle est reliée à l'une des extrémités de celui-ci par une liaison semi-rigide 36 (mieux visible dans la figure 22). La liaison 36 présente un certain degré d'élasticité dans le sens longitudinal de façon à pouvoir être comprimée élastiquement dans une faible mesure, par exemple de quelques centimètres, pour des raisons qui apparaîtront plus loin. L'extrémité du corps 37 du vérin 33 la plus éloignée du tube 22 est reliée au pont de la barge 2 par une chape articulée 38.

Deux chambres 39 et 41 sont formées dans le corps 37 du vérin 33 respectivement de part et d'autre de son piston 42 (figures 7 et 22). La chambre annulaire 39 du côté tige de piston 35 peut être alimentée en huile sous pression par une conduite 43 (figure 12).

La chambre 41 du vérin 33 du côté de la chape 38 peut être mise en communication avec l'accumulateur basse pression 34 à travers plusieurs orifices obturables (figures 12, 23 et 24-26), dont la nature et le fonctionnement seront décrits en détail plus loin. Dans la figure 12, ces orifices obturables sont représentés symboliquement et de manière globale par un unique trou 44 et par un unique pointeau 45.

L'accumulateur basse pression 34 est de préférence situé directement au-dessus du corps 37 du vérin 33 à son extrémité côté chape 38, et il contient un certain volume d'huile 46 et un gaz ou un mélange gazeux 47 sous une faible pression, de l'ordre de quelques bar. Ce gaz a tendance à chasser l'huile 46 vers la chambre 41 du vérin 33, donc à pousser le piston 42 et sa tige 35 hors du corps 37 et, de ce fait, à pousser le butoir 9 vers la jambe correspondante 3 de la structure support 1. La quantité d'huile 46 contenue dans l'accumulateur basse pression 34 est plus grande que le volume d'huile nécessaire au piston 42 pour

effectuer sa course maximale dans le corps 37. La pression du gaz 47 dans l'accumulateur basse pression 34 doit être suffisante pour vaincre les efforts de frottement dans le vérin 33 et dans les paliers 14-16.

Lorsque la chambre 39 du vérin 33 est alimentée par la conduite 43 en huile à une pression plus grande que celle qui règne dans la chambre 41 et dans l'accumulateur basse pression 34, le piston 42 du vérin 33 est déplacé vers la droite (vu dans la figure 7), ce qui a pour effet de faire rentrer la tige de piston 35 dans le corps 37 du vérin et, de ce fait, de placer le butoir bâbord avant 9 dans une position extrême avant par rapport à la barge 2. Il en serait de même pour le butoir tribord avant 10. Par contre, en alimentant en huile les chambres 39 des vérins 33 associés aux deux butoirs arrière 11 et 12, ces deux derniers butoirs sont placés dans une position extrême arrière par rapport à la barge 2. Autrement dit, lorsque les chambres 39 de tous les vérins 33 sont alimentées en huile sous une pression plus grande que celle régnant dans la chambre 41 des vérins, les deux butoirs avant 9 et 10 sont écartés au maximum des deux butoirs arrière 11 et 12, respectivement. L'écartement entre les butoirs est alors plus grand que la distance entre les jambes extrêmes 3 du côté babord et entre les jambes extrêmes 3 du côté tribord. Dans ces conditions, la barge 2 est encore libre d'effectuer un mouvement de cavement (limité cependant par les lignes d'ancrage 7 et 8), sans que les butoirs 9-12 puissent venir en contact avec les jambes 3 de la structure support 1 quand ils sont dans leur position de travail (figure 6).

Les orifices obturables, représentés de manière symbolique en 44 dans la figure 12, comprennent en réalité plusieurs clapets anti-retour pilotés 48, par exemple deux clapets 48, et au moins une soupape pilotée 49 (pour des raisons de simplification du dessin, on a simplement représenté un seul clapet anti-retour piloté 48 et une seule soupape pilotée 49 dans les figures 23 à 26). Un capteur de pression 51 permet de mesurer la pression de l'huile dans la chambre 41 du vérin 33.

Lorsque les clapets 48 reçoivent un signal de pilotage commandant leur ouverture, ils établissent une communication bi-directionnelle à grand débit entre la cavité intérieure de l'accumulateur basse pression 34 et la chambre 41 du vérin 33 (figure 25). En l'absence de signal de pilotage, les clapets 48 établissent une communication unidirectionnelle à grand débit depuis la cavité intérieure de l'accumulateur 34 vers ladite chambre 41 quand la pression dans celle-ci tend à devenir plus faible que celle régnant dans l'accumulateur 34, et ils se ferment automatiquement quand la pression dans la chambre 41 tend à devenir plus grande que dans l'accumulateur 34. D'autre part, lorsqu'elle est ouverte par un signal de pilotage, la soupape pilotée 49 établit une communication à faible débit entre la chambre 41 et un réservoir de fluide hy-

draulique. Bien que ce réservoir de fluide hydraulique soit représenté dans les figures 23 à 26 comme étant constitué par la cavité intérieure de l'accumulateur basse pression 34, le réservoir de fluide hydraulique est de préférence constitué par un réservoir séparé dudit accumulateur et disposé par exemple sur le pont de la barge 2 comme cela est schématiquement indiqué en 52 dans la figure 27.

Comme cela sera décrit plus loin, les clapets anti-retour pilotés 48 et la soupape pilotée 49 permettent au piston 42 et à la tige de piston 35 de travailler dans trois modes différents à la discrétion d'un opérateur 53 (figure 12) agissant sur un pupitre de commande 54, ou sous le contrôle d'un automate programmable remplaçant ledit opérateur. De préférence, un pilotage hydraulique est prévu pour commander l'ouverture des clapets anti-retour pilotés 48 et de la soupape pilotée 49, bien qu'ils pourraient être commandés électromagnétiquement. Il suffit d'une puissance très faible, de l'ordre de quelques dizaines de kW, pour passer d'un mode de fonctionnement à un autre et pour contrôler toute l'opération d'arrêt du mouvement de cavement de la barge 2. La puissance hydraulique nécessaire à cet effet peut provenir d'une source d'énergie hydraulique 55, dite centrale hydraulique. Un seul pupitre de commande 54 et une seule centrale hydraulique 55 peuvent suffire pour les quatre systèmes hydrauliques de commande 32 respectivement associés aux quatre butoirs 9-12.

Le vérin 33 de chaque système hydraulique de commande 32 a quatre modes de travail.

Dans le premier mode (mode 1), la chambre 39 est alimentée en huile sous une pression plus forte que la pression régnant dans la chambre 41 et dans l'accumulateur basse pression 34. Cela a pour effet de faire rentrer la tige de piston 35 du vérin 33 dans le corps 37 et de l'amener dans sa position complètement rentrée si elle n'y était pas déjà. Dans ce mode 1, les clapets 48 sont pilotés de manière à être maintenus ouverts. Dans les trois autres modes de travail, la pression de l'huile dans la chambre 39 est relâchée. Cela peut être obtenu par exemple en mettant la conduite 43 en communication avec le réservoir de fluide hydraulique. Toutefois, il est préférable dans ce cas de maintenir la chambre 39 à une certaine pression, plus basse que celle régnant dans la chambre 41, afin d'éviter qu'une éventuelle dépression dans la chambre 39 ne puisse gêner les mouvements du piston 42 dans le corps 37 en direction de la chape 38.

Dans le deuxième mode de travail (mode 2), la tige de piston 35 est libre de sortir ou de rentrer dans le corps 37 du vérin 33 selon le sens du mouvement de cavement de la barge 2, sous l'effet de la basse pression dans l'accumulateur 34, d'une part, ou sous l'effet de la poussée exercée par la jambe 3 de la structure support 1, d'autre part, lorsque le contact entre celle-ci et le rouleau 26 a été établi. Ce mode de fonctionnement est obtenu en pilotant les clapets

anti-retour 48 de manière à les maintenir ouverts (communication bidirectionnelle à grand débit entre l'accumulateur 34 et la chambre 41) et en maintenant fermée la soupape pilotée 49. Ce mode de fonctionnement correspond aux figures 16, 17, 18 et 25.

Dans le troisième mode de travail (mode 3), la tige de piston 35 est libre de sortir du corps 37 du vérin 33, mais elle ne peut plus y rentrer. Ce mode de fonctionnement est obtenu en faisant fonctionner les clapets 48 comme des clapets anti-retour ordinaires permettant l'entrée d'huile dans la chambre 41 à partir de l'accumulateur 34, mais bloquant la sortie de l'huile de la chambre 41 vers l'accumulateur 34 (communication unidirectionnelle à grand débit depuis l'accumulateur 34 vers la chambre 41), et en maintenant fermée la soupape pilotée 49. Ce mode de fonctionnement correspond aux figures 19 à 21 et 24.

Dans le quatrième mode de travail (mode 4) la tige de piston 35 est soumise à une force tendant à la faire rentrer dans le corps 37 du vérin 33. Une rentrée lente et contrôlée de la tige de piston 35 est rendue possible en pilotant la soupape 49 de manière à la maintenir ouverte. Un étranglement 56 (figure 27) est associé à la soupape 49 et joue le rôle d'un limiteur de débit pour ralentir la rentrée de la tige 35 dans le corps 37. Bien évidemment, si au cours du mouvement de rentrée de la tige de piston 35 la soupape 49 est à nouveau pilotée de manière à la mettre en position fermée, la rentrée de la tige 35 cesse immédiatement, car elle est bloquée par l'huile contenue dans la chambre 41, qui ne peut plus en sortir par les clapets 48 ou par la soupape 49.

On va maintenant décrire comment la barge 2 peut être immobilisée, en ce qui concerne son mouvement de cavement, par rapport à la structure support 1. Cette opération se déroule en plusieurs phases.

Phase 1: début de l'opération - période d'observation (figures 3 et 4)

Dans cette phase, la barge 2 se trouve en position entre les jambes 3 de la structure support 1. Elle est tenue par des moyens provisoires tels que les lignes d'ancre 7 et 8 et/ou des remorqueurs (non montrés) ou encore un système à positionnement dynamique, également (non montré), tous ces moyens étant bien connus et ne faisant pas partie de la présente invention. A l'aide de ces moyens provisoires de maintien, on fait en sorte que la position longitudinale moyenne de la barge 2, entre les deux positions longitudinales extrêmes qu'elle prend en raison du mouvement alternatif de cavement, soit proche de la position d'immobilisation idéale.

Dans cette phase, les butoirs 9-12 sont dans leur position rentrée sensiblement verticale de transport et les vérins 33 fonctionnent en mode 1, de sorte que

leur tige de piston 35 est complètement rentrée.

On mesure l'amplitude totale du mouvement de cavement de la barge 2, c'est-à-dire la course totale avant-arrière de la barge en raison de son mouvement alternatif de cavement. Cette amplitude ou course totale doit être et rester inférieure à la course maximale admissible pour les butoirs 9-12 (cette course maximale admissible est déterminée, dans l'exemple de réalisation décrit plus haut, par la distance entre deux paliers successifs 14 et 15 ou 15 et 16 et/ou par la longueur du vérin 33; elle est donc déterminée par construction et peut être choisie aussi grande qu'on le désire). Ceci est une condition nécessaire pour pouvoir procéder au rabattement des butoirs 9-12 dans leur position horizontale de travail. Un calcul préalable connu aura permis de déterminer les conditions de houle maximum permettant de réaliser cette opération. D'ailleurs, la barge 2 n'aura été introduite entre les jambes 3 de la structure support 1 que si ces conditions sont respectées.

D'autre part, pour travailler dans des conditions encore plus favorables, on peut attendre quelques minutes un train de houle de faible amplitude pour réaliser l'opération. On sait en effet que la houle se manifeste par trains successifs d'amplitude plus ou moins forte. Ces trains de houle sont détectables à l'avance à l'aide de bouées connues de mesure de houle positionnées en amont de la structure support 1 en considérant le sens de déplacement de la houle. A titre indicatif, avec la présente invention on peut envisager d'immobiliser une barge en ce qui concerne son mouvement de cavement même si l'amplitude totale de ce mouvement atteint ou dépasse 2 mètres.

La position relative de la barge 2 et de la structure support 1 peut être mesurée par un système de repères visuels ou par tout autre système de mesure connu ne faisant pas partie de l'invention.

A ce stade, l'opération est bien sûr réversible. Les moyens ayant servis à introduire la barge 2 entre les jambes de la structure support permettent également de l'en sortir.

Phase 2 : rabattement des butoirs (figures 5, 6, 11, 13, 14 et 15).

Une fois que la décision d'opérer a été prise et après que la barge 2 a été provisoirement positionnée de manière correcte entre les jambes 3 de la structure support 1, on procède ensuite au rabattement ou basculement des butoirs 9-12 afin de les mettre dans leur position horizontale de travail, c'est-à-dire dans un plan parallèle au plan du pont de la barge 2. A cet effet, on utilise, pour chaque butoir, le treuil 18 et le câble 17 qui passe autour de la poulie 19 au sommet du mât 21. Ici, le treuil 18 sert uniquement de frein étant donné que le butoir peut basculer sous l'effet de son propre poids. Par contre, le treuil 18 serait utilisé comme organe moteur s'il fallait relever le butoir.

Dans cette phase, les vérins 33 fonctionnent encore en mode 1, c'est-à-dire que leur tige de piston 35 est complètement rentrée. De préférence, chaque butoir est basculé dans sa position horizontale alors qu'il se trouve dans sa position extrême extérieure par rapport à la structure support 1, c'est-à-dire que les butoirs avant 9 et 10 sont basculés lorsque la barge 2 arrive ou se trouve à l'extrémité de sa course vers l'avant, tandis que les butoirs arrière 11 et 12 sont rabattus lorsque la barge 2 arrive ou se trouve à l'extrémité de sa course vers l'arrière.

Une fois qu'il a été rabattu dans sa position horizontale, chaque butoir 9-12 repose sur l'extrémité du profilé 29 de la glissière 28 qui est dépourvue d'aile horizontale supérieure (figures 10, 13 et 15).

A ce stade, l'opération est toujours réversible, chaque butoir pouvant être relevé dans sa position verticale à l'aide du câble 17 et du treuil 18 y associé.

Phase 3 : Mise en contact des butoirs avec les jambes de la structure support (figures 16, 17 et 18)

Une fois les quatre butoirs 9-12 rabattus en position horizontale, le responsable d'opération déclenche la sortie des tiges de piston 35 des vérins 33 en relâchant la pression dans la chambre 39 du corps des vérins et en faisant fonctionner ces derniers en mode 2.

Du fait que la pression dans la chambre 39 des vérins 33 est maintenant plus faible que celle qui règne dans l'accumulateur 34 et dans la chambre 41, la tige de piston 35 de chaque vérin 33 sort et repousse le butoir correspondant en direction de la jambe 3 de la structure support 1 qui lui fait face, jusqu'à ce que le rouleau 26 du butoir vienne en contact avec ladite jambe 3. Grâce à leur forme géométrique et à leur possibilité de se déplacer le long de l'axe du tube 23, les rouleaux 26 se mettent d'eux-mêmes dans la position correcte contre la jambe 3 correspondante de la structure support 1. Du fait que les butoirs n'exercent qu'une faible force sur les jambes 3 de la structure support 1, la barge 2 continue à cavaler comme auparavant.

Il est à noter qu'un débit d'huile élevé est nécessaire entre chaque accumulateur basse pression 34 et la chambre 41 du vérin 33 correspondant. En effet, les rouleaux 26 ne doivent plus décoller des jambes 3 de la structure support 1, faute de quoi l'opération d'immobilisation serait compromise, car des chocs seraient à prévoir. Ce débit élevé, de plusieurs dizaines de litres par seconde, est assuré par les clapets 48, dont le nombre et/ou la section de passage, lorsqu'ils sont ouverts, sont choisis de façon à permettre un tel débit.

Comme indiqué plus haut, en mode 2, la chambre 39 des vérins 33 est encore maintenue sous une basse pression d'huile, plus faible que celle de l'accumu-

lateur 34, pour éviter une dépression dans la chambre 39 qui pourrait gêner la rentrée de la tige 35 dans le corps du vérin 33 lorsque, par exemple dans le cas du butoir 9, la barge se déplace dans le sens de la flèche G dans la figure 18.

Il n'y a pas de moment privilégié pour déclencher la sortie des tiges de piston 35 des vérins 33. Cependant, il est souhaitable de le faire lorsqu'on est prêt à passer à la phase suivante, c'est-à-dire à la phase 4 d'immobilisation qui sera décrite plus loin.

Pendant la phase 3, les cinq autres mouvements de la barge 2 créent au niveau des rouleaux 26, soit un mouvement de rotation des rouleaux qui se mettent à rouler sur les jambes 3 de la structure support 1 pour ce qui concerne les mouvements de pilonnement, de roulis et de tangage, soit un mouvement de coulissement du rouleau sur le tube 23 correspondant en ce qui concerne les mouvements d'embarquée et de lacet. Les limites haute et basse d'excursion des rouleaux 26 auront été observées au préalable pour s'assurer qu'il n'y a pas d'obstacle le long des jambes 3 de la structure support 1 et que celles-ci sont suffisamment hautes. De même, la course de coulissement autorisée des rouleaux 26 sur le tube 23 correspondant devra être compatible avec l'amplitude préalablement observée du mouvement d'embarquée de la barge 1.

A ce stade, l'opération est toujours réversible, les chambres 39 des vérins 33 pouvant être remises en pression pour rétracter les tiges de piston 35 et les butoirs auxquels elles sont respectivement attachées. Toutefois, la pompe permettant d'effectuer cette remise en pression des chambres 39 est de préférence choisie de façon à pouvoir assurer un débit suffisant pour que le butoir ait une vitesse de retrait supérieure à la vitesse de cavalement de la barge 2.

Phase 4 : immobilisation de la barge en cavalement (figures 19, 20 et 21)

Au cours de la phase précédente, les rouleaux 26 des butoirs 9-12 ont été mis en contact avec les jambes correspondantes 3 de la structure support 1 et ils sont maintenus pressés élastiquement contre lesdites jambes 3 par la basse pression régnant dans les accumulateurs 34 et les chambres 41 des vérins 33, mais la barge 2 continue à cavaler et il faut donc maintenant l'immobiliser. Pour cela, la barge 2 va tout d'abord être mise en butée soit sur les butoirs avant 9 et 10, soit sur les butoirs arrière 11 et 12. Ce choix est arbitraire mais doit être défini à l'avance. En ce référant à la figure 19, qui montre le butoir bâbord avant 9, on va décrire comment la barge 2 est immobilisée en la mettant d'abord en butée sur les butoirs avant, puis en faisant de même avec les butoirs arrière, et ceci en moins d'une alternance du mouvement alternatif de cavalement.

La barge 2 est mise en butée sur les butoirs avant

9 et 10 en faisant passer les vérins 33 associés à ces butoirs du mode 2 au mode 3, en désactivant le pilotage des clapets 48. Le passage du mode 2 au mode 3 n'est pas effectué à n'importe quel moment. S'il est effectué pendant que l'huile entre dans la chambre 41 du corps du vérin 33, c'est-à-dire quand la barge 2 se déplace d'arrière en avant, la fermeture des clapets 48 se fera en douceur quand le sens de circulation de l'huile changera, c'est-à-dire quand la barge commencera à se déplacer d'avant en arrière. Si, au contraire, le passage du mode 2 au mode 3 est effectué pendant que l'huile sort de la chambre 41 en direction de l'accumulateur 34, les clapets 48 vont se fermer immédiatement et violemment. Outre qu'une telle fermeture violente serait très mauvaise pour les clapets, on obtiendrait en plus une immobilisation prématurée de la barge 2 avec des effets dynamiques, donc avec des efforts très importants dans les butoirs avant 9 et 10 et les vérins associés 33, efforts qui seraient appliqués aussi à la structure support 1.

De préférence, pour désactiver le pilotage des clapets 48, l'opérateur ou l'automate tiendra en plus compte du temps de réaction des clapets, qui est de l'ordre de quelques dixièmes de seconde.

Dans ces conditions, pour les butoirs avant 9 et 10, le passage du mode 2 au mode 3 sera donc logiquement effectué lorsque la barge 2, en fin de course arrière, commence une nouvelle course vers l'avant. A ce moment, l'huile commence à ressortir des accumulateurs 34 et à rentrer dans les chambres 41 des vérins 33 associés aux butoirs avant 9 et 10. Les clapets 48 resteront donc ouverts pendant toute la source d'arrière en avant de la barge 2, c'est-à-dire pendant quelques secondes. Ce temps constitue une sécurité confortable pour que la désactivation du pilotage des clapets 48 des vérins 33 associés aux butoirs avant 9 et 10 s'effectue normalement. Lors du changement de sens du flux d'huile, c'est-à-dire au moment précis où la barge 2 veut commencer à revenir en arrière, les clapets 48 des vérins associés aux butoirs avant se ferment en douceur. L'huile contenue dans la chambre 41 du vérin 33 associé à chaque butoir avant 9 ou 10 ne peut alors plus ressortir de cette chambre 41 vers l'accumulateur 34, et elle est alors soumise à un effort de compression qui croît proportionnellement à l'effort de la houle sur la barge 2, tendant à la faire reculer. Toutefois, comme l'huile est incompressible, les butoirs avant 9 et 10 sont bloqués par rapport à la barge 2 par l'huile emprisonnée dans la chambre 41 des deux vérins avant 33. La barge 2 est ainsi bloquée dans le sens de l'avant vers l'arrière.

On notera que l'immobilisation de la barge 2 s'est produite lorsque sa vitesse de cavaleme nt était nulle (au moment de l'inversion du sens du mouvement de cavaleme nt). Par conséquent, l'immobilisation a eu lieu sans choc ni effort dynamique qui auraient été induits par la masse de la barge 2 et de son chargement, si elle avait été en mouvement. On évite de la

sorte d'avoir à amortir l'énergie cinétique de la barge et de son chargement en mouvement. Après l'immobilisation de la barge 2, la seule force venant s'appliquer progressivement, à partir d'une valeur nulle, sur les butoirs avant 9 et 10 et sur la structure support 1 est la composante longitudinale des efforts appliqués par la houle à la barge 2. Cette composante peut, à son maximum, atteindre quelques centaines de tonnes. Bien entendu, les butoirs 9-12 et les vérins y associés 33 doivent être dimensionnés en conséquence.

Pendant la mise en butée de la barge 2 sur les butoirs avant 9 et 10, les vérins 33 associés aux butoirs arrière 11 et 12 fonctionnaient en mode 2. Après la mise en butée de la barge 2 sur les butoirs avant 9 et 10, il va maintenant falloir faire fonctionner en mode 3 les vérins arrière 33, c'est-à-dire les vérins associés aux butoirs arrière 11 et 12, pour qu'eux aussi puissent jouer leur rôle de butée dans le sens opposé. Ceci doit être effectué dans la même alternance du mouvement alternatif de la houle que celle au cours de laquelle la barge 2 a été mise en butée sur les butoirs avant 9 et 10. Si cela n'était pas le cas, la barge 2 serait poussée vers l'avant par la houle au-delà du point de blocage avant et peut être au-delà de la zone dans laquelle les butoirs peuvent fonctionner normalement.

A cet effet, le pilotage des clapets 48 associés aux vérins arrière 33 est désactivé dès qu'une pression significative apparaît dans la chambre 41 des vérins avant 33. Ceci signifie que les clapets 48 associés aux vérins avant 33 viennent de se fermer pour bloquer la barge 2 sur les butoirs avant 9 et 10. Ceci peut être détecté au moyen des capteurs de pression 51 associés aux vérins avant 33.

Tant que la barge 2 est en butée sur les butoirs avant 9 et 10, c'est-à-dire tant que la houle agit sur la barge 2 dans le sens de l'avant vers l'arrière, aucun flux d'huile ne passe à travers les clapets 48 associés aux vérins arrière 33. Par contre, dès que le mouvement de cavaleme nt veut s'inverser, les clapets 48 associés aux vérins arrière 33 se ferment dans les mêmes conditions de douceur que celles dans lesquelles les clapets associés aux vérins avant se sont fermés. A partir de ce moment, l'huile contenue dans la chambre 41 des vérins arrière 33 est emprisonnée dans ladite chambre et ne peut plus en sortir, de sorte que la barge 2 est maintenant immobilisée dans les deux sens du mouvement de cavaleme nt.

On examinera maintenant les effets produits par les mouvements de tangage et de lacet de la barge. Le tangage de la barge n'est limité par aucun dispositif particulier et les butoirs 9-12 doivent s'y adapter. On supposera que l'immobilisation de la barge 2 se soit produite lorsqu'elle était horizontale. Si l'on considère maintenant la barge 2 avec son assiette maximum due au tangage, on constate que la distance entre les points d'appui des butoirs avant et des butoirs

arrière sur les jambes correspondantes 3 de la structure support 1 a augmenté par rapport à la valeur de cette distance en position horizontale de la barge 2. L'augmentation de la valeur de cette distance peut être de l'ordre de quelques centimètres. Si les butoirs 9-12 étaient parfaitement rigides, cette distance ne pourrait pas augmenter et les butoirs 9-12 et les jambes 3 de la structure support 1 seraient alors soumis à des efforts pouvant atteindre des valeurs importantes.

Le mouvement de lacet de la barge 2 produit un phénomène similaire. On voit donc que les butoirs 9-12 doivent avoir une certaine souplesse en compression. Cette souplesse est obtenue d'une part grâce à la garniture souple 27 des rouleaux 26 et d'autre part grâce à la liaison semi-rigide 36 entre la tige de piston 35 des vérins 33 et le tube 22 de la structure tubulaire formant les butoirs 9-12.

Une autre liaison semi-rigide pourrait être également prévue au niveau de la chape d'articulation 38 des vérins 33. Le supplément d'effort induit dans les butoirs 9-12 et la structure support 1 par le tangage et le lacet doit bien entendu rester admissible en terme de contraintes supplémentaires dans les structures. Celles-ci doivent donc être dimensionnées en conséquence.

Si, au contraire, la barge 2 avait été immobilisée au moment où son tangage était maximum, lorsqu'elle reprend sa position horizontale, les rouleaux 26 des butoirs avant et arrière auront tout simplement tendance à se rapprocher les uns des autres par sortie automatique des tiges de piston 35 des vérins 33, sous l'effet d'un flux unidirectionnel d'huile depuis chaque accumulateur 34 vers la chambre 41 du vérin 33 correspondant, qui fonctionne en mode 3 (les clapets 48 fonctionnent comme des clapets anti-retour).

A ce stade, l'opération est toujours réversible. Il suffit de refaire passer les vérins 33 en mode 1, en commençant par les deux vérins 33 dont la tige de piston 35 n'est pas en compression et en terminant par les deux autres vérins 33 dès que leur tige de piston 35 ne sera plus en compression.

Phase 5 : réglage fin de la position relative de la barge par rapport à la structure support

Au cours de la phase précédente, la barge 2 a été immobilisée par rapport à la structure support 1. Toutefois, la position d'immobilisation de la barge 2 ne correspond pas nécessairement à la position idéale dans laquelle on souhaiterait que la barge soit immobilisée, par exemple pour pouvoir effectuer la pose ou l'enlèvement du pont d'une plate-forme marine. En effet, la position de la barge 2 au moment de son immobilisation ne peut être qu'estimée à l'avance et la position d'immobilisation obtenue peut être espacée de quelques décimètres par rapport à la position idéale ou position désirée. On supposera par exemple qu'il

faut faire reculer la barge 2 pour l'amener dans sa position désirée. Dans ce cas, chaque fois que la houle agit sur la barge dans un sens tendant à la faire reculer, c'est-à-dire dans un sens correspondant à une réduction de l'écart entre la position actuelle de la barge et sa position désirée, on va autoriser un déplacement relatif lent entre la barge 2 et les butoirs avant 9 et 10, tandis que les butoirs arrière 11 et 12 ont encore la possibilité de se déplacer unidirectionnellement par rapport à la barge 2 de façon à rester en appui contre les jambes 3 de la structure support 1.

A cet effet, on attend que la valeur de la pression dans la chambre 41 des vérins avant 33 atteigne une valeur significative (ce qui peut être détecté à l'aide du capteur de pression 51) et, lorsque la pression atteint cette valeur, on fait fonctionner les vérins avant 33 en mode 4, c'est-à-dire en pilotant la soupape 49 des vérins avant 33 de manière à ouvrir cette soupape. Dans ces conditions, l'huile contenue dans la chambre 41 des vérins avant 33 peut s'échapper lentement vers le réservoir 52 (figure 27), permettant ainsi à la barge 2 de reculer lentement, jusqu'à ce que la soupape 49 des vérins avant soit à nouveau pilotée dans le sens de sa fermeture. Pendant ce temps, les clapets 48 des vérins arrière 33 s'ouvrent automatiquement et laissent rentrer l'huile dans la chambre 41 des vérins arrière, de sorte que leur tige de piston 35 sort et que les butoirs arrière 11 et 12 sont maintenus en contact avec les jambes correspondantes 3 de la structure support 1. Si au moment de la fermeture de la soupape 49 des vérins avant 33 la barge 2 n'est toujours pas arrivée dans la position désirée, l'opération décrite ci-dessus peut être répétée lors de l'alternance suivante du mouvement de cavalement s'effectuant dans le même sens, et cela autant de fois que cela est nécessaire pour amener la barge 2 dans la position désirée.

S'il avait fallu faire avancer la barge 2 pour l'amener dans la position désirée, on aurait opéré de manière similaire en ouvrant les soupapes 49 des vérins arrière 33 chaque fois que la houle tend à pousser la barge 2 en avant.

A ce stade, l'opération reste encore réversible, comme cela a déjà été expliqué à propos de la phase 4.

On va maintenant donner quelques détails supplémentaires en ce qui concerne la réalisation des vérins 33, de leur accumulateur 34 et des circuits hydrauliques servant à les faire fonctionner.

Comme on peut le voir sur la figure 22, le corps du vérin 33 comprend une partie tubulaire 37, fermée de manière étanche du côté de la chape 38 par un fond ou bouchon d'extrémité 61 vissé ou soudé sur le tube 37. A ce bouchon d'extrémité 61 est soudée une oreille 62 qui est elle-même reliée à la chape 38 par un axe 63. C'est par cette oreille 62, par cet axe 63 et par cette chape 38 que passent les efforts immobilisant la barge 2 par rapport à la structure support

1. Ces éléments doivent donc être dimensionnés en conséquence.

Al'autre extrémité du tube 37 du vérin 33, un fond ou bouchon annulaire 64 laissant passer en son milieu la tige de piston 35 est vissé sur le tube 37. L'étanchéité est assurée par des joints non représentés entre le piston 42 et le tube 37, entre la tige de piston 35 et le bouchon annulaire 64, et entre ce dernier et le tube 37.

La liaison semi-rigide 36 qui relie la tige de piston 35 du vérin 33 au tube 22 de la structure tubulaire formant le butoir associé, comprend une pièce 65 en matière élastomère, qui est appuyée sur une tôle 66 soudée à l'intérieur du tube 22 et raidie par plusieurs goussets 67 eux-mêmes soudés à la tôle 66, au tube 22 et les uns aux autres. Un embout ou plaque de pression 68, répartissant la pression dans la pièce 65 en matière élastomère, est vissé sur l'extrémité de la tige de piston 35. Une bride 69 boulonnée sur l'extrémité du tube 22 et coopérant avec la plaque de pression 68 permet à la tige de piston 35 du vérin 33 de tirer le butoir associé en direction de la chape 38 lorsque la chambre 39 du vérin est alimentée en huile sous pression.

La pièce 65 en matière élastomère est montée entre la tôle d'appui 66 et la plaque de pression 68 de façon à n'être pas ou très peu comprimée lorsque le butoir est au repos. En outre, l'épaisseur et/ou la matière élastomère de la pièce 65 sont choisies de telle façon que cette pièce ne se comprime que très faiblement (quelques centimètres ou une dizaine de centimètres) comparativement à la course de cavalcement lorsque le butoir est en contact avec une jambe 3 de la structure support et pressé contre celle-ci par la force de la houle agissant sur la barge. En outre, la pièce 65 en matière élastomère est étudiée pour pouvoir supporter l'effet de pincement dû au tangage, sans pour autant créer des efforts supplémentaires trop importants dans le dispositif.

En se référant à la figure 23, on peut voir que l'accumulateur 34 se compose d'un tube 71 muni de brides à chacune de ses extrémités, d'une plaque de fond 72 et d'un couvercle 73. Ces trois éléments sont boulonnés les uns aux autres. La plaque de fond 72 de l'accumulateur 34 est également boulonnée sur une bride annulaire de raccordement 74 qui est soudée au tube 37 formant le corps du vérin 33, près du bouchon d'extrémité 61 de celui-ci. Les liaisons boulonnées mentionnées ci-dessus sont rendues étanches grâce à des joints non représentés. Le ou les clapets anti-retour pilotés 48 et la ou les soupapes pilotées 49, qui sont destinés à mettre l'accumulateur 34 en communication avec la chambre 41 du vérin 33, sont montés dans la plaque de fond 72 de l'accumulateur. Le clapet 48 et la soupape 49, représentés sur les figures 23 à 26 chacun en un seul exemplaire, peuvent en fait, pour des raisons de fiabilité ou de section de passage, être plus nombreux.

Dans la figure 23, l'ensemble de tuyaux 75 reliant la centrale hydraulique 55 au système hydraulique de commande 32 regroupe le tuyau 43 d'alimentation en huile de la chambre 39 du vérin 33, le tuyau 76 de pilotage du clapet 48, le tuyau 77 de mesure de pression d'huile dans la chambre 41, les deux tuyaux 78 de pilotage de la soupape 49, le tuyau 79 d'évacuation d'huile sous pression provenant de la chambre 41 à travers la soupape 49 lorsqu'elle est ouverte, et le tuyau 81 de retour d'huile dans l'accumulateur 34. Le tuyau 82 sert au gonflage de l'accumulateur basse pression 34 avec un gaz ou un mélange gazeux tel que de l'air ou de l'azote.

On notera que si le capteur de pression 51 est monté dans la plaque de fond 72 de l'accumulateur 34, le tuyau 77 contient les conducteurs transmettant le signal de sortie du capteur de pression au pupitre de commande 54. Toutefois, le capteur de pression 51 pourrait être placé à distance de la plaque de fond 72, par exemple sur le couvercle 73 ou dans la centrale hydraulique 55. Dans ce dernier cas, le tuyau 77 met la chambre 41 du vérin 33 en communication avec le capteur de pression.

Bien que dans la figure 23 les tuyaux 76-82 traversent le couvercle 73 de l'accumulateur 34, tout ou partie de ces tuyaux pourrait, pour des raisons de commodité, traverser la paroi du tube 71. Tous les passages de tuyaux à travers le couvercle 73 (ou le tube 71) sont bien entendu rendus étanches par des joints appropriés non montrés.

La figure 27 représente un schéma hydraulique du système hydraulique de commande 32 selon l'invention. On retrouve dans ce schéma les éléments qui ont déjà été décrits en référence aux figures 12 et 23 à 26. Il n'est donc pas jugé utile de décrire à nouveau ces éléments. Les clapets anti-retour pilotés 48 sont représentés au nombre de deux à titre indicatif uniquement. La soupape pilotée 49 est représentée sous la forme d'un distributeur à deux orifices et deux positions, qui peut être piloté des deux côtés par une pression de pilotage appliquée par l'un ou l'autre des deux tuyaux 78. Il est cependant bien évident que le distributeur 49 peut être piloté par pression d'un seul côté et rappelé par ressort de l'autre côté. Par exemple, le distributeur 49 peut être maintenu dans sa position fermée par un ressort, et il peut être commuté dans sa position ouverte par pilotage par pression.

Dans la figure 27, on a également représenté deux accumulateurs haute pression 83, qui sont en communication par un tuyau 84 avec la chambre 41 du vérin 33. Les accumulateurs 83 peuvent servir à atténuer l'effet d'un impact accidentel sur le butoir associé au vérin 33. Les accumulateurs haute pression 83 peuvent être par exemple installés sur la plaque de fond 72 de l'accumulateur basse pression 34. Bien que la figure 27 montre deux accumulateurs haute pression 83, il va de soi que l'invention n'est pas limitée à ce nombre.

Par rapport aux systèmes existants permettant de réduire le mouvement de cavalement d'une barge ou autre structure flottante, le dispositif de la présente invention présente, entre autres, les avantages suivants:

a) Aucun dispositif anticavalement connu n'est capable d'immobiliser une grosse barge lorsque l'amplitude totale de son mouvement de cavalement approche 1 mètre. Par contre, le dispositif selon l'invention peut sans difficulté immobiliser la plus grosse barge existant actuellement au monde même si celle-ci a un mouvement de cavalement dont l'amplitude totale est de plusieurs mètres.

b) Le dispositif d'immobilisation selon l'invention et la structure support ne sont soumis à aucun effort dynamique dû aux masses en mouvement de la barge et de son chargement. En effet, comme on l'a vu plus haut, l'immobilisation de la barge et de son chargement se produit au moment où la vitesse de celle-ci est nulle. Par conséquent, le dispositif d'immobilisation selon l'invention est moins sollicité que tout autre dispositif connu d'immobilisation.

c) L'opération d'immobilisation est plus rapide qu'avec les dispositifs connus.

d) Après immobilisation de la barge, le dispositif selon l'invention permet également, si on le désire, d'effectuer un réglage fin de la position de la barge par rapport à la structure support. Ce réglage fin peut être effectué avec une douceur sans égale.

e) Le dispositif selon l'invention est simple et peut utiliser des composants standards déjà éprouvés dans l'industrie. Il est donc très fiable et l'opération d'immobilisation elle-même peut être effectuée avec une grande fiabilité.

f) Le même dispositif peut servir pour de très nombreuses opérations et finalement revenir moins cher que des dispositifs connus à amortissement d'énergie, dont la partie élastomère coûteuse est perdue à chaque opération. Dans le même ordre d'idée, le coût de ce dispositif n'est pas très élevé, compte tenu de la simplicité de ses composants qui, pour la plupart, sont standards.

g) La puissance nécessaire au fonctionnement du dispositif selon l'invention est très faible. Ce dispositif est donc économique.

Il va de soi que la forme d'exécution de l'invention qui a été décrite ci-dessus a été donnée à titre d'exemple purement indicatif et nullement limitatif, et que de nombreuses modifications peuvent être facilement apportées par l'homme de l'art sans pour autant sortir du cadre de l'invention. C'est ainsi notamment que, au lieu que les butoirs avant 9 et 10 (vus dans la figure 6) soient disposés de manière à agir sur les surfaces verticales avant des jambes extrêmes

avant 3 de la structure support 1 et que les butoirs arrière 11 et 12 soient disposés de manière à agir sur les surfaces verticales arrière des jambes extrêmes arrière 3 de la structure support 1, les butoirs 9 et 10 pourraient être disposés de manière à agir sur les surfaces verticales avant des jambes arrière 3 et les butoirs 11 et 12 pourraient être disposés de manière à agir sur les surfaces verticales arrière des jambes avant 3, si la structure support 1 ne comporte pas, entre les jambes avant et arrière 3 des membrures pouvant gêner les mouvements longitudinaux des butoirs 9-12.

D'autre part, bien que la présente invention ait été décrite ci-dessus à propos de l'immobilisation d'une barge par rapport à la structure support (jacket) d'une plate-forme marine, le dispositif selon l'invention est utilisable pour immobiliser, à son élasticité interne près, toute structure marine flottante et animée d'un mouvement de cavalement dû à la houle, par rapport à une autre structure marine fixe ou elle-même flottante. Par exemple, le dispositif selon l'invention peut être utilisé pour immobiliser, du point de vue du cavalement, deux navires placés bord à bord ou un navire accosté à une jetée. Dans ces deux cas, le dispositif selon l'invention pourra ne comporter que deux butoirs. Dans le cas où il s'agit d'immobiliser un navire par rapport à une jetée, les butoirs peuvent être installés soit sur le navire, soit sur la jetée, les surfaces verticales d'appui pour les butoirs étant alors prévues, selon le cas, soit sur la jetée, soit sur le navire.

Revendications

1. Procédé pour réduire à une faible valeur un mouvement alternatif de cavalement entre deux structures marines (1 et 2) qui ont été placées l'une à côté de l'autre et dont l'une au moins est flottante, une première (1) des deux structures marines (1 et 2) ayant des première et seconde surfaces verticales d'appui (3) qui sont orientées en sens opposés le long d'une direction horizontale dans laquelle a lieu le mouvement de cavalement à réduire, la seconde structure marine (2) comportant au moins un premier et un second butoir (9 et 11) qui peuvent être déplacés d'une position rentrée à une position sortie dans laquelle les premier et second butoirs font face respectivement aux première et seconde surfaces d'appui (3) de la première structure marine (1), caractérisé en ce qu'il consiste :

a) à installer les premier et second butoirs (9 et 11) sur la seconde structure marine (2) de telle façon que, dans leur position sortie, ils soient espacés horizontalement desdites première et seconde surfaces d'appui, et que chacun desdits butoirs (9 et 11) soit en outre

- mobile dans une direction parallèle à la direction du mouvement de cavement avec une course maximale admissible de valeur prédéfinie;
- b) à amener l'une (2) des deux structures marines (1 et 2) dans une position telle que sa position moyenne entre deux positions extrêmes dues au mouvement alternatif de cavement corresponde approximativement à la position désirée de ladite structure marine (2) par rapport à l'autre structure marine (1);
- c) à mesurer l'amplitude totale du mouvement alternatif de cavement entre les deux positions extrêmes;
- d) à mettre les premier et second butoirs (9 et 11) dans leur position sortie si l'amplitude totale mesurée est plus petite que la course maximale admissible des butoirs;
- e) à amener les premier et second butoirs (9 et 11) en contact respectivement avec les première et seconde surfaces d'appui (3) de la première structure marine (1) et à les maintenir pressés élastiquement contre lesdites surfaces d'appui avec une force d'appui prédéfinie, tout en autorisant un mouvement relatif alternatif entre chacun des deux butoirs et la seconde structure marine (2) dans les deux sens du mouvement de cavement; et
- f) à immobiliser les butoirs (9 et 11) par rapport à la seconde structure marine (2) à un moment où la vitesse du mouvement de cavement est nulle.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que pour l'étape f), on autorise uniquement un mouvement, relatif unidirectionnel entre le premier butoir (9) et la seconde structure marine (2) dans le sens de la force d'appui du premier butoir (9) contre la première surface d'appui (3) de la première structure marine (1) pendant une phase où le mouvement de cavement a lieu dans un premier sens tendant à écarter le premier butoir (9) et la première surface d'appui l'un de l'autre, de telle sorte que le mouvement horizontal du premier butoir (9) par rapport à la seconde structure marine (2) soit bloqué au moment où le sens du mouvement de cavement s'inverse, et qu'ainsi les deux structures marines (1 et 2) ne puissent plus se déplacer l'une par rapport à l'autre pendant la phase immédiatement suivante où le mouvement de cavement tend à avoir lieu dans un second sens opposé au premier sens, et ensuite, pendant ladite phase immédiatement suivante, on autorise uniquement un mouvement relatif unidirectionnel entre le second butoir (11) et la seconde structure marine (2) dans le sens de la force d'appui du second butoir (11) contre la seconde surface d'appui (3), de telle sorte que le mouvement horizontal du second butoir (11) par rapport à la seconde structure marine (2) soit bloqué au moment où le sens du mouvement de cavement tend à s'inverser à nouveau, tout mouvement de cavement de l'une des deux structures marines par rapport à l'autre étant alors empêché dans les deux sens.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il consiste à vérifier si les deux structures marines (1 et 2) sont dans la position désirée l'une par rapport à l'autre après leur immobilisation et, si cela n'est pas le cas, à autoriser, chaque fois que la houle agit sur les structures marines dans un sens correspondant à une réduction de l'écart entre ladite position désirée et la position actuelle des deux structures marine l'une par rapport à l'autre, un déplacement relatif lent entre la seconde structure marine (2) et celui des deux butoirs (9 et 11) qui est poussé par l'action de la houle contre la surface d'appui (3) correspondante de la première structure marine (1), tandis que l'autre butoir, autorisé à se déplacer dans un seul sens par rapport à la seconde structure marine (2), est maintenu en appui contre l'autre surface d'appui (3) de la première structure marine (1).
4. Dispositif pour réduire à une faible valeur un mouvement alternatif de cavement entre deux structures marines (1 et 2) qui ont été placées côte à côte et dont l'une au moins est flottante et soumise à l'effet de la houle, une première (1) des deux structures marines (1 et 2) ayant des première et seconde surfaces verticales d'appui (3) qui sont orientées en sens opposés le long d'une direction horizontale dans laquelle a lieu le mouvement de cavement à réduire, la seconde structure marine (2) comportant au moins un premier et un second butoir (9 et 11) qui sont montés sur la seconde structure marine (2) de façon à être mobiles entre une position rentrée et une position sortie dans laquelle ils font face respectivement aux première et seconde surfaces d'appui (3) de la première structure marine (1), et des premier et second moyens d'actionnement (17, 18) reliés respectivement aux premier et second butoirs (9 et 11) pour les amener dans leur position sortie, caractérisé en ce que les premier et second butoirs (9 et 11) sont montés sur la seconde structure marine (2) de telle façon que, dans leur position sortie, ils soient espacés horizontalement desdites première et seconde surfaces d'appui (3) et que chacun d'eux soit en outre mobile horizontalement dans une direction parallèle à la direction du mouvement de cavement, ledit dispositif comprenant en outre des troisième et quatrième moyens d'actionnement (33) reliés

- respectivement aux premier et second butoirs (9 et 11) pour les amener en contact respectivement avec les première et seconde surfaces d'appui (3) de la première structure marine (1), des premier et second moyens de pression (34) associés respectivement aux premier et second butoirs (9 et 11) pour les maintenir pressés élastiquement contre lesdites surfaces d'appui (3), tout en permettant un mouvement relatif alternatif entre chacun des deux butoirs et la seconde structure marine (2) dans les deux sens du mouvement de cavement, et des premier et second moyens commandés de blocage (48) associés respectivement aux premier et second butoir (9 et 11) pour les immobiliser par rapport à la seconde structure marine (2) lorsqu'on le désire.
5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que chacun desdits premier et second moyens commandés de blocage est constitué par un moyen de couplage (48) monté entre le troisième ou le quatrième moyen d'actionnement (33) et le premier ou le second moyen de pression (34), respectivement, et ayant deux états, à savoir un premier état autorisant ledit mouvement relatif alternatif entre le premier ou le second butoir correspondant (9 ou 11) et la seconde structure marine (2) dans les deux sens du mouvement de cavement, et un second état autorisant uniquement un mouvement relatif unidirectionnel entre le premier ou le second butoir correspondant (9 ou 11) et la seconde structure marine (2) dans le sens de la force d'appui dudit premier ou second butoir correspondant contre la surface d'appui associée (3) de la première structure marine (1), chaque moyen de couplage (48) agissant comme moyen de blocage quand il est dans son second état.
6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que chacun des troisième et quatrième moyens d'actionnement est constitué par un vérin hydraulique à double effet (33), qui est monté entre la seconde structure marine (2) et le premier ou le second butoir correspondant (9 ou 11) et dont l'axe longitudinal est parallèle à la direction du mouvement de cavement, et en ce que chacun des premier et second moyens de pression est constitué par un accumulateur basse pression (34) raccordé par ledit moyen de couplage (48) à une chambre (41) du vérin hydraulique (33) qui, lorsqu'elle est alimentée en fluide hydraulique sous pression par l'accumulateur basse pression (34), provoque le déplacement du butoir correspondant (9 ou 11) vers la surface d'appui associée (3) de la première structure marine (1).
7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que ledit moyen de couplage est constitué par au moins un clapet anti-retour piloté (48) qui, lorsqu'il est mis dans son premier état, établit une communication bidirectionnelle à grand débit entre l'accumulateur basse pression (34) et ladite chambre (41) du vérin hydraulique (33) et, lorsqu'il est mis dans son second état, autorise seulement une communication unidirectionnelle à grand débit depuis l'accumulateur basse pression (34) vers ladite chambre (41) du vérin hydraulique (33).
8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il comprend en outre au moins une soupape pilotée (49) ou un distributeur piloté (49) à deux orifices et deux positions, qui est monté en série avec un limiteur de débit (56) et qui peut être commandé pour établir une communication à faible débit entre ladite chambre (41) du vérin hydraulique (33) et un réservoir de fluide hydraulique (52).
9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 4 à 8, caractérisé en ce que chacun des premier et second butoirs (9 et 11) est constitué par une structure tubulaire, comprenant un premier tube (22) monté de façon à pouvoir à la fois coulisser et tourner dans des paliers (14-16) portés par la seconde structure marine (2) et alignés dans la direction du mouvement de cavement, un second tube (33) dont une extrémité est fixée rigidement au premier tube (22) et qui s'étend perpendiculairement à celui-ci, et un troisième tube (25) qui est fixé rigidement aux premier et second tubes (22 et 23) de manière à former avec eux une structure approximativement triangulaire, et un rouleau (26) qui est monté sur le second tube (23) de façon à pouvoir à la fois tourner et glisser le long de celui-ci et qui est destiné à venir en contact avec l'une des première et seconde surfaces d'appui (3) de la première structure marine (1).
10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que la seconde structure marine (2) et le second tube (23) de chaque butoir (9,11) comportent des moyens à glissière (28) coopérant l'un avec l'autre pour supporter, guider et retenir le butoir correspondant (9 ou 11) dans sa position sortie pendant ses mouvements horizontaux par rapport à la seconde structure marine (2).
11. Dispositif selon la revendication 9 ou 10, caractérisé en ce que les première et seconde surfaces d'appui (3) de la première structure marine (1) sont cylindriques et en ce que le rouleau (26) comporte dans sa surface périphérique une gor-

ge dont le profil a un rayon adapté au rayon de la surface cylindrique desdites surfaces d'appui (3).

12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que la gorge du rouleau (26) est revêtue d'une garniture souple (27). 5

13. Dispositif selon les revendications 6 et 9, caractérisé en ce que la tige (35) de chaque vérin hydraulique (33) est accouplée à une extrémité du premier tube (22) du butoir correspondant (9 ou 11) par une liaison semi-rigide (36) possédant quelque élasticité dans le sens longitudinal. 10

14. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 4 à 13, destiné à la réduction du mouvement de cavement entre une barge et une structure support de plate-forme marine, en particulier pour la pose d'un pont de plate-forme marine, porté par la barge, sur des jambes de la structure support, ou pour l'enlèvement dudit pont, caractérisé en ce que ladite première structure marine (1) est la structure support de la plate-forme marine et ladite seconde structure marine (2) est la barge. 15

15. Dispositif selon la revendication 14, caractérisé en ce que les première et seconde surfaces d'appui sont les surfaces cylindriques verticales de deux des jambes (3) de la structure support (1) de la plate-forme marine. 20

16. Dispositif selon la revendication 14 ou 15, caractérisé en ce qu'il comprend deux premiers butoirs (9 et 10) disposés dans la région avant de la barge (2) symétriquement par rapport à son axe longitudinal (13), et deux second butoirs (11 et 12) disposés dans la région arrière de la barge (2) symétriquement par rapport à son axe longitudinal (13), et en ce que chaque butoir (9-12) est agencé pour coopérer avec une jambe respective (3) de la structure support (1) de la plate-forme. 25

45

50

55

FIG-1

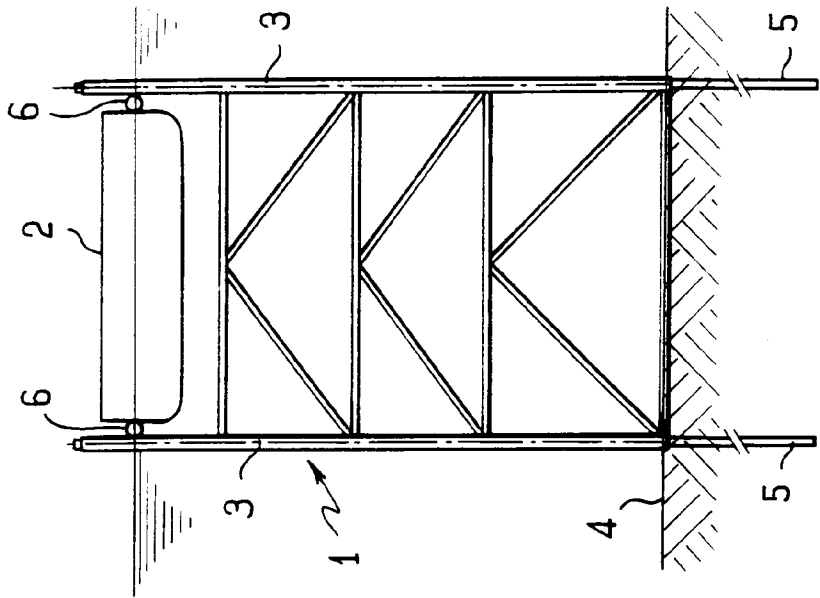
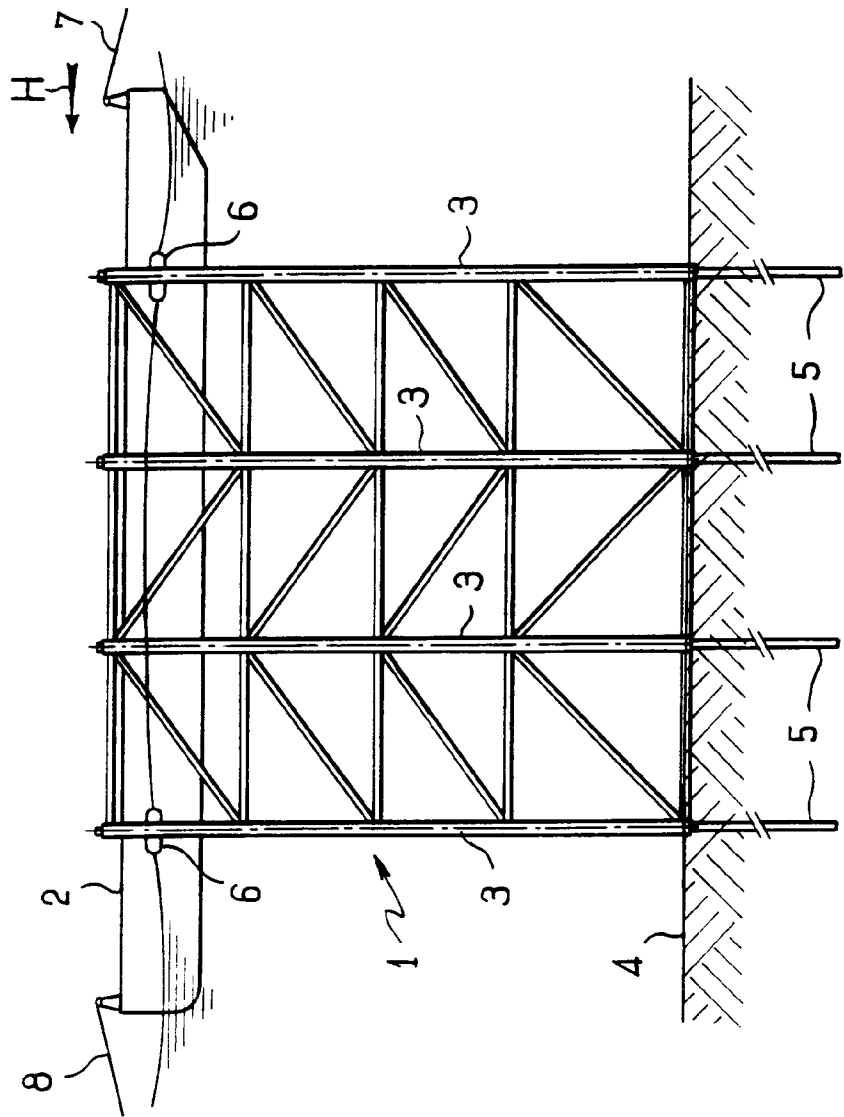
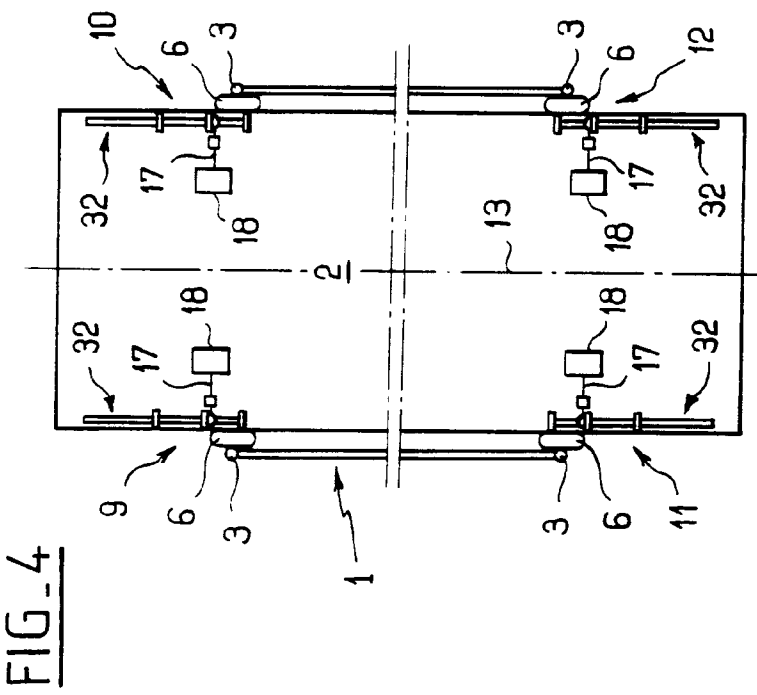
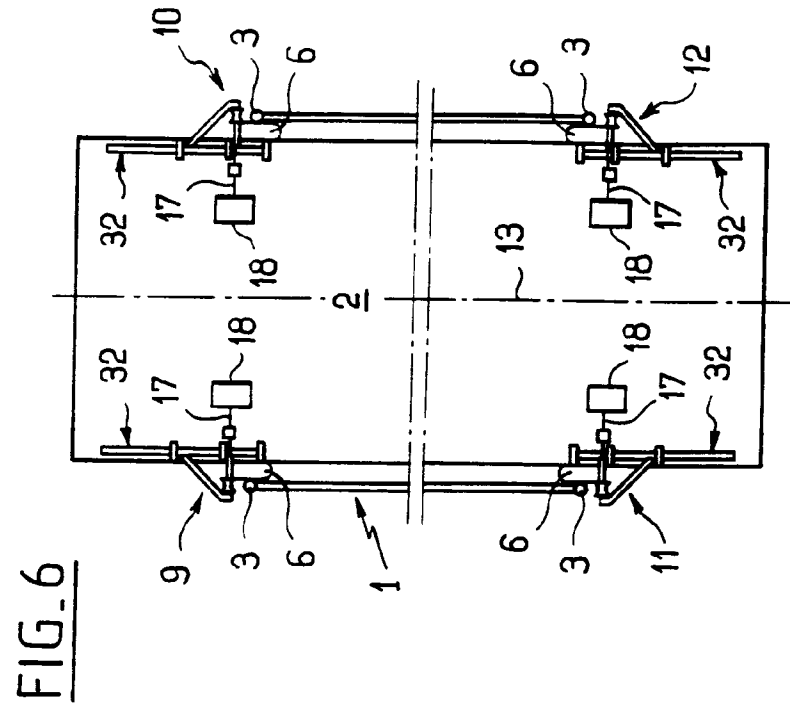
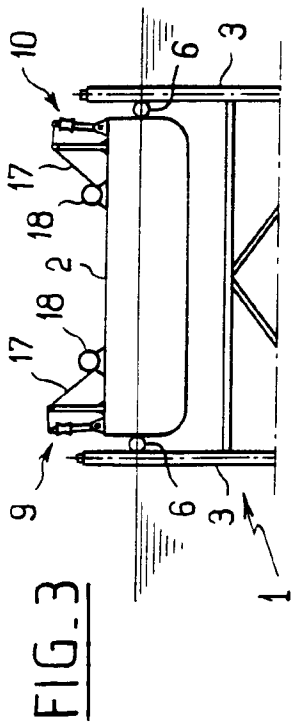
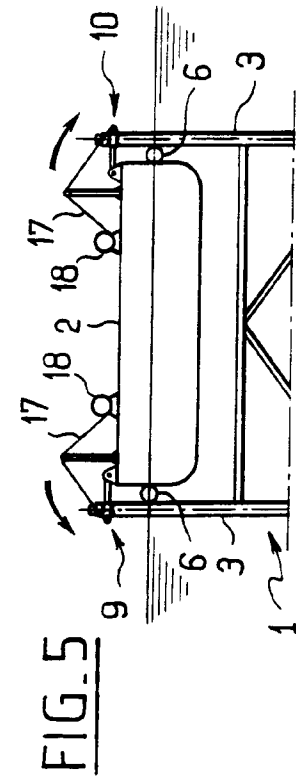
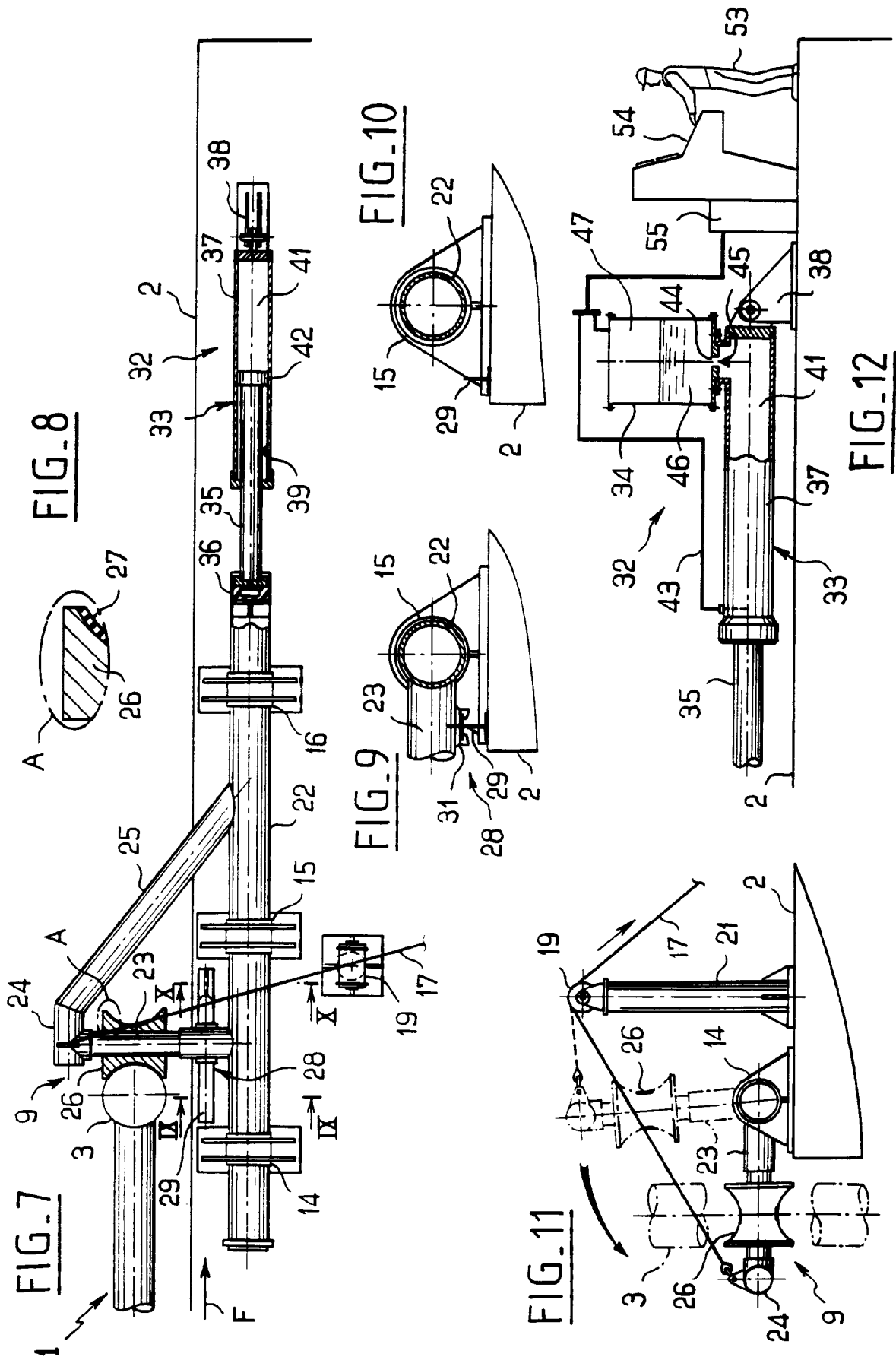
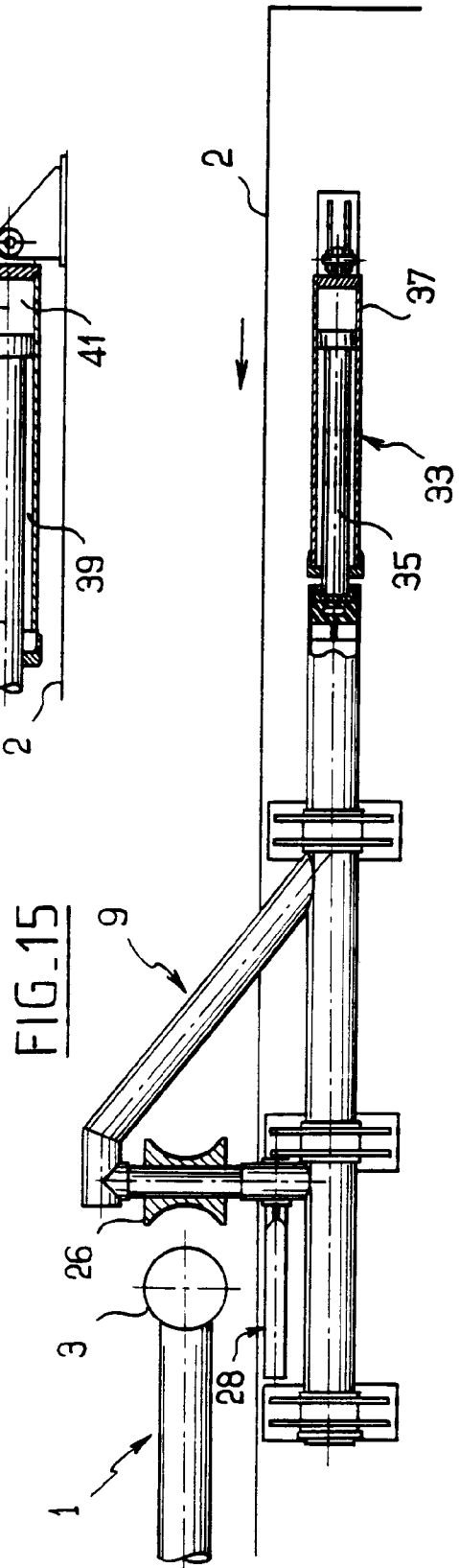
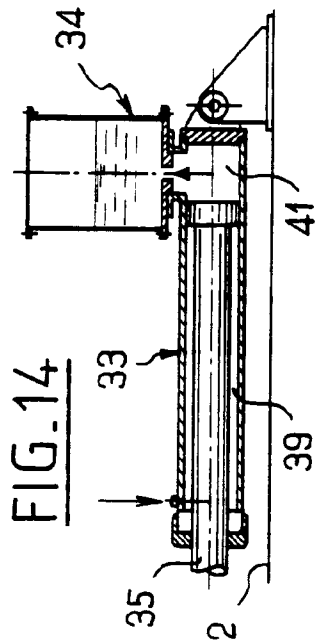
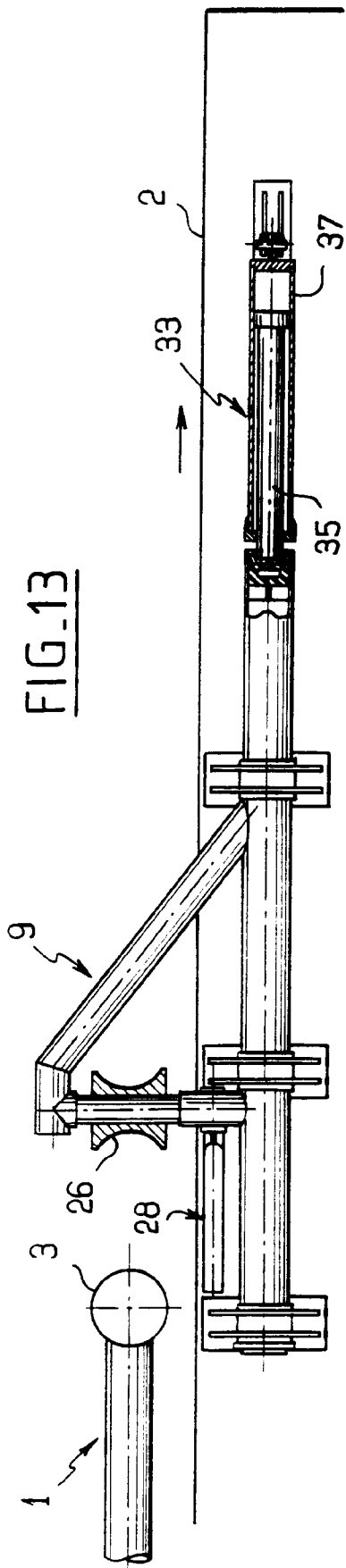


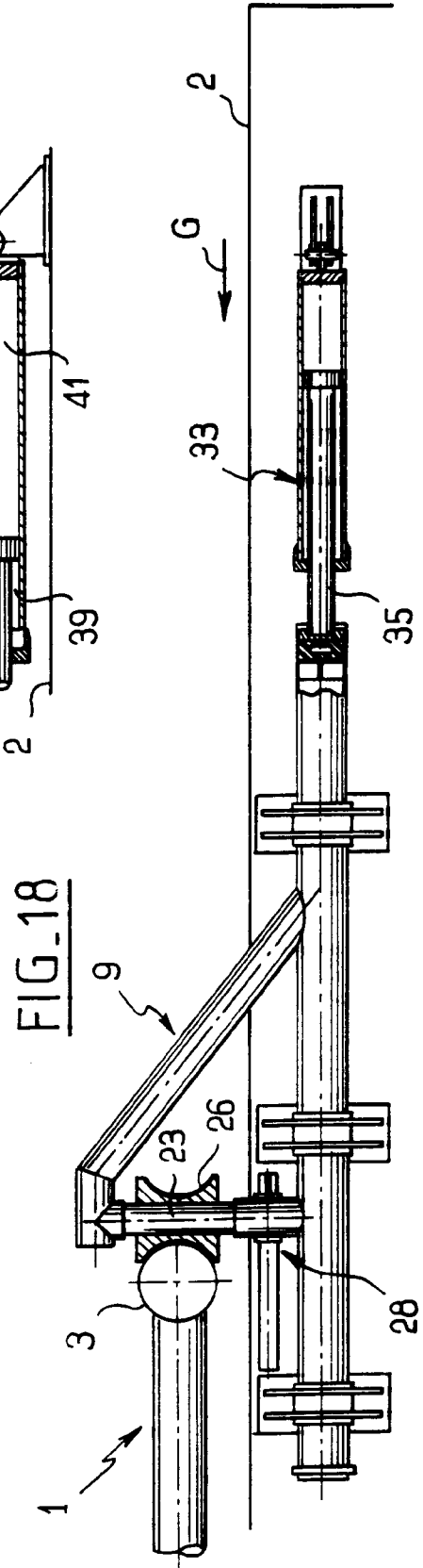
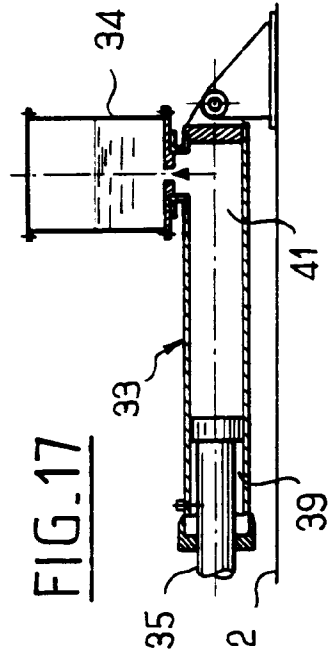
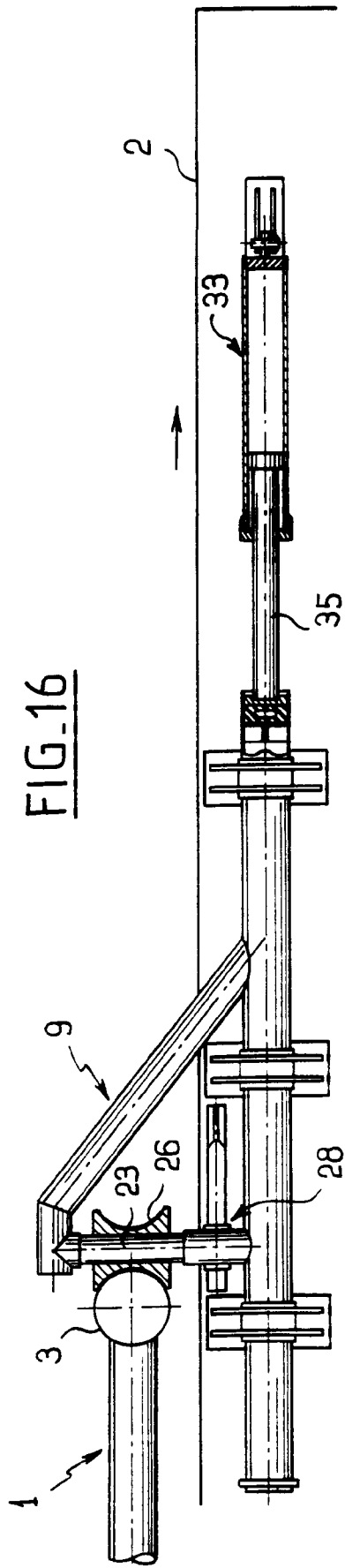
FIG-2

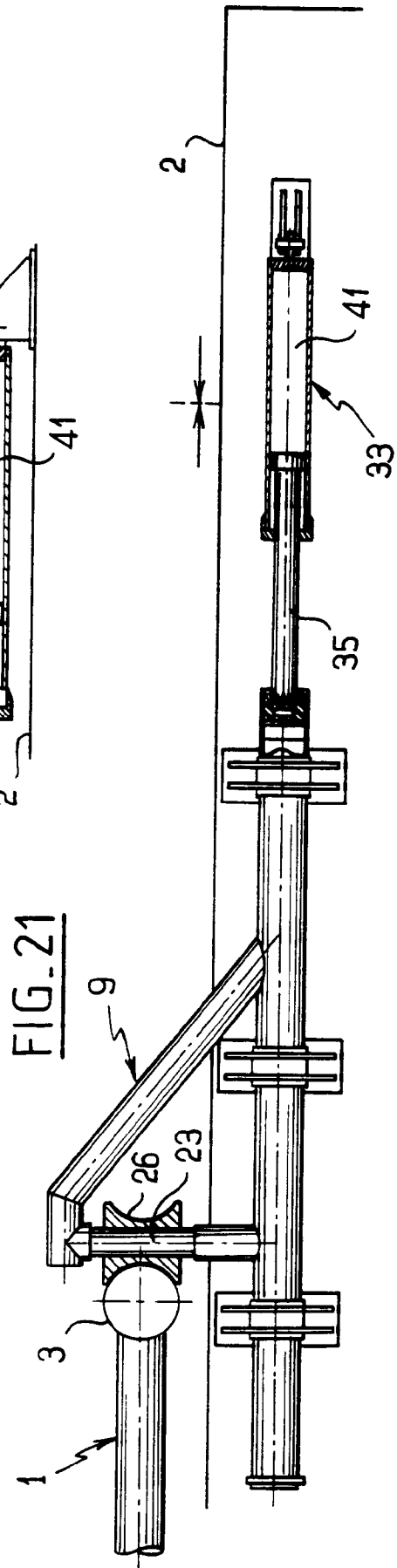
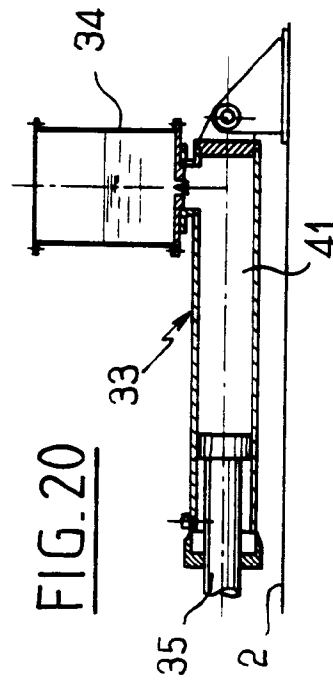
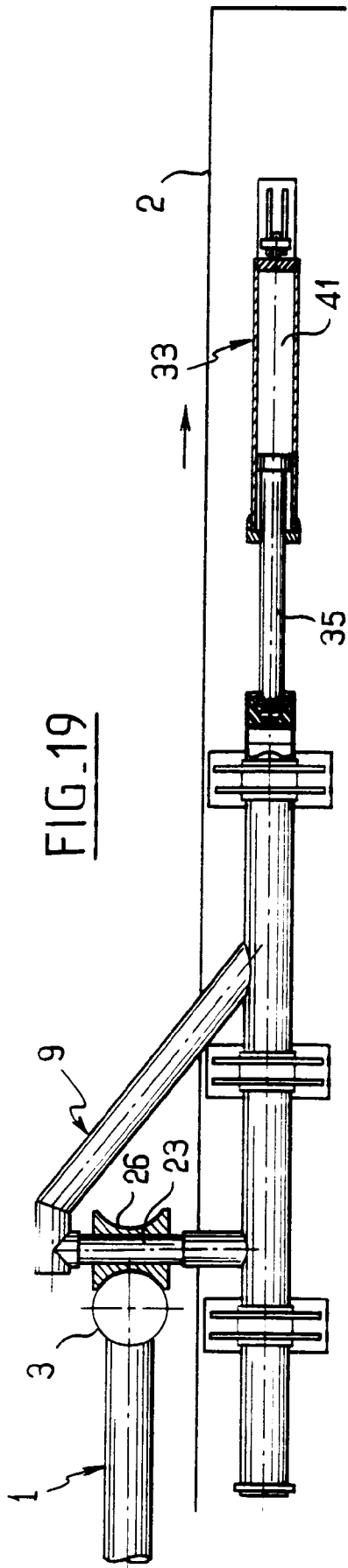












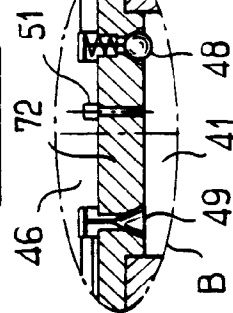
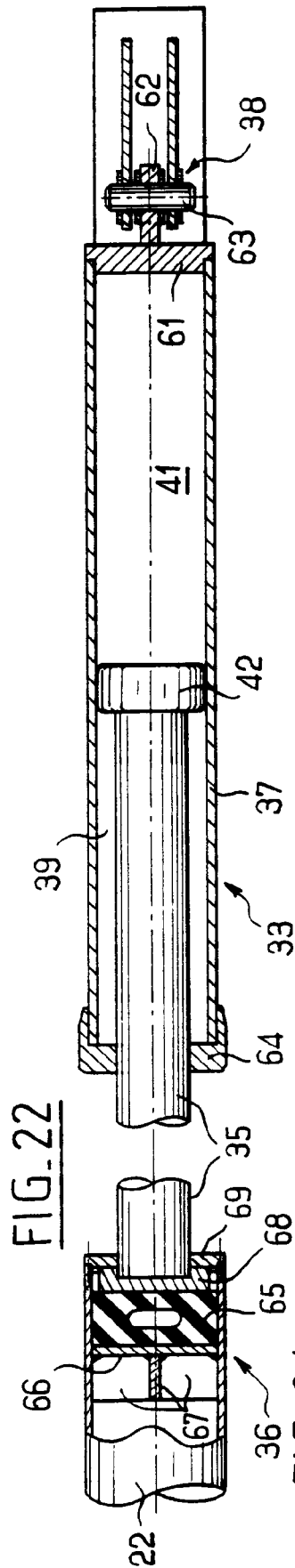


FIG. 25

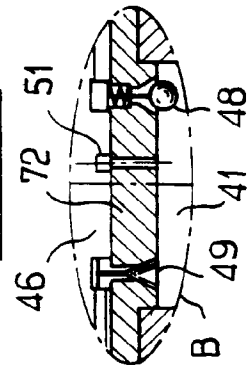


FIG. 26

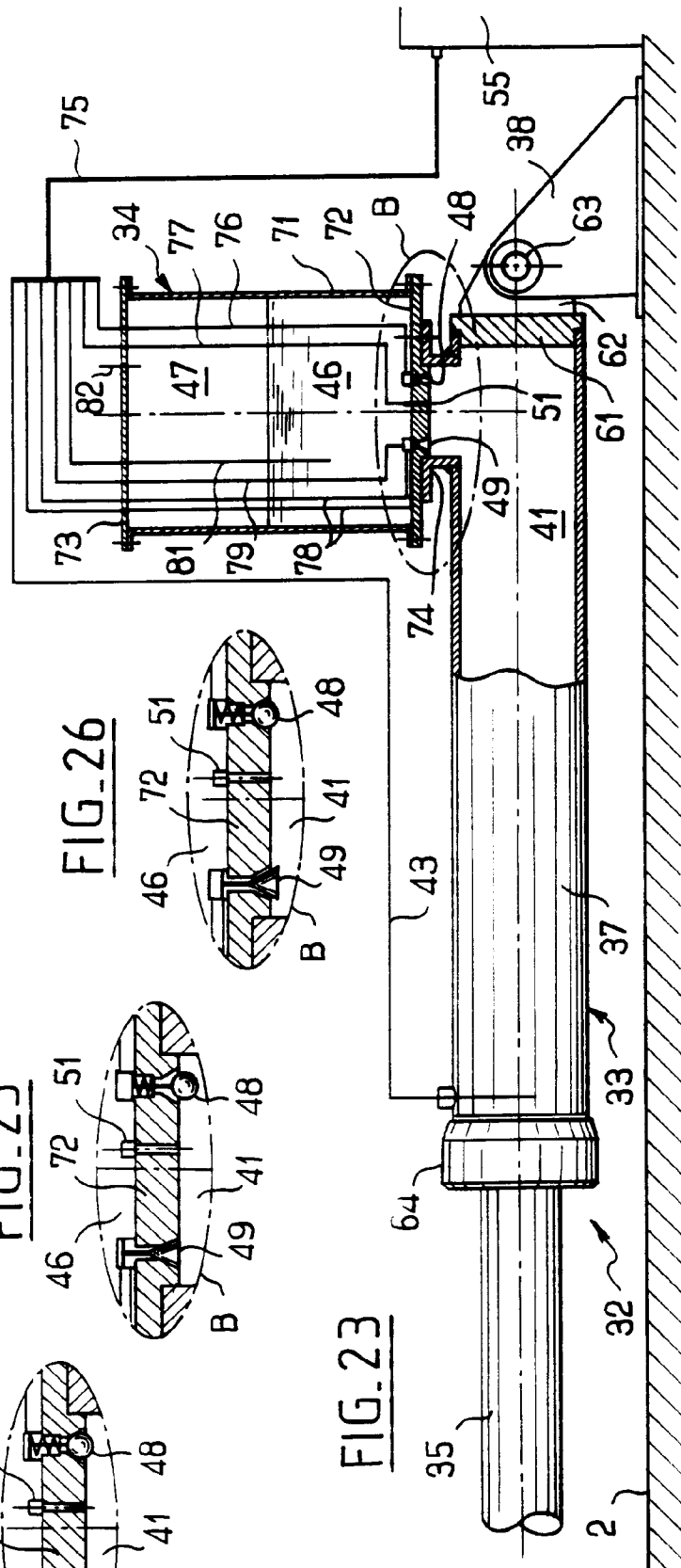
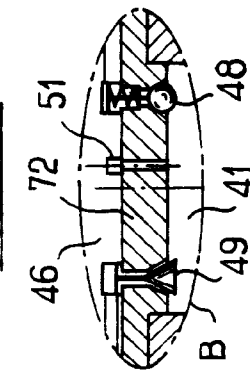
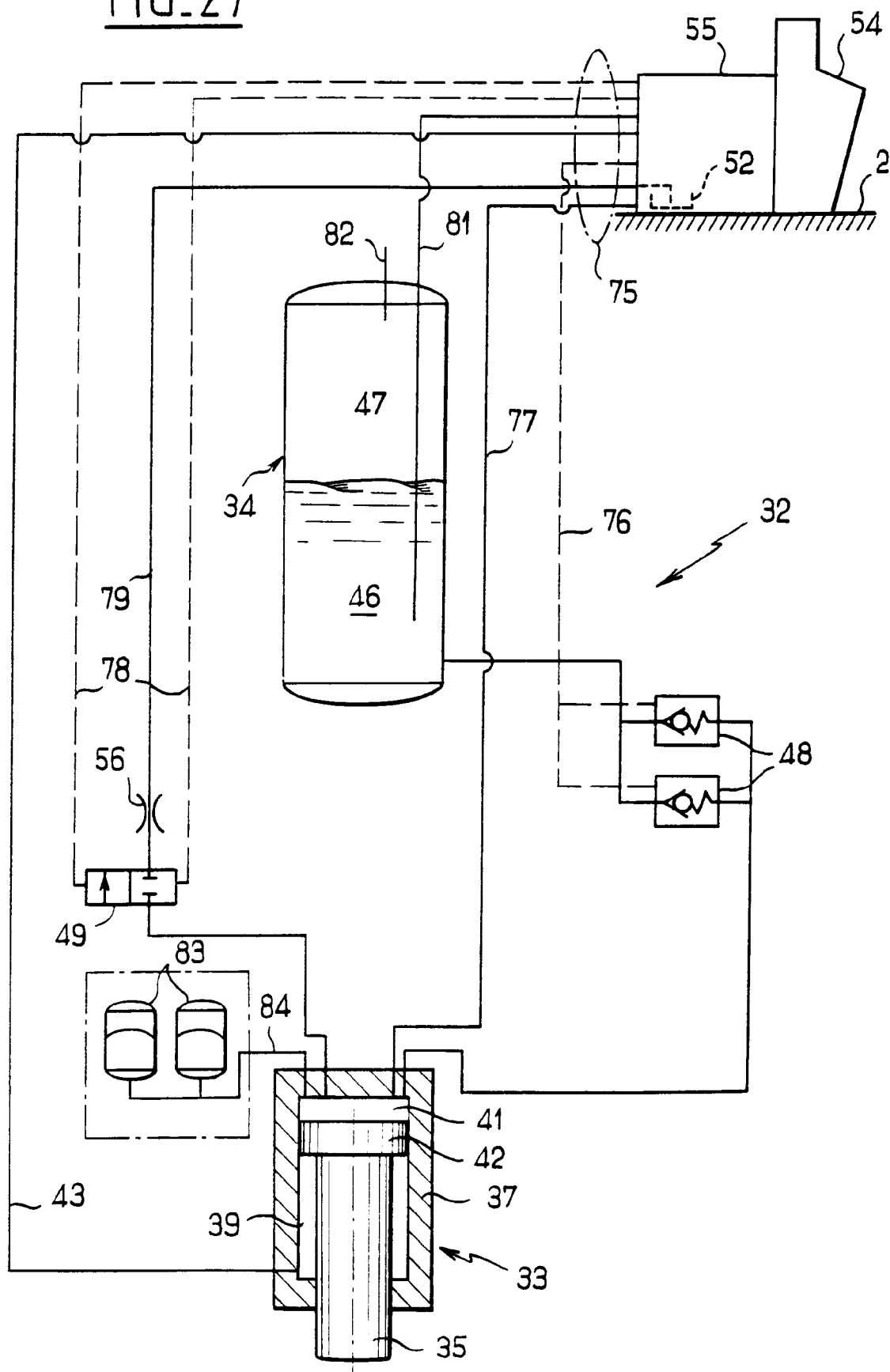


FIG. 27





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 95 40 0778

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
X	US-A-4 008 678 (LAWLOR)	1-4, 14, 15	B63B21/00 B63B21/50
Y	* le document en entier *	5-13, 16	
Y	US-A-4 003 329 (ROBINSON)	5-13, 16	
A	* colonne 3, ligne 33 - colonne 6, ligne 19; figures 1-4 *	1-4, 14, 15	
Y	US-A-5 201 274 (RINKEVICH)	6-8, 13	
A	* le document en entier *	1-4, 14, 15	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			B63B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
LA HAYE		28 Juin 1995	DE SENA, A
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 (03.92) (P04C02)