

⑯

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

㉑ Numéro de dépôt: **81401100.3**

㉑ Int. Cl.^s: **E 02 D 27/52, E 02 B 17/02**

㉒ Date de dépôt: **08.07.81**

㉓ Priorité: **09.07.80 FR 8015241**

㉔ Demandeur: **COYNE ET BELLIER Bureau d'Ingénieurs Conseils, 5 rue d'Héliopolis, F-75017 Paris (FR)**

㉕ Date de publication de la demande: **24.02.82**
Bulletin 82/8

㉖ Inventeur: **Cour, Francis Raymond Claude, 34 avenue François Mansart, F-78600 Maisons Lafitte Yvelines (FR)**

㉗ Etats contractants désignés: **BE FR IT NL**

㉘ Mandataire: **Lepeudry-Gautherat, Thérèse et al, Cabinet Armengaud Jeune Casanova, Akerman, Lepeudry, 23 boulevard de Strasbourg F-75010 Paris (FR)**

㉙ Procédé d'ancre et dispositif de fondation d'une plateforme en particulier mobile.

㉚ Le dispositif de fondation comprend au moins un caisson (3) à fond ouvert, à parois latérales (5) sensiblement verticales, et dont la paroi supérieure présente au moins un orifice de passage (3'), pour l'eau qui est chassée du caisson (3) lorsque ce dernier s'enfonce par ses parois latérales (5) dans le fond sous-marin (A), ou pour l'eau qui est injectée dans le caisson (3) pour dégager ce dernier du fond sous-marin (A). Une chambre hydraulique (12, 14) expansible peut être prévue dans le caisson (3).

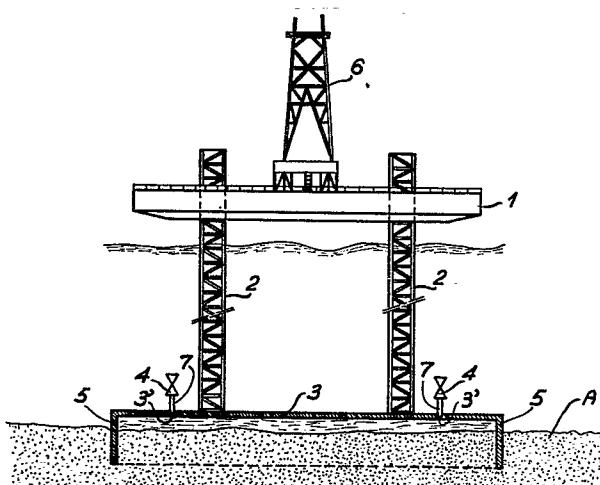


Plate-forme, en particulier mobile, notamment du type auto-élévatrice, et son procédé d'ancrage et de libération, et dispositif de fondation pour une telle plate-forme.

La présente invention a pour objet une plate-forme, en particulier mobile, notamment du type "auto-élévatrice", destinée à reposer sur un fond sous-marin, ainsi qu'un dispositif de fondation particulièrement adapté pour l'équipement d'une telle plate-forme, et a également pour objet un procédé d'ancrage et de libération d'une telle plate-forme.

Des plates-formes reposant chacune sur un fond sous-marin par l'intermédiaire d'au moins une pile solidaire d'un dispositif de fondation, sont utilisées depuis de nombreuses années, notamment aux fins de recherches, forage et production sur des champs pétrolières en mer, communément désigné par les termes anglais d'"off-shore".

De plus, certaines de ces plates-formes ont été conçues pour pouvoir se déplacer en fonction de la localisation géographique des travaux à effectuer. C'est ainsi que l'on utilise, depuis 1953 environ, des plates-formes dites "auto-élévatrices", constituées d'une barge reposant en cours d'opération, sur le fond sous-marin choisi, par l'intermédiaire de piles équipées à leur extrémité inférieure d'un dispositif de fondation, les piles étant montées mobiles en direction verticale sur la barge, de sorte que cette dernière puisse les transporter, en position relevée par rapport à la barge, jusque sur le site choisi, où les piles sont descendues pour procurer l'appui sur le sol sous-marin.

Différents types de dispositifs de fondation sont actuellement utilisés. Certaines plates-formes reposent sur des piles terminées par des embases sensiblement cylindriques, ou des caissons, dont la face inférieure est conique, ces dispositifs étant habituellement désignés par l'expression anglaise "spud cans". Un autre type de dispositif

tif de fondation consiste en une semelle unique ou caisson fermé de dimensions comparables à celles de la plate-forme, qui est alors habituellement qualifiée par les termes anglais de "mat-supported".

5 Selon la capacité portante du sol, c'est-à-dire du fond sous-marin, ces dispositifs de fondation soit reposent sur le fond, soit sont enfoncés dans le fond sous-marin.

10 Dans le premier cas, les dispositifs de fondation actuellement utilisés ne posent pas de problème.

Dans le second cas, l'utilisation des dispositifs connus pose de nombreux problèmes mal résolus.

15 En particulier, on se trouve alors obligé de déplacer des quantités importantes de matériaux provenant du fond sous-marin, et l'enfoncement du dispositif de fondation est un phénomène pouvant s'effectuer, partiellement ou totalement, d'une manière brutale, susceptible de mettre en cause la stabilité de l'ensemble de la structure.

20 De plus, compte-tenu d'une part des règles et normes de sécurité qui s'imposent, d'autre part du risque d'application sur la structure de charges dynamiques très supérieures aux seuls efforts statiques (poids de la structure), par le fait de phénomènes naturels tels que la
25 houle, sollicitant latéralement les piles et, par suite, leurs dispositifs de fondation, on se trouve contraint d'appliquer sur la structure des efforts verticaux au moins égaux aux efforts maximaux prévisibles, ce qui est effectué par une opération de surcharge des piles, communément désignée par les termes anglais de "pre loading", par ballastage notamment, ce qui présente des risques, occasionne une perte de temps, et rend plus coûteuse l'installation de la plate-forme.
30

Enfin, et plus particulièrement pour les plates-formes mobiles, en particulier auto-élévatrices, qui, comme déjà dit, sont amenées à être déplacées en fonction des travaux à effectuer, l'un des moments les plus 5 délicats dans l'utilisation des plates-formes reposant sur fond sous-marin, se présente lorsqu'il s'agit de dégager le dispositif de fondation du fond sous-marin. En effet, après pénétration du dispositif de fondation à l'intérieur du fond sous-marin, ce dernier se "cicatrice" au-dessus 10 des embases ou caissons qui le constitue, et il est ensuite très difficile de les faire ressortir. Dans le cas de plate-forme reposant sur le fond sous-marin par l'intermédiaire de plusieurs piles, un tel dégagement du dispositif de fondation au niveau de certaines piles peut être tenté en prenant appui sur d'autres piles, ce qui revient à appliquer 15 sur ces dernières des efforts très importants, risquant de se concentrer sur un faible nombre de piles voire sur une seule d'entre elles, du fait du déplacement du centre de gravité. Il en résulte des risques de rupture de piles trop sollicitées 20 et de renversement de la plate-forme. Une autre solution, utilisable notamment dans le cas de structure reposant sur le fond par l'intermédiaire d'une seule pile, consiste à dégager le dispositif de formation en chassant les matériaux (terre ou sable), le recouvrant et le solidifiant 25 au fond sous-marin, par l'application de jets d'eau sous pression le long des parois des embases ou caissons. La mise en oeuvre de ce procédé, connu sous le terme anglais 30 de "jetting", est longue et coûteuse, et se révèle souvent insuffisante, du fait que les dispositifs de fondation s'enfoncent parfois de plusieurs mètres lorsque les fonds sous-marins sont mous. Cette opération n'est pas exempte de dangers, puisque c'est au cours de cette phase opératoire que des plates-formes mobiles, en particulier auto-élévatrices ont été accidentées.

35 Quel que soit le procédé utilisé, le dégagement de telles plates-formes du fond sous-marin sur lequel elles reposent ne peut se réaliser que si l'on développe des efforts d'arrachement pouvant être très importants,

ce qui entraîne des sur-coûts d'exploitation, et fait courir des risques importants à la structure et au personnel concerné.

5 Par le brevet français 2 335 133, on connaît un procédé et un dispositif de fondation en site aquatique pour un ouvrage comportant un caisson à radier, ou à fond fermé, pourvu de couteaux d'ancre pour la fixation du caisson posé sur le fond sous-marin.

10 Le caisson à radier, éventuellement cloisonné, est muni de couteaux d'ancre s'étendant sur le pourtour du radier et formant une paroi continue en prolongement ou au voisinage des parois latérales du caisson, le cloisonnement du radier par des couteaux intérieurs, réalisant un compartimentage, pouvant éventuellement être prévu.

15 Après transfert du caisson par flottaison jusqu'au site, puis immersion totale et descente du caisson sur le fond sous-marin par ballastage, les couteaux d'ancre traversent la couche superficielle sableuse perméable du fond, puis pénètrent dans la couche imperméable argileuse sous-jacente, et coopèrent avec le radier ou fond fermé du caisson pour ménager un espace clos compris entre le radier, les couteaux et la couche imperméable argileuse, dans lequel on crée une dépression pour assurer la poursuite de l'enfoncement du caisson et son ancrage par effet de ventouse, obtenu par l'aspiration et l'élimination de l'eau dans la couche sableuse superficielle perméable. Dès que les couteaux pénètrent dans le fond sous-marin, l'eau enfermée sous le radier peut s'échapper par des cheminées verticales traversant le caisson, puis des clapets ferment ces cheminées, et l'aspiration de l'eau de la couche sableuse est assurée par des pompes immergées, disposées à la partie inférieure de colonnes creuses traversant également le caisson et reliant ce dernier à une structure émergeante, telle qu'une plate-forme.

35 Les dispositifs de fondation équipés de tels caissons, d'une structure complexe, donc coûteuse, puisque munis non seulement de couteaux prolongeant les parois verticales d'un caisson fermé, mais également de cheminées verticales

traversant le caisson et obturables par clapet ainsi que de colonnes creuses verticales, traversant également le caisson, présentent deux inconvénients majeurs. Tout d'abord, ces dispositifs de fondation ne permettent un ancrage que sur les fonds sous-marins présentant des couches de stratification d'épaisseur faible par rapport aux dimensions du radier et comportant au moins une couche superficielle sableuse perméable, reposant sur une couche d'argile imperméable. Ceci constitue une limitation importante dans l'utilisation de ces dispositifs bien qu'il soit proposé, dans le brevet français précité, de remédier à cet inconvénient en déposant une couche de sable ayant la surface requise sur le fond avant l'immersion du caisson. De plus la hauteur des couteaux, très inférieure à l'épaisseur du caisson, doit être supérieure à l'épaisseur de la couche sableuse superficielle. Le dimensionnement du dispositif de fondation est donc déterminé en fonction de l'épaisseur de la couche sableuse sur le site. Pour ces deux raisons, de tels dispositifs ne peuvent équiper les plates-formes mobiles, en particulier auto-élévatrices, destinés à chan- ger de site, mais uniquement les plates-formes fixes ; sauf si l'on reconstitue artificiellement un fond sous-marin adapté sur chacun des sites successifs, destinés à recevoir une plate-forme mobile, en particulier auto-élévatrice, et qui ne serait pas naturellement convenable, ce qui repré-sente des travaux de génie civil importants, longs et coû-teux. Il faut noter que ces travaux de remblaiement ne sont pas toujours possible, en raison de la profondeur sur les sites choisis.

Par ailleurs, l'enfoncement de tels caissons dans le fond sous-marin est limité, par la mise en oeuvre du procédé selon ce brevet français, à une valeur peu supérieure à la hauteur des couteaux d'ancrage. Or un tel enfoncement peut être insuffisant, en particulier lorsque le fond sous-marin présente une autre couche de sable, sous la couche d'argile compressible, et que cette dernière est assez épaisse. Selon le brevet français précité, il convient alors d'associer à la mise en oeuvre du procédé présenté ci-dessus d'autres moyens connus, permettant, par exemple, de draguer une partie de l'argile compressible par pompage et circu-

lation inverse dans une série de puits répartis sous la surface du radier et équipés de désagrégateurs. En effet, il est clair qu'après la traversée de la couche sableuse par les couteaux d'ancre, la fondation opposé à tout enfoncement supplémentaire une surface qui est celle de l'ensemble du caisson ou du radier, ce qui suppose un déplacement important des matériaux du fond sous-marin comme cela est le cas lorsque la fondation est du type "Mat supported" présenté ci-dessus, dont on retrouve les inconvénients.

10 Pour la constructions de digues, brise-lames, môle, jetées, appontements, épis, éperons, estacades etc..., il a déjà été proposé, par le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3 640 075 d'utiliser des caissons de béton prêts à être posés, se présentant sous la forme de caissons creux à fond 15 ouvert, éventuellement cloisonnés, et à parois latérales fermées présentant une partie inférieure verticale se raccordant par une partie supérieure inclinée, plane ou en gradins, à une paroi supérieure percée d'orifices susceptibles d'être raccordés à un compresseur pneumatique ou à une pompe à 20 matériaux solides. En contrôlant la pression d'un gaz, tel que de l'air, dans les caissons ces derniers peuvent être amenés par flottaison sur le site, puis la purge totale ou partielle du volume d'air, progressivement remplacé par un volume d'eau, permet la descente des caissons sur le fond 25 sous-marin, dans lequel les parties verticales des parois latérales des caissons peuvent s'enfoncer d'une profondeur contrôlée au plus égale à la hauteur des parties verticales des parois latérales, l'attitude des caissons étant éventuellement contrôlée par des pressions différentes dans les différents 30 compartiments. Puis des matériaux solides sont pompés et injectés à l'intérieur des caissons, d'où l'eau est chassée, et les différentes ouvertures de la paroi supérieure, toujours émergente, des caissons sont fermées, lorsque l'ancre en position souhaitée est obtenu. De tels caissons peuvent être 35 libérés du fond sous-marin et repositionnés sur ce dernier en réinjectant de l'air sous pression, ce qui suppose que les caissons soient préalablement au moins partiellement vidés

de leurs matériaux solides. L'utilisation de tels caissons n'a été, à ce jour, envisagée que pour la réalisation de structures émergentes constituée par les caissons eux-mêmes.

Par ailleurs, pour assurer l'enfoncement de

5. caissons, cylindres, tubes ou autres structures creuses à fond ouvert, dans un sol qui peut être un fond sous-marin ou sur la terre ferme, il a déjà été proposé par le brevet anglais n° 288 077, un procédé consistant à faire un vide d'air partiel dans la structure creuse, afin de provoquer 10 une infiltration d'air ou d'eau de l'extérieur vers l'intérieur de la structure creuse, sous ses parois latérales, pour ameublir le sol supportant ces dernières, de sorte que la structure puisse s'enfoncer dans le sol sous l'effet de son propre poids, augmenté des effets de la pression s'exerçant sur la structure creuse et d'éventuelles surcharges.

Après rééquilibrage des pressions entre l'intérieur et l'extérieur de la structure creuse, un couvercle de sa paroi supérieure est ouvert et l'on retire de la structure les matériaux du fond qui la remplissent au moins partiellement 20 pour reconstituer une chambre d'air. Puis le couvercle est refermé, et l'on refait le vide dans la structure creuse pour permettre un nouvel enfoncement.

Par la présente invention, on se propose de remédier aux inconvenients précités des procédés et dispositifs de fondation de plates-formes connus, en appliquant et en adaptant des caissons creux à fond ouvert, du type considéré dans les brevets des Etats-Unis d'Amérique n° 3 640 075 et anglais n° 288 077, à la réalisation de fondations totalement immergées pour des plates-formes mobiles, en particulier du type auto-élévatrice, afin que la réalisation et le coût de telles fondations soient respectivement plus simple et moins élevée que pour les fondations utilisées à ce jour.

L'invention a aussi pour objet les plates-formes mobiles, en particulier de type auto-élévatrice, munies d'un dispositif de fondation selon l'invention, et susceptibles d'être ancrées dans le fond sous-marin ou libérées de ce fond par la mise en œuvre de procédés faisant également l'objet de l'invention.

A cet effet, la plate-forme selon l'invention, destinée à reposer sur un fond sous-marin par l'intermédiaire d'au moins une pile solidaire d'un dispositif de fondation se caractérise en ce que ce dernier comprend au moins 5 un caisson à fond ouvert, à parois latérales sensiblement verticales éventuellement compartimenté par des cloisons internes également sensiblement verticales et dont la partie supérieure présente au moins un orifice de passage, le cas échéant pour chaque compartiment, auquel se raccorde de préférence une canalisation munie d'une vanne pour un milieu liquide chassé du caisson lorsque ce dernier s'enfonce par ses parois latérales dans le fond sous-marin pour assurer l'ancreage de la plate-forme, ou pénétrant dans le caisson lorsque ce dernier se dégage du fond sous-marin pour assurer 10 la libération de la plate-forme. Ainsi, le pied de chaque pile, ou le pied commun, affecte la forme d'un carottier. Il en résulte immédiatement un avantage important. En effet, l'effort d'enfoncement ne dépend que de la surface "en pointe" des parois verticales du caisson et des frottements le long 15 de ses parois verticales, puisque le milieu liquide tel que l'eau du milieu aquatique environnant, qui a été emprisonné au cours de la descente du caisson, peut s'échapper par le ou les orifices prévus à sa face supérieure.

Selon l'invention, il est possible de prévoir 25 une unique vanne sur une unique canalisation dans laquelle débouchent différentes dérivation raccordées aux différents orifices de passage, ou encore une canalisation et une vanne pour chaque orifice de passage. De la sorte, par la commande de l'ouverture de la ou des vannes, il est possible de faire 30 varier la section de passage de l'eau, et donc de piloter le débit d'évacuation de l'eau hors du caisson, et il suffit pratiquement de fermer la ou les vannes pour arrêter immédiatement l'enfoncement du dispositif de fondation dans le fond sous-marin.

35 Un autre avantage de la présente invention est qu'il est possible d'accroître l'enfoncement d'un dispositif de fondation dans le fond sous-marin, c'est-à-dire de dépas-

ser l'enfoncement normalement obtenu sous le simple effet du poids de la structure, grâce à des moyens, reliés aux orifices de passage par l'intermédiaire des canalisations qui s'y raccordent, et permettant d'assurer dans le caisson 5 une dépression relative par rapport à la pression hydrostatique sur le fond sous-marin.

De même, pour favoriser le dégagement du caisson, et donc de l'ensemble du dispositif de fondation, hors du fond sous-marin, le dispositif selon l'invention comprend 10 avantageusement des moyens, également reliés aux orifices de passage par l'intermédiaire des canalisations qui s'y raccordent, et permettant d'assurer dans le caisson une surpression relative par rapport à la pression hydrostatique sur le fond sous-marin. Le dispositif de fondation est ainsi dégagé 15 du fond sous-marin par réaction sur ce dernier.

Pour fixer les idées, la charge qui est appliquée sur les piles peut être de 100 tonnes par exemple, mais la surface de l'ensemble des pieds peut elle-même être de l'ordre de 100 m² environ, de sorte que des surpressions ou des 20 pressions relatives assez faibles permettent d'obtenir des efforts de manoeuvre importants.

Selon une forme de réalisation, une plate-forme selon l'invention est telle que l'ensemble de ses piles soit solidaire d'un dispositif de fondation comprenant un unique 25 caisson compartimenté par des cloisons internes verticales, à fond ouvert, dont chaque compartiment présente un orifice de passage sur lequel se raccorde une canalisation munie d'une vanne.

Selon une autre forme de réalisation, une plate-forme selon l'invention est telle qu'à chaque pile correspond un caisson à fond ouvert d'un dispositif de fondation, dont la pile est solidaire, chaque caisson présentant au moins un orifice de passage sur lequel se raccorde une canalisation munie d'une vanne. 30

Selon l'invention, une chambre hydraulique expansible, délimitée par une membrane imperméable retenue sur la face interne de la paroi supérieure du caisson, et/ou sur les 35

parois et cloisons verticales du caisson, est prévue à l'intérieur du caisson ou de chacun de ses compartiments, et peut être purgée ou remplie, au moins partiellement par le ou les orifices de passage, afin de commander respectivement 5 l'enfoncement du caisson dans le fond sous-marin ou son dégagement de ce dernier.

Selon l'invention, les plates-formes mobiles, en particulier de type auto-élévatrices, c'est-à-dire dont les piles sont destinées à soutenir une barge sur laquelle 10 elles sont montées mobiles en direction verticale, se caractérisent en ce que les vannes sont montées sur la barge. De plus, ces vannes sont de préférence reliées à un groupe de pompage, également monté sur la barge, et faisant office de moyens assurant une dépression ou une 15 surpression dans le ou les caissons.

Le procédé d'ancre d'une plate-forme selon l'invention, qui consiste, après avoir amené celle-ci sur le site, à provoquer l'immersion de son dispositif de fondation jusqu'à ce que le ou les caissons qui le constituent 20 viennent au contact du fond sous-marin par l'extrémité inférieure des parois verticales, se caractérise en ce qu'il consiste ensuite à piloter le débit de passage par les orifices de la paroi supérieure du ou des caissons et/ou la pression dans ce ou ces caissons pour contrôler la vitesse 25 et/ou la profondeur de l'enfoncement ainsi que l'attitude du ou des caissons dans le fond sous-marin, puis à fermer les orifices de passage lorsque l'enfoncement désiré est obtenu.

Pour favoriser l'enfoncement, le procédé selon l'invention consiste de plus à produire une dépression relative à l'intérieur du ou des caissons.

Lorsqu'il doit être mis en œuvre sur un fond sous-marin très perméable, le procédé selon l'invention consiste, avant que ne commence l'enfoncement du ou des caissons dans le fond sous-marin, à le ou les remplir d'un milieu boueux, puis à piloter la sortie de ce milieu boueux hors du ou des caissons par les orifices de passage pour contrôler l'enfoncement.

Dans le cas où chaque caisson du dispositif de fondation d'une plate-forme est muni d'une chambre hydraulique expansible, le procédé selon l'invention se caractérise en ce qu'il consiste en outre, à remplir chaque chambre 5 hydraulique expansible d'un milieu liquide pour l'immersion du dispositif de fondation, puis à piloter la sortie du milieu liquide hors de chaque chambre pour contrôler l'enfoncement.

Pour assurer le dégagement d'un dispositif de 10 fondation d'une plate-forme ancrée sur un fond sous-marin, le procédé selon l'invention consiste à injecter un milieu liquide par les orifices de passage du ou des caissons, afin de développer dans ce ou ces derniers une surpression hydraulique relative susceptible de soulever le ou les caissons par rapport au fond sous-marin, puis à piloter cette surpression 15 pour contrôler la vitesse et/ou l'amplitude du dégagement du ou des caissons.

Lorsque le fond est très perméable, il est préférable d'injecter dans chaque caisson un milieu boueux. Si 20 chaque caisson est équipé d'une chambre hydraulique expansible un milieu liquide est injecté dans chaque chambre dont on pilote l'expansion pour assurer un dégagement contrôlé du caisson hors du fond sous-marin.

La mise en oeuvre de cette forme de réalisation 25 préférée du procédé selon l'invention s'effectue au moyen d'un dispositif de fondation comprenant une réalisation perfectionnée de caisson à fond ouvert, à parois latérales verticales, éventuellement compartimenté par des cloisons verticales, et dont la paroi supérieure présente au moins un orifice de passage pour un milieu liquide chassé du ou des caissons hors de l'enfoncement dans le fond sous-marin, ou 30 pénétrant dans le ou les caissons lors du dégagement du fond, au moins un corps à volume variable étant selon l'invention, retenu dans chaque caisson, le cas échéant dans chacun de ses compartiments, et ce corps étant comprimé 35 lors de l'enfoncement et/ou dilaté lors du dégagement. De préférence, le corps à volume variable est constitué par une

chambre hydraulique expansible, délimitée par une membrane imperméable fixée sur la face interne de la paroi supérieure et/ou sur les parois et cloisons verticales du ou des caissons, et en communication avec les orifices de passage.

5 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description, qui va suivre, de modes de réalisation de l'invention en regard des figures qui représentent :

la figure 1 une plate-forme mobile, en particulier auto-élévatrice, montée sur un caisson unique.

La figure 2 une plate-forme mobile, en particulier auto-élévatrice, sur laquelle chaque pile est supportée par un caisson ouvert indépendant.

La figure 3 une plate-forme montée sur un caisson unique, et dont les orifices de passage sont raccordés à un système de canalisation et de vannes.

La figure 4 une plate-forme du même type que celle de la figure 3, mais avec un caisson indépendant par pile.

20 La figure 5 une vue de dessus d'un caisson destiné à supporter toutes les piles d'une plate-forme, et de type cloisonné.

La figure 6 une vue schématique d'un caisson muni d'une chambre expansible,

25 et la figure 7, une vue schématique d'un caisson cloisonné dont chaque compartiment est muni d'une chambre expansible.

Sur les figures, on n'a représenté que deux piles par plate-forme, mais ceci ne saurait constituer une limitation quelconque.

30 Sur la figure 1, on voit que la barge 1 de la plate-forme mobile, en particulier auto-élévatrice, est supportée par des piles 2 en treillis, lesquelles reposent sur un caisson unique 3, ouvert à sa partie inférieure, et qui présente à sa paroi supérieure un ensemble d'orifices de passage 3', sur lesquels sont raccordées des canalisations 7 munies de vannes 4, avantageusement commandées à partir de la barge 1.

La barge 1 porte elle-même des moyens 6 de forage ou de production. Lorsque le caisson 3 arrive sur la surface A, du fond sous-marin, les parois latérales verticales 5 du caisson 3 pénètrent dans celui-ci, et l'eau 5 initialement emprisonnée s'échappe par les orifices de passage 3' et les canalisations 7, tant que celles-ci restent ouvertes. Dès que les vannes 4 sont fermées, l'eau, qui est éventuellement encore emprisonnée dans le caisson 3, reste bloquée à l'intérieur de ce dernier, et un mouvement de 10 descente de celui-ci est immédiatement stoppé. On notera que la portance de la fondation est à ce moment égale à celle d'une semelle de même section, fondée au niveau inférieur atteint par le caisson 3, et prend une valeur supérieure à l'effort nécessaire à l'enfoncement du caisson 15 dans le cas où les vannes 4 sont ouvertes. La quantité de matériau déplacée, correspondant au volume des parois verticales du caisson, est donc faible, et l'enfoncement du caisson ne provoque aucun déplacement de matériau sur une grande échelle sous la fondation. Cela constitue un avantage notable 20 par rapport au cas de caissons ou semelles pleins, qui ne peuvent pénétrer dans le sol que par rupture et déplacement de celui-ci, ce qui conduit à un affaiblissement de la résistance mécanique du fond sous-marin, qui peut se révéler préjudiciable.

25 Lorsque l'enfoncement du caisson 3 est achevé, la portance présentée est très supérieure à la charge statique, de sorte que les surcharges dynamiques peuvent être supportées avec des facteurs de sécurité adéquats.

30 La figure 1 représente donc soit le caisson au cours de son enfoncement dans le fond sous-marin, soit en fin d'enfoncement dans une position intermédiaire, les vannes 4 étant fermées alors que le caisson ne s'est pas complètement enfoncé dans le sol.

35 Sur la figure 2, chacune des piles 2 de la plate-forme est montée sur un caisson 3 individuel, dont la face supérieure présente deux orifices de passage 3', sans qu'il soit prévu de canalisation ni de vanne.

Sur la figure 3, les piles 2 sont à nouveau montées sur un caisson 3 unique, mais des vannes 4 sont disposées sur la barge 1, et reliées chacune d'une part à plusieurs orifices de passage 3' de la paroi supérieure du caisson 3, par des canalisations 7 et d'autre part, à un groupe de pompage 12, qui permet soit de produire une dépression à l'intérieur du caisson 3, pour favoriser l'enfoncement de celui-ci, soit de produire une surpression dans le caisson 3 pour permettre son dégagement du fond sous-marin.

Sur la figure 4, chaque pile 2 est supportée par un caisson 3 individuel, dont la face supérieure est mise en communication, par les canalisations 7 et 8, raccordées chacune sur un orifice de passage 3', avec les vannes 4 portées par la barge 1. Bien entendu, ces vannes 4 sont de préférence reliées, comme précédemment, à un groupe de pompage (non représenté).

On a représenté sur la figure 5, en vue de dessus, un caisson selon l'invention, de forme circulaire et compartimenté. Ce caisson est divisé en secteurs par des arrêtes pleines verticales 9 et 10, lesdits secteurs étant eux-mêmes divisés sensiblement en deux parties par une couronne pleine verticale 11. Cette division est effectuée pour des raisons de résistances mécaniques évidentes. Chacun des compartiments ainsi constitués est muni comme expliqué précédemment, d'un orifice de passage 3' sur lequel se raccorde une canalisation munie d'une vanne, avantageusement commandée à partir de la barge 1. Ceci permet, par une commande appropriée des vannes, d'assurer un enfoncement uniforme du caisson.

L'ancre d'une part, et le dégagement ou la libération d'autre part des différentes plates-formes, dont les dispositifs de fondation viennent d'être décrits en référence aux figures 1 à 5, sont réalisés par la mise en œuvre d'un procédé consistant respectivement, pour l'ancre, à immerger les dispositifs de fondation puis à piloter le débit de sortie par les orifices de passage 3' et/ou la pression dans le ou les caissons 3, laquelle peut être une dépression, pour contrôler la vitesse et/ou la profondeur de l'en-

foncement (et au besoin favoriser ce dernier) ainsi que l'altitude du ou des caissons 3, puis à fermer les orifices de passage 3', lorsque l'enfoncement désiré est obtenu, et, pour la libération, à injecter un milieu liquide, tel que de l'eau du milieu ambiant, dans le ou les caissons 3, par les orifices de passage 3', et à développer dans chaque caisson 3 une surpression hydraulique pour soulever ce dernier par rapport au fond sous-marin, puis à piloter cette surpression pour contrôler la vitesse et/ou l'amplitude du dégagement du caisson 3 hors du fond.

Mais lorsque le fond sous-marin est très perméable, il est préférable d'utiliser un milieu boueux à la place de l'eau prise dans le milieu ambiant pour, d'une part, remplir chaque caisson 3 avant que ne commence son enfancement, puis piloter la sortie de ce milieu boueux hors du caisson 3 par les orifices de passage 3' pour contrôler l'enfoncement du caisson, et, d'autre part, l'injecter dans chaque caisson pour assurer la surpression permettant son dégagement, car l'utilisation d'un milieu boueux approprié permet de répartir convenablement les contraintes exercées sur le fond sous-marin, et d'éviter tout enfacement intempestif du caisson dans le fond en raison d'une percolation de l'eau dans ce dernier.

Alternativement, selon une réalisation qui convient aux fonds sous-marins indépendamment de leur perméabilité, un corps à volume variable est retenu dans le caisson 3 ou à l'intérieur de chacun des compartiments d'un caisson 3, et ce corps peut se contracter à partir d'un état initial donné lors de l'enfoncement du caisson dans le fond, le pilotage de sa contraction ou diminution de volume permettant éventuellement le contrôle de l'enfoncement, en vitesse, profondeur et/ou altitude. Ce corps peut être consommable et, éventuellement, détruit lors de l'enfoncement du caisson, dont le dégagement peut ultérieurement être assuré par injection d'un milieu liquide (eau ou boue), comme expliqué ci-dessus, mais ce corps peut aussi être d'une structure lui permettant de se dilater, ou d'augmenter de volume, à partir d'un autre état initial donné, afin de permettre le dégagement du caisson, contrôlé par le pilotage de son augmentation de volume, ce

second état initial donné pouvant être l'état dans lequel se trouve le corps à la fin de l'enfoncement précédent.

Sur la figure 6, on a représenté schématiquement un premier exemple de réalisation d'un tel corps de volume variable ; ce corps est constitué par une chambre hydraulique expansible, délimitée par une membrane étanche 12, souple et déformable, fermée sauf au niveau d'une ouverture par laquelle la chambre est en communication avec l'orifice de passage 3' d'un caisson 3. La membrane est attachée, 10 par exemple par adhésion, vulcanisation, collage ou tout autre moyen convenable connu, à la face inférieure ou interne, par rapport au caisson 3, de la paroi supérieure de ce dernier. La chambre étanche à volume variable ainsi disposée dans le caisson peut être remplie d'un liquide, lequel 15 peut être de l'eau pompée dans le milieu ambiant ou un liquide différent pour éviter la corrosion du groupe de pompage par exemple, afin de provoquer l'immersion du caisson 3, lors de l'ancrage de la plate-forme, puis la sortie de ce liquide par l'orifice de passage 3' peut être pilotée, 20 lors de l'enfoncement des parois latérales 5 du caisson 3 dans le fond sous-marin, afin de contrôler cet enfoncement. Inversement, on peut piloter l'injection de ce liquide dans la chambre au moins partiellement vidée à l'occasion d'un enfoncement préalable, pour développer une surpression par 25 rapport à la pression hydrostatique. La chambre augmente de volume en pressurisant les matériaux occupant le volume 13 du caisson 3 disposé sous la membrane 12, de sorte que par réaction sur ces matériaux (qui peuvent être de l'eau ou des matériaux de fond sous-marin) et sur le fond sous- 30 marin lui-même, le caisson 3 est soulevé et dégagé du fond.

Bien entendu, dans cette réalisation également il est possible par pompage, de développer une dépression dans la membrane 12 remplie pour favoriser l'enfoncement.

Cette réalisation a pour avantages que le liquide 35 de circuit de commande est isolé par la membrane 12 du milieu ambiant si les canalisations 7 débouchent dans des réservoirs prévus à cet effet en surface, sur la barge 1

par exemple, et que d'autre part, il est possible, en vidant ce liquide et en remplissant la chambre d'un gaz sous pression d'assurer les déplacements du caisson 3 seul, ou associé à une pile 2, ou à la barge 1, par flottaison en cas 5 de besoin.

Sur la figure 7, on a représenté un caisson 3 compartimenté par la coopération de cloisons verticales 11 avec les parois latérales et verticales 5 du caisson 3. Une canalisation 7 débouche, par un orifice de passage 3', dans 10 une chambre fermée à volume variable, délimitée dans chaque compartiment par une membrane imperméable 14, souple et déformable, fixée le long des bords inférieurs des parois 5 et cloisons 11 qui délimitent le compartiment correspondant. Le fonctionnement de ce caisson 3 et ses avantages sont en tous 15 points analogues à ceux du caisson représenté sur la figure 6, mis à part qu'il permet en outre de commander la stabilisation du caisson 3 par un pilotage différentiel de l'expansion et/ou de la dilatation des différentes chambres, le dégagement du caisson 3 étant assuré par réaction sur les matériaux 20 remplissant les volumes 15 sous les membranes 14, lors de la pressurisation des chambres du caisson 3.

Il va de soi que des modifications peuvent être apportées aux modes de réalisation qui viennent d'être décrits, notamment par substitution de moyens techniques équivalents, 25 sans sortir pour cela du cadre de la présente invention.

REVENDICATIONS DE BREVET

1 - Plate-forme destinée à reposer sur un fond sous-marin (A) par l'intermédiaire d'au moins une pile (2) solidaire d'un dispositif de fondation, destiné à être totalement immergé, caractérisée en ce que le dispositif de fondation comprend au moins un caisson (3) à fond ouvert, à parois latérales (5) sensiblement verticales, éventuellement compartimenté par des cloisons internes (9, 10, 11) également sensiblement verticales, et dont la paroi supérieure présente au moins un orifice de passage (3'), le cas échéant pour chaque compartiment, auquel se raccorde de préférence une canalisation (7) munie d'une vanne (4), pour un milieu liquide chassé du caisson (3), lorsque ce dernier s'enfonce par ses parois latérales (5) dans le fond sous-marin (A) pour assurer l'ancreage de la plate-forme, ou pénétrant dans le caisson (3) lorsque ce dernier se dégage du fond sous-marin (A) pour assurer la libération de la plate-forme.

2 - Plate-forme selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle comprend des moyens (12) reliés aux ori-fices de passage (3') par l'intermédiaire des canalisations (7) qui s'y raccordent, et permettant d'assurer dans le caisson (3) une dépression et/ou une surpression relative par rapport à la pression hydrostatique sur le fond sous-marin (A), pour favoriser respectivement l'enfoncement du caisson (3) dans le fond sous-marin (A) et/ou le dégagement du caisson (3) hors du fond sous-marin (A).

3 - Plate-forme selon l'une des revendications 1 et 2 caractérisée en ce que l'ensemble des piles (2) est solidaire d'un dispositif de fondation comprenant un unique caisson (3) compartimenté par des cloisons internes verti-cales (9,10, 11) et à fond ouvert, dont chaque compartiment présente un orifice de passage (3') sur lequel se raccorde une canalisation (7) munie d'une vanne (4).

4 - Plate-forme selon l'une des revendications 1 et 2 caractérisée en ce qu'à chaque pile (2) correspond un caisson (3) à fond ouvert d'un dispositif de fondation, dont la pile (2) est solidaire, chaque caisson (3) présentant au moins un orifice de passage (3'), sur lequel se raccorde une

canalisation (7 ou 8) munis d'une vanne (4).

5.- Plate-forme selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisée en ce qu'une chambre hydraulique expansible, délimitée par une membrane (12 ou 14) imperméable, retenue 5 sur la face interne de la paroi supérieure du caisson (3) et/ou sur les parois (5) et cloisons (9, 10, 11) verticales du caisson (3), est prévue à l'intérieur du caisson (3) ou de chacun de ses compartiments, et peut être purgée ou remplie, ou moins partiellement, par le ou les orifices de 10 passage (3') afin de commander respectivement l'enfoncement du caisson (3) dans le fond sous-marin (A) ou son dégagement de ce dernier.

6.- Plate-forme mobile selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, en particulier du type auto-élévatrice, 15 dont les piles (2) sont destinées à soutenir une barge (1) sur laquelle elles sont montées mobiles en direction verticale, caractérisée en ce que les vannes (4) sont montées sur la barge (1) et sont de préférence reliées à un groupe de pompage (12), également monté sur la barge (1), et faisant office de moyens assurant une dépression ou une surpression dans le ou les caisson(s) (3).

7.- Procédé d'ancrage d'une plate-forme selon l'une des revendications 1 à 6, consistant, après avoir amené la plate-forme sur le site, à provoquer l'immersion du dispositif de fondation jusqu'à ce que le ou les caissons (3) viennent au contact du fond sous-marin (A) par l'extrémité inférieure des parois verticales (5), caractérisé en ce qu'il consiste ensuite à piloter le débit de passage par les orifices (3') et/ou la pression dans le ou les caissons 30 (3) pour contrôler la vitesse et/ou la profondeur de l'enfoncement ainsi que l'attitude du ou des caissons (3) dans le fond sous-marin (A), puis à fermer les orifices (3') lorsque l'enfoncement désiré est obtenu.

8.- Procédé selon la revendication 7, caractérisé 35 en ce qu'il consiste à produire une dépression à l'intérieur du ou des caissons (3) pour favoriser l'enfoncement.

9.- Procédé selon l'une des revendications 7 et 8, mis en oeuvre sur un fond sous-marin (A) très perméable, caractérisé en ce qu'il consiste, avant que ne commence l'enfoncement du caisson (3) dans le fond sous-marin (A), à remplir l'intérieur du caisson (3) d'un milieu boueux, puis à piloter la sortie de ce milieu boueux hors du ou des caissons (3) par les orifices de passage (3') pour contrôler l'enfoncement.

10. Procédé selon l'une des revendications 7 et 8, pour une plate-forme dont chaque caisson (3) est muni d'une chambre hydraulique expansible, caractérisé en ce qu'il consiste à remplir chaque chambre hydraulique expansible d'un milieu liquide pour l'immersion du dispositif de fondation, puis à piloter la sortie du milieu liquide hors de chaque chambre pour contrôler l'enfoncement.

11.- Procédé de dégagement d'une plate-forme selon l'une des revendications 1 à 6 d'un fond sous-marin (A) dans lequel la plate-forme a été préalablement ancrée, de préférence conformément à un procédé selon l'une des revendications 7 à 10, caractérisé en ce qu'il consiste à injecter un milieu liquide par les orifices de passage (3') afin de développer dans chaque caisson (3) une surpression hydraulique susceptible de soulever ce dernier par rapport au fond sous-marin (A), puis à piloter cette surpression pour contrôler la vitesse et/ou l'amplitude du dégagement du ou des caissons (3) hors du fond sous-marin (A).

12.- Procédé selon la revendication 11, mis en oeuvre sur un fond sous-marin (A) très perméable, caractérisé en ce qu'il consiste à injecter un milieu boueux dans chaque caisson (3).

13.- Procédé selon la revendication 11 pour une telle plate-forme dont chaque caisson (3) est muni d'une chambre hydraulique expansible, caractérisé en ce qu'il consiste à injecter un milieu liquide dans chaque chambre hydraulique et à piloter sous expansion pour assurer le dégagement du ou des caissons (3) hors du fond sous-marin.

14.- Dispositif de fondation, destiné à être totalement immergé, pour une structure émergent destinée à reposer sur un fond sous-marin (A), telle qu'une plate-forme mobile, en particulier du type auto-élévatrice, comprenant au moins un caisson (3) à fond ouvert, à parois latérales (5) sensiblement verticales, éventuellement compartimenté par des cloisons internes sensiblement verticales (9, 10, 11), et dont la paroi supérieure présente au moins un orifice de passage (3') pour un milieu liquide chassé du ou des caissons (3) lorsque ce ou ces derniers s'enfoncent par ses ou leurs parois latérales (5) dans le fond sous-marin, ou pénétrant dans le ou les caissons (3) lorsque ce ou ces derniers se dégagent du fond, caractérisé en ce qu'au moins un corps à volume variable est retenu à l'intérieur de chaque caisson (3), le cas échéant à l'intérieur de chacun de ses compartiments, ce corps étant comprimé lors de l'enfoncement dans le fond et/ou dilaté lors du dégagement hors du fond.

15.- Dispositif selon la revendication 14, caractérisé en ce que le corps à volume variable est constitué par une chambre hydraulique expansible, délimitée par une membrane imperméable (12, 14) fixée sur la face inférieure de la paroi supérieure et/ou sur les parois (5) et cloisons (9, 10, 11) verticales du ou des caissons (3), et en communication avec les orifices de passage (3').

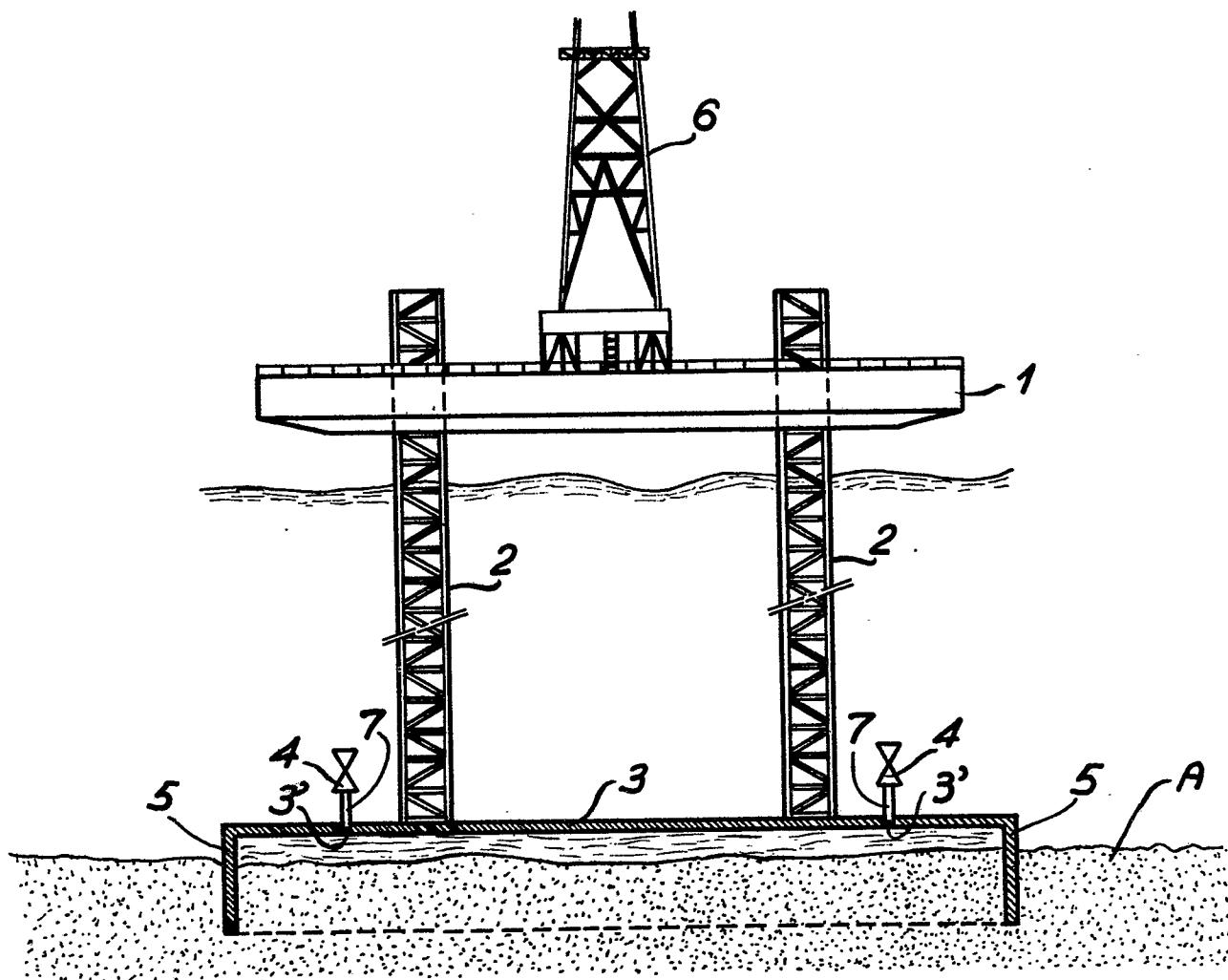
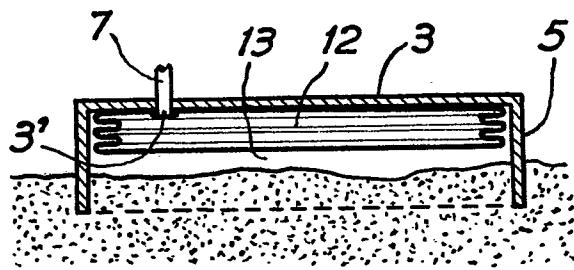
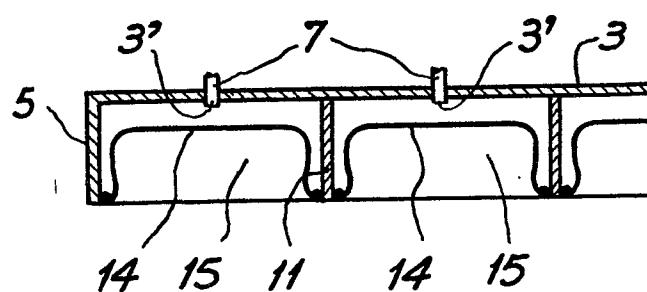
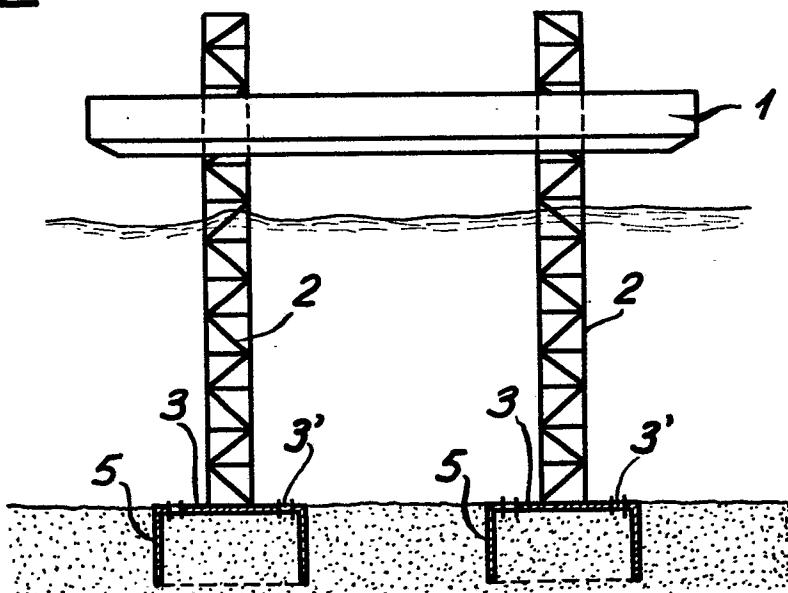
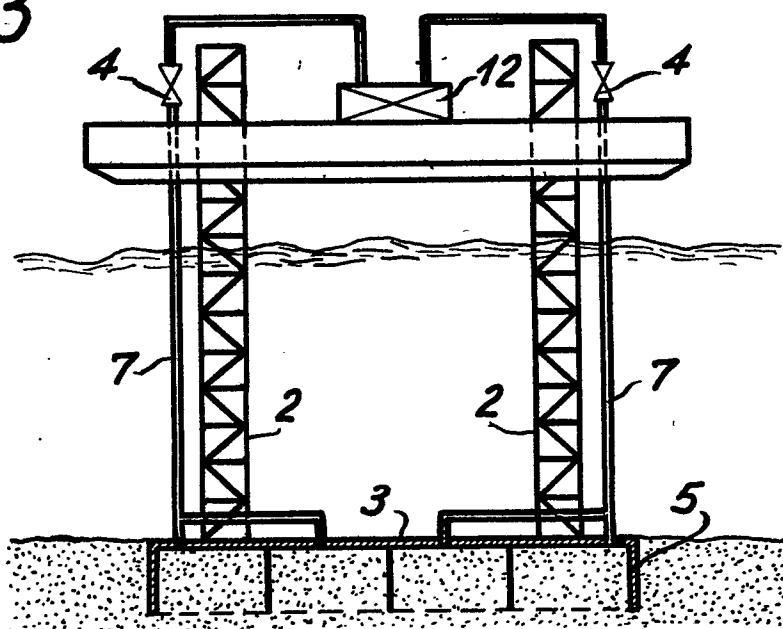
Fig. 1Fig. 6Fig. 7

Fig. 2Fig. 3

0046418

3/3

Fig.4

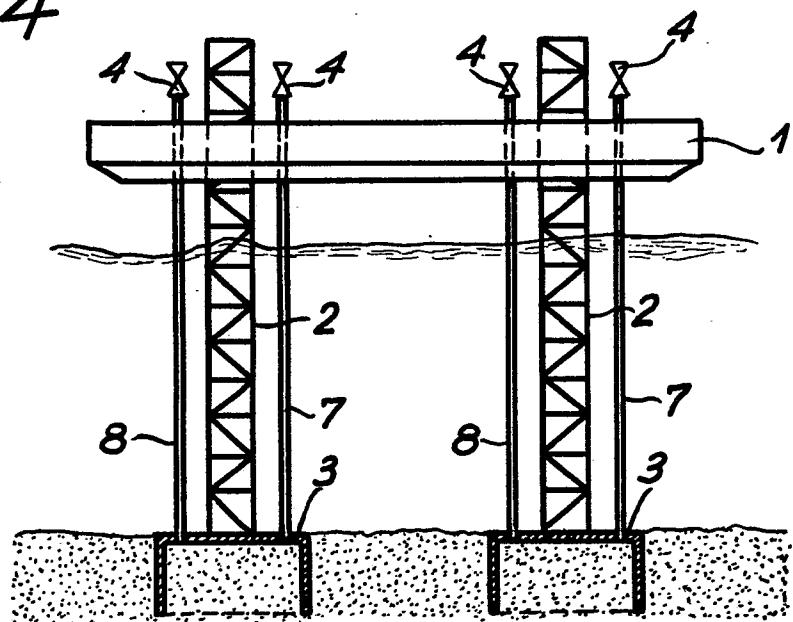
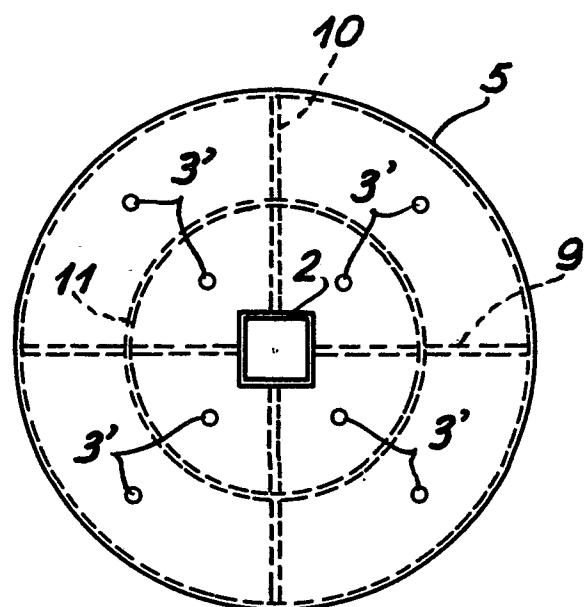


Fig.5





Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.3)
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.3)
XD	<u>FR - A - 2 335 133 (SEA TANK)</u> * Page 1, lignes 27-33; page 2, lignes 7-14, 29-36; page 3, lignes 8-12; page 4, lignes 3-11; figures 1,3 *	1,2,3, 7,8	E 02 D 27/52 E 02 B 17/02
XD	<u>US - A - 3 640 075 (LA PEYRE)</u> * Colonne 2, lignes 47-75; colonne 3, lignes 1-6, 35-39, 47-65; colonne 4, lignes 1-3; figures 1-11 *	1,2,3, 7,8,9, 11,12	
XD	<u>GB - A - 288 077 (ANDERSON)</u> * Page 1, lignes 50-67, 79-88; page 2, lignes 1-2, 15-32, 56-88; figures 1,2,3 *	1,2,3, 7,8	E 02 D E 02 B
X	<u>US - A - 2 938 353 (VORENKAMP)</u> * Colonne 3, lignes 12-22, 34-56; colonne 4, lignes 56-66; colonne 5, lignes 25-33, 47-53; figures 1-5,9,9a,9b *	1,2,3, 4,6,7, 8,11	
X	<u>GB - A - 1 088 804 (CHRISTIANI ET NIELSEN)</u> * Page 1, lignes 10-14, 38-47, 66-72, 86-90; page 2, lignes 1-5, 15-23, 59-71, 81-88; page 3, lignes 8-17, 23-41; figures 1-3 *	1,2,4, 7,8	X: particulièrement pertinent A: arrière-plan technologique O: divulgation non-écrite P: document intercalaire T: théorie ou principe à la base de l'invention E: demande faisant interférence D: document cité dans la demande L: document cité pour d'autres raisons &: membre de la même famille, document correspondant
 Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			

Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
I.a Haye	09-10-1981	RIJMBEKE



-2-

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 3 ^e)
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 3 ^e)
X	<p><u>US - A - 3 911 687 (MO)</u></p> <p>* Colonne 1, lignes 28-45; colonne 3, lignes 7-21; colonne 4, lignes 1-5, 14-16, 22-24, 32-44; colonne 6, lignes 23-26; 53-57; colonne 7, lignes 7-12, 37-39; colonne 8, lignes 15-22; figures 9B, 10, 14 *</p> <p>--</p> <p><u>US - A - 3 863 457 (HAFSKJOLD)</u></p> <p>* Colonne 6, lignes 15-22, 40-47; figures 1, 2, 4, 7 *</p> <p>--</p> <p><u>FR - A - 2 048 861 (ALGERS)</u></p> <p>* Page 3, lignes 14-38; page 4, lignes 1-19; figures 1-4 *</p> <p>--</p>	1, 2, 3, 7, 8	
A	<p><u>FR - A - 2 225 030 (KLEBER CO-LOMBES)</u></p> <p>-----</p>	5, 13- 15	