

12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt: 79400435.8

51 Int. Cl.³: **E 21 B 7/124**
E 21 B 33/037

22 Date de dépôt: 28.06.79

30 Priorité: 04.07.78 FR 7819897

43 Date de publication de la demande:
06.02.80 Bulletin 80/3

84 Etats Contractants Désignés:
DE GB IT NL SE

71 Demandeur: **TECHNIQUES INDUSTRIELLES ET MINIERES (Société Anonyme Française)**
35 Avenue des Champs Elysées
F-75008 Paris(FR)

71 Demandeur: **Valantin, Alfred**
14 rue Roger Martin du Gard
F-60600 Clermont(FR)

72 Inventeur: **Valantin, Alfred**
14 rue Roger Martin du Gard
F-60600 Clermont(FR)

74 Mandataire: **Bouju, André**
38 Avenue de la Grande Armée
F-75017 Paris(FR)

54 Procédé de forage sous-marin et dispositif s'y rapportant.

57 Procédé et dispositif de forage sous-marin pour explorer et exploiter les fonds, par élaboration d'une station de forage à l'aplomb du site choisi et forage à partir de cette station.

On creuse un puits 8 au moyen d'un module de creusement 1 porté par deux véhicules sous-marins 2 élaborant chacun une galerie 3 reliée à l'air libre en un point de la côte. On coffre ensuite le puits et on le coiffe d'un habitacle que l'on relie aux galeries 3. On effectue enfin le forage à partir du fond du puits 8.

Application à toute opération de forage d'exploitation ou d'exploitation des fonds sous-marins.

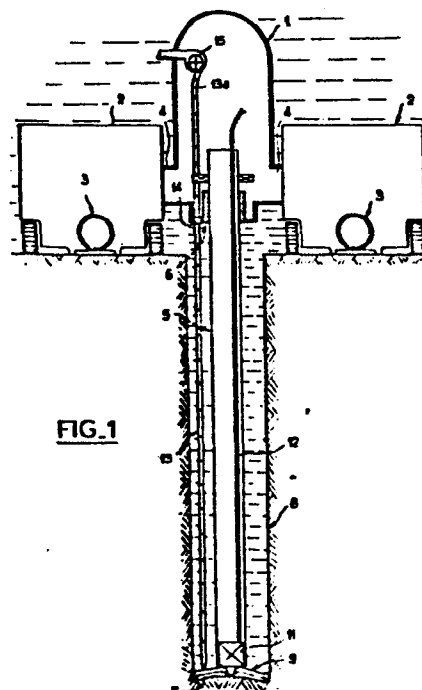


FIG. 1

EP 0 007 825 A2

La présente invention concerne un procédé de forage des fonds sous-marins en vue de leur exploitation ou de l'exploitation du sous-sol. L'invention concerne également un dispositif pour mettre en oeuvre ce procédé.

5 Les procédés connus de ce genre nécessitent la mise en place d'une station de forage qui peut être un navire ancré avec précision ou une plate-forme reposant sur le fond si la profondeur le permet. Ces procédés ont en commun une grande difficulté à assurer une liai-
10 son permanente et précise entre les moyens de forage proprement dits et la station, en particulier si la mer est relativement agitée.

En outre, il est fréquent que certaines opérations annexes, telles que la mise en place ou le raccor-
15 dement d'une tête de puits nécessitent l'intervention de plongeurs ou de personnel opérant sous cloche, avec tous les inconvénients liés à de telles méthodes de travail.

La présente invention vise à réaliser un procédé permettant d'effectuer des forages sous-marins sans
20 aucune des sujétions précitées.

Suivant un premier aspect de l'invention, le procédé de forage sous-marin pour explorer et exploiter les fonds comporte l'élaboration d'une station de forage, à l'aplomb du site choisi, et l'opération de forage à par-
25 tir de cette station, et il est caractérisé en ce que l'on effectue les opérations suivantes :

a/ on creuse dans le fond un puits formant station de forage et d'exploitation de dimensions suffisantes pour contenir le personnel et le matériel de
30 forage, au moyen d'un module de creusement reposant sur le fond,

b/ on garnit les parois du puits d'un coffrage cimenté sur les parois du puits et surmonté d'un habitacle autonome étanche,

35 c/ on vide le puits de son eau,

d/ on fait régner la pression atmosphérique à l'intérieur du puits et de l'habitacle,

e/ on fait descendre dans le puits le personnel et le matériel de forage,

5 f/ on effectue le forage à partir du fond du puits.

A aucun moment, l'installation de creusement du puits ni la station de forage mise en place ne sont en relation avec un bâtiment flottant autrement que par des
10 liaisons filaires épisodiques servant de guidage pour des descentes de matériel. En outre, le puits étant creusé dans le fond, aucune structure du genre derrick n'est utilisée. Le procédé peut donc être mis en oeuvre à toute profondeur et par n'importe quel temps. Enfin,
15 le fait de faire régner la pression atmosphérique dans les postes de travail évite de faire subir au personnel des périodes de décompression.

Suivant une réalisation préférée du procédé, on fait régner la pression atmosphérique à l'intérieur du
20 puits et de l'habitacle en reliant l'habitacle à une galerie posée au fond et débouchant à l'air libre, en un point de la côte.

Une telle galerie peut également servir à l'approvisionnement du matériel de forage, au transport du
25 personnel et, par la suite, à l'exploitation du forage.

Dans la mesure où les conditions géologiques le permettent, l'invention prévoit avantageusement de poursuivre le creusement du puits jusqu'à une couche de terrain imperméable, de façon à réduire les infiltrations
30 d'eau dans le puits.

Suivant un second aspect de l'invention, le dispositif de forage sous-marin pour explorer et exploiter les fonds, et notamment pour appliquer un procédé conforme à celui décrit ci-dessus, comprend un module
35 de creusement formant enceinte étanche et muni de moyens

de communication avec l'air libre. Ce module comporte des moyens de creusement fixés sur un prolongement extensible pouvant faire saillie hors du module par l'intermédiaire d'un joint d'étanchéité, et des moyens de manoeuvre pour faire descendre les moyens de creusement et les appliquer sur le fond. Il est caractérisé en ce que les moyens de creusement comprennent une tête de creusement extensible maintenue immobile en rotation par rapport au module, munie de moyens d'actionnement axiaux et sortant de ce module par l'intermédiaire de premiers moyens d'étanchéité, et un porte-bras de creusement fixé en bout à ladite tête par l'intermédiaire de moyens d'actionnement en rotation par rapport à cette tête, et coopérant avec elle par l'intermédiaire de seconds moyens d'étanchéité.

Cette dissociation des deux mouvements et des moyens d'étanchéité respectifs présente, non seulement un avantage technologique évident, mais permet encore de reporter les moyens d'actionnement rotatifs en bout et de maintenir vide d'eau le tube formant extension de la tête.

Suivant une caractéristique préférée de l'invention, les moyens d'actionnement axiaux de la tête de creusement comprennent des moyens de serrage pour solidariser alternativement la tête avec le module et avec un système de vérins.

Le porte-bras comprend avantageusement des bras rotatifs articulés pour être repliables parallèlement à l'axe de rotation, et pour offrir, en position déployée, un diamètre de creusement supérieur au diamètre de la tête de creusement, permettant une rentrée facile de l'ensemble dans le module.

De préférence, le module de creusement comprend encore une pompe dont l'aspiration est reliée à une conduite extensible débouchant au fond du puits en cours de

creusement, en vue de l'évacuation des déblais.

Suivant une réalisation avantageuse de l'invention, le module de creusement est solidaire d'au moins un module d'élaboration et de pose d'une galerie posée
5 sur le fond, ladite galerie s'ouvrant à l'air libre en un point de la côte, et les atmosphères des deux modules étant en communication.

Le module de pose de la galerie sert alors de moyen de locomotion pour le premier accès au site, en
10 même temps qu'il installe la galerie de liaison avec l'air libre sur la terre ferme.

D'autres particularités et avantages de l'invention ressortiront encore de la description détaillée qui va suivre.

15 Aux dessins annexés, donnés à titre d'exemples non limitatif :

- la Figure 1 est une vue d'ensemble du dispositif montrant le module de creusement et ses annexes,
- la Figure 2 est une vue à plus grande échelle
20 du module de creusement, en position repliée,
- la Figure 3 est une vue détaillée de l'organe de creusement sorti du module, en position de travail au fond du puits,
- la Figure 4 est un détail agrandi de la partie A de la Figure 3,
25
- la Figure 5 est une vue d'ensemble du puits après mise en place du coffrage et de l'habitable,
- la Figure 6 est une vue montrant l'opération de jonction de l'habitable avec une galerie sous-marine,
- 30 - la Figure 7 est une vue d'ensemble schématique à petite échelle d'une installation de forage conforme à l'invention.

En référence à la Figure 1, le dispositif comprend un module de creusement 1 relié à deux véhicules
35 sous-marins jumeaux 2 (ou modules de pose), agencés

pour progresser par leurs propres moyens sur le fond de la mer et pour élaborer et poser chacun une galerie sous-marine 3 au fur et à mesure de leur progression. De tels véhicules sont décrits dans la demande de brevet français N° 78 19467 au nom des Demandeurs.

Le module de creusement 1 communique avec les véhicules 2 par des conduites de raccordement 4 de dimensions suffisantes pour approvisionner le matériel de creusement qui est lui-même apporté de la côte par les galeries 3. L'air de ventilation suit le même chemin.

Dans sa position de fonctionnement représentée sur la Figure 1, le module 1 comprend un tube 5 sortant du module proprement dit, par l'intermédiaire d'un passage étanche 6 pour appliquer sur le fond 7 d'un puits 8 en cours de creusement une tête de creusement 9 mue par un groupe moto-réducteur 11 alimenté par un câble électrique 12 logé à l'intérieur du tube 5.

Une tuyauterie 13 s'ouvre au voisinage du fond 7 du puits 8 et entre dans le module 1 par un passage étanche 14 pour se relier, par l'intermédiaire d'un raccord souple 13a, à une pompe 15 dont le refoulement est en communication avec la mer.

On va maintenant décrire en détail le module 1 en référence à la Figure 2, où il est représenté en position de repos, par exemple pendant la phase d'approche du site.

La tête de creusement 9 est montée dans une table 16 avec laquelle elle peut être solidarisée grâce à une bague élastique 17 logée dans une gorge 18 de la table 16 et présentant une chambre circulaire 19 qui peut être mise en communication, par une canalisation 21, avec une source de fluide hydraulique non représentée. On comprend que, sous l'effet de la pression hydraulique, la bague 17 enserre fortement la tête 9

et la solidarise avec la table 16.

La table 16 est elle-même fixée aux tiges 22 de deux vérins verticaux 23 qui permettent de déplacer axialement la tête 9. La table 16 coopère avec la
5 tuyauterie 13 de la même manière, par l'intermédiaire d'une bague élastique 24, du même genre que la bague 17, reliée à la canalisation 21.

La tête de creusement 9 est engagée dans un sas
25 dans lequel elle pénètre par un passage étanche 26.
10 Elle peut être solidarisée axialement avec le sas grâce à une bague 27 analogue à celles décrites plus haut et pouvant recevoir une pression hydraulique par une canalisation 28. De la même manière, au voisinage du passage étanche 19, la tuyauterie 13 peut être enserrée
15 par une bague 29 solidaire de la carcasse du module 1.

Le sas 25 comporte une porte de sortie 31 manœuvrable par un vérin 32 et une porte de visite 33.

Le groupe moto-réducteur 11 de la tête 9 permet de faire tourner un ensemble rotatif comprenant un
20 porte-bras 34 sur lequel sont articulés deux bras porte-outils 35, sur lesquels sont montés des outils de coupe 36 (Figure 3), dont seulement quelques uns sont représentés. Un piston hydraulique 37 permet d'écarter les bras 35 quand la tête 9 est dégagée du module.

25 L'ensemble rotatif coopère avec la partie fixe de la tête 9 par l'intermédiaire d'un presse-étoupe à deux garnitures 38 recevant une injection d'huile par une canalisation 39 (Figure 4).

Lorsque le module de creusement 1, porté par les
30 véhicules 2, est arrivé à l'aplomb du site choisi, on ouvre la porte 31 du sas 25 et l'on fait descendre la tête de creusement 9 en même temps que la tuyauterie 13 par l'intermédiaire des passages étanches respectifs 26 et 14 (Figure 2). A cette fin, on bloque les bagues 17
35 et 24 par injection de fluide hydraulique et on relâche

les bagues 27 et 29, puis on fait descendre la table 16 grâce aux vérins 23.

Une fois les vérins 23 à bout de course, on inverse le blocage des bagues précitées et l'on remonte la table 16. Puis, après une nouvelle inversion du blocage des bagues, on reprend le processus.

Quand la tête 9 est suffisamment dégagée du sas 25, on écarte les bras porte-outils 35 par la manoeuvre du piston 37, dans la position de la Figure 3, et l'on commence à creuser. Les déblais sont évacués dans la mer par l'intermédiaire de la tuyauterie 13 et de la pompe 15.

Quand la partie supérieure de la tête 9 atteint le niveau de la table 16, on visse sur elle un élément tubulaire 5a, de même diamètre, qui lui sert de prolongement. On procède de même pour la tuyauterie 13 qui se trouve prolongée par des éléments 13b. En cours de creusement, la tête 9 est donc située au bout d'un tube 5, formé des éléments 5a, dans lequel passe le câble électrique 12 d'alimentation électrique du groupe moto-réducteur 11.

Le creusement est facilité par l'effort vertical exercé par la table 16 sur le tube 5, cette table empêchant en outre le tube 5 de tourner.

Les dimensions du puits sont telles qu'on puisse au moins y loger le personnel et le matériel de forage qui y seront descendus par la suite. On peut, par exemple, prévoir un diamètre de quatre mètres. Quant à la profondeur, elle est de préférence telle que le fond du puits se situe dans une couche imperméable, ce qui limitera les infiltrations ultérieures. On peut ainsi atteindre une profondeur d'une centaine de mètres.

Une fois le creusement terminé, on remonte la tête de creusement par les manoeuvres inversés et l'on déplace le module de creusement pour libérer l'entrée

du puits. Puis, on fait descendre dans le puits un coffrage surmonté d'un habitacle que l'on fait descendre d'un navire d'accompagnement. On va maintenant décrire cet ensemble, en référence à la Figure 5, où il est représenté en position d'installation définitive.

Le coffrage se compose principalement d'un tube 41, par exemple métallique, qui peut être réalisé en plusieurs tronçons assemblés au moment de la pose. Ce tube est fixé à la paroi du puits qui vient d'être creusé par une couche 42 d'un ciment à prise sous l'eau que l'on injecte au moment de la pose par un procédé connu, par exemple au moyen d'une lance.

Le tube 41 est muni de consoles 43 sur lesquelles sont arrimées notamment des tiges de forage 44 ainsi que tout le matériel annexe nécessaire au forage que l'on a représenté symboliquement en 45, en position de fonctionnement.

A sa partie supérieure, le tube 41 comporte un pont roulant 46 pour la manutention et la mise en place du matériel de forage.

Au-dessus du niveau du fond, deux conduites de communication 47 partent du tube 41 pour rejoindre respectivement les galeries 3 posées par les véhicules 2.

Une coupole 48 fixée de façon étanche au sommet du tube 41 constitue un habitacle pour le personnel et comprend également des réservoirs 49 contenant de l'eau de forage. Au sommet de cet habitacle est disposé un sas 51 pour le personnel, et éventuellement pour l'approvisionnement de certain matériel.

Après avoir mis en place le tube 41 et l'avoir fixé par injection de la couche de ciment 42, on chasse l'eau qu'il contient et l'on fait descendre au moins une partie du personnel par le sas 51 pour effectuer les premières manoeuvres, notamment, la jonction avec les galeries 3. Pour réaliser cette jonction, chacune

des conduites de communication 47 comprend un tube 47a solidaire du coffrage et un tube 47b coulissant dans le précédent par un passage étanche 52 (Figure 6).

5 A son extrémité libre, le tube 47b porte un collier 53 composé d'un demi-collier 53a solidaire du tube 47b et d'un demi-collier 53b articulé sur le précédent. Le tube 47b est obturé par un opercule 54 épousant la forme cylindrique du demi-collier 53a.

10 Une fois le coffrage mis en place, on fait coulisser le tube 47b jusqu'à venir appliquer le demi-collier 53a contre la galerie 3, puis on rabat le demi-collier 53b sur la galerie au moyen de dispositifs moteurs non représentés qui peuvent comprendre des vérins. Des garnitures d'étanchéité assurent une coopération
15 étanche du collier 53 avec la paroi extérieure de la galerie 3.

Ensuite, on détruit l'opercule 54 et la partie de la galerie 3 située vis-à-vis, de sorte que la communication est assurée entre l'habitacle 48 et la galerie 3.

20 Dès lors, le puits et l'habitacle sont à la pression atmosphérique puisque la galerie 3 s'ouvre à l'air libre en un point de la côte (Figure 7). Les opérations de forage s'effectuent dans les mêmes conditions qu'à terre et l'on peut aisément coiffer le forage d'un
25 "arbre de Noël" classique. Les accès ultérieurs à l'habitacle s'effectueront par les galeries 3, donc par voie sèche, ainsi que l'évacuation des matériaux extraits par l'exploitation.

On a représenté sur la Figure 7 l'ensemble d'une
30 exploitation en cours. Un premier forage équipé d'un habitacle 48 et d'un puits 41 coffré ont déjà été réalisés, et, plus loin, un creusement de puits est en cours par un module 1. Les deux postes de travail sont ventilés à la pression atmosphérique par la galerie 3 qui
35 s'ouvre à terre.

L'invention permet donc de réaliser des forages sous-marins pratiquement dans les mêmes conditions qu'à terre, en éliminant tous les inconvénients dus à la profondeur ou à l'état de la mer. Le personnel travaille
5 à la pression atmosphérique et n'a à subir aucune des sujétions liées à la respiration sous pression, la ventilation s'effectuant comme dans les exploitations minières terrestres. Enfin, l'exploitation ultérieure du gisement s'effectue également comme à terre. Elle
10 peut être, sans difficulté, interrompue, puis reprise.

Bien entendu, l'invention ne se limite pas à l'exemple décrit et l'on pourrait concevoir diverses variantes sans sortir de son cadre. Par exemple, on pourrait n'utiliser qu'un seul véhicule 2 posant une
15 galerie 3 unique, à condition d'équilibrer convenablement l'ensemble constitué par le module de creusement et le véhicule.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de forage sous-marin pour explorer et exploiter les fonds, comportant l'élaboration d'une station de forage et d'exploitation à l'aplomb du site
5 choisi, et l'opération de forage à partir de cette station, caractérisé en ce que l'on effectue les opérations suivantes :

a/ on creuse dans le fond un puits formant station de forage et d'exploitation de dimensions suffisantes pour contenir le personnel et le matériel de
10 forage, au moyen d'un module de creusement reposant sur le fond,

b/ on garnit les parois du puits d'un coffrage cimenté sur les parois du puits et surmonté d'un
15 habitacle autonome étanche,

c/ on vide le puits de son eau,

d/ on fait régner la pression atmosphérique à l'intérieur du puits et de l'habitacle,

e/ on fait descendre dans le puits le personnel et le matériel de forage,
20

f/ on effectue le forage à partir du fond du puits.

2. Procédé conforme à la revendication 1, caractérisé en ce que l'on fait régner la pression atmosphérique à l'intérieur du puits et de l'habitacle en
25 reliant l'habitacle à une galerie posée au fond et débouchant à l'air libre en un point de la côte.

3. Procédé conforme à l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que l'on poursuit le creusement du puits jusqu'à atteindre une couche de terrain imper-
30 méable.

4. Dispositif de forage sous-marin pour explorer et exploiter les fonds, et notamment pour appliquer un procédé conforme à l'une des revendications 1 à 3,
35 comprenant un module de creusement formant enceinte

étanche et muni de moyens de communication avec l'air libre, ce module comportant des moyens de creusement, fixés sur un prolongement extensible pouvant faire saillie hors du module et des moyens de manoeuvre pour
5 faire descendre les moyens de creusement ~~et les~~ appliquer sur le fond, caractérisé en ce que les moyens de creusement comprennent une tête de creusement extensible maintenue immobile en rotation par rapport au module, munie de moyens d'actionnement axiaux et sortant de ce
10 module par l'intermédiaire de premiers moyens d'étanchéité, et un porte-bras de creusement fixé en bout à ladite tête par l'intermédiaire de moyens d'actionnement en rotation par rapport à cette tête, et coopérant avec elle par l'intermédiaire de seconds moyens d'étanchéité.

15 5. Dispositif conforme à la revendication 4, caractérisé en ce que les moyens d'actionnement axiaux de la tête de creusement comprennent des moyens de serrage pour solidariser alternativement la tête avec le module et avec un système de vérins.

20 6. Dispositif conforme à l'une des revendications 4 ou 5, caractérisé en ce que le porte-bras comprend des bras rotatifs articulés pour être repliables parallèlement à l'axe de rotation, et pour offrir, en position déployée, un diamètre de creusement supérieur
25 au diamètre de la tête de creusement.

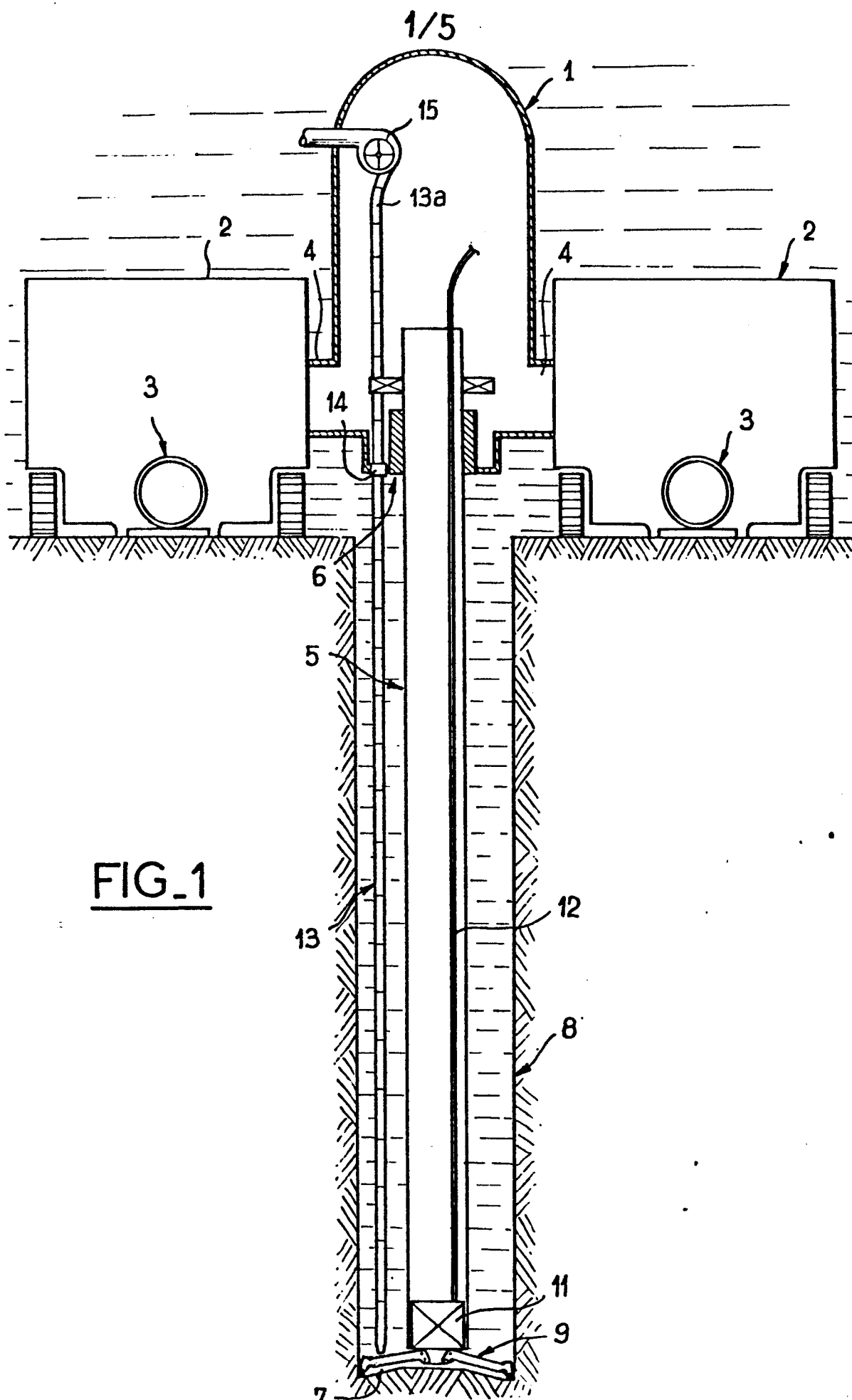
7. Dispositif conforme à l'une des revendications 4 à 6, caractérisé en ce qu'il comprend une pompe dont l'aspiration est reliée à une conduite extensible débouchant au fond du puits en cours de creusement.

30 8. Dispositif conforme à l'une des revendications 4 à 7, caractérisé en ce que le module de creusement est solidaire d'au moins un module d'élaboration et de pose d'une galerie posée sur le fond, ladite galerie s'ouvrant à l'air libre en un point de la côte, et
35 les atmosphères des deux modules étant en communication.

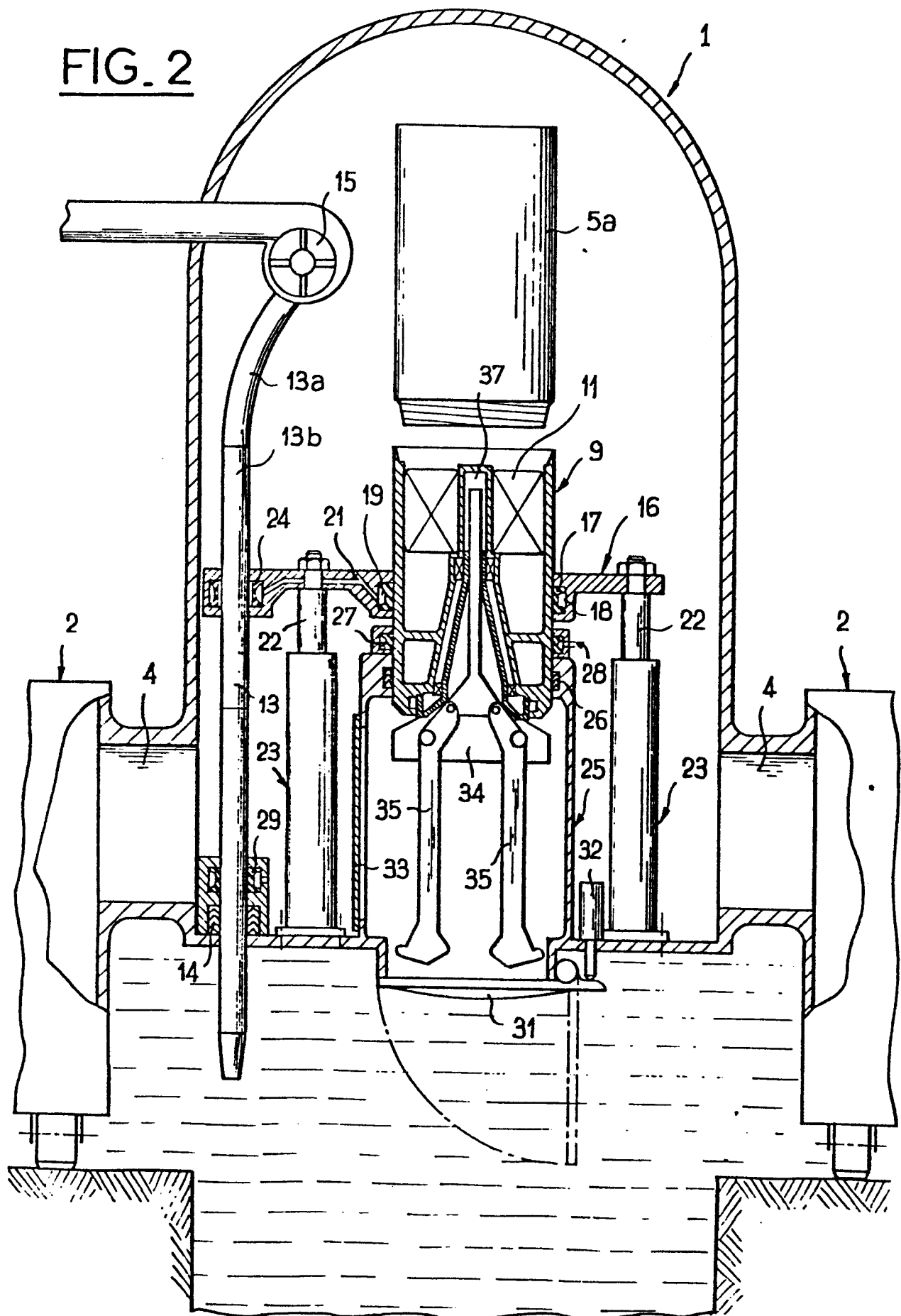
9. Dispositif conforme à l'une des revendications 4 à 8, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens pour faire descendre d'un navire auxiliaire un coffrage de puits et un habitacle coiffant ce coffrage.

5 10. Dispositif conforme à l'une des revendications 4 à 9, caractérisé en ce qu'il comprend au moins une conduite de liaison entre le puits et au moins une galerie sur le fond et s'ouvrant à l'air libre en un point de la côte.

10 11. Dispositif conforme à l'une des revendications 9 ou 10, caractérisé en ce que l'habitable comprend un sas pour introduire dans le puits le personnel et le matériel de forage à partir d'un navire auxiliaire.



2/5

FIG. 2

3/5

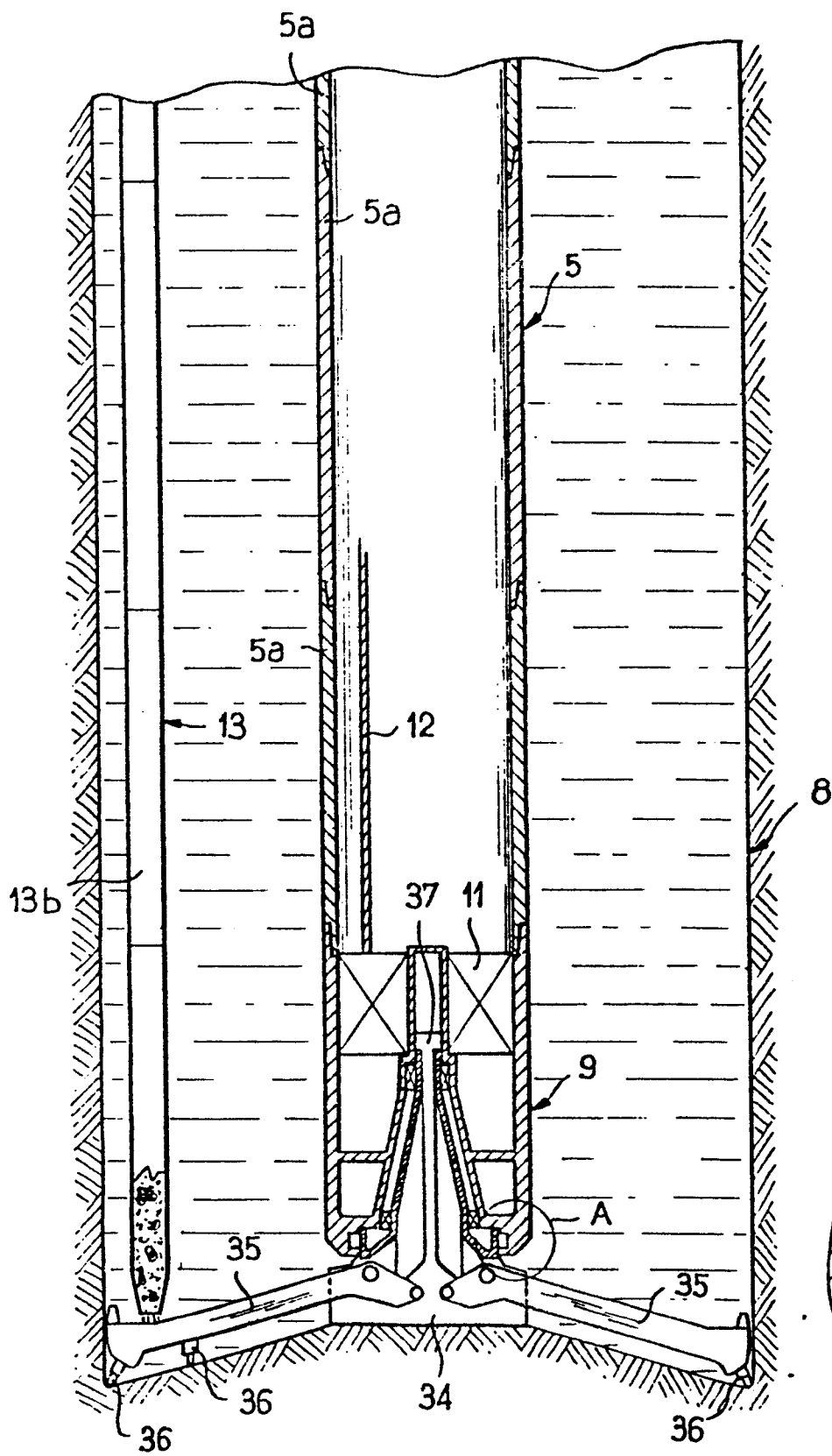


FIG. 3

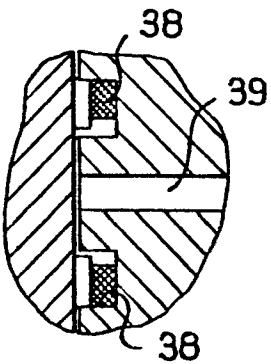
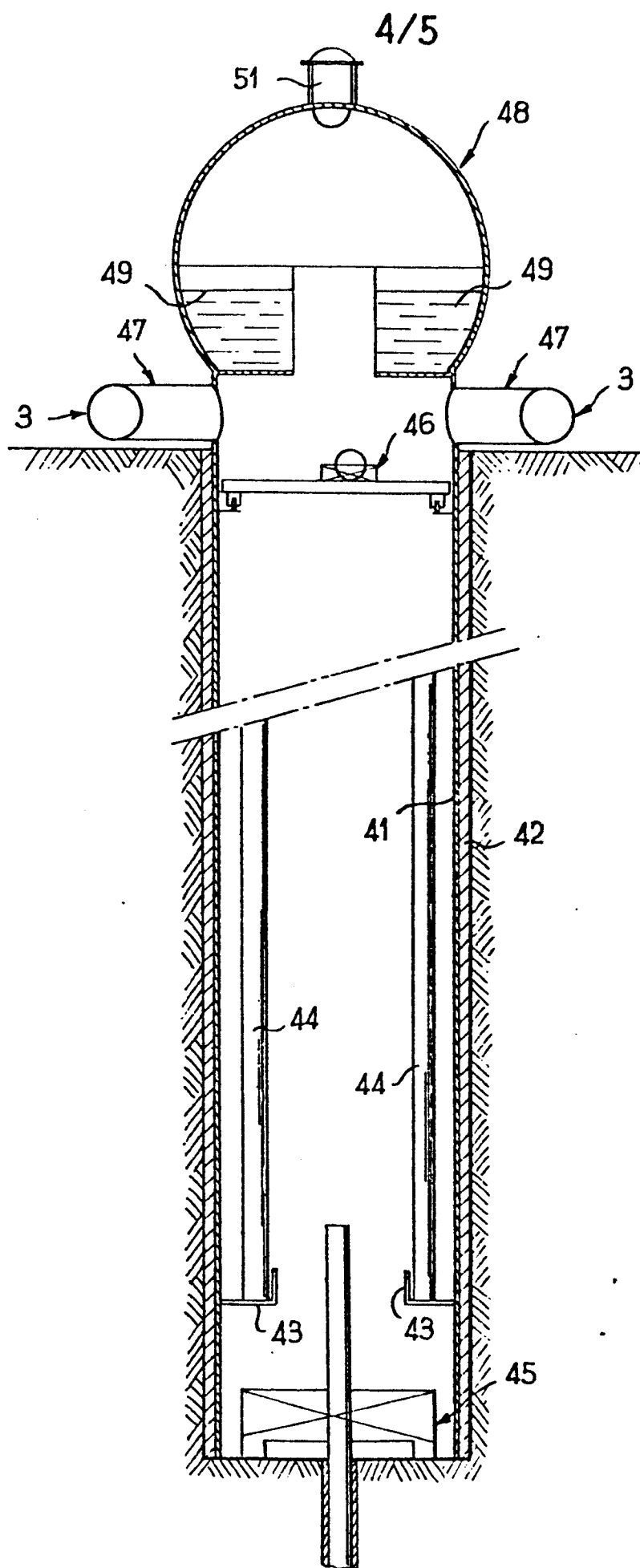
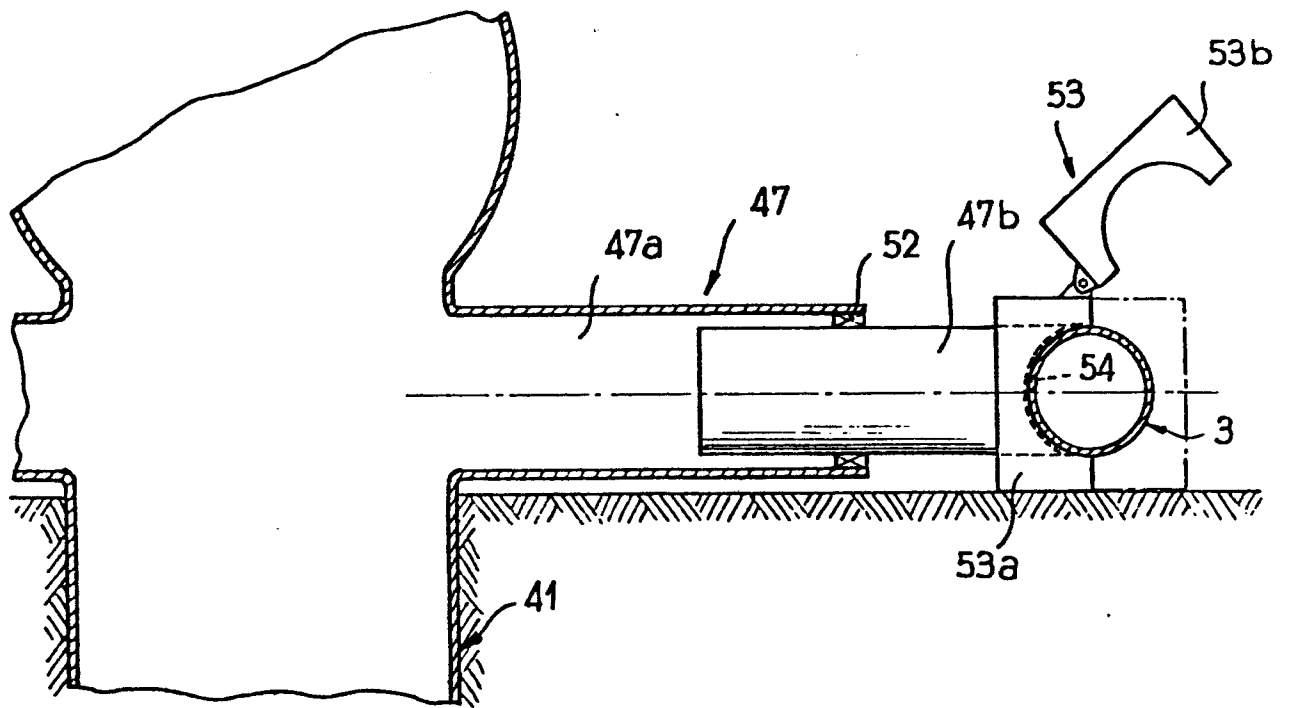
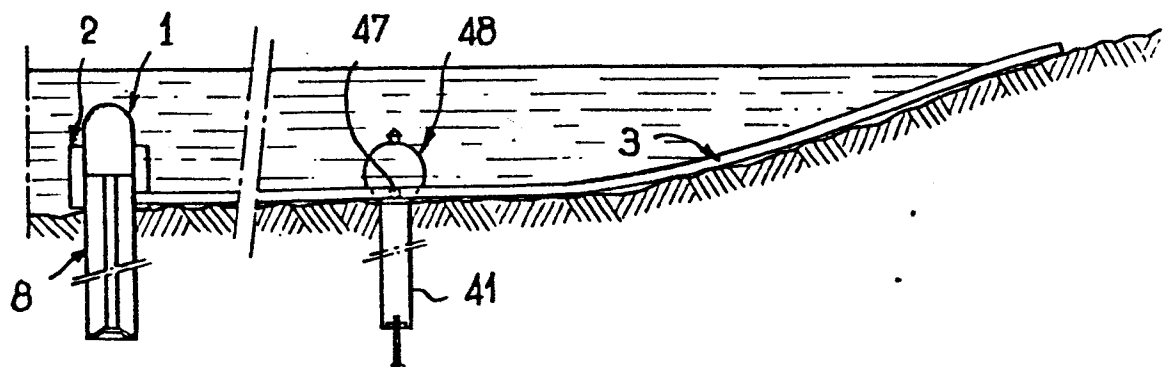


FIG. 4



5/5

FIG. 6FIG. 7