

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

②

N° 81 19335

⑤④ Procédé et dispositif de soutènement provisoire des parois latérales d'une tranchée.

⑤① Classification internationale (Int. Cl.³). E 02 F 5/10; F 16 L 1/04.

②② Date de dépôt..... 14 octobre 1981.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée :

④① Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 15 du 15-4-1983.

⑦① Déposant : Société anonyme dite : COYNE ET BELLIER, bureau d'ingénieurs conseils. — FR.

⑦② Invention de : Francis Raymond Cour.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Cabinet Armengaud Jeune, Casanova et Lepeudry,
23, bd de Strasbourg, 75010 Paris.

L'invention concerne un procédé et un dispositif de soutènement provisoire des parois latérales d'une tranchée, à la suite du creusement de cette dernière dans un sol pouvant être, en particulier, mais non exclusivement, un fond sous-marin constitué de matériaux présentant une faible cohésion tels que des sables, silts, vases ou argiles, pour permettre l'ensouillage, dans la tranchée, d'une conduite, de préférence substantiellement rigide, telle que les oléoducs ou pipe-lines de grand diamètre, comprenant une paroi interne métallique entourée, le cas échéant, d'une gaine protectrice en béton.

Afin de protéger les conduites, et notamment les oléoducs ou pipe-lines, des effets néfastes des courants sous-marins ou de la houle, ainsi que pour éviter l'accrochage des ancrages de marine ou des chaluts de pêche sur ces conduites, on s'est efforcé depuis de nombreuses années d'ensouiller ces conduites dans les fonds sous-marins. Ceci a été réalisé en disposant ces conduites dans des tranchées creusées dans les fonds sous-marins. L'expérience a montré qu'il était très difficile, voire pratiquement impossible, en l'état actuel de la technique, de poser un oléoduc dans une tranchée préalablement creusée dans le fond sous-marin. Par contre, de nombreux dispositifs, tant mécaniques qu'hydrauliques, ont été développés pour permettre le creusement d'une tranchée sous une conduite préalablement disposée sous le fond sous-marin, la conduite venant par flexion, sous l'effet de son propre poids, reposer sur le fond de la tranchée à une certaine distance derrière les dispositifs de creusement de la tranchée, qui sont déplacés le long de la conduite sous cette dernière.

Parmi les moyens mécaniques développés à cet effet, certains permettent d'effectuer un dragage ou un fraisage des matériaux constituant le fond sous-marin sous la conduite.

Il est également connu de déplacer, sous la conduite, une charrue à soc, qui repousse latéralement les matériaux du fond sous-marin sur les deux côtés par rapport à la direction d'avancement de la charrue. Par ailleurs, les dispositifs hydrauliques utilisés dans le même but permettent un découpage hydraulique du fond sous-marin sous la conduite, par exemple, au moyen d'une pluralité de buses d'éjection d'un liquide, tel que de l'eau, à faible débit unitaire mais à haute pression, portées par un portique métallique que l'on déplace sur la conduite.

Si l'utilisation et la mise en oeuvre de ces différents dispositifs et procédés connus procurent parfois de bons résultats, lorsque le fond sous-marin est constitué de matériaux présentant une cohésion, telle que la stabilité d'une tranchée à parois verticales, sensiblement verticales ou au moins très inclinées soit assurée, il n'en est pas de même lorsque le fond sous-marin est sablonneux, vaseux ou constitué de tous autres matériaux pulvérulents ou sans cohésion suffisante, car les parois latérales de la tranchée s'effondrent et cette dernière se comble, au moins partiellement, avant que la conduite ne se soit convenablement positionnée sur le fond primitif de la tranchée.

Dans ce dernier cas, pour éviter le comblement immédiat ou quasi-immédiat de la tranchée, on est amené, au moyen des dispositifs précités, à dégager dans le fond sous-marin une dépression ou vallée d'une largeur importante, ce qui, d'une part, oblige à déplacer des quantités très volumineuses de matériaux, et, d'autre part, ne procure pas la protection recherchée pour la conduite, sauf à combler la dépression latéralement par

rapport à la conduite, et, éventuellement, par dessus cette dernière, une fois celle-ci en place sur le fond de la dépression, en remplaçant la majeure partie des matériaux enlevés lors du creusement, ce qui augmente
5 substantiellement les coûts de l'opération.

On a également déjà essayé d'entraîner, derrière le dispositif de creusement, des coffrages ou gabarits présentant deux flancs rigides de maintien temporaire des parois latérales de la tranchée. Mais pour
10 n'autoriser l'effondrement de ces parois qu'après la descente et le positionnement de la conduite dans la tranchée, ces flancs doivent s'étendre sur une très grande distance, et il est, de ce fait, très difficile sinon impossible de les déplacer.

15 Pour remédier à ces différents inconvénients, il a déjà été proposé, dans la demande de brevet français N° 81 08207 (au nom de la Demanderesse) d'assurer l'ensouillage d'une conduite, telle qu'un oléoduc ou pipeline, dans un fond sous-marin en particulier constitué de
20 matériaux présentant une faible cohésion, en développant sous cette conduite le procédé de creusement de tranchées connu sous les dénominations de tranchées "à la boue" ou "à parois moulées", consistant à substituer une boue aux matériaux extraits de la tranchée creusée, au fur et à
25 mesure de l'avancement de cette dernière, de sorte que la boue exerce constamment sur les parois latérales, sensiblement verticales ou très inclinées, de la tranchée une pression suffisante pour que ces parois ne s'effondrent pas avant que la conduite ne soit positionnée sur le fond de
30 la tranchée, le terme général de boue désignant n'importe lequel de ces milieux bien connus obtenus en mélangeant par exemple des matières argileuses et des produits anti-floculants, tels que celui commercialisé sous le nom de Bentonite, ou autres produits thixotropiques, restant
35 constamment déformable et ne présentant qu'une faible cohésion.

Le procédé d'ensouillage d'une conduite dans un fond sous-marin, faisant l'objet de la demande de brevet

précitée, consiste donc à disposer la conduite sur ce fond sous-marin, puis à creuser une tranchée sous la conduite, et à substituer une boue aux matériaux extraits de la tranchée creusée, au fur et à mesure de l'avancement de celle-ci, de façon à empêcher l'effondrement des parois latérales de la tranchée, enfin à obtenir que la conduite se positionne sur le fond de la tranchée.

Si le fond sous-marin est argileux, il est avantageux que, selon cette demande de brevet précitée, les matériaux argileux extraits lors du creusement de la tranchée soient filtrés et convenablement traités dans un dispositif malaxeur, déplacé avec l'ensemble en mouvement participant à la réalisation de la tranchée "à la boue", de sorte que ces matériaux argileux soient mélangés à des produits anti-floculants, puis réinjectés à l'état de boue dans la tranchée, ce recyclage des matériaux arrachés au fond sous-marin permettant de réaliser des économies substantielles de boue amenée sur le site.

Il est également proposé de malaxer sur place, dans la tranchée, les matériaux arrachés et d'effectuer "in situ" une adjonction d'eau et de produits anti-floculants, de sorte que la boue remplissant la tranchée soit directement constituée dans cette dernière.

Mais il faut noter que ces mises en oeuvre économiques de ce procédé ne sont possibles qu'à la condition que le fond sous-marin soit constitué d'argiles présentant des propriétés physico-chimiques appropriées, ce qui est loin d'être toujours le cas. De plus, les moyens mécaniques à prévoir pour permettre cette réutilisation des matériaux localement disponibles sont coûteux et délicats à mettre en oeuvre, de sorte qu'il apparaît préférable d'amener, dans tous les cas, sur le site, les quantités requises de Bentonite par exemple, que l'on utilisera en association avec le milieu liquide disponible sur le site.

Dans ces conditions, des quantités très importantes de produits secs doivent être déplacées, ce qui

constitue un autre inconvénient non négligeable.

Cet inconvénient est également rencontré lorsque le procédé de tranchées "à la boue" ou "à parois moulées" est mis en oeuvre sur un chantier terrestre, 5 pour assurer le soutènement des parois latérales de tranchées creusées dans un sol émergeant.

Par la présente invention, on se propose de remédier aux inconvénients précités, au moyen d'un procédé se substituant avantageusement à ceux mis en oeuvre 10 jusqu'à présent tant sur des fonds sous-marins que sur des sols émergents.

A cet effet, le procédé selon l'invention se caractérise en ce qu'il consiste à substituer un corps compressible ou coercible aux matériaux extraits de la 15 tranchée, au fur et à mesure de l'avancement de cette dernière, de sorte que ce corps, par sa présence ou par la pression qu'il exerce sur les parois latérales de la tranchée empêche l'effondrement de ces dernières, puis à piloter la réduction de volume de ce corps pour autoriser 20 la descente et le positionnement de la conduite dans la tranchée ainsi que l'effondrement des parois latérales et éventuellement le comblement de cette dernière.

De préférence, ce procédé consiste également à déplacer, avec l'avancement de la tranchée, des moyens 25 de maintien temporaire des parois latérales de la tranchée, empêchant leur effondrement avant que le corps compressible ou coercible n'ait été mis en place dans la tranchée.

Ces moyens de maintien temporaire des parois 30 latérales de la tranchée peuvent être déplacés soit à la suite de moyens de creusement de cette dernière, de tout type précité, soit de part et d'autre et sous cette dernière, de sorte que la tranchée puisse être creusée entre lesdits moyens de maintien.

35 Dans une forme préférée de réalisation, le procédé selon l'invention consiste à utiliser, comme corps compressible ou coercible, un corps expansible, disposé à l'état contracté ou comprimé dans la tranchée, et dont

l'augmentation de volume est pilotée entre les deux parois latérales de cette dernière, pour empêcher leur effondrement.

Selon l'invention, on peut utiliser comme
5 corps expansible une enveloppe d'une matière souple et déformable, amenée progressivement dans la tranchée à l'état replié ou enroulé sur elle-même, puis remplie d'un fluide à une pression au moins égale à la pression hydrostatique au niveau de la tranchée.

10 Si la taille de la conduite le permet, c'est-à-dire si la densité apparente de la conduite, qui est remplie d'eau à cette occasion, est suffisamment élevée, la conduite se positionne dans la tranchée sous l'effet de son propre poids, en réduisant le
15 volume du corps compressible ou coercible.

Dans le cas contraire, le procédé selon l'invention consiste de plus à créer un débit de fuite du fluide hors de l'enveloppe, pour commander la réduction de volume du corps compressible ou coercible.
20

Dans les cas où le procédé selon l'invention est mis en oeuvre sur un fond sous-marin, il est avantageux d'utiliser le liquide disponible dans le milieu environnant comme fluide de remplissage de
25 l'enveloppe.

L'invention a également pour objet un dispositif de soutènement provisoire des parois latérales d'une tranchée, pour la mise en oeuvre du procédé selon l'invention, ce dispositif se caractérisant en

ce qu'il comprend un dispositif de substitution d'un corps compressible ou coercible aux matériaux extraits de la tranchée creusée, ainsi, éventuellement, qu'un dispositif de commande de la réduction de volume de ce corps, lorsque cette fonction n'est pas assurée par le poids propre de la conduite, le dispositif de substitution et, éventuellement, le dispositif de contrôle de la réduction de volume du corps étant de préférence déplacé avec le dispositif utilisé pour le creusement de la tranchée.

De préférence le dispositif de soutènement selon l'invention comprend également un dispositif de maintien temporaire des parois latérales de la tranchée, sous la forme d'un gabarit, caisson ou coffrage, présentant au moins deux flancs rigides déplacés en même temps que le dispositif de creusement, parallèlement à eux-mêmes et chacun parallèlement à une paroi latérale de la tranchée, dont il empêche l'effondrement, et entre lesquels le dispositif de substitution du corps compressible ou coercible assure le positionnement de ce dernier dans la tranchée.

Dans une forme préférée de réalisation, le dispositif de substitution du corps compressible ou coercible comprend un dispositif d'expansion d'un corps

expansible, disposé à l'état contracté ou comprimé dans la tranchée par un dispositif d'amenée, et le dispositif d'expansion comprend, lui-même, un divergent à l'entrée duquel le corps expansible se présente à l'état
5 comprimé ou contracté.

Le dispositif d'expansion peut également comprendre un dispositif de pompage et d'injection d'un fluide sous pression dans le corps expansible constitué par une enveloppe d'une matière souple et déformable,
10 progressivement amenée dans la tranchée, à l'état replié ou enroulé sur elle-même, par le dispositif d'amenée, à partir d'une réserve, de préférence déplacée en même temps que le dispositif d'amenée, le dispositif d'ex-
15 le dispositif de creusement et éventuellement le dispositif de commande de la diminution de volume du corps et le dispositif de maintien temporaire des parois latérales de la tranchée.

Dans ce dernier cas, il est avantageux que le dispositif de pompage et d'injection du fluide sous
20 pression débouche dans le divergent et coopère avec ce dernier pour assurer le passage de l'enveloppe de l'état replié ou enroulé sur elle-même à l'état déployé, contre les parois de la tranchée.

Pour éviter tout déploiement intempestif de
25 l'enveloppe, il est préférable que cette dernière soit maintenue à l'état replié ou enroulé sur elle-même dans des ligatures ou dans une gaine frangibles, qui sont rompues dans le dispositif d'expansion.

De plus, pour éviter qu'une déchirure acci-
30 dentelle de l'enveloppe remplie de fluide sous pression rende inutile la poursuite de la mise en oeuvre du procédé selon l'invention, un dispositif de resserrement transversal de l'enveloppe est prévu à la sortie du dispositif d'expansion.

35 Dans un premier exemple de réalisation, l'enveloppe se présente sous la forme d'un manchon, de section essentiellement cylindrique à l'état déployé.

Eventuellement, une telle enveloppe peut être segmentée en compartiments longitudinaux.

Dans un second exemple de réalisation, l'enveloppe se présente sous la forme d'une succession de soufflets, comprimés longitudinalement à l'état replié sur eux-mêmes, et amenés en chapelet dans le dispositif d'expansion et dans la tranchée où ils sont déployés à la suite les uns des autres.

Dans ces deux cas, le dispositif de pompage et d'injection peut assurer une alimentation centrale de l'enveloppe.

Dans un troisième exemple de réalisation, l'enveloppe peut se présenter sous la forme d'une bande allongée, stockée dans la réserve avec ses deux bords latéraux rapprochés ou superposés, le dispositif d'expansion comprenant au moins deux lèvres divergentes assurant l'écartement des bords latéraux de la bande, et entre lesquels débouche le dispositif de pompage et d'injection.

Mais l'enveloppe peut également se présenter sous la forme d'une bande allongée, stockée dans la réserve avec ses deux bords latéraux solidarisés, éventuellement par un dispositif de solidarisation, par exemple du type à glissière, autorisant leur désolidarisation, le dispositif d'expansion comprenant un dispositif d'ouverture de la bande, muni d'au moins deux lèvres divergentes assurant l'écartement des bords de l'ouverture, et entre lesquels débouche le dispositif de pompage et d'injection, le dispositif d'ouverture comprenant éventuellement un moyen de commande de la désolidarisation des bords latéraux solidarisés par le dispositif de solidarisation.

Dans ces deux derniers cas, il est avantageux que le dispositif d'expansion comprenne également au moins deux lèvres convergentes, assurant le rapprochement ou la superposition, en regard d'une paroi de la tranchée contre laquelle ils sont appliqués par la pression du

fluide injecté, des bords écartés par les lèvres divergentes.

Dans une autre forme de réalisation, intéressante dans les deux derniers cas précités, le dispositif d'expansion comprend également un dispositif de solidarisation des bords préalablement écartés par les lèvres divergentes, éventuellement après leur rapprochement par des lèvres convergentes.

En ce qui concerne le pilotage de la diminution de volume d'un corps compressible ou coercible réalisé au moyen d'une enveloppe pouvant être remplie d'un fluide sous pression, l'invention prévoit, dans une première forme de réalisation, des orifices libres régulièrement répartis dans l'enveloppe, et autorisant un débit de fuite du fluide sous pression hors de cette dernière.

Dans une seconde forme de réalisation, si l'enveloppe se présente sous forme segmentée réalisée par un chapelet de soufflets, elle peut être munie d'au moins un clapet à ouverture commandée au niveau de chaque compartiment ou de chaque soufflet, pour libérer un débit de fuite du fluide sous pression hors de l'enveloppe.

La présente invention sera mieux comprise à l'aide d'exemples particuliers de mise en oeuvre, qui seront décrits ci-après, à titre non limitatif, dans le cadre d'une application à l'ensouillage d'une conduite dans un fond sous-marin, en référence aux figures annexées dans lesquelles:

les figures 1 et 2 représentent des vues schématiques en coupe transversales d'une conduite ou pipe-line disposée au fond d'une tranchée creusée dans un fond sous-marin respectivement de bonne et de faible cohésion, à la suite de la mise en oeuvre des procédés d'ensouillage connus,

la figure 3 représente une vue schématique en coupe longitudinale partielle d'une tranchée dont le soutènement des parois latérales est assuré selon un procédé et au moyen d'un dispositif selon l'invention,

11

les figures 4, 5, 6 et 7 représentent des vues schématiques en coupe transversales respectivement selon IV-IV, V-V, VI-VI et VII-VII de la figure 3,

la figure 8 représente une vue schématique en coupe longitudinale partielle d'un second exemple de réalisation d'un dispositif selon l'invention,

les figures 9 et 10 représentent des vues schématiques en coupe selon IX-IX et X-X de la figure 8,

les figures 11 et 12 représentent des vues partielles en coupe transversales de variantes de réalisations, et

les figures 13 et 14 représentent des vues en coupe longitudinales schématiques d'exemples de réalisations d'enveloppes de dispositifs selon l'invention.

En référence à la figure 1, la tranchée 1, à parois latérales 2 et 3 sensiblement verticales, a été creusée par un dispositif de creusement mécanique connu, du type permettant un fraisage, un dragage, ou par une charrue à soc, ou encore par un dispositif hydraulique connu, du type comportant des buses d'éjection d'eau sous haute pression, auquel est éventuellement associé un dispositif d'évacuation des matériaux extraits par le dispositif de creusement, dans un fond sous-marin 5, constitué de matériaux présentant une bonne cohésion, et un pipe-line 6 est positionné sur le fond 4 de la tranchée. L'ensouillage ainsi réalisé est obtenu par la mise en oeuvre des procédés connus présentés ci-dessus.

La figure 2 représente le résultat obtenu à la suite de la mise en oeuvre, sur un fond sous-marin 7 constitué de matériaux à faible cohésion, tels que du sable, des procédés et des dispositifs ayant convenablement permis de positionner le pipe-line 6 sur le fond d'une tranchée 1 à parois latérales 2 et 3 verticales, dans un fond sous-marin 5 présentant une bonne cohésion, comme représenté sur la figure 1.

Sur la figure 2, le pipe-line 6 repose sur le fond d'une dépression 8 de grande largeur et bordée sur ses deux côtés par des monticules 9 de matériaux du fond sous-marin 7, qui ont été déplacés. On constate qu'au prix du déplacement de volumes très importants de matériaux, et donc d'une consommation importante d'énergie, une protection convenable du pipe-line 6 n'est pas assurée, sauf si les matériaux des monticules 9 sont à nouveau déplacés pour remplir la dépression 8, de part et d'autre du pipe-line 6 et éventuellement par-dessus ce dernier, ce qui accroît considérablement la durée des travaux d'ensouillage, double pratiquement les volumes à déplacer et l'énergie consommée, et occasionne, en conséquence, des dépenses bien plus importantes.

Sur la figure 3, on a représenté schématiquement, à titre symbolique, un dispositif de creusement 10, utilisé pour creuser une tranchée 11 sous le pipe-line 6 préalablement disposé sur le fond sous-marin 12 de cohésion faible ou moyenne. Il est bien entendu que le dispositif de creusement utilisé peut être l'un de ceux tant mécaniques qu'hydrauliques, de type connu et présentés ci-dessus, qui sont actuellement utilisés à cet effet, en association avec un dispositif d'évacuation (non représenté) des matériaux extraits lors du creusement de la tranchée 11. L'ensemble du dispositif de creusement 10 et du dispositif d'évacuation est déplacé le long du pipe-line 6, et au fur et à mesure de l'avancement de la tranchée 11, une enveloppe 13, réalisée en un matériau souple et déformable, est amenée dans la tranchée 11, où elle est remplie avec de l'eau du milieu aquatique environnant, pour occuper tout le volume interne de la tranchée 11, en se substituant aux matériaux provenant du creusement de cette dernière et évacués.

L'enveloppe 13 se présente sous la forme d'une bande allongée, dont la largeur correspond

sensiblement au périmètre de la tranchée 11, et dont les bords latéraux portent les parties coopérantes d'un dispositif de fermeture à glissière. L'enveloppe 13 a été préalablement roulée sur elle-même après avoir
5 été pliée le long du milieu de sa largeur, de sorte que les parties coopérantes du dispositif de fermeture à glissière soient adjacentes, à l'extérieur du rouleau ainsi constitué, sans se trouver en état de coopération, c'est-à-dire sans que les bords latéraux de
10 la bande soient solidarisés l'un à l'autre. A l'état de cordon, l'enveloppe 13 a ensuite été stockée enroulée sur un rouleau de réserve 14, monté rotatif sur un support de surface 15, et duquel elle est déroulée et amenée dans une gaine de guidage 16, à l'entrée d'un
15 divergent 17, situé derrière le dispositif de creusement 10, et dont la sortie est tournée du côté opposé à celui où se trouve le front de taille de la tranchée.

Peu après l'entrée dans le divergent 17, les bords latéraux adjacents de la bande sont écartés l'un
20 de l'autre par un dispositif déflecteur 18 comprenant au moins une lèvre de divergence, en aval de laquelle débouche, dans la paroi du divergent 17, l'orifice de sortie d'un groupe de pompage et d'injection à gros débit
19, convenable et de type connu, porté par le châssis
25 du dispositif de creusement 10 qui se trouve entraîné par un support de surface, pouvant être celui 15 portant le rouleau de réserve 14. Le groupe 19 pompe, dans le milieu environnant, de l'eau qu'il injecte entre les deux bords latéraux écartés de l'enveloppe 13, de sorte
30 que cette dernière se déploie et s'applique contre la paroi du divergent 17. En même temps que se réalise le déploiement de l'enveloppe 13 dans le divergent 17, les bords latéraux de l'enveloppe 13 sont rapprochés l'un de l'autre par un dispositif à lèvres de convergence
35 20, qui tire un curseur 21 assurant la solidarisation des deux parties coopérantes du dispositif de fermeture à glissière, de sorte qu'en arrière du dispositif d'expansion, constitué par le divergent 17 et le groupe

de pompage et d'injection 19, l'enveloppe 13 se présente sous la forme d'un manchon ou boudin continu, rempli d'eau en légère surpression par rapport à la pression hydrostatique au niveau de la tranchée 11, dont le volume est ainsi occupé, de sorte que l'enveloppe 13, dont l'épaisseur peut être faible, soit appliquée avec une pression suffisante contre les parois latérales de la tranchée 11 qui ne peuvent s'effondrer.

On réalise ainsi une tranchée 11 à parois latérales sensiblement verticales ou peu inclinées sur la verticale, moulées par la présence dans la tranchée 11 du corps compressible ou coercible que constitue l'enveloppe 13 remplie d'eau.

Il faut noter qu'en raison du poids propre et de la flexibilité naturelle du pipe-line 6, ce dernier est en appui sur la partie supérieure de l'enveloppe 13 déployée, à une faible distance derrière l'ensemble en déplacement constitué par les dispositifs de creusement 10 et d'évacuation, le groupe de pompage et d'injection 19 et le divergent 17 entraînant le curseur 21, ce qui contribue à mettre l'enveloppe 13 en légère surpression par rapport au milieu environnant, comme cela apparaît sur la figure 4.

Des orifices libres, délimités par des petites ouvertures 22, éventuellement munies de canaux, régulièrement réparties le long de l'enveloppe 13, occupant la position supérieure de cette dernière lorsqu'elle est déployée, autorisent un débit de fuite vers le milieu liquide environnant. Ainsi, sous les effets combinés de son propre poids et de sa flexibilité naturelle, le pipe-line 6, rempli d'eau à cette occasion de sorte que sa densité apparente soit en général supérieure ou égale à 1,4, assure la compression de l'enveloppe 13 et sa diminution de volume, dans une mesure d'autant plus importante que la distance séparant le point considéré du dispositif d'expansion

est grande, comme cela apparaît sur les figures 4, 5 et 6. Le pipe-line 6 descend donc progressivement dans la tranchée 11, dans laquelle il se positionne sur l'enveloppe 13 pratiquement vidée de son eau, comme 5 représenté sur la figure 6. Ce pilotage de la descente du pipe-line 6 dans la tranchée 11, sous l'effet de son propre poids, a pour avantage que les déformations du pipe-line 6 sont réduites et que les contraintes de déformation restent inférieures aux contraintes 10 maximales admissibles. La tranchée 11 peut ensuite être comblée par des moyens appropriés, de type connu, mais ce résultat peut également être obtenu par les effets de la houle ou des courants sous-marins, de sorte que le pipe-line 6 ensouillé soit convenablement 15 protégé.

Si le pipe-line 6 présente un diamètre important, et donc si son poids apparent, lorsqu'il est rempli d'eau, est important, il n'est pas indis- 20 pensable que des ouvertures telles que 22 soient prévues dans l'enveloppe 13 pour autoriser un débit de fuite permettant la diminution de volume de cette dernière. Cette diminution de volume sera obtenue, en raison du poids apparent important du pipe-line 6, qui, lors de sa descente dans la tranchée 11, poussera 25 devant lui, vers le front de taille de la tranchée 11, un certain volume d'eau facilitant le déploiement et le remplissage de l'enveloppe 13 au niveau du dispositif d'expansion, de sorte que le groupe de pompage et d'injection 19 ne devra fournir qu'un débit complé- 30 mentaire.

Si l'enveloppe 13 stockée autour du rouleau de réserve 14 se présente sous la forme d'un manchon replié ou enroulé sur lui-même, et amené à l'entrée du divergent 17 par la gaine de guidage 16, le divergent 17 est alors équipé d'un dispositif défecteur 18 muni d'une lame coupante, découpant l'enveloppe 13 le long de l'une de ses génératrices, les deux bords de la découpe étant ensuite écartés par la ou les lèvres de divergence du dispositif défecteur 18, puis, après la sortie du groupe de pompage et d'injection 19, rapprochés et superposés sur une largeur suffisante par le dispositif à lèvres de convergence 20, pour qu'ils puissent être solidarisés l'un à l'autre, par exemple par un dispositif de soudage, remplaçant le curseur 21 de l'exemple précédemment décrit.

Pour éviter que les conséquences d'une déchirure ou d'une rupture accidentelle de l'enveloppe 13 déployée ne s'étendent aux parties de cette enveloppe en cours de déploiement ou devant être déployées dans les instants suivants, un dispositif de segmentation transversale 23 de l'enveloppe 13 est prévu derrière le curseur 21 ou le dispositif de solidarisation prévu à la sortie du divergent 17.

Ce dispositif de segmentation transversale 23 peut se présenter sous la forme d'un mécanisme de resserrement transversal, par exemple à diaphragme, associé à une noueuse automatique ligaturant une portion étranglée de l'enveloppe 13 de façon sensiblement étanche. Un tel dispositif peut être mis en oeuvre à intervalle régulier, et non seulement en cas de déchirure de l'enveloppe 13, de façon à donner à cette dernière l'aspect d'une suite de boudins compressibles.

Pour empêcher avec certitude l'effondrement des parois latérales de la tranchée 11, avant que

l'enveloppe 13 n'ait été suffisamment substituée aux matériaux extraits, de sorte qu'une pression convenable soit appliquée contre les parois latérales de la tranchée 11, un dispositif 24 de maintien temporaire des parois latérales de cette tranchée 11, et constitué par exemple d'un caisson, coffrage ou gabarit, présentant au moins deux flancs rigides et plans, déplacés parallèlement à eux-mêmes et chacun parallèlement à une paroi latérale de la tranchée 11, peut être entraîné le long du pipe-line 6 et sous ce dernier avec le dispositif de creusement 10, le dispositif d'évacuation et le groupe de pompape et d'injection 19. Le dispositif de maintien temporaire 24 est entraîné directement à la suite du dispositif de creusement 10, si le fond sous-marin 12 est d'une cohésion moyenne. Par contre, si ce dernier est d'une faible cohésion, le dispositif de maintien temporaire 24 est déplacé, dans le fond sous-marin 12, sous le pipe-line 6, de sorte que ses flancs plans découpent le fond sous-marin 12 de part et d'autre du pipe-line 6 en s'avancant le long de ce dernier, et le dispositif de creusement 10 est déplacé à la suite du dispositif de maintien temporaire 24, de sorte que la tranchée soit creusée entre les flancs rigides et plans du dispositif de maintien temporaire 24, l'enveloppe 13 étant introduite et déployée dans la tranchée 11 entre ces deux mêmes flancs. Dans ces conditions, le divergent 17 ainsi que le dispositif de segmentation transversale 23 sont tous deux portés par le dispositif de maintien temporaire 24 et déplacés avec ce dernier ainsi qu'avec le dispositif de creusement 10.

En référence aux figures 8 à 10, un autre exemple de réalisation du dispositif selon l'invention comprend un dispositif de creusement 30, de tout type convenable connu, porté par un châssis 31, représenté en pointillés, se déplaçant en étant guidé le long d'un pipe-line 6 par des capteurs magnétiques portés au bout

de bras transversaux 32, au moyen de chenilles 33 en appui de part et d'autre de la tranchée creusée 11. Le châssis 31 porte également, derrière le dispositif de creusement 30, un dispositif de maintien temporaire
5 des parois latérales de la tranchée, constitué par deux flancs rigides 34 et 35, essentiellement plans et repliés à leur partie inférieure pour venir s'appliquer contre le fond de la tranchée 11. Enfin, un conduit d'amenée 36 et un groupe de pompage à gros
10 débit 39 sont également portés par le châssis 31 derrière le dispositif de creusement 30. Le conduit d'amenée 36, coudé et muni d'un collecteur vertical 37 tronconique ainsi que d'un diffuseur horizontal 38, également tronconique et débouchant du côté opposé
15 à celui où se trouve le dispositif de creusement 30, s'étend sensiblement le long du flanc rigide 35. Ce conduit d'amenée 36 guide l'enveloppe 13, à l'état replié et enroulé sur elle-même, de sorte que les deux bords latéraux de la bande de matière souple qui la
20 constitue soient adjacents, superposés ou solidarisés à l'extérieur du cordon ainsi formé, vers la sortie d'une trompe d'injection 41 du groupe 39 aspirant l'eau du milieu environnant par sa conduite d'alimentation 40. La trompe d'injection 41 a la forme d'un entonnoir
25 aplati, s'étendant le long du flanc rigide 35, à l'intérieur de la tranchée 11, et sa sortie, débouchant vers l'intérieur de la tranchée 11, est délimitée par deux rebords latéraux 42 retroussés sur eux-mêmes et ayant, du côté du diffuseur 38, la forme de deux
30 lèvres de divergence, et, de l'autre côté, celle de deux lèvres de convergence, pour assurer respectivement l'écartement puis le rapprochement et éventuellement la superposition des deux bords latéraux de l'enveloppe 13, de sorte que la trompe d'injection 41 débouche entre
35 ces deux bords écartés pour assurer le déploiement, le remplissage et la mise sous pression de l'enveloppe 13 dans la tranchée 11, entre les deux flancs rigides 34 et

34 et sous le pipe-line 6.

Pour éviter un déploiement intempestif de l'enveloppe 13 avant sa pénétration dans le conduit de guidage 36, l'enveloppe repliée est enroulée sur elle-même est disposée dans une gaine frangible 43 ou retenue dans des ligatures frangibles 44 régulièrement espacées, cette gaine 43 et/ou ces ligatures 44 étant rompues dans le conduit d'amenée 36 pour permettre l'écartement des bords de l'enveloppe 13.

Grâce à la légère surpression régnant dans l'enveloppe 13 déployée, les bords 45, 46 de cette dernière peuvent être maintenus appliqués contre l'une des parois ou contre le fond de la tranchée 11, soit en étant simplement adjacents soit en étant légèrement superposés, comme représenté sur les figures 11 et 12, si l'on ne juge pas nécessaire de les solidariser l'un à l'autre, comme représente schématiquement sur les figures 4 à 7.

Il faut noter que la réalisation de l'enveloppe 13 n'est pas limitée à la forme d'un boudin compressible, également susceptible d'être rempli grâce à une alimentation centrale, mais que, comme représenté sur la figure 13, des parois transversales 47 peuvent être prévues dans l'enveloppe 13, de façon à constituer des compartiments longitudinaux, dont chacun est équipé d'un clapet 49, de surpression ou à ouverture commandée.

Dans le cas où l'enveloppe 13 se présente sous la forme d'une bande allongée, stockée dans la réserve 14 avec ses deux bords latéraux, tels que 45 et 46, solidarisés par un dispositif de fermeture à glissières, le dispositif d'expansion peut comprendre, un curseur d'ouverture, assurant la désolidarisation des bords latéraux, ensuite écartés par tout dispositif approprié, ainsi qu'un curseur de fermeture, assurant la solidarisation des bords latéraux après leur rapprochement par tout dispositif approprié venant en aval du débouché du groupe

de pompage et d'injection, de sorte que les deux curseurs remplissent, à la suite l'un de l'autre des fonctions opposées, permettant d'obtenir une enveloppe 13 déployée, remplie et fermée à partir d'une enveloppe stockée repliée, vidée et fermée.

Plutôt que l'utiliser une enveloppe 13 repliée transversalement et enroulée sur elle-même, il est également possible d'utiliser une enveloppe repliée longitudinalement, en accordéon, sur elle-même. Comme représenté sur la figure 14, l'enveloppe peut alors se présenter sous la forme d'une succession de portions cylindriques 50, stockées repliées et comprimées longitudinalement chacune sur elle-même, et amenées chacune à l'état comprimé, dans la tranchée où elles sont déployées, chaque portion cylindrique 50 étant équipée d'un clapet 51 autorisant le débit de fuite pour le positionnement de la conduite dans la tranchée. Les portions cylindriques 50 d'enveloppe peuvent se présenter sous forme de chapelets, éventuellement alimentés en cassettes.

Il est à noter que le procédé et le dispositif de soutènement selon l'invention sont avantageusement associés respectivement à un procédé et à un dispositif de creusement de tranchée, de tout type convenable connu, pour constituer un procédé et un dispositif d'ensouillage de conduites sur chantiers dit "off shore" comme "terrestre", le procédé selon l'invention se substituant avantageusement, dans ce dernier cas, au procédé de tranchée "à la boue", en particulier pour des tranchées de profondeur relativement faible.

REVENDEICATIONS

1.- Procédé de soutènement provisoire des parois latérales d'une tranchée (11) à la suite de creusement de cette dernière dans un sol, en particulier un fond sous-marin (12) constitué de matériaux présentant une faible cohésion, pour l'ensouillage d'une conduite (6), telle qu'un oléoduc ou pipe-line dans la tranchée (11), caractérisé en ce qu'il consiste à substituer un corps compressible ou coercible aux matériaux extraits de la tranchée (11), au fur et à mesure de l'avancement de cette dernière, de sorte que ce corps, par sa présence ou par la pression qu'il exerce sur les parois latérales de la tranchée (11), empêche l'effondrement de ces dernières, puis à piloter la réduction de volume de ce corps pour autoriser la descente et le positionnement de la conduite (6) dans la tranchée (11), ainsi que l'effondrement des parois latérales et éventuellement le comblement et cette dernière.

2.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à déplacer, avec l'avancement de la tranchée (11), des moyens (24, 34-35) de maintien temporaire des parois latérales de la tranchée (11) empêchant leur effondrement avant que le corps compressible ou coercible n'ait été mis en place dans la tranchée (11).

3.- Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'il consiste à utiliser comme corps compressible ou coercible un corps expansible disposé à l'état contracté ou comprimé dans la tranchée (11), et dont l'augmentation de volume est pilotée entre les deux parois latérales de cette dernière pour empêcher leur effondrement.

4.- Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il consiste à utiliser comme corps expansible une enveloppe (13) d'une matière souple et

déformable amenée progressivement dans la tranchée (11) à l'état replié ou enroulé sur elle-même, puis remplie d'un fluide à une pression au moins égale à la pression hydrostatique au niveau de la tranchée (11).

- 5 5.- Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la conduite (6) se positionne dans la tranchée (11) sous l'effet de son propre poids, en réduisant le volume du corps compressible ou coercible.
- 10 6.- Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il consiste de plus à créer un débit de fuite du fluide hors de l'enveloppe (13) pour commander la réduction de volume du corps compressible ou coercible.
- 15 7.- Procédé selon l'une des revendications 4 et 6, mis en oeuvre sur un fond sous-marin, caractérisé en ce qu'on utilise le liquide disponible dans le milieu environnant comme fluide de remplissage de l'enveloppe (13).
- 20 8.- Dispositif de soutènement provisoire des parois latérales d'une tranchée (11), à la suite du creusement de cette dernière dans un sol, en particulier un fond sous-marin (12) constitué de matériaux présentant une faible cohésion, au moyen d'un
25 dispositif de creusement (10, 30), pour l'ensouillage d'une conduite (6), telle qu'un oléoduc ou pipe-line, dans la tranchée (11), pour la mise en oeuvre du
procédé selon la revendication 1 précédente, caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif de
30 substitution d'un corps compressible ou coercible aux matériaux extraits de la tranchée creusée (11),

ainsi éventuellement qu'un dispositif de commande de la réduction de volume de ce corps, lorsque cette fonction n'est pas assurée par le poids propre de la conduite (6), le dispositif de substitution et éventuellement le dispositif de commande de la réduction de volume étant de préférence déplacés avec le dispositif de creusement (10, 30).

9.- Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif (24) de maintien temporaire des parois latérales de la tranchée (11), sous la forme d'un gabarit, caisson ou coffrage, présentant au moins deux flancs rigides (34, 35) déplacés en même temps que le dispositif de creusement (10, 30), parallèlement à eux-mêmes et chacun parallèlement à une paroi latérale de la tranchée (11) dont il empêche l'effondrement, et entre lesquels le dispositif de substitution du corps compressible ou coercible assure le positionnement de ce dernier dans la tranchée (11).

10.- Dispositif selon l'une des revendications 8 et 9, caractérisé en ce que le dispositif de substitution du corps compressible ou coercible comprend un dispositif d'expansion d'un corps expansible disposé à l'état contracté ou comprimé dans la tranchée (11) par un dispositif d'amenée (16, 36).

11.- Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce que le dispositif d'expansion comprend un divergent (17) à l'entrée duquel le corps expansible se présente à l'état comprimé ou contracté.

12.- Dispositif selon l'une des revendications 10 et 11, caractérisé en ce que le dispositif d'expansion comprend un dispositif de pompage et d'injection (19, 39) d'un fluide sous pression dans le corps expansible, constitué par une enveloppe (13) d'une matière souple et déformable, progressivement amenée dans la tranchée (11) à l'état replié ou enroulé sur elle-même, par le dispositif d'amenée (16, 36), à partir d'une réserve (14), de préférence déplacée en même temps que le dispositif d'amenée (16, 36) le dispositif

d'expansion, et éventuellement le dispositif de commande de la réduction de volume et le dispositif de maintien temporaire (24).

13.- Dispositif selon la revendication 12
5 telle que rattachée à la revendication 11, caracté-
risé en ce que le dispositif de pompage et d'injection
(19) du fluide sous pression débouche dans le diver-
gent (17) et coopère avec ce dernier pour assurer le
passage de l'enveloppe (13) de l'état replié ou enroulé
10 sur elle-même à l'état déployé, contre les parois de
la tranchée (11).

14.- Dispositif selon l'une des revendi-
cations 12 et 13, caractérisé en ce que l'enveloppe (13)
est maintenue à l'état replié ou enroulé sur elle-même
15 dans des ligatures (44) ou dans une gaine (43) frangibles
qui sont rompues avant l'entrée dans le dispositif
d'expansion.

15.- Dispositif selon l'une des revendi-
cations 13 et 14, caractérisé en ce qu'un dispositif
20 de resserrement transversal (23) de l'enveloppe (13)
est prévu à la sortie du dispositif d'expansion.

16.- Dispositif selon l'une des revendica-
tions 12 à 15, caractérisé en ce que l'enveloppe (13)
se présente sous la forme d'un manchon de section essen-
25 tiellement cylindrique à l'état déployé.

17.- Dispositif selon la revendications 16,
caractérisé en ce que l'enveloppe (13) est segmentée
en compartiments longitudinaux (48).

18.- Dispositif selon l'une des revendica-
30 tions 12 à 15, caractérisé en ce que l'enveloppe (13)
se présente sous la forme d'une succession de soufflets
(50) comprimés longitudinalement, et amenés en chapelet
dans le dispositif d'expansion et dans la tranchée (11)
où ils déployés à la suite les uns des autres.

19.- Dispositif selon l'une des revendi-
cations 16 à 18, caractérisé en ce que le dispositif
35

de pompage et d'injection assure l'alimentation centrale de l'enveloppe (13).

20.- Dispositif selon l'une des revendications 12 à 17, caractérisé en ce que l'enveloppe (13) se présente sous la forme d'une bande allongée, stockée dans la réserve (14) avec ses deux bords latéraux rapprochés ou superposés, et en ce que le dispositif d'expansion comprend au moins deux lèvres divergentes assurant l'écartement des bords latéraux de la bande, et entre lesquels débouche le dispositif de pompage et d'injection (19, 39).

21. - Dispositif selon l'une des revendications 12 à 17, caractérisé en ce que l'enveloppe (13) se présente sous la forme d'une bande allongée, stockée dans la réserve (14) avec ses deux bords latéraux (45, 46) solidarisés, éventuellement par un dispositif de solidarisation, par exemple à glissière, autorisant leur désolidarisation, et en ce que le dispositif d'expansion comprend un dispositif d'ouverture (18, 42), de la bande muni d'au moins deux lèvres divergentes assurant l'écartement des bords de l'ouverture, et entre lesquelles débouche le dispositif de pompage et d'injection (19, 39), le dispositif d'ouverture (18, 42) comprenant éventuellement un moyen de commande de la désolidarisation des bords latéraux (45, 46) solidarisés par le dispositif de solidarisation.

22.- Dispositif selon l'une des revendications 20 et 21, caractérisé en ce que le dispositif d'expansion comprend également au moins deux lèvres convergentes (20, 42) assurant le rapprochement, et éventuellement la superposition, en regard d'une paroi de la tranchée (11) contre laquelle ils sont appliqués par la pression du fluide injecté, des bords écartés par les lèvres divergentes.

23.- Dispositif selon l'une des revendications 20 et 21, caractérisé en ce que le dispositif d'expansion comprend également un dispositif de solidarisation (21) des bords écartés par les lèvres divergentes.

24.- Dispositif selon l'une des revendications 12 à 23, caractérisé en ce que des orifices libres (22) régulièrement répartis dans l'enveloppe (13) autorisent un débit de fuite du fluide sous pression hors de l'enveloppe (13).

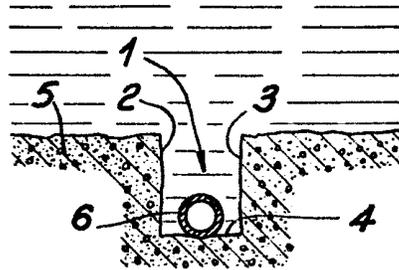


Fig. 1

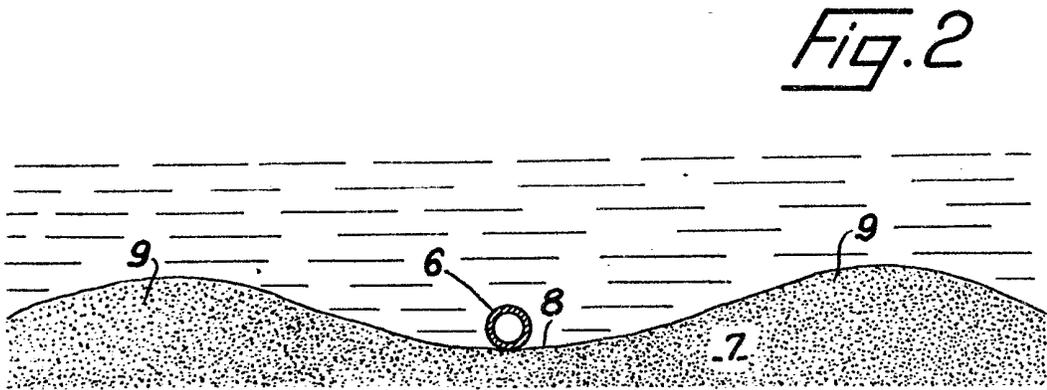


Fig. 2

Fig. 4

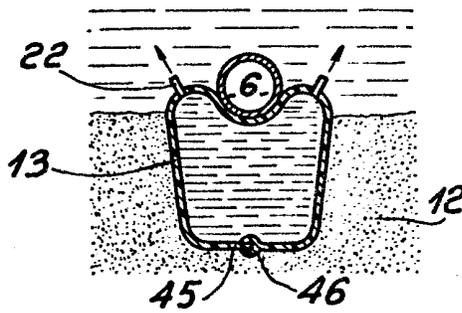


Fig. 5

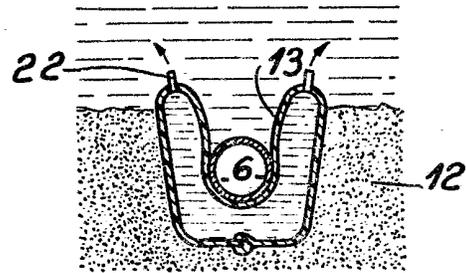


Fig. 6

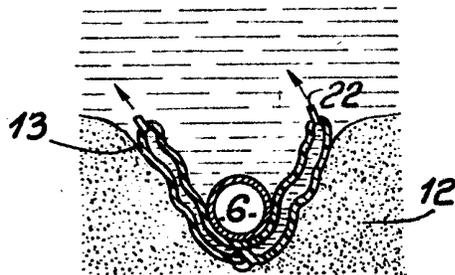


Fig. 7

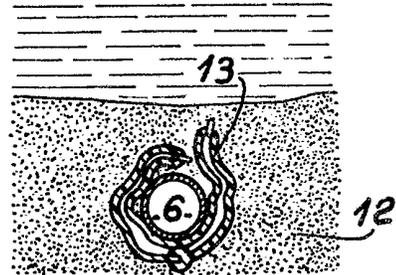


FIG. 3

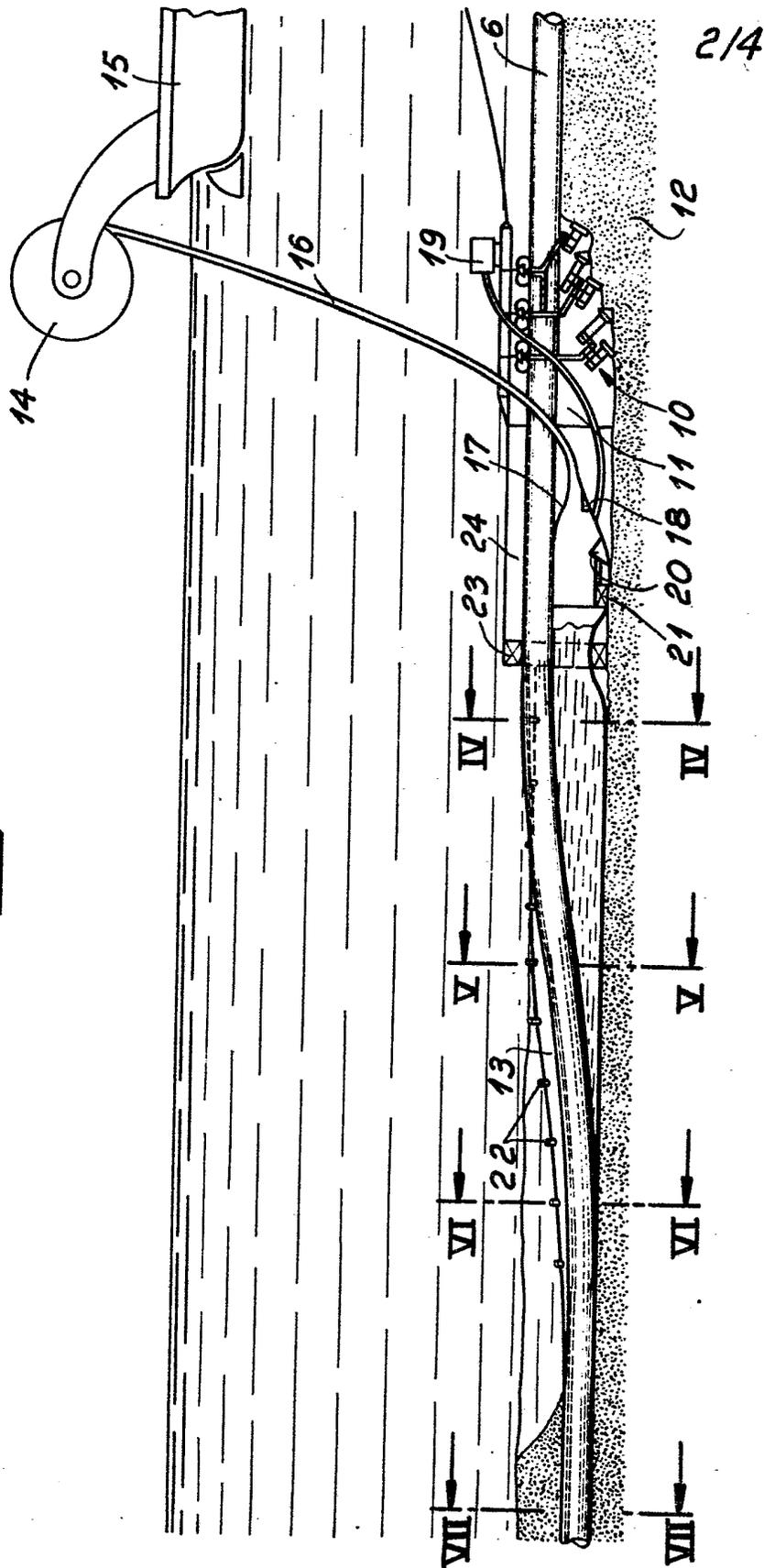


Fig. 8

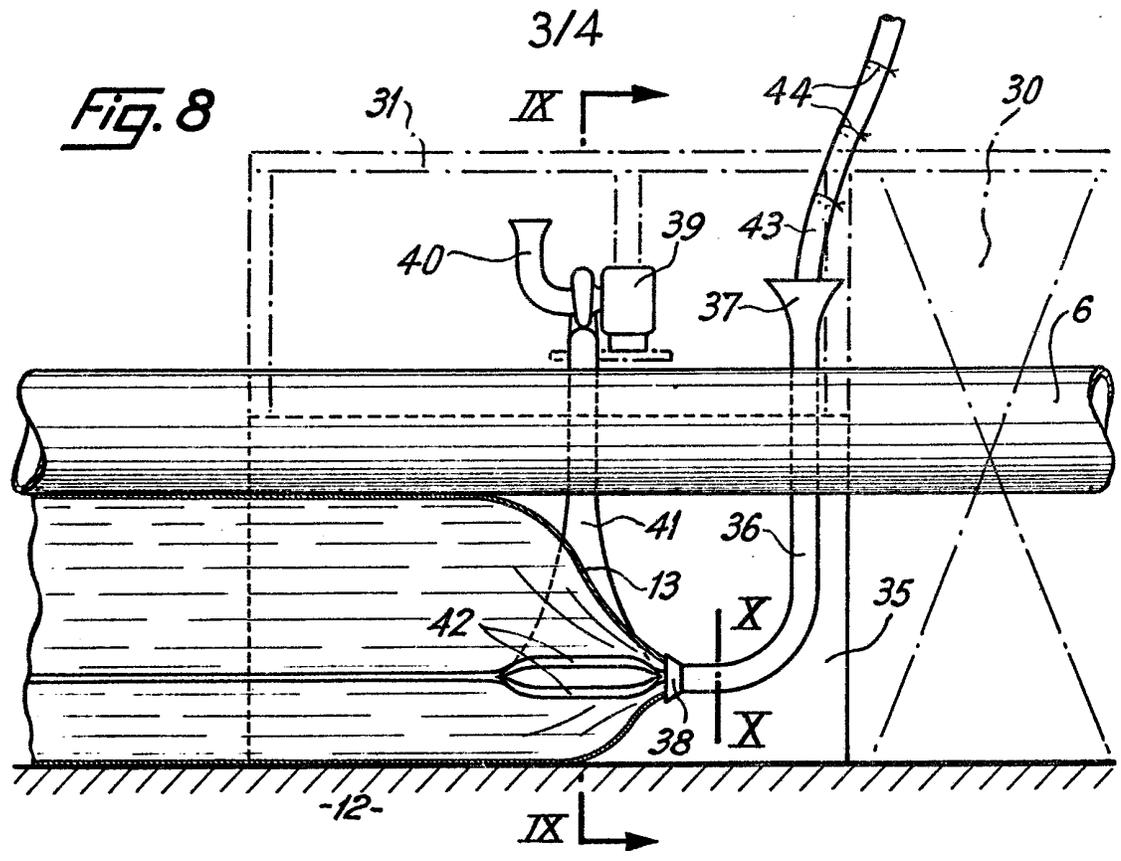


Fig. 9

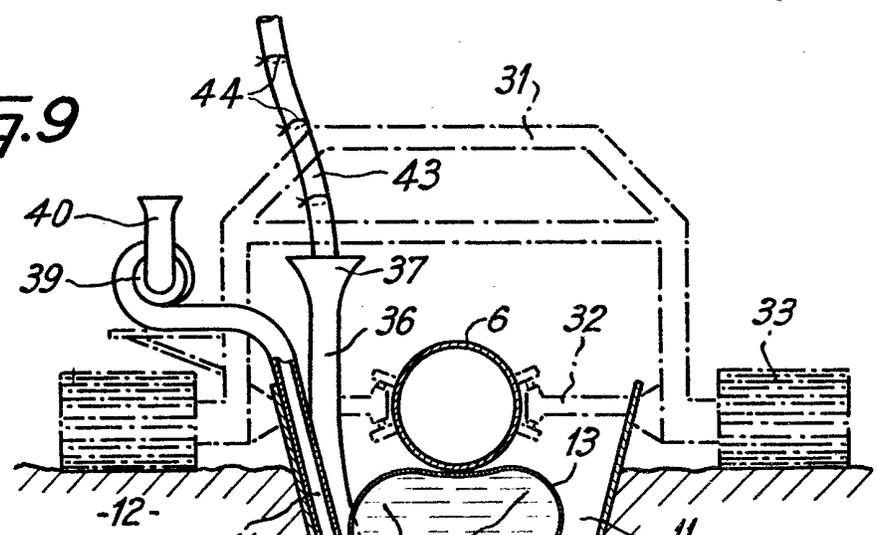


Fig. 10

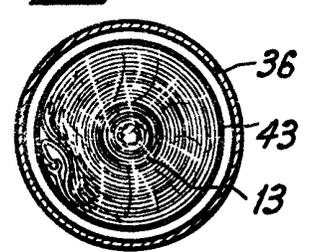


Fig. 11

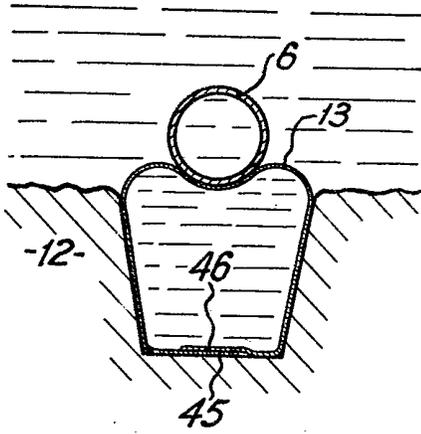


Fig. 12

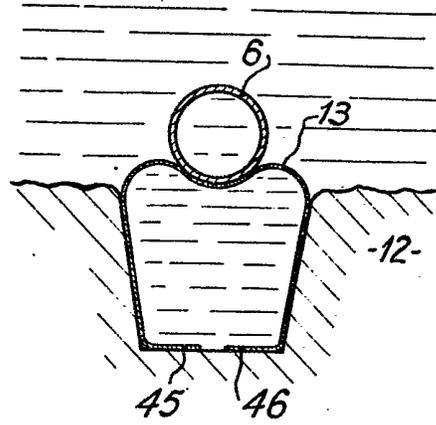


Fig. 13

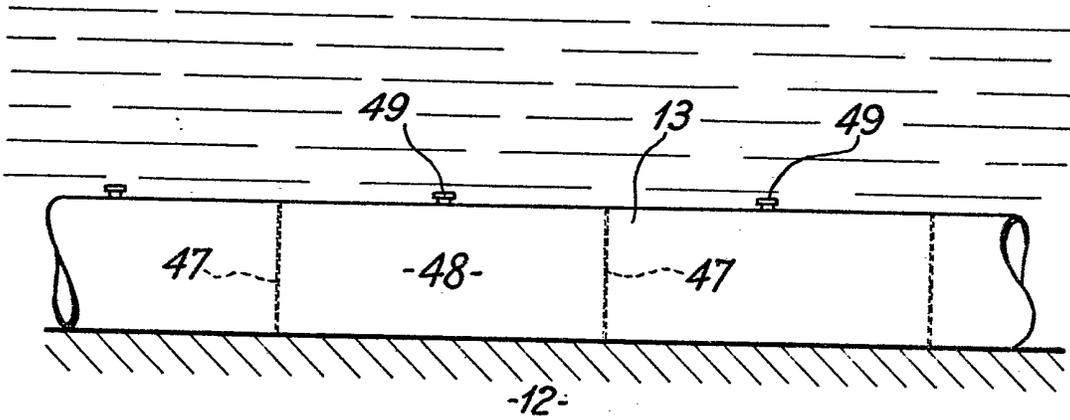


Fig. 14

