

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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
23 novembre 2006 (23.11.2006)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2006/123045 A2

(51) Classification internationale des brevets :
F04B 17/04 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2006/001087

(22) Date de dépôt international : 15 mai 2006 (15.05.2006)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0504937 17 mai 2005 (17.05.2005) FR

(71) Déposants (pour tous les États désignés sauf US) :
BERTIN TECHNOLOGIES [FR/FR]; Parc d'Activités
du Pas du Lac, 10bis, avenue Ampère, F-78180 Mon-
tigny-Le-Bretonneux (FR). **TOTAL SA** [FR/FR]; 2, place
de la Coupole, La Défense 6, F-92400 Courbevoie (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **BOUGY,
Jean-Jacques** [FR/FR]; 28, Domaine de la Boissière,
F-78890 Garancières (FR). **CHASTANG, Georges**
[FR/FR]; 16, allée du Forgeron, F-78310 Coignières (FR).

KUNC, Thierry [FR/FR]; 39, rue Exelmans, F-78000
Versailles (FR). **PELLEAU, Ronan** [FR/FR]; 64, avenue
de Saxe, F-75015 Paris (FR). **BEAUQUIN, Jean-Louis**
[FR/FR]; Chemin Massou, F-64110 Saint-Faust (FR).
DOREMUS, Bernard [FR/FR]; 20, chemin du Bois,
F-64160 Maucor (FR).

(74) Mandataires : **RAMEY, Daniel** etc.; Ernest Gutmann-
Yves Plasseraud SAS, 3, rue Auber, F-75009 Paris (FR).

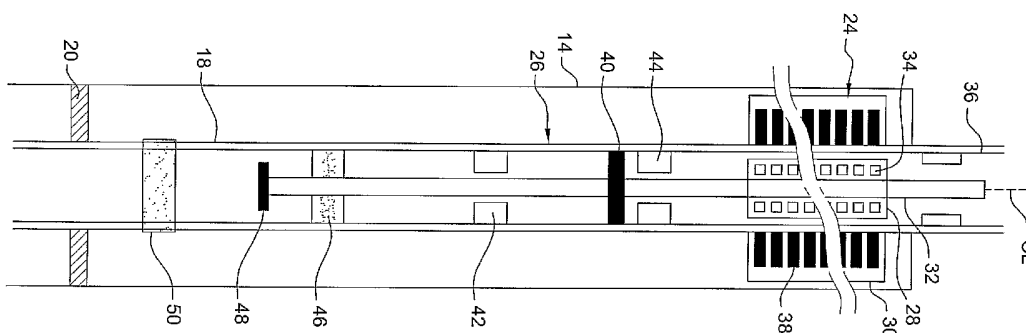
(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG,
KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY,
MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),
européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,
FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: INSTALLATION FOR PUMPING LIQUID AT THE BOTTOM OF WELLS

(54) Titre : INSTALLATION DE POMPAGE DE LIQUIDE EN FOND DE PUTS



(57) Abstract: The invention relates to an installation for pumping liquid at the bottom of a well, particularly of an oil well, comprising a linear electric motor (24) and a flap-valve pump (26) whose piston (40) is driven in a reciprocating motion by the moving element of the electric motor, this moving element and the piston (40) of the pump being guided in a cylindrical sleeve (36) axially extending inside the stator of the electric motor and of the pump body, this sleeve and the components of the motor and of the pump it contains can be raised to the surface by means of a hoisting cable attached to the upper end of the moving element of the motor (24).

(57) Abrégé : Installation de pompage de liquide au fond d'un puits, en particulier d'un puits pétrolier, comprenant un moteur électrique linéaire (24) et une pompe (26) à clapets dont le piston (40) est entraîné en mouvement alternatif par l'équipage mobile du moteur électrique, cet équipement mobile et le piston (40) de la pompe étant guidés dans un fourreau cylindrique (36) s'étendant axialement à l'intérieur du stator du moteur électrique et du corps de la pompe, ce fourreau et les composants du moteur et de la pompe qu'il contient pouvant être remontés en surface au moyen d'un câble de levage accroché à l'extrémité supérieure de l'équipage mobile du moteur (24).



WO 2006/123045 A2



RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

- *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport*

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

Installation de pompage de liquide en fond de puits

L'invention concerne une installation de pompage en fond de puits, en particulier d'un puits de pétrole, cette installation comprenant un moteur
5 électrique linéaire et une pompe à clapets dont le piston est entraîné par le moteur électrique, l'ensemble formé par le moteur et par la pompe étant immergé en fond de puits.

On a déjà proposé d'assister la remontée en surface des hydrocarbures depuis le fond d'un puits au moyen d'une pompe à moteur
10 électrique installée au fond du puits. Comme les effluents à remonter en surface sont naturellement agressifs et corrosifs, les risques de détérioration des câbles électriques et de courts-circuits électriques, d'usure mécanique et de rupture de pièces de la pompe et du moteur sont relativement importants et il faut que la pompe et le moteur ou au moins
15 certains de leurs composants puissent être remontés à la surface à des fins de maintenance, cette opération de remontée devant être aussi simple et rapide que possible pour réduire les coûts et les durées d'arrêt de production du puits et pour être réalisable avec un câble de levage, sans matériel lourd qu'il faudrait faire venir et installer sur place.

20 Pour augmenter la durée de service de cette installation entre les opérations de maintenance, il est également souhaitable de protéger autant que possible certains composants de la pompe et du moteur, en évitant de les mettre en contact avec les effluents pétroliers.

La présente invention a notamment pour but de répondre à ce
25 besoin.

Elle a pour objet une installation du type précité, comprenant un ensemble moteur électrique-pompe immergé en fond de puits et dont les composants soumis aux risques d'usure et de panne sont agencés et regroupés pour pouvoir être retirés du puits et redescendus au fond
30 facilement et rapidement au moyen d'un câble de levage et sans qu'il soit nécessaire d'extraire le tubage mis en place dans le puits.

L'invention a également pour objet une installation du type précité,

qui puisse être mise en place dans un puits qui n'est pas parfaitement rectiligne et vertical, mais qui peut s'incliner plus ou moins en oblique par rapport à la verticale, de façon irrégulière depuis la surface.

Elle propose à cet effet une installation de pompage de liquide au
5 fond d'un puits, en particulier d'un puits pétrolier, comprenant un moteur électrique linéaire et une pompe à clapets qui sont immergés en fond de puits, le moteur comprenant un stator porté par un tubage installé dans le puits et un équipement mobile déplaçable en mouvement alternatif, et la pompe comprenant un corps cylindrique porté par le tubage précité et un
10 piston relié à l'équipage mobile du moteur et entraîné par celui-ci, caractérisée en ce que l'équipage mobile du moteur est guidé en déplacement dans une partie supérieure d'un fourreau cylindrique qui s'étend axialement à l'intérieur du stator du moteur et du corps de la pompe, la partie inférieure du fourreau servant au guidage du piston de la
15 pompe et portant les clapets de la pompe, cette partie inférieure du fourreau étant solidarizable par des moyens commandés de verrouillage avec le corps de la pompe et en étant désolidarisable par commande des moyens de verrouillage pour permettre de ramener à la surface le fourreau ainsi que l'équipage mobile du moteur et le piston et les clapets de la
20 pompe, au moyen d'un câble de levage accroché à l'extrémité supérieure de l'équipage mobile du moteur.

L'installation selon l'invention permet de ne remonter en surface que les composants mobiles du moteur et de la pompe, en laissant leurs composants fixes dans le puits, de sorte que cette remontée peut se faire
25 rapidement et simplement au moyen d'un câble de levage accroché par des moyens classiques à l'extrémité supérieure de l'équipage mobile du moteur.

Selon une autre caractéristique de l'invention, la partie supérieure du fourreau est isolée de façon étanche de sa partie inférieure et de l'espace
30 environnant et contient un agent de lubrification.

Ainsi, seuls les composants mobiles de la pompe (piston et clapets) sont au contact des effluents pétroliers et sont soumis à la corrosion, les

composants mobiles du moteur en étant isolés et protégés, ce qui prolonge la durée de vie du moteur et réduit et simplifie les opérations de maintenance.

Selon encore une autre caractéristique de l'invention, des voies de passage vers la surface du liquide pompé sont formées autour de la partie supérieure du fourreau dans le stator du moteur et sur toute la longueur de celui-ci.

Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, le stator du moteur comprend deux tubes cylindriques coaxiaux respectivement interne et externe, entre lesquels sont disposés des bobines électriques entourant le tube intérieur, et des tubes parallèles de passage du liquide pompé, répartis autour des bobines entre celles-ci et le tube extérieur.

L'équipage mobile du moteur comprend avantageusement un tube central portant une série d'aimants permanents et des moyens de guidage en déplacement alternatif dans la partie supérieure du fourreau, ce tube central formant également une voie de passage du liquide pompé.

Ce tube central est en matériau magnétique, par exemple en fer doux. Le fourreau est quant à lui en matériau amagnétique, par exemple en titane.

Cet ensemble de voies de passage permet la remontée du liquide pompé, avec des pertes de charge minimales.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le piston de la pompe est tubulaire et fixé par des moyens d'encliquetage élastique sur un embout cylindrique d'une tige de piston reliée à l'équipage mobile du moteur, cet embout étant désolidarisé du piston de la pompe dans un sens de déplacement quand l'effort appliqué au piston dépasse une valeur limite prédéterminée et formant alors un piston d'un amortisseur hydraulique dont le corps cylindrique est formé par le piston de la pompe.

Avantageusement, l'embout désolidarisé du piston de la pompe est resolidarisé automatiquement à ce piston par encliquetage élastique, lors du déplacement de la tige de piston dans le sens opposé.

On évite ainsi des chocs violents du piston de la pompe en fin de

course, en cas de perte de contrôle de position du moteur linéaire.

La pompe de l'installation selon l'invention est avantageusement une pompe à double effet et son piston est déplacé en mouvement alternatif entre un jeu de clapets supérieur et un jeu de clapets inférieur, chaque jeu
5 de clapets délimitant avec une extrémité du piston un volume de pompage dans le fourreau et comprenant au moins un premier clapet monté dans un passage de remplissage du volume de pompage et au moins un second clapet monté en sens inverse du premier clapet dans un passage de sortie du volume de pompage.

10 Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, le premier clapet de chaque jeu est monté dans un passage axial et comprend une tête annulaire centrale de fermeture de ce passage, ce clapet étant traversé à coulissement de façon étanche par la tige du piston.

Chaque jeu de clapets comprend plusieurs seconds clapets montés
15 dans des passages de sortie agencés autour de l'axe de la pompe, ces passages de sortie étant dans un même plan transversal pour chaque jeu de clapets et les seconds clapets étant des clapets à billes.

Avantageusement, pour chaque jeu de clapets, les passages de sortie sont regroupés dans une partie de l'espace annulaire compris entre
20 la tige de piston et le fourreau, le reste de cet espace annulaire formant un logement destiné à recevoir une partie en saillie de l'extrémité correspondante du piston, pour réduire le volume mort en fin de course du piston.

Le moteur électrique linéaire de l'installation selon l'invention peut
25 avoir une longueur relativement importante, par exemple d'une trentaine de mètres dans un exemple de réalisation, et il est donc avantageux que le fourreau et l'équipage mobile de ce moteur électrique soient formés d'éléments modulaires reliés bout à bout par des raccords vissés, ces éléments ayant chacun une longueur de par exemple dix à douze mètres
30 environ, pour faciliter leur transport et leur manipulation.

Pour assurer le raccordement bout à bout et la désolidarisation des différents éléments modulaires du fourreau et de l'équipage mobile du

moteur, un sas est constitué en partie supérieure du cuvelage du puits pour accueillir l'ensemble de l'équipage mobile. Ce sas est situé entre la tête du puits et une vanne commandée à distance, placée à une profondeur légèrement supérieure à la longueur de l'équipage mobile soit par exemple
5 à 40 mètres environ en dessous de la tête de puits. Après remontée de l'équipage mobile dans la zone du sas, la vanne est fermée pour assurer l'étanchéité du puits et permettre les déconnexions successives des différents éléments modulaires en sécurité. L'opération inverse est effectuée lors de l'introduction de l'ensemble mobile dans le puits.

10 La présence de ce sas associé à un ensemble mobile à éléments modulaires présente l'intérêt de limiter la hauteur des outillages à placer au-dessus de la tête de puits à une valeur voisine de celle de la longueur des différents éléments modulaires de l'équipage mobile.

L'invention sera mieux comprise et d'autres caractéristiques, détails
15 et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement à la lecture de la description qui suit, faite à titre d'exemple en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique en coupe axiale d'un puits de pétrole équipé d'une installation selon l'invention ;
- 20 - la figure 2 est une vue schématique et simplifiée de cette installation ;
- les figures 3, 4 et 5 sont des vues schématiques en coupe axiale d'un mode de réalisation de l'installation et représentent respectivement la partie inférieure du moteur électrique, la partie supérieure et la partie
25 inférieure de la pompe ;
- la figure 6 est une vue schématique en coupe transversale du moteur électrique ;
- la figure 7 est une vue schématique en coupe axiale, à plus grande échelle, d'un ensemble de clapets de la pompe ;
- 30 - la figure 8 est une vue schématique en coupe transversale selon la ligne VIII-VIII de la figure 7 ;
- la figure 9 est une vue en coupe transversale des moyens de

guidage anti-rotation de la tige de piston de la pompe ;

- la figure 10 est une vue en coupe transversale de la pompe selon la ligne X-X de la figure 5 et de la figure 7 ;

- la figure 11 est une demi-vue schématique en coupe axiale des
5 moyens d'ancrage de la partie inférieure du fourreau ;

- les figures 12 et 13 sont des vues schématiques d'une vanne de dérivation installée dans l'installation selon l'invention, et représentée en position ouverte en figure 12 et en position fermée en figure 13.

On se réfère d'abord à la figure 1 pour décrire de façon générale la
10 structure d'un puits de pétrole et d'une installation de pompage selon l'invention, ce puits étant foré depuis la surface 10 du sol sur une grande profondeur, par exemple de 1500 mètres, et comprenant un cuvelage 12
formé par une série de tubes cylindriques placés bout à bout, ayant par exemple un diamètre extérieur de 9 pouces (228,6mm). L'extrémité
15 inférieure de ce cuvelage est équipée d'un tube 14 de plus faible diamètre, par exemple 7 pouces (177,8mm) qui s'étend jusqu'à un gisement pétrolifère 16 et dont l'extrémité inférieure comporte des orifices d'entrée des effluents pétroliers qui tendent à remonter à l'intérieur du tube 14 vers la surface. Un tubage 18 d'un diamètre extérieur de 3,5 pouces (88,9mm)
20 par exemple s'étend depuis la surface jusqu'au voisinage du gisement pétrolifère à l'intérieur du cuvelage 12 et du tube 14 et est immobilisé de façon étanche en partie inférieure du tube 14 au moyen d'un organe d'obturation 20 appelé communément « packer » qui empêche les remontées d'effluents pétroliers et les obligent à passer à l'intérieur du
25 tubage 18, dont l'extrémité supérieure est raccordée à une tête de puits 22 d'un type classique.

Un peu au dessus du joint 20, le tubage 18 est raccordé à une installation de pompage de liquide facilitant la remontée des effluents pétroliers jusqu'à la tête du puits 22, cette installation comprenant
30 essentiellement un moteur électrique linéaire 24 alimenté en énergie électrique depuis la surface et une pompe 26 entraînée par le moteur 24 et située immédiatement en dessous ou en amont de celui-ci.

L'installation selon l'invention est représentée de façon simplifiée en figure 2 où l'on retrouve le tube cylindrique 14 qui s'étend jusqu'au gisement pétrolifère, l'organe d'obturation étanche 20 monté entre le tube 14 et le tubage 18, le moteur électrique 24 et la pompe 26.

5 Le moteur électrique 24 est un moteur linéaire, comprenant un équipage mobile 28 déplaçable en mouvement alternatif dans un stator 30, l'équipage mobile 28 comprenant essentiellement un tube central 32 portant une série d'aimants permanents 34 et des moyens de guidage en déplacement axial alternatif dans la partie supérieure d'un fourreau
10 cylindrique 36 s'étendant axialement à l'intérieur du tubage 18 et du stator 30, de façon fixe par rapport à ces derniers.

Le stator 30 comprend une série de bobines électriques 38 superposées le long de l'axe du moteur et logées entre un tube cylindrique intérieur et un tube cylindrique extérieur coaxiaux, le tube cylindrique
15 intérieur ayant sensiblement les mêmes dimensions que le tubage 18 et étant porté par celui-ci.

La pompe 26 est une pompe à piston et à clapets, à double effet, le piston 40 de la pompe étant porté par une tige axiale raccordée à l'équipage mobile du moteur et guidé en mouvement alternatif de façon
20 étanche dans la partie inférieure du fourreau 36 entre un jeu de clapets inférieur 42 et un jeu de clapets supérieur 44, la partie inférieure de la tige du piston s'étendant en dessous de la pompe 26 et étant guidée axialement par des moyens 46 pouvant également constituer des moyens d'immobilisation de la tige de piston en rotation autour de son axe,
25 l'extrémité inférieure de cette tige comportant des moyens 48 d'amortissement de fin de course.

L'extrémité inférieure du fourreau 36 comporte des moyens 50 de verrouillage ou d'ancrage sur le corps de la pompe, ces moyens 50 étant représentés plus en détail en figure 9 et étant à commande hydraulique
30 depuis la surface.

Comme on le verra de façon plus détaillée dans ce qui suit, l'ensemble des composants mobiles du moteur électrique 24 et de la

pompe 26 est contenu à l'intérieur du fourreau 36 ou porté par celui-ci et peut être remonté à la surface avec celui-ci au moyen d'un câble de levage CL d'un type classique descendu depuis la surface et dont l'extrémité inférieure peut être accrochée sur l'extrémité supérieure de l'équipage mobile 28 du moteur électrique au moyen d'un système classique.

Un mode de réalisation préféré de l'invention est représenté aux figures 3 à 13, auxquelles on se réfèrera pour la suite de la description.

La structure du moteur électrique 24 est représentée en partie supérieure de la figure 3 où l'on voit que le tube central 32 comprend, sur sa surface extérieure, une série de nervures annulaires parallèles 52 de positionnement des aimants permanents 34, certaines de ces nervures servant au support d'anneaux 54 de guidage à l'intérieur du fourreau 36.

L'extrémité inférieure 56 du tube central 32 est élargie et guidée à l'étanchéité dans le fourreau 36. Cette extrémité inférieure 56 est raccordée par des moyens d'accrochage 58 à l'extrémité supérieure d'une tige cylindrique 60 qui s'étend axialement vers le bas jusqu'au piston 40 de la pompe 26, dans lequel son extrémité inférieure est raccordée par un embout vissé 62 à l'extrémité supérieure d'une tige cylindrique axiale 64 de même diamètre qui s'étend vers le bas au-delà du jeu de clapets inférieur 42 de la pompe 26.

La partie supérieure du fourreau 36 s'étend à l'intérieur d'un tube cylindrique 66 qui s'étend sensiblement dans le prolongement du tubage 18 et qui forme le tube intérieur du stator du moteur autour duquel sont montées les bobines électriques 38. Ces bobines 38 sont supportées par des éléments radiaux 70 en forme de peigne, qui s'étendent entre le tube intérieur 66 et le tube extérieur 72 du stator. Ces éléments radiaux 70 sont par exemple au nombre de six (figure 6) et déterminent entre eux des compartiments dans lesquels s'étendent des tubes 74 de passage des effluents pompés, ces tubes 74 étant par exemple au nombre de deux dans chaque compartiment à l'exception de l'un de ces compartiments qui est réservé au passage des câbles électriques d'alimentation des bobines du stator.

Les tubes 74 sont situés entre la surface intérieure du tube extérieur 72 et la périphérie extérieure des bobines, dont la périphérie intérieure est au contact du tube intérieur 66 du stator.

A leurs extrémités supérieures, les tubes 74 débouchent à l'intérieur
5 de l'extrémité supérieure du fourreau 36 comme le tube central 32, puis les effluents pompés passent dans le tubage 18 pour remonter jusqu'à la tête de puits 22. Un moyen annulaire d'étanchéité est monté autour de l'extrémité supérieure du tube central 32, entre celui-ci et l'extrémité supérieur du fourreau 36 pour empêcher les effluents pompés de
10 s'introduire dans l'espace annulaire qui est délimité dans le moteur 24 par le tube central 32 et le fourreau 36 et qui est fermé à son extrémité inférieure par la base élargie 56 du tube central 32. Cet espace annulaire est avantageusement rempli d'un agent de lubrification tel qu'une huile appropriée, pour réduire les frottements à l'intérieur du fourreau 36 lors du
15 fonctionnement du moteur.

Le tube central 32 est réalisé en matériau magnétique, par exemple en fer doux, tandis que le fourreau 36 et le tube intérieur 66 du stator sont en matériau amagnétique, par exemple en titane. Le tube extérieur 72 du stator est typiquement en acier.

20 Comme on le voit en figure 3, l'extrémité inférieure du stator du moteur est fermée par un embout annulaire 76 comportant des passages (non représentés) d'alimentation des tubes 74 et qui est relié par un raccord vissé 78 à un embout cylindrique 80 monté à l'extrémité supérieure de deux tubes coaxiaux 82 et 84 respectivement intérieur et extérieur qui
25 définissent le corps de la pompe, dans lequel s'étend la partie inférieure du fourreau 36. Des cloisons radiales 86, par exemple au nombre de quatre, sont montées entre le tube intérieur 82 et le tube extérieur 84 et définissent quatre canaux longitudinaux parallèles entre les tubes 82 et 84, ces canaux pouvant communiquer entre eux par des orifices 88 formés dans les parties
30 des cloisons radiales qui s'étendent au dessus du jeu de clapets supérieur 44 et en dessous du jeu de clapets inférieur 42 de la pompe, les parties intermédiaires des cloisons radiales 86 étant dépourvues de ces orifices.

Le piston 40 de la pompe est constitué essentiellement par un manchon cylindrique 90 relié au raccord 62 des tiges axiales 60 et 64 et monté mobile à étanchéité à l'intérieur du fourreau 36. L'extrémité inférieure du manchon 90 est elle-même montée à étanchéité sur la tige cylindrique axiale 64 tandis que l'extrémité supérieure de ce manchon est
5 montée sur la tige axiale 60 par l'intermédiaire d'un joint d'étanchéité glissant 92. Le raccord 62 est immobilisé en translation par rapport au manchon cylindrique 90 par deux manchons de verrouillage 67 et 68 portant des doigts venant s'appliquer par effet ressort à l'intérieur des gorges annulaires internes 69 du manchon 90.
10

Deux volumes de pompage 94 et 96 respectivement sont définis entre les extrémités du piston 40 et les jeux de clapets inférieur 42 et supérieur 44, à l'intérieur du fourreau 36.

L'espace situé à l'intérieur du piston 40 de part et d'autre du raccord
15 62 est rempli d'huile propre. En cas d'effort supérieur à un effort nominal sur une des extrémités du piston intervenant en cas de contact intempestif du piston sur le fond de l'un des volumes de pompage 94 ou 96 sur perte de contrôle de position du moteur, le raccord 62 et les deux manchons 67 et 68 sont déverrouillés. Le raccord 62 agit comme le piston d'un
20 amortisseur hydraulique grâce à la présence d'un orifice calibré le traversant et permettant l'écoulement d'huile propre entre les chambres situées de part et d'autre.

Le raccord 62 et les deux manchons 67 et 68 sont ensuite ramenés en position nominale verrouillée grâce au moteur. Le verrouillage dans le
25 manchon 90 est assuré par effet ressort des doigts des manchons 67 et 68. Le dispositif assure ainsi une protection mécanique en limitant les efforts mécaniques dynamiques internes au fourreau 36.

Le jeu de clapets inférieur 42 (figures 7 et 8) comprend essentiellement un corps cylindrique tubulaire 98 ayant sensiblement les
30 mêmes diamètres intérieur et extérieur que le fourreau 36 et dont les extrémités sont fixées à des parties supérieure et inférieure respectivement du fourreau 36.

Dans ce corps 98 sont logés un premier clapet 100 monté axialement à l'intérieur du corps 98 et comportant une tête annulaire 102 destinée à venir s'appliquer sur un siège 104 formé par un épaulement annulaire de la surface interne du corps 98. Le clapet 100 est tubulaire et traversé à étanchéité, au moyen d'un joint à labyrinthe par la tige de piston 64 et est destiné à ouvrir et fermer un passage de remplissage du volume de pompage 94, ce passage de remplissage s'étendant entre des orifices 105 formés dans le corps 98 en dessous du siège 104 et un espace 106 formé à l'intérieur du corps 98 au dessus du siège 104, sur 180° environ autour de l'axe du corps 98.

Ce jeu de clapets inférieur 42 comporte également des seconds clapets formés par des billes 108, au nombre de quatre dans l'exemple représenté, qui sont montées dans des passages de sortie du volume de pompage 94, ces passages de sortie comprenant une partie cylindrique 110 s'étendant parallèlement à l'axe du corps 98 et comportant un siège d'appui d'une bille 108 à leur extrémité inférieure, ces passages 110 communiquant à leur extrémité supérieure avec des orifices radiaux 112 du tronçon de tube et débouchant à l'extérieur du corps 98. Les seconds clapets formés par les billes 108 logées dans les passages 110 sont répartis autour de l'axe du corps 98 sur 180° par exemple et occupent une (ou plusieurs) partie de l'espace annulaire autour de l'axe dans le corps 98.

Le jeu de clapets supérieur 44 a sensiblement la même configuration que le jeu de clapets inférieur 42 mais est monté dans l'autre sens, de façon à ce que les seconds clapets à billes 108 se trouvent dans les deux jeux de clapets entre le premier clapet 100 et l'extrémité correspondante du piston 40.

Comme on le voit en figure 4, les extrémités du piston 40 comprennent chacune une (ou plusieurs) partie semi-cylindrique en saillie 114 qui est reçue, en fin de course du piston, dans l'espace semi-cylindrique 106 laissé libre par les seconds clapets à l'extrémité correspondante du corps 98, pour réduire autant que possible le volume mort en fin de course du piston.

Les jeux de clapets inférieur 42 et supérieur 44 se trouvent au niveau de cloisons transversales agencées dans le corps de pompe entre les tubes 82 et 84 pour partager les canaux longitudinaux délimités par les cloisons radiales 86, en trois étages de canaux superposés, ces étages
5 communiquant par l'intermédiaire des jeux de clapets 42 et 44.

Ainsi, le jeu de clapets inférieur 42 fait communiquer, par les orifices 105 du corps 98 et par les passages 110 et les orifices radiaux 112, les canaux longitudinaux qui se trouvent au-dessous de ce jeu de clapets avec les canaux longitudinaux qui se trouvent au-dessus, cette communication
10 se faisant par l'intermédiaire du volume de pompage 94 qui est rempli d'effluents à l'ouverture du premier clapet 100 et vidé de ses effluents à l'ouverture des seconds clapets 108.

De même, le jeu de clapets supérieur 44 fait communiquer en deux temps, par l'intermédiaire des clapets et du volume de pompage 96, les
15 parties des canaux longitudinaux délimitées par les cloisons radiales 86 qui se trouvent entre les deux jeux de clapets, avec les parties de ces canaux longitudinaux qui s'étendent vers le haut au-dessus du jeu de clapets supérieur 44.

Comme déjà indiqué, les cloisons radiales 86 sont dépourvues
20 d'orifices de communication 88 entre les niveaux de deux jeux de clapets, et délimitent entre les tubes 82 et 84 des canaux longitudinaux isolés les uns des autres et dont deux, diamétralement opposés, servent au passage des effluents refoulés à travers les passages 110, 112 du jeu de clapets inférieur, lors de la descente du piston et dont les deux autres servent à
25 l'aspiration des effluents lors de la remontée du piston.

L'extrémité inférieure de la tige de piston 64 est associée à des moyens de guidage anti-rotation, qui sont représentés en coupe transversale en figure 9. Ces moyens comprennent un plat 65 formé sur une partie de la surface cylindrique de la tige 64, et une bague 37 faisant
30 partie du fourreau 36 et dont la surface cylindrique interne comporte un plat correspondant à celui de la tige 64.

On empêche ainsi une rotation du piston 40 par rapport au fourreau

36 et on garantit que les parties en saillie 114 aux extrémités du piston sont bien reçues dans les espaces semi-cylindriques 106 des corps des clapets aux fins de course du piston.

Par ailleurs, des moyens représentés schématiquement en figure 10
5 sont prévus pour garantir le passage des effluents entre les orifices formés dans le corps de la pompe et des orifices correspondants formés dans le fourreau 36 ou les éléments qui en font partie et notamment les corps tubulaires 98 des jeux de clapets 42 et 44.

Comme on le voit en figure 10, une chambre annulaire 113 est
10 ménagée autour des orifices 112 dans le tube interne 82 du corps de pompe et s'étend sur 360° autour de l'axe de la pompe. Cette chambre annulaire communique avec les canaux longitudinaux formés par les cloisons 86 entre les tubes 82 et 84 du corps de pompe, de sorte que la position angulaire du fourreau 36 et des tronçons de tube 98 portant les
15 clapets n'a pas d'influence sur le pompage des effluents.

L'extrémité inférieure du fourreau 36 est verrouillée en position dans un embout tubulaire 116 de l'extrémité inférieure du corps de la pompe par des moyens d'ancrage hydraulique 50 représentés en détail en figure 11 et qui comprennent un cylindre 118 dont l'extrémité supérieure est solidaire
20 de l'extrémité inférieure du fourreau 36 et dont l'extrémité inférieure est fermée par un fond 120, et un piston 122 monté glissant à étanchéité dans le cylindre 118 et sollicité vers le bas par un ressort de rappel 124 monté entre ce piston 122 et l'extrémité inférieure du fourreau 36.

Une ligne 126 de commande hydraulique s'étend depuis la surface
25 et passe dans l'embout tubulaire 116 du corps de pompe pour déboucher dans le cylindre 118, entre le fond 120 de celui-ci et le piston 122.

Des organes d'ancrage ou de verrouillage ou des segments 128 sont montés dans des orifices ou dans une gorge du cylindre 118 pour être poussés radialement vers l'extérieur dans une rainure de la surface interne
30 de l'embout tubulaire 116 du corps de pompe par le piston 122 quand un liquide hydraulique sous pression est introduit dans le fond du cylindre 118 depuis la surface.

Quand la ligne de commande hydraulique 126 est mise à l'échappement, le ressort 124 sollicite le piston 122 vers le fond 120 du cylindre 118 ce qui permet le retrait des organes de verrouillage ou des segments 128 dans les orifices ou la gorge de la paroi du cylindre 118 et
5 libère l'extrémité inférieure du fourreau 36.

Ainsi, l'extrémité inférieure du fourreau 36 peut être verrouillée et ancrée dans le corps de pompe tant que les moyens 50 sont alimentés en liquide sous pression par cette ligne de commande 126, et est déverrouillée automatiquement en cas de chute de pression dans cette ligne de
10 commande.

Ce déverrouillage permet le retrait du fourreau 36 hors du puits, au moyen d'un câble de levage dont l'extrémité inférieure est accrochée à l'extrémité supérieure de l'équipage mobile du moteur électrique.

La remontée de cet ensemble est facilitée par la commande d'une
15 vanne d'écoulement représentée aux figures 12 et 13, qui est installée dans le fourreau 36 entre la partie haute pression au refoulement de la pompe et la partie basse pression à l'aspiration de la pompe et qui est commandée hydrauliquement depuis la surface par la même ligne de commande 126 que les moyens de verrouillage et d'ancrage de l'extrémité inférieure du
20 fourreau 36.

Cette vanne d'écoulement est représentée ouverte en figure 12 et fermée en figure 13 et comprend essentiellement des organes 130 de fermeture de conduits d'écoulement 132 passant dans un élément annulaire 134 traversé axialement par la tige de piston 60, les organes
25 d'obturation 130 étant portés et guidés par un autre élément annulaire 136 monté sous l'élément 134 et connecté à la ligne 126 de commande hydraulique.

La pression dans la ligne 126 agit sur l'extrémité inférieure des éléments d'obturation 130 qui sont poussés dans leurs positions
30 d'obturation des conduits d'écoulement 132 de l'élément annulaire 134. En cas de chute de pression, les organes d'obturation 130 s'écartent des extrémités inférieures des conduits d'écoulement 132. L'ouverture de ces

conduits permet un équilibrage des pressions au-dessus de la vanne (par exemple de 200 bars) et au-dessous de la vanne (par exemple de 50 bars) et les effluents pétroliers se trouvant au-dessus de la pompe et du moteur peuvent s'écouler vers le bas par les conduits 132 et par des conduits correspondants 138 traversant l'élément annulaire 136, sans s'opposer à la remontée du fourreau 36, de l'équipage mobile du moteur 24, du piston 40 de la pompe 26 ainsi que des jeux de clapet inférieur 42 et supérieur 44, des moyens d'ancrage 50 et de la vanne d'écoulement formée par les conduits 132 et 138 et les organes d'obturation 130.

Après ouverture de la vanne d'écoulement représentée en figures 12 et 13, la remontée du fourreau 36 est également facilitée par la présence d'orifices ménagés dans le tube 82 permettant l'écoulement du fluide présent au dessus de la pompe vers le dessous de la pompe.

Les orifices d'écoulement ménagés dans le tube 82 sont situés sur sa périphérie entre le haut de la pompe et le moyen d'ancrage 50. Le fonctionnement de cette installation est le suivant.

Lorsque l'installation est en place au fond d'un puits comme représenté schématiquement dans les dessins, l'alimentation du moteur électrique 24 produit un mouvement alternatif de l'équipage mobile formé par le tube central 32 et les aimants permanents 38 à l'intérieur du fourreau 36, ce mouvement alternatif étant transmis par la tige axiale 60 au piston 40 de la pompe 26.

A partir de la position extrême supérieure de ce piston représentée en figure 4, le déplacement vers le bas du piston 40 se traduit par la mise en pression des effluents pétroliers dans le volume inférieur de pompage 94, par la fermeture du premier clapet 100 du jeu de clapets inférieur 42 et par l'ouverture des seconds clapets 108 de ce jeu de clapets inférieur 42, les effluents présents dans le volume inférieur de pompage 94 étant repoussés par la descente du piston 40 dans les canaux définis par les cloisons radiales 86 entre le tube intérieur 82 et le tube extérieur 84 du corps de pompe jusqu'au niveau du jeu de clapets supérieur 44.

Simultanément, la descente du piston 40 depuis la position de la

figure 4 a créé une aspiration dans le volume supérieur de pompage 96, qui se traduit par l'ouverture du premier clapet 100 et la fermeture des seconds clapets 108 du jeu de clapets supérieur 44, pour le remplissage du volume supérieur de pompage 96 à l'intérieur du fourreau 36.

5 Quand ensuite le piston 40 est déplacé vers le haut depuis sa position inférieure extrême, il se crée une dépression dans le volume inférieur de pompage 94 qui provoque l'ouverture du premier clapet 100 et la fermeture des seconds clapets 108 du jeu de clapets inférieur 42 et le remplissage du volume inférieur de pompage 94 par les effluents pétroliers à travers les orifices 105 depuis la partie inférieure du corps de pompe se trouvant sous le jeu de clapets inférieur 42.

 Simultanément, il se produit un refoulement des effluents pétroliers contenus dans le volume supérieur de pompage 96, ce qui ferme le premier clapet 100 et ouvre les seconds clapets 108 du jeu de clapets supérieur 44, 15 pour refouler les effluents pétroliers dans les canaux définis par les cloisons radiales 86 entre les tubes 82 et 84 du corps de pompe, au dessus du jeu de clapets supérieur 44.

 La réduction des volumes morts en fin de course du piston permet de pomper des effluents contenant des gaz. Les grandes sections 20 d'écoulement offertes par les clapets 100 et 108, par les passages formés dans le corps de pompe et par les conduits 74 du stator du moteur électrique ainsi que par le tube central 32, permettent de limiter à un minimum les pertes de charge et de faciliter ainsi le pompage d'effluents contenant du gaz et d'effluents très visqueux.

25 Dans un exemple de réalisation de l'invention, l'installation formée par le moteur et la pompe se trouve à 1500 mètres sous la surface, le stator du moteur électrique a une longueur totale de 34 mètres, le corps de la pompe a une longueur de 8 mètres, le fourreau 36 a une longueur totale de 42 mètres, la course du piston de la pompe est d'environ 1,9 mètres et 30 sa fréquence de déplacement est de 0,5 Hz. La montée en pression des effluents dans la pompe est d'environ 150 bars et le moteur électrique génère une force d'environ 50000 N.

Le poids du tubage 18 d'une longueur de 1500 mètres est supporté par le stator du moteur électrique qui est lui-même supporté par les moyens 20 d'obturation de fond de puits, qui servent également à la fixation du corps de pompe.

- 5 Le fourreau 36 a un diamètre extérieur de 69 mm et un diamètre intérieur de 64 mm et il est logé dans le tube intérieur 66 du stator du moteur, dont le diamètre intérieur est de 71mm.

L'ensemble formé par le fourreau 36, l'équipage mobile du moteur électrique et les composants mobiles de la pompe a un poids de l'ordre de
10 10000 N et peut être extrait du puits au moyen d'un câble standard de levage, prévu pour être utilisé avec des charges d'environ 60000 N au maximum.

Pour éviter que les aimants permanents de l'équipage mobile du moteur bloquent ce retrait par attraction magnétique sur le tubage 18, on
15 peut augmenter l'espace et/ou améliorer le centrage entre l'équipage mobile et le tubage 18 (par exemple installer dans le puits un tubage de diamètre suffisant 4 ou 4,5 pouces, soit 101,6 ou 114,3mm au lieu de 3,5
pouces et/ou venir placer lors des opérations de mise en place et de retrait
un dispositif tubulaire intermédiaire de protection et de centrage entre le
20 tubage 18 et le fourreau 36) pour réduire l'attraction magnétique exercée par les aimants permanents de l'équipage mobile du moteur et éviter leur collage sur le tubage.

Le dispositif tubulaire intermédiaire qui assure la protection et le centrage entre le tubage 18 et le fourreau 36 est aménagé pour permettre,
25 lors de la remontée du fourreau 36, l'écoulement des effluents situés en sortie de la pompe vers l'entrée de la pompe.

REVENDICATIONS

1. Installation de pompage de liquide au fond d'un puits, en
5 particulier d'un puits pétrolier, comprenant un moteur électrique linéaire
(24) et une pompe à clapets (26) qui sont immergés en fond de puits, le
moteur comprenant un stator (30) porté par un tubage (18) installé dans le
puits et un équipement mobile (28) déplaçable en mouvement alternatif, et la
pompe comprenant un corps cylindrique porté par le tubage précité et un
10 piston (40) relié à l'équipage mobile du moteur et entraîné par celui-ci,
caractérisée en ce que l'équipage mobile (28) du moteur est guidé en
déplacement dans une partie supérieure d'un fourreau cylindrique (36) qui
s'étend axialement à l'intérieur du stator du moteur et du corps de la
pompe, une partie inférieure du fourreau (36) servant au guidage du piston
15 (40) de la pompe et portant les clapets (42, 44) de la pompe, cette partie
inférieure du fourreau (36) étant solidarisable par des moyens commandés
de verrouillage (50) avec le corps de la pompe et en étant désolidarisable
par commande des moyens de verrouillage (50) pour permettre de ramener
à la surface le fourreau (36) ainsi que l'équipage mobile (28) du moteur et
20 le piston (40) et les clapets (42, 44) de la pompe, au moyen d'un câble de
levage accroché à l'extrémité supérieure de l'équipage mobile du moteur.

2. Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce que la
partie supérieure du fourreau (36) est isolée de façon étanche de sa partie
inférieure et de l'espace environnant et contient un agent de lubrification.

25 3. Installation selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que
des voies (74) de passage vers la surface du liquide pompé sont formées
autour de la partie supérieure du fourreau (36) dans le stator du moteur et
sur toute la longueur de celui-ci.

4. Installation selon l'une des revendications précédentes,
30 caractérisée en ce que le stator du moteur comprend deux tubes
cylindriques coaxiaux respectivement intérieur (66) et extérieur (72) entre
lesquels sont disposées des bobines électriques (38) entourant le tube

intérieur (66), et des tubes parallèles (74) de passage du liquide pompé, répartis autour des bobines entre celles-ci et le tube extérieur (72).

5 5. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que l'équipage mobile comprend un tube central (32) portant une série d'aimants permanents (34) et des moyens (54) de guidage en déplacement alternatif dans la partie supérieure du fourreau (36), le tube central (32) formant également une voie de passage vers la surface du liquide pompé.

10 6. Installation selon la revendication 5, caractérisée en ce que le tube central (32) est en matériau magnétique, par exemple en fer doux.

7. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le fourreau (36) est en matériau amagnétique, par exemple en titane.

15 8. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le piston (40) de la pompe est tubulaire et fixé par des moyens d'encliquetage élastique (67, 68, 69) sur un embout cylindrique (62) d'une tige de piston (60, 64) reliée à l'équipage mobile du moteur, cet embout (62) étant désolidarisé du piston (40) de la pompe dans un sens de déplacement quand l'effort appliqué au piston dépasse une valeur limite
20 prédéterminée et formant alors un piston d'un amortisseur hydraulique dont le corps cylindrique est formé par le piston (40) de la pompe.

9. Installation selon la revendication 8, caractérisée en ce que l'embout (62) désolidarisé du piston (40) de la pompe est resolidarisé automatiquement à ce piston par encliquetage élastique, lors du
25 déplacement de la tige de piston dans le sens opposé.

10. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que la pompe (26) est à double effet et son piston (40) est déplacé en mouvement alternatif entre un jeu de clapets inférieur (42) et un jeu de clapets supérieur (44), chaque jeu de clapets délimitant avec
30 une extrémité du piston (40) un volume de pompage (94, 96) dans le fourreau (36), et comprenant au moins un premier clapet (100) monté dans un passage de remplissage du volume de pompage et au moins un second

clapet (108) monté en sens inverse du premier clapet dans un passage de sortie (110, 112) du volume de pompage.

11. Installation selon la revendication 10, caractérisée en ce que le premier clapet (100) de chaque jeu de clapets est monté dans un passage axial et comprend une tête annulaire centrale (102) de fermeture de ce passage axial.

12. Installation selon la revendication 11, caractérisée en ce que le premier clapet (100) est traversé à étanchéité par la tige de piston (60, 64) et est déplaçable en coulissement sur celle-ci.

13. Installation selon l'une des revendications 10 à 12, caractérisée en ce que chaque jeu de clapets (42, 44) comprend plusieurs seconds clapets (108) montés dans des passages de sortie (110, 112) agencés autour de l'axe de la pompe.

14. Installation selon l'une des revendications 10 à 13, caractérisée en ce que les seconds clapets sont des clapets à billes (108).

15. Installation selon la revendication 13 ou 14, caractérisée en ce que, pour chaque jeu de clapets, les passages de sortie (110, 112) des seconds clapets sont dans un même plan transversal par rapport à l'axe de la pompe.

16. Installation selon l'une des revendications 10 à 15, caractérisée en ce que les seconds clapets (108) sont disposés entre le piston (40) et le premier clapet (100), dans chaque jeu de clapets.

17. Installation selon la revendication 16, caractérisée en ce que, dans chaque jeu de clapets, les passages de sortie (110, 112) sont regroupés dans une ou plusieurs parties de l'espace annulaire compris entre la tige de piston (60, 64) et le fourreau (36), le reste de cet espace annulaire formant un logement destiné à recevoir une ou plusieurs parties (114) en saillie de l'extrémité correspondante du piston (40), pour réduire le volume mort en fin de course du piston.

18. Installation selon l'une des revendications 10 à 17, caractérisée en ce que le corps de la pompe comprend deux tubes cylindriques coaxiaux respectivement intérieur (82) et extérieur (84) et des cloisons

radiales (86) montées entre ces deux tubes et y délimitant des canaux longitudinaux de passage du liquide pompé, communiquant avec les volumes de pompage (94, 96) formés dans le fourreau (36) entre le piston (40) et les jeux de clapets inférieur (42) et supérieur (44).

5 19. Installation selon la revendication 18, caractérisée en ce que les canaux de passage de liquide pompé formés dans le corps de la pompe comportent des cloisons transversales au niveau des jeux de clapets inférieur (42) et supérieur (44).

20. Installation selon l'une des revendications précédentes,
10 caractérisée en ce que des moyens commandés (130, 132, 138) d'écoulement du liquide pompé sont installés dans le fourreau (36), entre le moteur (24) et la pompe (26), pour permettre l'écoulement vers le fond du puits du liquide pompé se trouvant au dessus du moteur dans le tubage (18), à la remontée en surface du fourreau (36) et des composants du
15 moteur et de la pompe qu'il contient.

21. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que, pour la descente et la remontée du fourreau (36) et des composants qu'il contient, un dispositif tubulaire de protection et de centrage est préalablement mis en place autour du fourreau.

20 22. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le fourreau (36) et l'équipage mobile du moteur électrique (24) sont formés d'éléments modulaires raccordés bout à bout et ayant des longueurs de 10 à 12 mètres environ.

23. Installation selon la revendication 22, caractérisée en ce qu'elle
25 comprend un sas en partie supérieure du puits, comportant une veine installée sous la surface et commandée depuis la surface pour fermer le puits de façon étanche et permettre le démontage (et inversement le raccordement) dans le sas des différents éléments modulaires de l'équipage mobile.

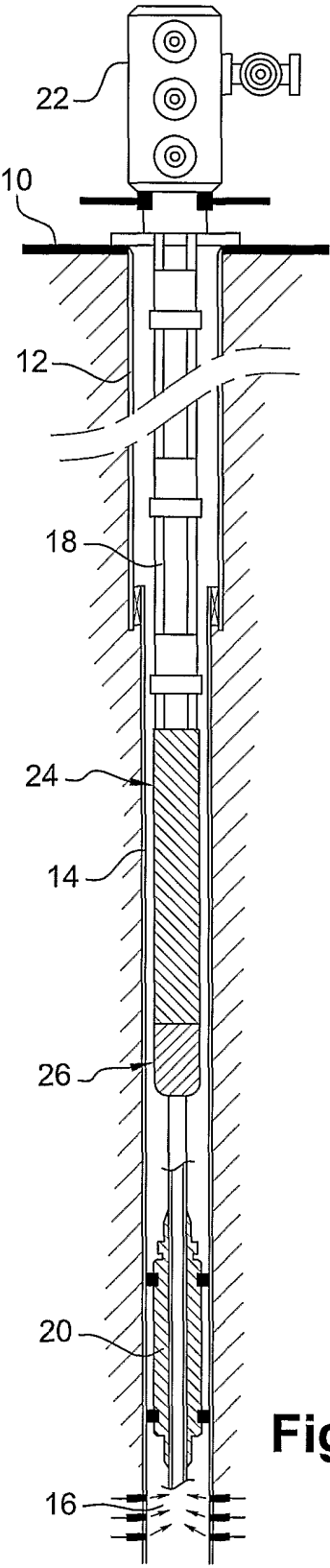


Fig. 1

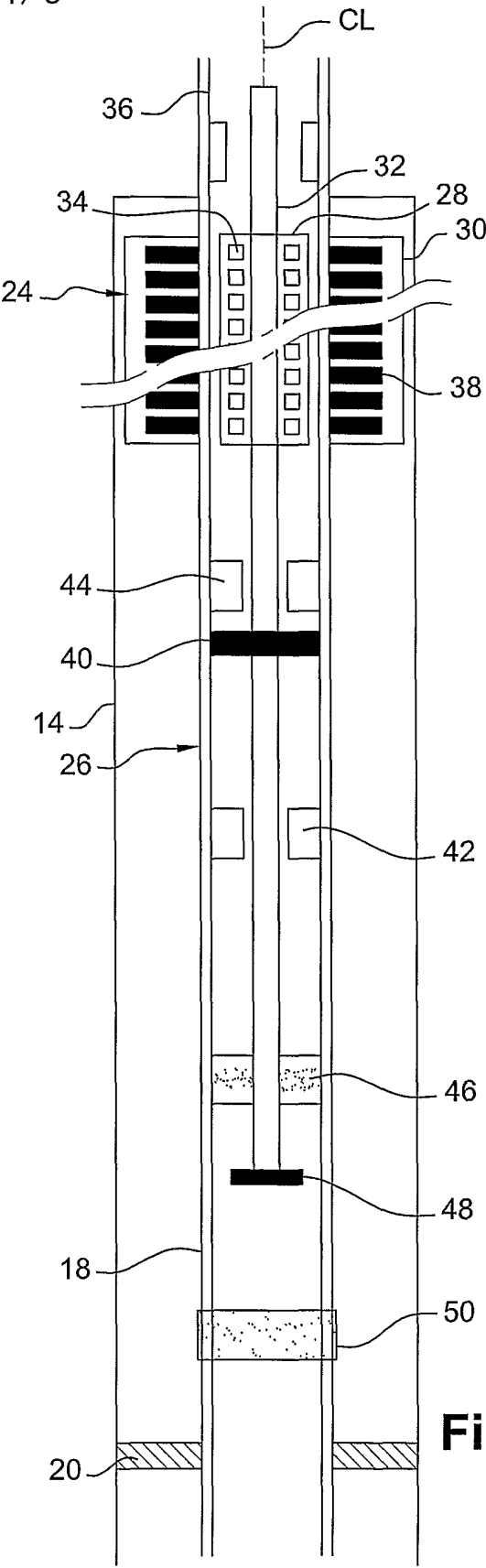


Fig. 2

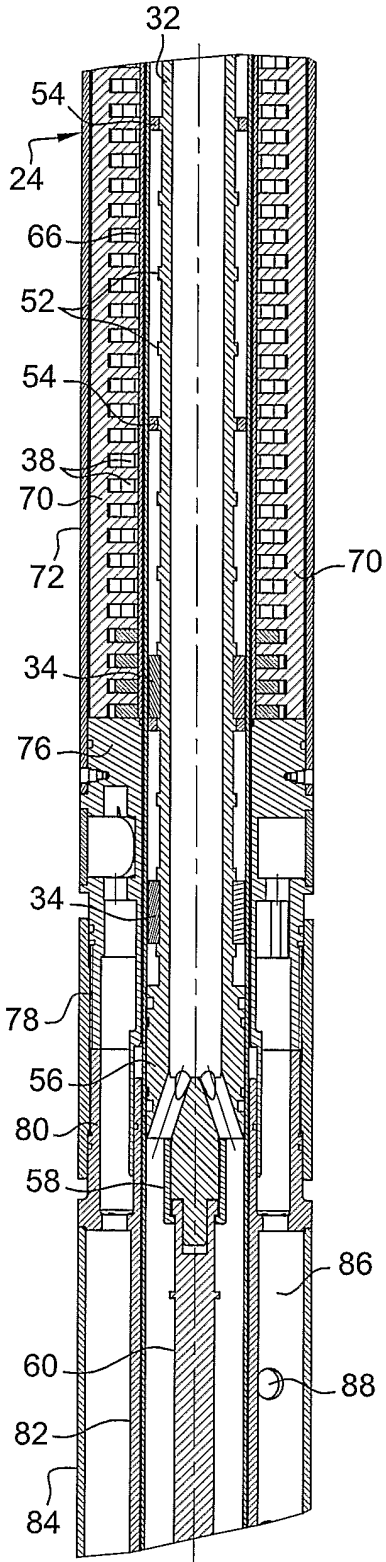


Fig. 3

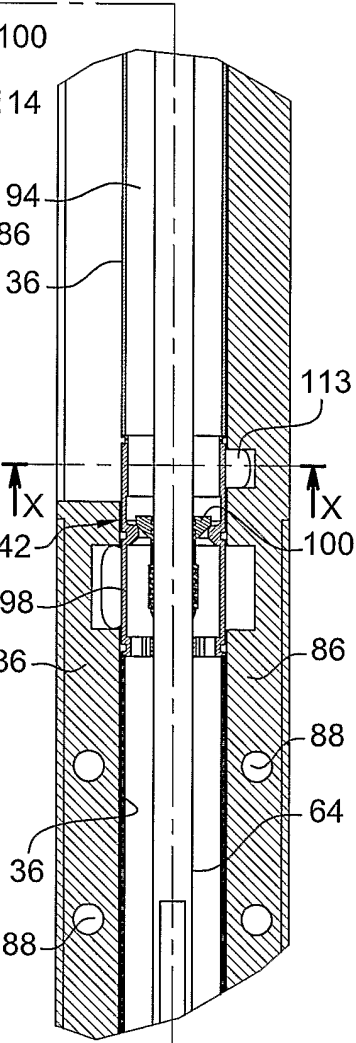
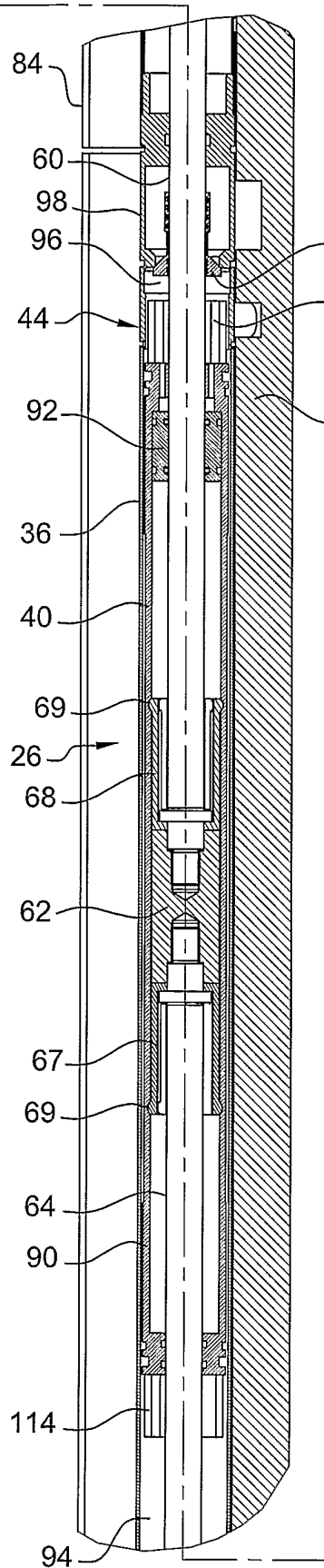


Fig. 5

Fig. 4

3 / 5

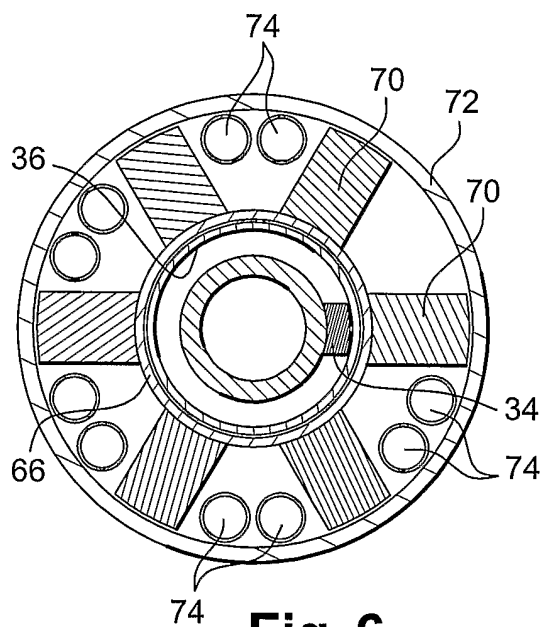


Fig. 6

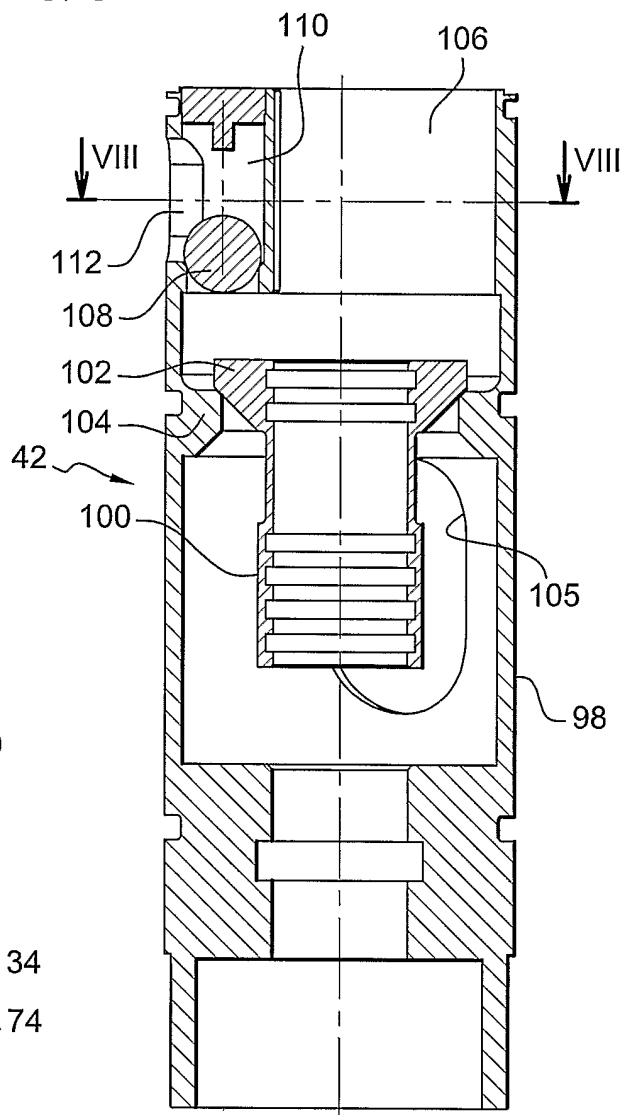


Fig. 7

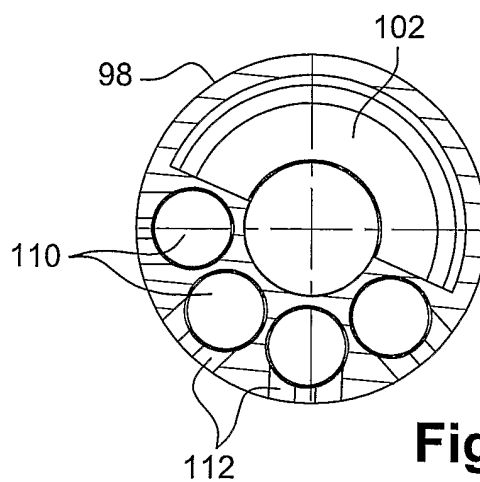


Fig. 8

4 / 5

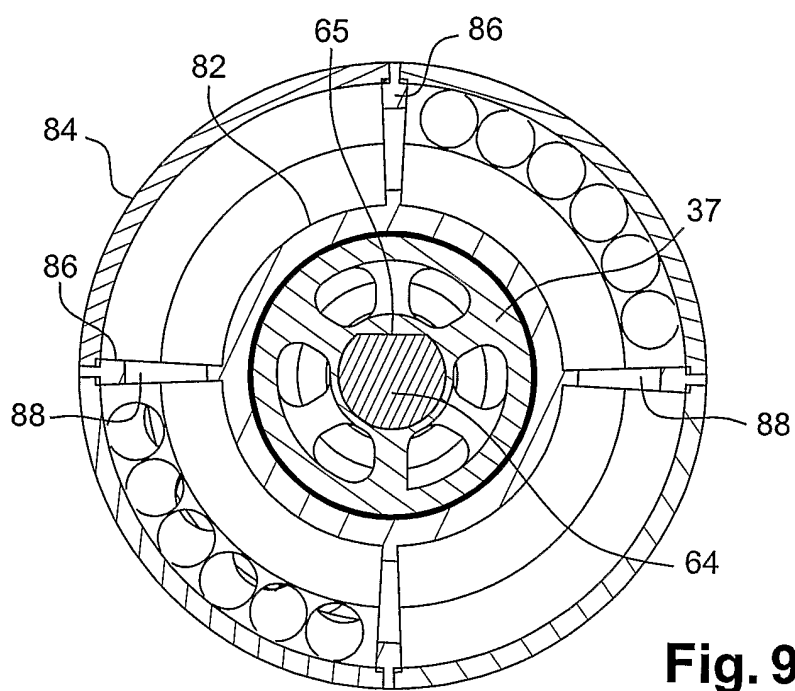


Fig. 9

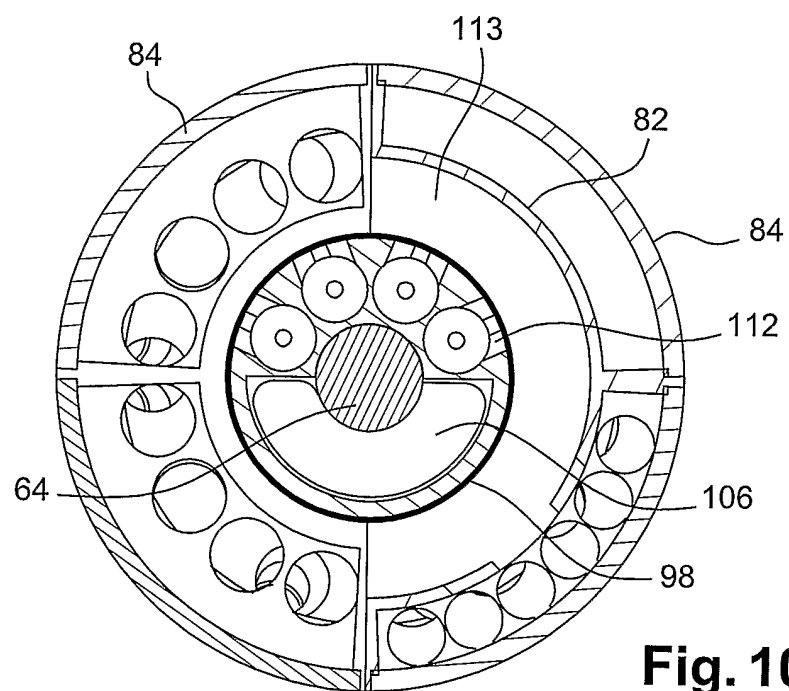


Fig. 10

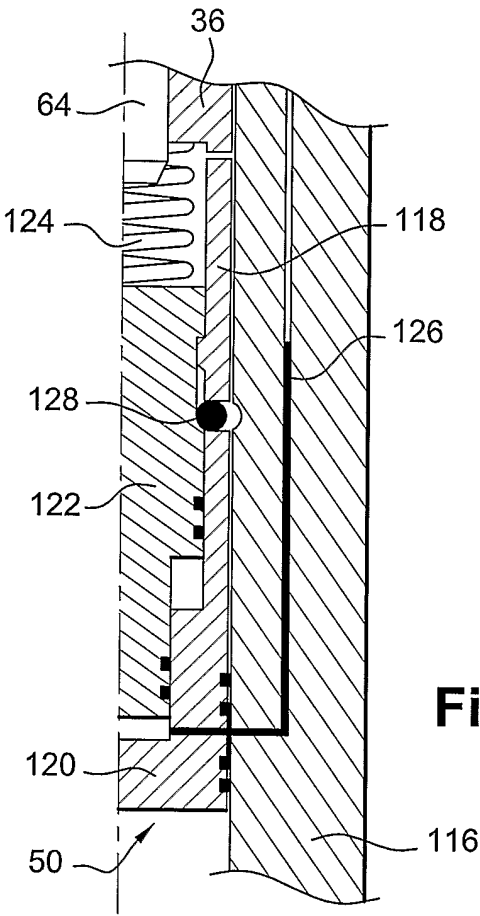


Fig. 11

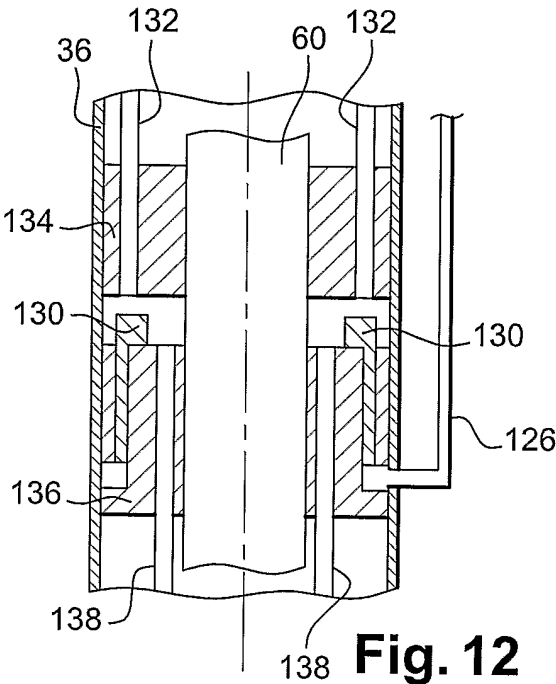


Fig. 12

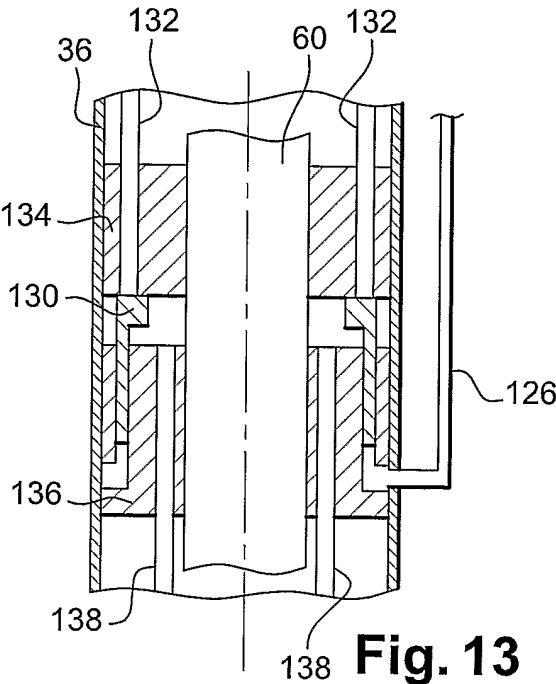


Fig. 13