

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

11

Numéro de publication:

0 201 398
A1

12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21

Numéro de dépôt: 86400879.2

51

Int. Cl.4: **E21B 7/06**, **E21B 17/20**

22

Date de dépôt: 23.04.86

30

Priorité: 07.05.85 FR 8507069

43

Date de publication de la demande:
17.12.86 Bulletin 86/46

64

Etats contractants désignés:
BE DE GB IT NL

71

Demandeur: **INSTITUT FRANCAIS DU
PETROLE**
4, Avenue de Bois-Préau
F-92502 Rueil-Malmaison(FR)

72

Inventeur: **Thiery, Jean**
23, rue Pierre Cuné
F-78230 Le Pecq(FR)

74

Mandataire: **Aubel, Pierre et al**
Institut Français du Pétrole Département
Brevets 4, avenue de Bois Préau
F-92502 Rueil-Malmaison(FR)

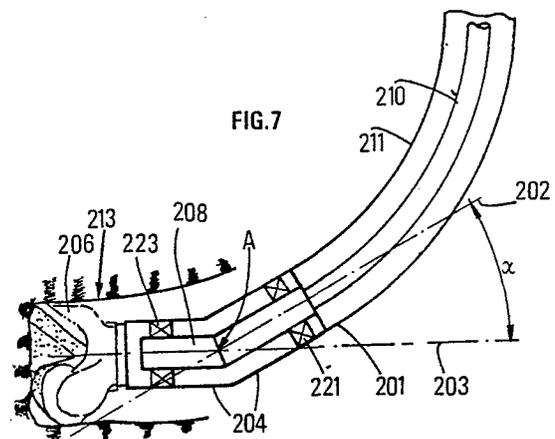
54

Ensemble permettant d'effectuer des forages orientés.

57

La présente invention concerne un ensemble permettant d'entraîner un outil 206 en rotation autour d'un axe 203 lié audit outil à partir d'une colonne 211, dite colonne d'entraînement, tournant à son extrémité inférieure 201 autour d'un deuxième axe 202, lesdits axes 201 et 202 étant sensiblement concourants en un même point A et formant entre eux un même angle α .

Cet outil se caractérise en ce que ledit ensemble comporte en combinaison, un joint flexible incorporé dans la colonne 211, un déflecteur télécommandé 208 adapté à créer une déviation d'angle α , des moyens de contrôle de la valeur dudit angle α , des moyens de guidage 223, 221, permettant la rotation dudit outil 206 et de ladite colonne 211 à son extrémité inférieure (flexible) 201, autour desdits axes 203 et 202, relativement audit déflecteur 208 et des moyens de contrôle 12 de la position polaire dudit déflecteur relativement audit deuxième axe.



EP 0 201 398 A1

ENSEMBLE PERMETTANT D'EFFECTUER DES FORAGES ORIENTES

La présente invention concerne un ensemble permettant d'effectuer des forages orientés.

L'un des objectifs de l'ensemble selon la présente invention est de permettre, à partir de puits verticaux existants ou forés, de réaliser des drains horizontaux ou inclinés à orientation précisément contrôlée et raccordés au puits vertical par une section à faible rayon de courbure (20 à 30 mètres).

Cet objectif ne peut être atteint par aucun système existant, opérationnel ou expérimental :

-le forage horizontal (classique) utilisant les tiges de forage classiques implique des profils de transition de la section verticale à la section horizontale développés sur plusieurs centaines de mètres, -le forage à faible rayon de courbure utilisant des tiges épaisses articulées ne permet pas de contrôler efficacement et avec précision l'orientation du drain horizontal.

L'art antérieur peut être illustré par les brevets américains suivants US-A-2.198.016 et US-A-1.850.403, par le brevet belge BE-A-865.955, par le brevet allemand DE-A-3.306.405 ainsi que par l'article intitulé "Récents développements en forage téléguidé", paru dans la "Revue de l'Institut Français du Pétrole", Vol. 38, N. 1 de Janvier-Février 1983 aux pages 63 à 81.

La présente invention peut être utilisée préférentiellement :

a) pour la réalisation de drains horizontaux dans des réservoirs pétroliers peu profonds où le forage horizontal (classique) est inapplicable techniquement ou économiquement (nombreux gisements d'huiles lourdes et sables bitumineux);

b) pour la réactivation de puits pétroliers existants anciens ne produisant plus par suite d'envahissement (eau ou gaz) ou d'épuisement relatif. L'intérêt de cette application, par rapport à la solution courante de forage de puits verticaux intermédiaires, augmente avec la profondeur des gisements;

c) pour la réalisation de drains horizontaux dans la zone centrale à l'aplomb des plate-formes de forage-production en mer, où l'accès en forage horizontal (classique) n'est pas possible;

d) pour l'augmentation du rythme d'exploitation de gisements à horizons multiples su-

perposés en exploitant successivement les différents horizons par des drains horizontaux forés depuis un puits vertical unique;

e) pour la réalisation de drains suivant les sinuosités de filons de minerais, minces et sensiblement horizontaux (lixiviation in situ - gazéification du charbon in situ).

La présente invention permet également de forer des drains multiples dans plusieurs directions à partir d'un puits vertical d'accès commun.

Pour atteindre ces objectifs, la présente invention utilise un ensemble permettant d'entraîner un outil en rotation autour d'un axe lié audit outil à partir d'une colonne, dite colonne d'entraînement, tournant à son extrémité inférieure autour d'un deuxième axe, lesdits axes étant sensiblement concourants en un même point A et formant entre eux un angle α .

Cet ensemble se caractérise en ce qu'il comporte en combinaison un déflecteur, ou coude, adapté à créer une déviation d'angle α , des moyens de contrôle de la valeur dudit angle α , des moyens de guidage permettant la rotation dudit outil et de ladite colonne à son extrémité inférieure autour desdits axes relativement audit déflecteur et des moyens de contrôle de la position polaire dudit déflecteur relativement audit deuxième axe.

Lorsque cet ensemble est appliqué au cas d'un forage effectué à partir de la surface, les moyens de contrôle de la position polaire dudit déflecteur pourront comporter une sonde de mesure solidaire dudit déflecteur, ladite sonde étant repérée angulairement relativement à celui-ci, une deuxième colonne dite colonne d'orientation polaire solidaire en orientation dudit déflecteur remontant jusqu'en surface, la partie inférieure de ladite colonne d'orientation étant flexible.

Dans le cas où le déflecteur est télécommandé électriquement et où la sonde fournit des signaux électriques, la colonne d'orientation polaire pourra comporter en son centre un conducteur électrique adapté à transmettre les signaux de mesure de la sonde vers la surface et les signaux de télécommande de la surface vers le déflecteur.

La colonne d'entraînement pourra comporter une partie inférieure flexible dont l'extrémité inférieure pourra se prolonger par une extension flexible et se fixer audit outil. La partie flexible de ladite colonne pourra être coaxiale et extérieure à la section flexible de la colonne d'orientation polaire.

La colonne d'entraînement et la colonne d'orientation polaire pourront comporter chacune une partie sensiblement rigide et ces parties sensiblement rigides pourront être coaxiales et reliées à la surface, la partie sensiblement rigide de la colonne d'entraînement pourra être reliée, en surface, à une tête rotative.

La colonne d'entraînement pourra être reliée à un moteur de fond.

Ce moteur de fond pourra être un moteur volumétrique hélicoïdal multilobes dont le corps externe rotatif est connecté à ladite colonne d'entraînement et dont le corps interne non-tournant est solidaire en sa partie inférieure de la colonne d'orientation flexible et en sa partie supérieure de la partie supérieure rigide de la colonne d'orientation polaire.

La partie flexible de la colonne d'entraînement pourra comporter une paroi interne parfaitement lisse et une paroi externe munie d'au moins une nervure enroulée en hélice.

Le déflecteur pourra comporter deux corps articulés l'un par rapport à l'autre autour d'un axe ou d'une rotule, le corps supérieur formant prolongement de la sonde de mesure et de la colonne d'orientation, le corps inférieur supportant la pivoterie de rotation de l'outil de forage et des moyens adaptés à contrôler l'angle établi entre les deux corps.

Les moyens de contrôle de l'angle établi entre les deux corps pourront comporter un vérin à vis qui régit la distance entre un premier point appartenant au corps inférieur et un deuxième point appartenant au corps supérieur.

La sonde de mesure pourra être placée à l'intérieur d'un module centreur adapté à maintenir l'axe longitudinal de la sonde sensiblement parallèle à l'axe moyen du puits à son niveau.

La sonde de mesure pourra être placée à l'intérieur d'un corps centreur interne solidaire vers le haut de la base de la colonne flexible d'orientation et vers le bas du corps supérieur du déflecteur.

Le corps centreur interne pourra être placé coaxialement à l'intérieur d'un corps centreur externe, lui-même pouvant être centré et aligné dans le puits par des sabots de centrage inférieurs et supérieurs.

Ledit corps centreur externe pourra être solidaire en partie haute du pied du flexible principal, et relié en partie basse à l'outil de forage par un ensemble formant entretoise d'entraînement comportant un joint rotatif flexible.

Le centrage et l'alignement du corps centreur interne à l'intérieur du corps centreur externe et le centrage de l'entretoise d'entraînement autour des corps inférieur(s) et supérieur(s) du déflecteur pourront être assurés par au moins trois pivoteries radiales.

Les efforts longitudinaux de poussée ou de traction entre le flexible principal et l'outil de forage pourront être transmis par l'intermédiaire du noyau central constitué par le corps centreur interne et le déflecteur et de deux pivoteries axiales disposées respectivement en tête et au pied de ce noyau central.

Des conduits appropriés au pied du flexible principal, ainsi qu'une isolation par soufflet flexible autour du déflecteur pourront assurer qu'entre la tête du module centreur et l'outil, la circulation de la boue de forage s'effectue uniquement dans la partie centrale du dispositif, et que toutes les pivoteries radiales et axiales travaillent en milieu propre et lubrifié par de l'huile.

L'ensemble selon la présente invention pourra comporter des moyens d'orientation situés en surface à l'extrémité supérieure de ladite colonne d'orientation.

Ainsi, la présente invention ne nécessite bien souvent l'utilisation d'une colonne inférieure flexible que sur une longueur limitée au développement du drain horizontal et du raccordement courbe à la section verticale du puits.

La liaison entre la colonne inférieure flexible et la surface, au travers de la section verticale du puits, peut être réalisée par des tiges de forage rigides classiques.

Selon la présente invention il est possible de mesurer en continu, au cours du forage, des paramètres directionnels du drain, à une très faible distance en arrière de l'outil de forage.

Selon la présente invention, la possibilité de placer immédiatement derrière l'outil de forage un dispositif de pilotage de l'outil, précis et à grand débattement, télécommandable en continu depuis la surface, permet une maîtrise parfaite de la trajectoire de l'outil, et par là une bonne maîtrise du profil du puits foré.

De plus, la présente invention permet de faire face en sécurité, aisément et essentiellement par les méthodes usuelles, aux difficultés potentielles inhérentes à tous forages horizontaux, notamment :

au forage sous équilibre de pression limite;

aux venues de fluides sous pression;

aux pertes de circulation;

au collage différentiel;

aux coincements.

Enfin, la présente invention permet l'optimisation de la transmission de poussée et de couple depuis la section verticale de la garniture jusqu'à l'outil de forage, au travers de la colonne inférieure flexible.

La présente invention sera mieux comprise et ses avantages apparaîtront plus clairement à la description qui suit d'un exemple particulier, nullement limitatif, illustré par les figures ci-annexées, parmi lesquelles :

-la figure 1 compare le profil d'un puits foré suivant les techniques usuelles conventionnelles et le profil d'un puits foré suivant les techniques selon la présente invention, ces deux puits étant destinés à la mise en place d'un drain horizontal dans une même formation géologique,

-la figure 2 montre en détail un mode de réalisation de l'ensemble selon la présente invention,

-les figures 3 et 4 illustrent un mode d'entraînement de l'outil en rotation par une colonne rigide aboutissant en surface,

-la figure 5 représente un exemple de mise en place du dispositif selon la présente invention,

-la figure 6 représente un autre mode de réalisation selon la présente invention, et

-la figure 7 montre schématiquement un mode simple de réalisation de la présente invention.

Sur la figure 1, la référence 1 désigne une formation géologique dans laquelle doit être foré un drain horizontal 2.

La présente invention permet le contrôle, à tout instant, du rayon de courbure de la trajectoire du puits foré et par là présente de nombreux avantages, comme cela est exposé ci-après.

Sur cette figure, la distance L6 désigne la distance séparant le puits de surface 3 de l'aplomb du début du drain horizontal 2 à forer dans le cas de la mise en oeuvre des techniques de forage usuelles conventionnelles.

La distance LZ désigne la même distance dans le cas de la mise en oeuvre de l'ensemble selon la présente invention.

On s'aperçoit, sans équivoque possible, que la distance L7 est très inférieure à la distance L6 et que le puits de surface 5 utilisé pour la mise en oeuvre de l'ensemble selon la présente invention est pratiquement à l'aplomb du début du drain horizontal.

Indépendamment de cet avantage, la présente invention permet un contrôle précis de la trajectoire d'un forage et permet de rectifier celle-ci presque instantanément avec un minimum de retard, ceci grâce au contrôle et à la maîtrise à tout instant du positionnement de l'outil dans le puits. De plus, la présente invention permet de faire varier d'une grande plage le rayon de courbe de la trajectoire du puits foré.

Après forage et tubage conventionnels de la partie verticale du puits (ou à partir du fond d'un puits existant, par side track) le forage courbe, puis horizontal est réalisé à l'aide d'un outil conventionnel entraîné en rotation et recevant une poussée depuis la garniture ou colonne verticale, par l'intermédiaire de la garniture ou colonne inférieure flexible. La garniture verticale peut être rigide.

Sur la figure 7, la référence 230 désigne le puits foré, la référence 206 l'outil de forage.

L'extrémité inférieure 201, d'une colonne d'entraînement 211, tourne autour d'un axe 202 et entraîne en rotation autour d'un axe 203 l'outil 206, grâce à un manchon flexible ou joint flexible 204.

Ce joint flexible forme une extension de la colonne d'entraînement. Les axes 202 et 203 sont sensiblement concourants en un point A et forment entre eux un angle de déviation α .

C'est l'organe défecteur 208 qui permet de réaliser la déviation d'angle α .

Des moyens de guidage 221 et 223 permettent à l'outil 206 et à la partie inférieure 201 de la colonne d'entraînement 211 de tourner respectivement autour des axes 203 et 202 relativement au défecteur 208.

Dans le cas de la figure 7, le défecteur est maintenu immobile en rotation grâce à une colonne dite d'orientation 210.

Sur l'exemple de la figure 2, la référence 7 désigne un instrument de déviation et de mesure. Cet instrument comporte un coude à angle variable ou défecteur 8 localisé à l'intérieur de l'extrémité inférieure d'un joint flexible 9 formant une extension flexible de la colonne d'entraînement, immédiatement derrière l'outil 6; l'orientation radiale ou polaire de ce coude 8 est contrôlée par une colonne d'orientation polaire 10 flexible au moins

sur sa partie inférieure. Cette colonne est sensiblement coaxiale au joint flexible 9, lui-même relié à un flexible principal d'entraînement 11, éventuellement prolongé jusqu'en surface par une extension rigide.

L'ensemble comportant le joint flexible, le flexible principal d'entraînement et l'extension rigide constituent une colonne d'entraînement en rotation de l'outil, de même, l'ensemble comportant le joint flexible et le flexible principal d'entraînement pourra être qualifié de partie flexible de la colonne d'entraînement. Toutefois, dans ce cas, lorsqu'il est fait référence à l'axe autour duquel tourne l'extrémité inférieure de la colonne d'entraînement, il s'agit de l'axe de l'extrémité inférieure du flexible principal.

Le coude ou déflecteur 8 permet d'imprimer des déviations radiales à l'outil 6 dans des directions déterminées contrôlables, résultant en différents degrés de courbure, ou en rectitude, du profil de puits et en contrôle de son azimut.

L'instrument 7 comporte également une sonde de mesures directionnelles 12 logée au centre de la colonne d'orientation, immédiatement derrière le déflecteur 8 (soit à environ 2 à 3 mètres derrière l'outil).

Elle permet de mesurer, à courte distance derrière toute section de drain venant d'être forée, l'inclinaison et l'azimut de cette section.

Cette rapidité de réponse permet de corriger le profil si besoin est sans retard, par action sur l'angle et sur l'orientation du déflecteur 8. Ce bouclage rapide entre la création du trou 13, la mesure de son profil, et la réaction sur le déflecteur 8, constituent une des novations majeures du système par rapport aux autres systèmes de forages horizontaux connus. C'est lui qui ouvre la possibilité de réaliser des profils à faibles rayons de courbure, éventuellement complexes, et cependant avec précision, soit pour exécuter fidèlement un profil déterminé, soit pour suivre, à la découverte, le profil pratique d'une couche donnée.

La précision de la mesure directionnelle implique un centrage satisfaisant de la sonde de mesure 12 dans le trou, ainsi qu'un certain lissage d'ondulations trop courtes et non significatives de ce dernier. A cet effet, la sonde 12 est alignée dans un prolongateur rigide 14 de la colonne d'orientation 10, ce prolongateur qui pourra être qualifié de corps centré interne est lui-même centré dans un module ou corps centreur et stabilisateur externe 15 de longueur de 3 à 4 mètres, inséré entre le flexible principal 11 et le module déflecteur 8.

Ce corps centreur externe 15 pourra comporter des sabots de centrage inférieurs 115 et supérieurs 116.

En plus de l'inclinaison et de l'azimut du profil du drain, la sonde 12 peut mesurer l'orientation radiale ou polaire du déflecteur par rapport à la génératrice haute du trou ou par rapport au nord magnétique (en terme anglo-saxon "tool face"), afin de permettre le maintien de cette orientation radiale ou sa correction, par action en surface sur la colonne d'orientation.

La sonde 12 peut comporter des magnétomètres pour la mesure de l'azimut et du "tool face". Ces magnétomètres doivent être éloignés de masses magnétiques notables : à cet effet, le module centreur 15 et le prolongateur rigide 14 de la colonne d'orientation pourront être en métal amagnétique.

Différents modes de réalisation du déflecteur 8 sont possibles :

Une solution technologique proposée et représentée sur la Fig. 2 comporte l'utilisation d'une genouillère articulée 16 dont la flexion ou déviation est contrôlée par un vérin électrique fortement démultiplié 17 : ce fait, combiné au court bras de levier du déflecteur, entraîne que le couple nécessaire au moteur du vérin pour vaincre les efforts de déflexion est faible et la puissance nécessaire au moteur est également faible, et peut être de l'ordre de 1/4 de kW.

Un câble électrique qui peut être monoconducteur 18, localisé au centre de la colonne d'orientation 10 et de son extension jusqu'à la surface transmet la puissance électrique et les télécommandes jusqu'au déflecteur 8 (actions discontinues) et remonte, en mode numérique, les signaux de la sonde 12 de mesure directionnelle pour décodage et traitement en surface - (transmission continue). Il est bien connu de l'homme de l'art d'effectuer des transferts de puissance électrique et de signaux électrique à partir d'un monoconducteur.

L'alimentation en boue de forage pour irrigation de l'outil 6, lavage du trou et équilibrage des pressions de formation, se fait par l'espace annulaire entre la paroi externe de la colonne d'orientation 10 et la paroi interne du flexible principal 11 : ainsi le frottement entre ces parois, au cours de la rotation du flexible principal 11 autour de la colonne d'orientation 10 est un frottement lubrifié.

Juste à l'amont du module centreur 15, le flux de boue est dirigé vers le centre, à l'intérieur du prolongateur de colonne, par des orifices 19 et canalisé ainsi jusqu'au centre de l'outil 6. L'espace annulaire 20 autour du prolongateur de colonne et du déflecteur 8 est rempli d'huile qui pourra être

en équipression avec la boue ceci grâce à des dispositifs bien connus de l'homme de l'art. Cette huile assure une lubrification efficace des roulements de centrage 21, 22 et 23 et des butées axiales amont 24 et aval 25.

Des joints tournants d'étanchéité 26 et 27 amont et aval isolent l'huile de la boue. Une membrane métallique semi-rigide 28 relie les éléments amont 29 et aval 30 de la genouillère 16 autour du déflecteur 8; cette membrane pourra être constituée par un soufflet métallique. Un joint flexible 9, résistant au différentiel de pression entre sa face interne et sa face externe (égal à la chute de pression dans l'outil), relie le module centreur 15 à l'embout porte-outil 32.

La transmission de poussée du flexible principal 11 à l'embout porte-outil 32 pourra se faire préférentiellement au travers du prolongateur de colonne d'orientation 14 et du déflecteur 8 par l'intermédiaire des butées axiales amont 24 et aval 25. Ainsi le joint flexible 9 n'aura pas à supporter cette poussée. Il supporte cependant rotation, couple, et flexion combinés, générateurs d'effets de fatigue : par suite, ce joint flexible 9 peut être considéré comme une pièce d'usure dont il est admis d'opérer le remplacement périodiquement. Bien entendu, la butée axiale 24 pourra être placée sensiblement au voisinage de la butée radiale 22. Dans ce cas la transmission de la poussée axiale à l'outil se fera via le module centreur 15 au lieu de se faire via le prolongateur 14 de la colonne d'orientation.

Le flexible principal 11 a, parmi d'autres fonctions, celle de transmettre à l'outil 6 rotation, couple, et poussée axiale et de véhiculer vers le fond la boue de forage. Il devra permettre la remontée de la boue et des déblais dans l'annulaire du trou.

Ce flexible principal sera de préférence conçu pour minimiser les risques de collage différentiel, il devra résister à la traction nécessaire pour extraire la garniture du drain avec l'aide éventuelle de rotation et circulation combinées en cas de coincement et enfin il sera de préférence aisément stockable et transportable en surface.

Il pourra être constitué d'une structure - (conventionnelle) existant sur le marché et commercialisée par la Société COFLEXIP. De telles structures comportent généralement :

- un tube interne en plastique,
- une carcasse en fil d'acier agrafé à profil "Zeta",

-une gaine plastique intermédiaire,

-deux nappes croisées d'armures d'acier au pas d'environ 45., et

5

-une gaine externe en plastique (Rilsan).

Suite à un mode particulier de réalisation du flexible principal 11, selon la présente invention, celui-ci pourra comporter une nervure externe spiralee 33 en polyamide chargé de fibres de renfort - (fibres d'aramide, par exemple la fibre désignée par "Kevlar" de la Société Dupont de Nemours), placée à sa périphérie.

10

Cette nervure 33, au rôle essentiel, remplit des fonctions multiples :

15

-son diamètre externe étant proche de celui du trou (et du dernier tubage ou d'un tubage ou liner guide temporaire dans la section verticale du puits), elle assure le guidage du flexible 11 et évite son flambage en compression lorsqu'il transmet la poussée à l'outil;

20

-par effet de vissage dans le trou et dans la boue - (analogue à celui d'une tarière), elle aide à la transmission de la poussée venant du lest présent dans la portion verticale du puits et elle génère elle-même une certaine poussée additionnelle;

25

-cet effet facilite aussi l'évacuation des déblais en évitant leur sédimentation sur les génératrices basses du trou et en induisant leur translation vers la surface;

30

-elle contribue également à maintenir le trou "ouvert" par son action continue d'alésage,

35

-enfin, la nervure isole le flexible proprement dit du trou. Elle évite ainsi les risques de collage différentiel et les risques de détérioration de la gaine externe du flexible 11 par abrasion ou accrochages,

40

-par contre, étant en contact de frottement permanent avec les parois de trou et de tubage, et malgré sa constitution en polyamide chargé de fibres d'aramide (anti-usure et à faible frottement), cette nervure aura une durée de vie plus courte que celle du flexible proprement dit : elle devra donc pouvoir être remplacée ou rechargée périodiquement.

50

La seule fonction de la colonne flexible 10 est de transmettre depuis la surface le couple d'orientation au déflecteur 8 et de maintenir cette orientation durant le forage. Ses dimensions diamétrales doivent ménager, en son centre, le passage du

55

câble de transmissions électrique. 18 et, extérieurement, un annulaire 34 suffisant dans le flexible principal 11 pour le passage du flot descendant de la boue de forage, indiqué par la flèche 35.

Elle pourra être constituée par une structure conventionnelle et simple du type de celle commercialisée par la Société COFLEXIP. Elle pourra comporter, notamment, une carcasse interne en feuillard métallique agrafé, deux couches croisées d'armures acier à pas relativement court - (optimisation de la résistance en couple), et une enveloppe externe.

Ce flexible 10, installé à demeure à l'intérieur du flexible principal 11 sera néanmoins aisément amovible pour inspection, entretien et pour, permettre, si nécessaire, l'accès à l'intérieur du flexible principal 11 en cours d'opérations (par exemple pour un dévissage à l'explosif, en terme anglo-saxon "back-off", au-dessus de l'instrument de fond).

On notera que les frottements découlant de la rotation du flexible principal autour du flexible d'orientation stationnaire sont ceux de matière plastique (tel le matériau commercialisé sous la marque rilsan) sur elle-même, avec interposition de la boue de forage descendante, pas ou peu chargée en solides. Ces frottements, et les usures des surfaces, sont donc faibles.

Le câble électrique de transmissions 18, éventuellement monoconducteur, pourra être installé à demeure au centre du flexible d'orientation.

En partie basse, il est raccordé à la sonde de mesure 12, lors de l'assemblage de l'ensemble flexible principal 11 -flexible d'orientation 10 sur l'instrument de fond 7. En partie haute, il se termine par un connecteur 36, éventuellement monocontact, logé au centre de l'embout combiné de flexible principal 11 et de flexible d'orientation 10. Le raccordement du câble 18 à la sonde 12 peut être réalisé par un connecteur 37.

Concernant la liaison par colonne dans la garniture de la section verticale du puits, deux systèmes de garniture peuvent être à considérer suivant le mode de réalisation de la rotation en forage. Ces deux modes de réalisation sont représentés aux figures 3, 4 et 6.

Si le mouvement destiné à entraîner l'outil provient de la surface (Figs. 3 et 4), (ce mode est couramment qualifié de forage en rotary), le flexible principal 11 est prolongé, jusqu'en surface, par un train principal 38, éventuellement rigide, constitué éventuellement de masses-tiges 39 et de tiges de forage classiques 40. Le flexible d'orientation 10 peut être prolongé au centre du train principal 38 par une colonne d'orientation 41, éventuellement

rigide, constituée de tiges de forage classiques de type minier à diamètre externe constant, couramment appelée "tige minière flush" par l'homme du métier.

L'ensemble comportant le flexible d'orientation et la colonne éventuellement rigide constitue la colonne d'orientation polaire ou plus simplement la colonne d'orientation.

La rotation, et l'injection de boue de forage, sont assurées par une tête motorisée classique 42 (en termes anglo-saxons "Power Swivel") connectée sur le train principal 38. En son centre passe et se prolonge la colonne rigide d'orientation 41 et 10 dont le sommet est connecté à un orientateur 43 de la colonne d'orientation, monté sur le bâti de la tête motorisée 42.

L'assemblage de la garniture décrite précédemment en début de forage du drain peut s'effectuer de la manière indiquée ci-après.

L'ensemble outil et instrument de fond ayant été pré-assemblé est posé sur coins.

L'ensemble flexible principal 11 -flexible d'orientation 10 -câble central 18, est raccordé à l'instrument de fond 7 puis descendu, par déroulement depuis le touret de stockage 44 - (figure 5) de l'ensemble flexible, jusqu'à pose sur coins de l'embout combiné supérieur.

La ou les masses-tiges 39 et tiges principales 40 sont alors successivement raccordées et descendues, jusqu'à amenée de l'outil à proximité de la cote de début de forage du drain (fond de trou vertical dans le cas de puits "neuf" ; ouverture latérale pré-exécutée dans le tubage de production, dans le cas de puits "repris"). La dernière tige 45 de forage ajoutée (en sommet de train) est posée sur coins 46, 47, son sommet dépassant, au-dessus des coins, par exemple, de 0,3 à 0,4 mètre.

La colonne flexible d'orientation 10 est alors prolongée jusqu'en surface par introduction, vissage, et descente successive de tronçons de tiges minières à diamètre externe constant, couramment appelée tige minière "flush" par l'homme de métier, et constituant la colonne d'orientation supérieure 41 (pose pour raccordements sur une boîte à coins installée sur le sommet de la tige principale supérieure).

Le dernier ajout de tige 48 d'orientation s'accompagne du raccordement du pied de la colonne d'orientation supérieure 41 sur le sommet du flexible d'orientation 10 par l'intermédiaire d'un embout à simple emmanchement à section carrée ou hexagonale, au niveau de la référence 49. La longueur de la dernière tige ajoutée est telle que son sommet dépasse celui de la tige principale supérieure par exemple de 0,3 à 0,6 mètre.

Le prolongateur 50 de câble électrique est alors introduit au centre de la colonne et descendu par déroulement : une fiche éventuellement monocontact 36, à son pied, lestée par une barre de charge, se raccorde, par exemple, par simple emmanchement, en fin de descente, sur la fiche de tête de l'ensemble flexible. La longueur totale du câble peut, suivant la profondeur du puits, être constituée de plusieurs sous sections, et peut présenter une surlongueur notable par rapport à la longueur du train rigide.

Cette surlongueur se loge par mise en sinusoïde 51 dans la partie inférieure de la colonne supérieure d'orientation 41, sans risque de détérioration par érosion puisque la circulation de boue est extérieure à cette colonne d'orientation. On notera que, pour la même raison, les problèmes d'isolation électrique, en particulier aux raccordements par fiches monocontact, sont grandement facilités.

A sa partie supérieure, le prolongateur de câble se termine par une fiche, éventuellement monocontact, 52 qui vient reposer dans un embout support au sommet de la tige supérieure de la colonne d'orientation.

Le début du forage, puis son approfondissement, s'opèrent suivant une même procédure, mettant en oeuvre des "éléments d'ajout" 53 constitués par des sections apairées en longueur de tiges de forage 54 et de tiges minières 55, ces dernières étant équipées de tronçons de câble électrique prolongateur 56, montés à demeure et terminés à chaque extrémité par des fiches éventuellement monocontact 57 et 58 ancrées aux extrémités de la tige minière 55.

Un ensemble de deux sections apairées de tiges principales 54 et d'orientation 55 est préparé dans le trou de rat (en terme anglo-saxon "rat hole"), le fond de ce dernier étant aménagé pour que la tige minière 55 soit décalée, vers le haut, par rapport à la tige principale, par exemple de 0,2 mètre.

La tête d'injection motorisée 59 (en termes anglo-saxons "power swivel"), avec son embout de vissage sur les tiges et d'entraînement en rotation du train de forage, est munie d'un prolongateur supérieur 60 de colonne d'orientation 41, saisi dans l'orienteur 43 de "tool face", analogue à une clé hydraulique de serrage de petit calibre. L'orienteur 43 est supporté par un vérin 61 à débattement vertical qui peut être d'environ 0,5 mètre, lui-même ancré sur le bâti de la tête motorisée 42. Un presse-étoupe 62 à commande hydraulique (du

type lubricator de "snubbing"), au-dessus de la "power swivel", permet de réaliser l'étanchéité sur le prolongateur supérieur (à l'extérieur chromé poli) de la colonne d'orientation.

Le prolongateur supérieur 60 de la colonne d'orientation est équipé à demeure du prolongateur supérieur de câble électrique, terminé en partie inférieure par une fiche monocontact, et en partie supérieure par un contact tournant 65. Au-dessus de ce contact tournant, le câble de surface suit le flexible d'injection de boue, et est connecté aux équipements de réception des mesures en surface et de télécommande du déflecteur.

Ainsi équipée, la tête d'injection motorisée accrochée au moufle mobile par des bras d'élévateur 63 et 64 qualifiés de "long links" en termes anglo-saxons, est prête pour la manoeuvre.

Le prolongateur supérieur 60 de colonne d'orientation est positionné pour dépasser sous l'embout de la tête d'injection, par exemple de 0,1 mètre, alors que le vérin support est en position milieu. La tête d'injection 42 est amenée à la verticale du trou de rat et positionnée à l'aide du moufle pour situer le pied du prolongateur supérieur 60 de colonne d'orientation au-dessus de la tige minière 55, par exemple à 10-15 cm.

Le prolongateur supérieur 60 est alors approché puis engagé et vissé sur la tige minière 55 en combinant la rotation de l'orienteur 43 et la translation de son vérin support 61, qui permet une approche fine et évite les risques de détérioration des filetages de tiges minières 55. La connexion de câble électrique 56 s'établit simultanément. Le blocage est fait au couple maximum admissible au filetage, couple qui peut être automatiquement dosé par l'orienteur 43 ou appliqué par des clés.

Les mors de l'orienteur 43 sont ensuite desserrés et écartés du prolongateur supérieur 60 de colonne d'orientation. La tête d'injection 42 est descendue à l'aide du moufle et l'embout de la tête d'injection est engagé et vissé sur la tige principale 54 par rotation de la tête. Le blocage peut être achevé avec les clés conventionnelles.

Le vérin support 61 est mis en position haute.

Les mors d'orienteur 43 sont resserrés sur le prolongateur supérieur 60.

L'ensemble des tiges d'ajout 53 ainsi connecté à la tête d'injection est extrait du trou de rat et amené à l'aide du moufle au-dessus du train de forage 38 en attente sur coins 46, 47, en maintenant un espace entre tige principale 45 sur coins et tige principale d'ajout 54, cet espace pourra être d'environ 0,5 mètre.

La prolongation supérieure 60 de la colonne d'orientation 41 est descendue et approchée puis connectée sur la colonne d'orientation en attente dans le train de forage 38 par actions de l'orienteur 43 et de son vérin-support 61.

Les mors d'orienteur sont desserrés, et la tige principale d'ajout 53 est approchée et connectée sur le train principal 38 sur coins 46, 47 par actions du moufle et de la tête d'injection, le blocage peut être achevé par les clés.

Le vérin-support 61 est positionné pour mise de la colonne d'orientation 41 en tension sous son propre poids (léger coulisement possible de l'emmanchement glissant en pied de colonne).

Le presse-étoupe 62 est fermé sur le prolongateur supérieur d'orientation.

Le forage peut débuter.

Les procédures pour déconnexion de la tête d'injection motorisée 42 à l'issue de la première passe de forage et pour les ajouts suivants utilisent les mêmes principes, inversés pour les déconnexions, que ceux décrits ci-dessus. Il en va de même pour les extractions des tiges d'ajout 53 lors des remontées et sorties du trou.

On notera que chaque ajout 53 peut s'opérer par tronçons de 2 ou 3 tiges de 9 mètres, soit par 27 mètres : il y aura donc 11 à 18 ajouts à opérer pour un drain de 300 à 500 mètres.

Selon un autre mode de réalisation, le mouvement pour entraîner l'outil provient d'un moteur de fond (voir figure 6).

La mise en rotation du flexible principal 11 est assurée par un moteur de fond 66, de préférence du type volumétrique connecté en tête du train flexible 11. Ce moteur 66 est utilisé en position inversée par rapport au mode conventionnel : c'est le corps extérieur 67, normalement statorique, qui est connecté au flexible principal 11 et qui devient l'élément rotorique ou tournant.

L'arbre central 68, à lobes, devient statorique : l'embout 70, normalement porte-outil, de cet arbre central 68 est en position supérieure, et connecté au train de masse-tiges 69 et de tiges conventionnelles remontant jusqu'en surface.

L'autre extrémité 71, normalement libre, de l'arbre central 68 est raccordée au flexible d'orientation 72 : ce dernier peut donc être orienté par action sur le train de tiges supérieur 73 qui, hormis les mouvements d'orientation, demeure stationnaire angulairement. L'arbre central 68 du moteur de fond ainsi que son prolongement dans sa pivoterie et ses cardans de précession pourront être aménagés pour offrir un passage central dans lequel est logé un prolongateur 75 du câble de transmission électrique 74. Ce passage pourra être cylindrique et avoir un diamètre d'environ 1/2".

Au-dessus du moteur de fond 66 et de ce prolongateur électrique, la liaison électrique jusqu'à la surface est constituée par un câble éventuellement monoconducteur 77, connecté en partie basse sur le prolongateur 75 dans le moteur, par une fiche éventuellement monocontact qui peut être lestée par une barre de charge.

Ce câble peut être constitué de plusieurs manières :

Il peut être unique ou continu, type câble de diagraphie, en terme anglo-saxon "wire line", introduit au travers d'un raccord à sortie latérale 78, permettant les ajouts de tiges 79 sans manoeuvre de câble.

Il peut comporter un premier tronçon de câble de longueur ad-hoc, introduit au centre des tiges assemblées lorsque l'outil est à proximité du fond de trou avant début de forage du drain, plus un complément de câble type "wire line" au centre des tiges, raccordé au précédent par fiche éventuellement monocontact surmontée d'une barre de charge, et sortant en tête de train de tige au travers d'un presse-étoupe, ce complément de câble devant donc être manoeuvré lors de chaque ajout. Ainsi, par exemple, pour une longueur du drain comprise entre 300 et 500 mètres, il faudra manoeuvrer 11 à 18 fois le câble au total si les ajouts se font par triple, avec utilisation d'une tête d'injection. A la place du complément de câble, il est possible d'utiliser des éléments de tiges groupées par trois pour les ajouts, chaque groupe étant équipé d'un câble central avec fiches d'extrémité, éventuellement monocontact, installé à demeure.

Bien entendu, on ne sortira pas du cadre de la présente invention si chaque élément de tige est équipé d'un câble central avec fiche.

Le mode de réalisation de l'invention selon lequel le mouvement pour entraîner l'outil de forage est de type rotary, présente certains avantages qui sont donnés dans la suite de ce texte relativement au mode de réalisation comportant un moteur de fond.

Le mode de réalisation de forage en rotary présente une grande souplesse d'adaptation des vitesses de rotation et des couples aux terrains et aux conditions de forage. Il n'y a pas de limitation en couples maximum autre que celle imposée par les limites de résistance des tiges. Donc la capacité de lutte contre les conditions de coincements ou de frottements intenses est élevée.

Un tel mode de réalisation permet l'indépendance totale des paramètres mécaniques du forage et des débits et pressions de boue.

L'ensemble de la liaison électrique entre le fond et la surface se fait hors boue ce qui, selon le mode de réalisation qualifié de forage en rotary, facilite l'obtention et le maintien de bonnes isolations électriques aux raccordements et élimine les problèmes d'érosion et de détériorations de câbles dans le courant de boue.

Le mode de réalisation en rotary évite les problèmes liés au câble placé dans l'annulaire d'un puits ou aux manoeuvres fréquentes de câbles.

Selon ce mode de réalisation, tous les composants du système, hormis quelques adaptations simples qui cependant utilisent des éléments connus sur la tête d'injection, sont tout à fait classiques.

Le mode de réalisation selon la présente invention qualifié de forage en rotary permet, en cas de nécessité, en particulier dans le cas de coincement impossible à résoudre par rotation-traction-circulation, d'extraire complètement la colonne centrale d'orientation, y compris la partie flexible, en même temps que le câble électrique et la sonde de mesure, libérant ainsi le centre du train principal jusqu'au déflecteur et permettant l'exécution d'un dévissage à l'explosif et la récupération possible de la majeure partie du train, y compris tout ou partie du flexible principal, suivant le niveau de coincement.

Enfin, ce mode de réalisation permet, en cas de perte de circulation, d'injecter des produits colmatants.

Cependant, ce mode de réalisation présente des inconvénients relativement à la version moteur de fond qui résident notamment dans la relative complexité de la composition du train de forage rigide dans son ensemble et de sa mise en oeuvre. Ceci est à tempérer cependant en considération de la simplicité, du classicisme, et de la robustesse des composants individuels de ce train de forage.

Le mode de réalisation selon la présente invention, qui comporte un moteur de fond, présente des avantages relativement à la version dite en rotary dont, notamment, celui de la simplicité de la composition du train de forage rigide, et de sa mise en oeuvre.

Cependant, ce mode de réalisation à moteur de fond présente des limitations dont certaines sont énumérées dans la suite de ce texte.

Ainsi, le couple maximum pouvant être fourni par le moteur de fond est nécessairement limité. Par exemple, avec les moteurs à 9 lobes, actuellement disponibles sur le marché, on ne peut escompter plus que 400 à 500 mkg.

La comparaison ci-dessus conduit à préférer le mode rotary lorsque l'on a le choix.

Revendications

- 5 1. -Ensemble permettant d'entraîner un outil en rotation autour d'un axe lié audit outil à partir d'une colonne, dite colonne d'entraînement, tournant à son extrémité inférieure autour d'un deuxième axe, lesdits axes étant sensiblement concourants en un même point A et forment entre eux un même angle α , caractérisé en ce qu'il comporte en combinaison 10 un déflecteur télécommandé (208) adapté à créer une déviation d'angle α , des moyens de contrôle - (16, 17) de la valeur dudit angle α , des moyens de guidage (223, 221, 25, 23, 22, 21, 24) permettant la rotation dudit outil (6) et de ladite colonne à son 15 extrémité inférieure (201) autour desdits axes (203, 202) relativement audit déflecteur (208) et des moyens de contrôle (12) de la position polaire dudit déflecteur relativement audit deuxième axe.
- 20 2. -Ensemble selon la revendication 1, appliqué au cas d'un forage effectué à partir de la surface, caractérisé en ce que les moyens de contrôle de la position polaire dudit déflecteur comportent une 25 sonde (12) de mesure solidaire dudit déflecteur, ladite sonde étant repérée angulairement relativement à celui-ci, une deuxième colonne (10) dite colonne d'orientation polaire solidaire en orientation dudit déflecteur et remontant jusqu'en surface, la 30 partie inférieure de ladite colonne d'orientation étant flexible.
- 35 3. -Ensemble selon la revendication 2, appliqué au cas où le déflecteur est télécommandé électriquement et où la sonde fournit des signaux électriques, caractérisé en ce que ladite colonne d'orientation polaire (10) comporte en son centre un conducteur électrique (18) adapté à transmettre les signaux de mesure de la sonde vers la surface et les signaux de télécommande de la surface vers 40 le déflecteur.
- 45 4. -Ensemble selon la revendication 2, caractérisé en ce que la colonne d'entraînement comporte une partie inférieure flexible (11) dont l'extrémité inférieure est prolongée par une extension flexible fixée audit outil (6) et en ce que ladite partie flexible de ladite colonne est coaxiale et extérieure à la section flexible de la colonne d'orientation polaire (10).
- 50 5. -Ensemble selon la revendication 4, caractérisé en ce que ladite colonne d'entraînement (11) et ladite colonne d'orientation polaire (10) comportent chacune une partie sensiblement rigide et en ce que lesdites parties rigides sont coaxiales et reliées 55

à la surface, la partie rigide de la première colonne étant reliée, en surface, à une tête rotative (42).

6. -Ensemble selon la revendication 2, caractérisé en ce que ladite colonne d'entraînement (11) est reliée à un moteur de fond (66).

7. -Ensemble selon la revendication 6, caractérisé en ce que ledit moteur de fond (66) est un moteur volumétrique hélicoïdal multilobes dont le corps externe rotatif (67) est connecté à ladite colonne d'entraînement (11) et dont le corps interne (68) non tournant est solidaire en sa partie inférieure de la colonne d'orientation flexible (72) et en sa partie supérieure de la partie supérieure rigide (69, 70), de la colonne d'orientation polaire.

8. -Ensemble selon la revendication 4, caractérisé en ce que la partie flexible de ladite colonne d'entraînement (11) comporte une paroi interne parfaitement lisse et une paroi externe munie d'au moins une nervure (33) enroulée en hélice.

9. - Ensemble selon la revendication 2, caractérisé en ce que ledit déflecteur (8) comporte deux corps (29, 30) articulés l'un par rapport à l'autre autour d'un axe ou d'une rotule (16), le corps supérieur (29) formant prolongement de la sonde de mesure (12) et de la colonne d'orientation (10), le corps inférieur (30) supportant la pivoterie (23 et 25) de rotation de l'outil de forage (6) et des moyens (17) adaptés à contrôler l'angle établi entre les deux corps.

10. -Ensemble selon la revendication 9, caractérisé en ce que lesdits moyens de contrôle de l'angle établi entre les deux corps comportent un vérin à vis (17) qui régit la distance entre un premier point appartenant au corps inférieur et un deuxième point appartenant au corps supérieur.

11. -Ensemble selon la revendication 3, caractérisé en ce que la sonde de mesure (15) est placée à l'intérieur d'un module centreur (14) adapté à maintenir l'axe longitudinal de la sonde sensiblement parallèle à l'axe moyen du puits à son niveau.

12. -Ensemble selon la revendication 11, caractérisé en ce que la sonde de mesure est placée à l'intérieur d'un corps centreur interne (14) solidaire vers le haut de la base de la colonne flexible d'orientation (10) et vers le bas du corps supérieur (29) du 20 déflecteur (8), en ce que ledit corps centreur interne (14) est axé à l'intérieur d'un corps centreur externe (15), qui est centré et aligné dans le puits par des sabots de centrage inférieurs et supérieurs (115 et 116), ledit corps centreur externe (15) étant solidaire en partie haute du pied du flexible principal (11), et relié en partie basse à l'outil de forage (6) par un ensemble entretoise d'entraînement comportant un joint rotatif flexible (9).

13. -Ensemble selon la revendication 11, caractérisé en ce que le centrage et l'alignement du corps centreur interne (14) à l'intérieur du corps centreur externe (15) et le centrage de l'entretoise d'entraînement autour des corps inférieurs (30) et supérieurs (29) du déflecteur (8) sont assurés par au moins trois pivoteries radiales (23, 22, 21).

14. -Ensemble selon la revendication 11, caractérisé en ce que les efforts longitudinaux de poussée ou de traction entre le flexible principal (11) et l'outil de forage (6) sont transmis par l'intermédiaire du noyau central constitué par le corps centreur interne (14), le déflecteur (8) et de deux pivoteries axiales (25, 24) en tête et au pied de ce noyau central.

15. -Ensemble selon les revendications 13 et 14, caractérisé en ce que des conduits appropriés au pied du flexible principal ainsi qu'une isolation par soufflet flexible (28) autour du déflecteur assurent qu'entre les têtes du module centreur et l'outil, la circulation de la boue de forage s'effectue uniquement dans la partie centrale du dispositif, et que toutes les pivoteries radiales et axiales (21, 22, 23, 24 et 25) travaillent en milieu (20) propre et lubrifié par de l'huile.

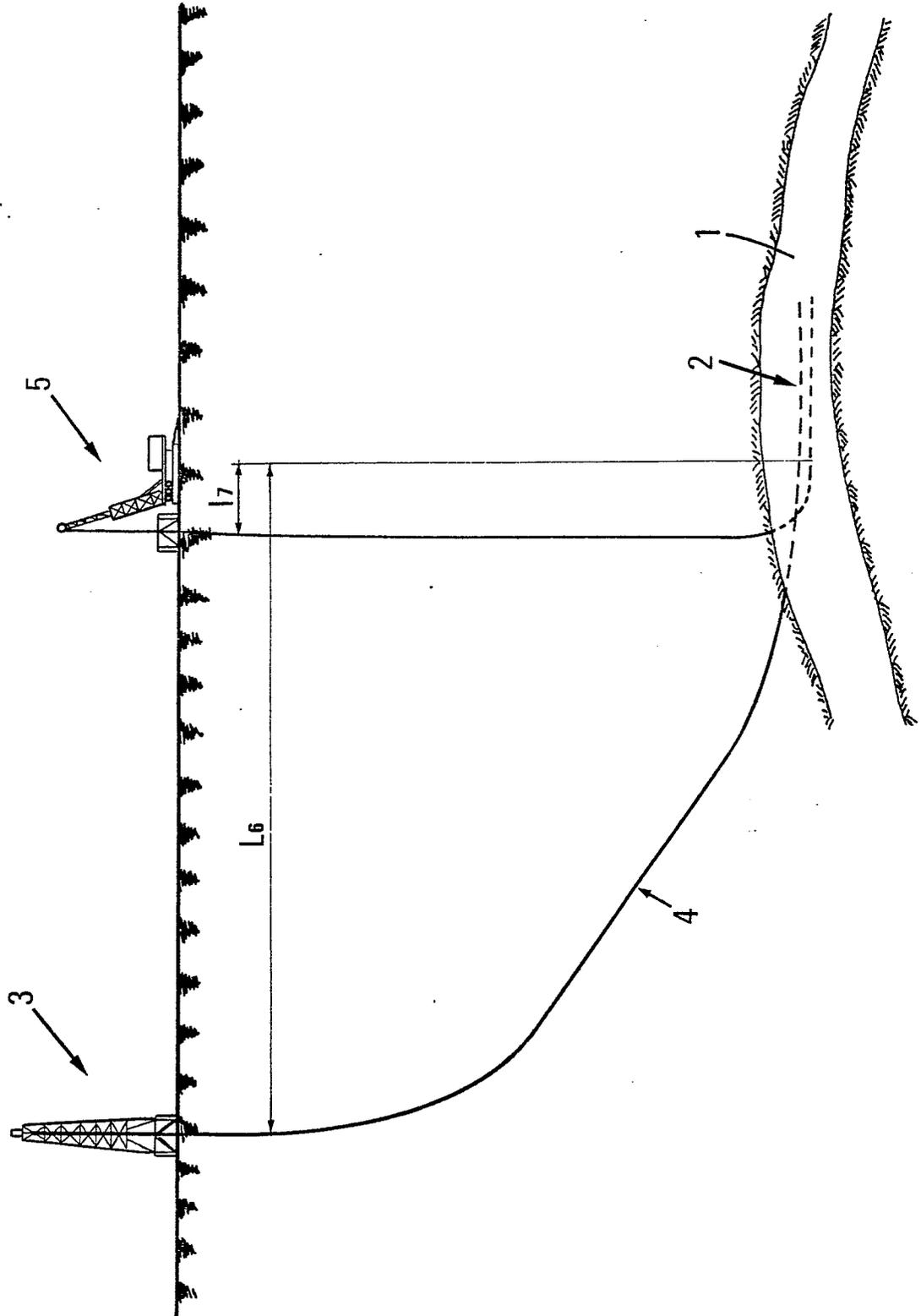
16. -Ensemble selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens d'orientation (43) en surface de ladite colonne d'orientation.

50

55

11

FIG.1



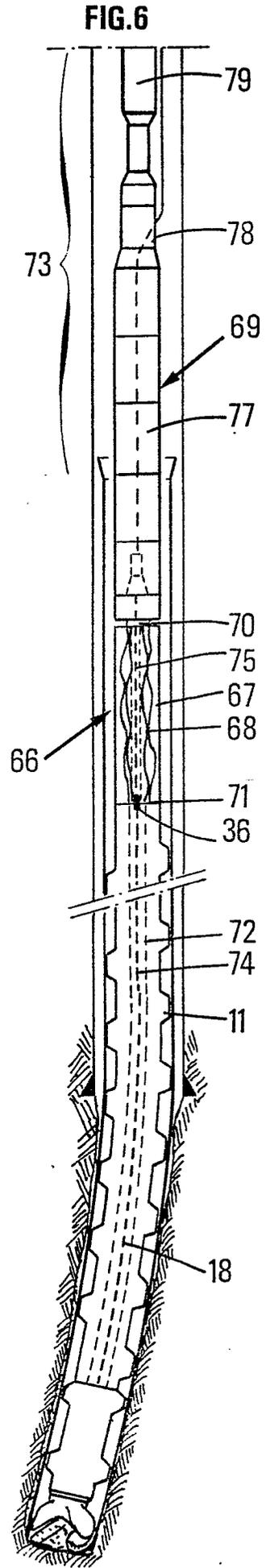
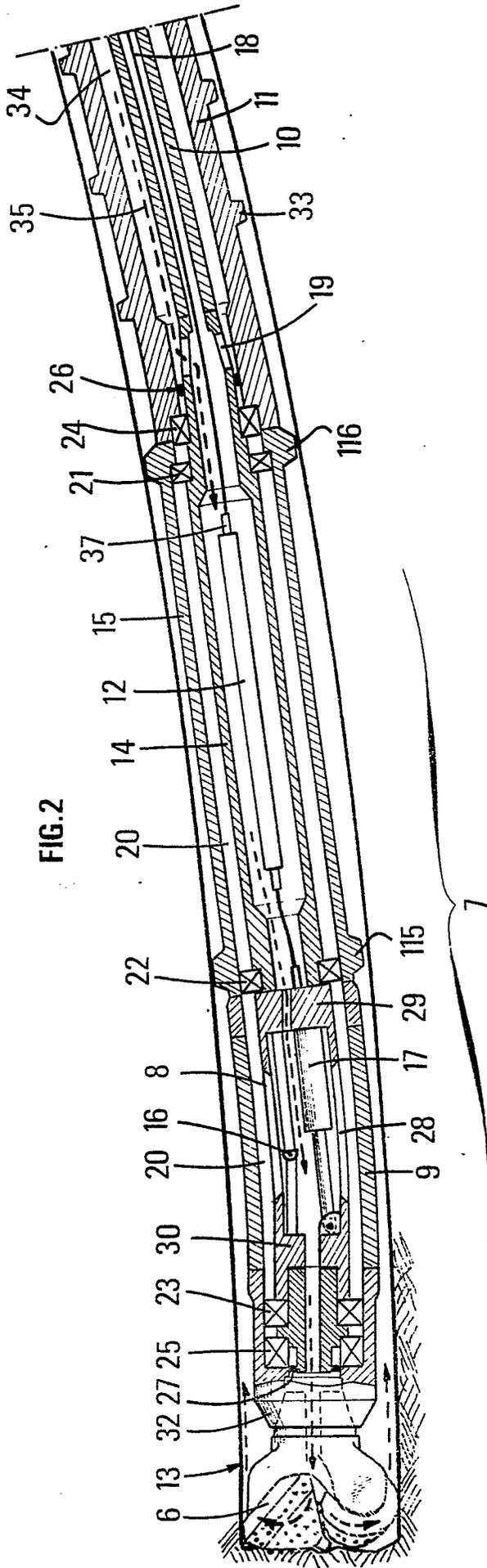


FIG.3

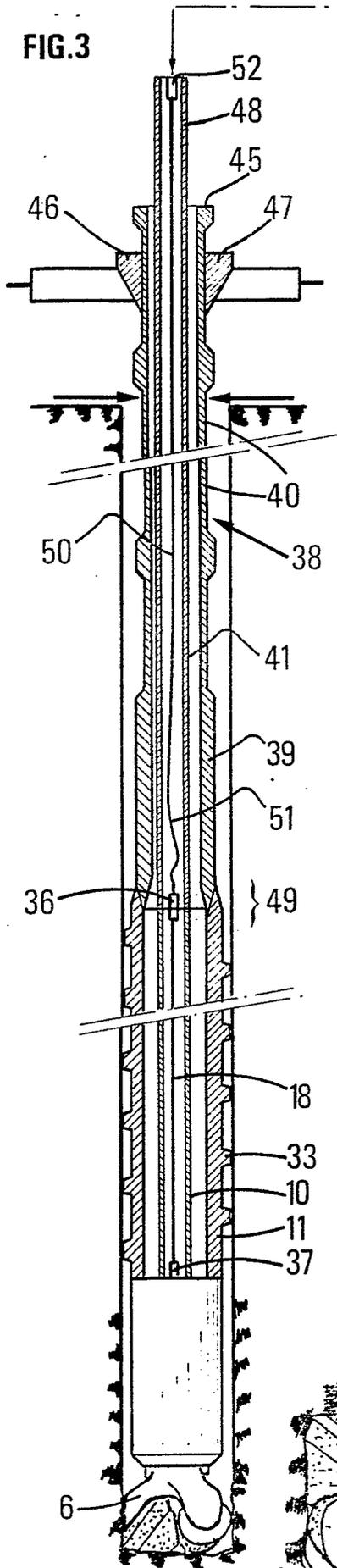


FIG.4

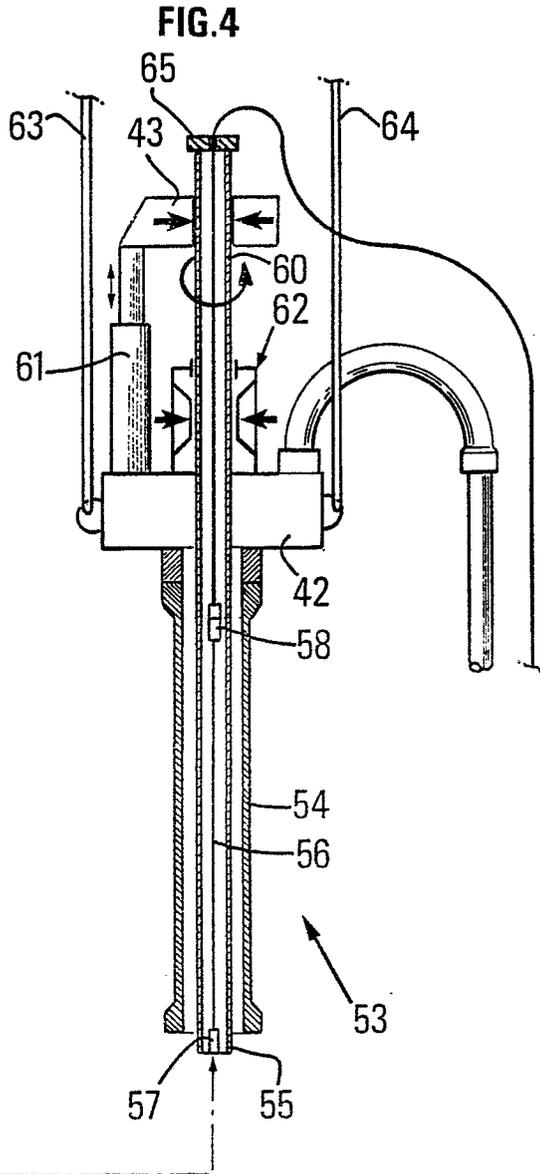


FIG.7

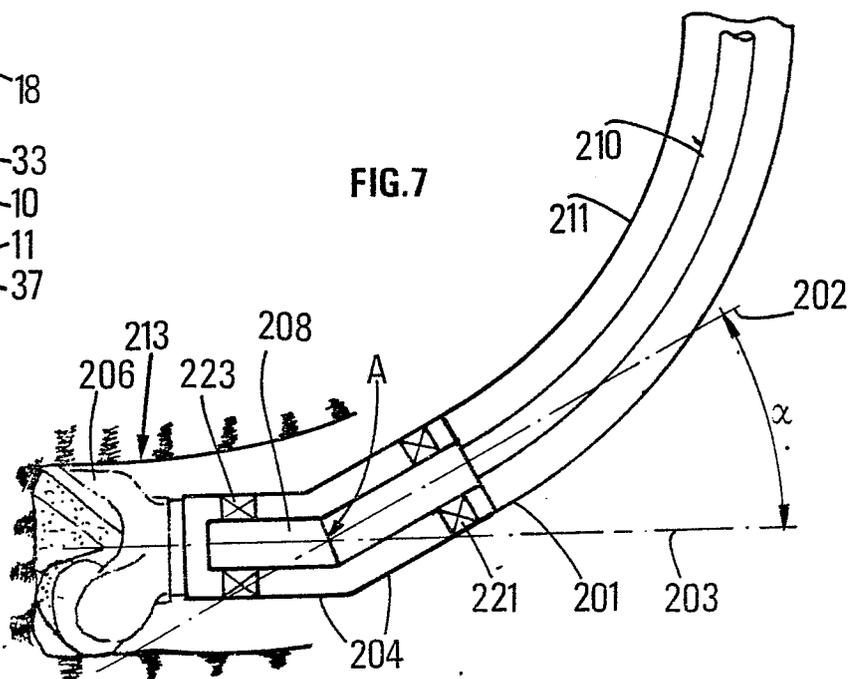
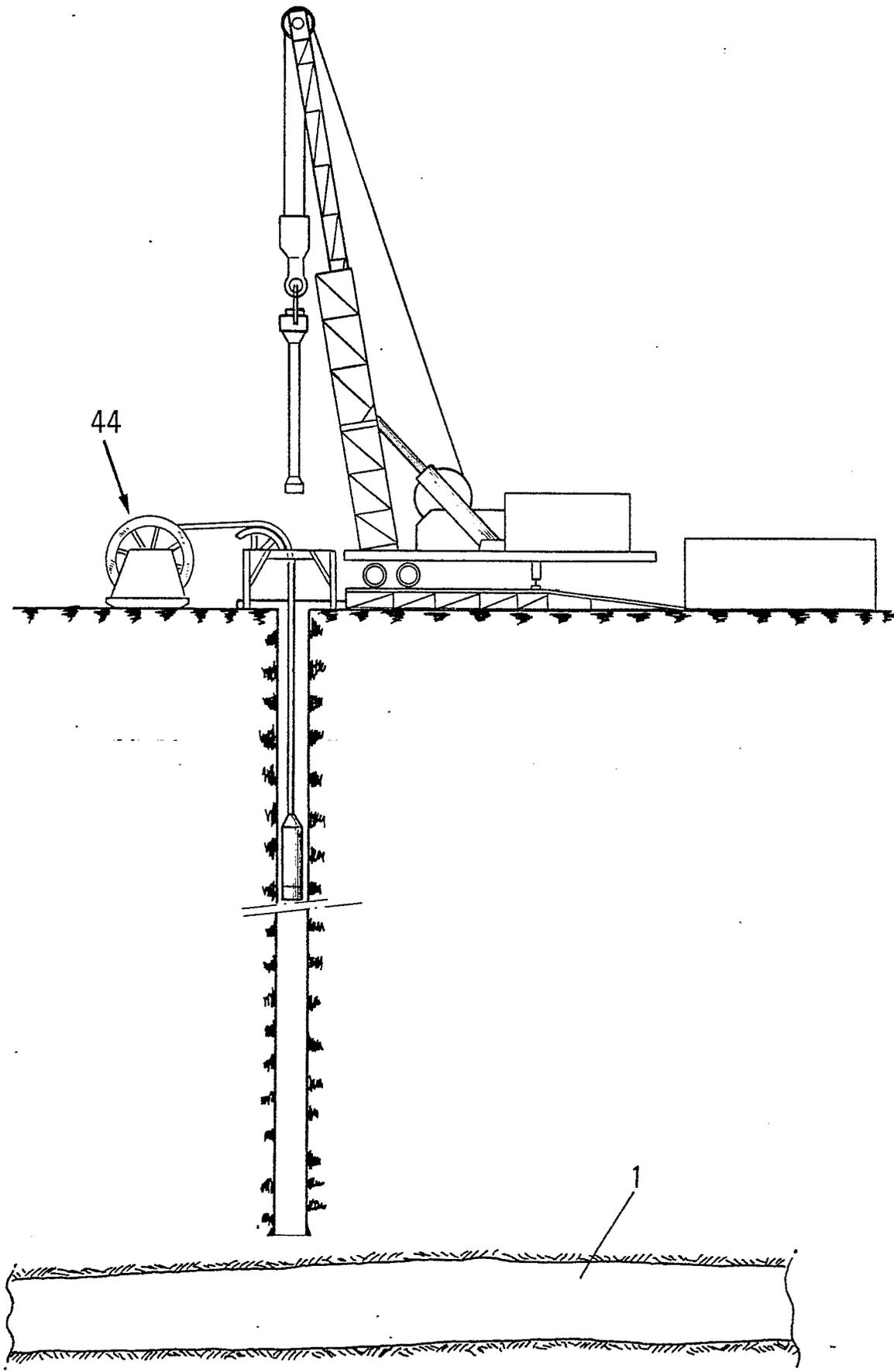


FIG.5





DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.4)
A	BE-A- 865 955 (FORAKY) * En entier *	1	E 21 B 7/06 E 21 B 17/20
P,A	DE-A-3 412 219 (BOSSE) * En entier *	1	
A	BE-A- 865 954 (FORAKY) * En entier *	1	
A	REVUE DE L'INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE, vol. 38, no. 1, janvier-février 1983, pages 63-81, Paris, FR; R. DESBRANDES et al.: "Récents développements en forage téléguidé"		
A	DE-A-3 306 405 (SCHMIDT)		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
A	US-A-2 198 016 (ROGERS)		E 21 B
A	US-A-1 850 403 (LEE)		
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 10-07-1986	Examineur BENZE W.E.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			