(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 697 283**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **92 12947**

(51) Int Cl[5] : E 21 B 47/12, H 04 B 10/08

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt** : 28.10.92.

(30) **Priorité** :

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** 29.04.94 Bulletin 94/17.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE Organisme Professionnel* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** Pignard Guy.

(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire :**

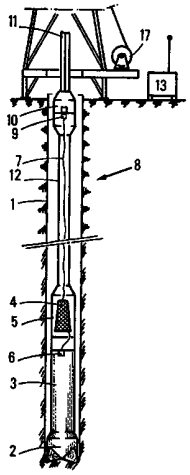
(54) Dispositif et méthode de transmission d'informations en cours de forage comportant une fibre optique bobinée.

(57) - La présente invention concerne un dispositif de transmissions de signaux par fibre optique dont une portion de longueur au moins est enroulée sous forme d'une bobine.

- La liaison entre deux zones de transmission, situées à une distance non nulle dans une conduite, est effectuée en déroulant la fibre de la bobine par traction sur une des extrémités de la fibre.

- L'invention concerne également une méthode de transmission à l'aide d'une fibre optique bobinée.

- Utilisation de la méthode et du dispositif à la transmission en cours de forage d'un puits des paramètres de forage entre le fond du puits et la surface.



FR 2 697 283 - A1

La présente invention concerne un dispositif et une méthode pour transmettre des signaux le long d'une conduite. La transmission est effectuée par le moyen d'au moins une fibre optique dont les deux extrémités relient deux moyens d'émission et/ou de réception situés dans une conduite. Une portion de longueur de la fibre optique est enroulée sous forme d'une bobine de façon à pouvoir laisser dérouler une longueur de fibre correspondante à un rallongement éventuel de ladite conduite.

La présente invention est notamment adaptée à la transmission de mesures ou d'informations pendant une opération de forage.

Il est connu d'installer des appareillages de mesures ou d'intervention à l'extrémité inférieure d'une conduite de forage s'étendant à travers un puits foré. Pour optimiser l'opération de forage, ou pour la sécurité et le contrôle de la direction de forage, il est indispensable de recevoir pratiquement en continu les mesures des divers paramètres de forage. Ces paramètres sont mesurés par des appareillages de fond liés à la garniture de forage, le plus souvent proches de l'outil de forage. Par paramètres, il faut comprendre notamment les informations concernant l'environnement de l'outil de forage et les contraintes mécaniques régnant dans le puits et la garniture de forage.

Les moyens de transmissions actuellement connus sont principalement de deux types :

- Transmissions des informations par ondes entre le fond du puits et une installation de surface. Ce peut être notamment des ondes de pression ou des ondes électromagnétiques.

- Transmissions par conducteur électrique reliant les appareillages de fond de puits à la surface.

Le premier moyen présente l'avantage certain de ne pas nécessiter de lien physique entre les deux extrémités de la garniture de forage. Ainsi, l'approfondissement du forage qui impose de rallonger la garniture en ajoutant des tubes est aisément poursuivi puisque rien ne vient contrecarrer l'opération conventionnelle d'ajout de tubes. Ce n'est pas le cas du

deuxième moyen de transmission où au moins un conducteur électrique est continu le long de la garniture. Il faut dans ce cas, soit remonter à la surface la totalité du câble pour libérer la garniture, soit utiliser un raccord à ouverture latérale ou "side entry sub" pour faire passer le câble dans l'espace annulaire, soit utiliser des tiges de forages câblées. Les câbles conventionnels utilisés dans le deuxième moyen de transmission obligent donc à des manoeuvres longues et de plus empêche la rotation de la garniture de forage.

Mais le premier moyen présente notamment l'inconvénient d'une grande complexité technique, d'un coût d'investissement important et d'une capacité de transmission beaucoup plus faible comparativement à celle possible avec un conducteur électrique.

La présente invention a notamment pour objet de minimiser la plupart des inconvénients cités plus haut tout en fournissant un moyen de transmission très performant.

L'invention concerne donc un dispositif de transmission de signaux par au moins une fibre optique dont les deux extrémités sont liées à deux moyens d'émission et/ou de réception situés à une distance non nulle. Ladite fibre optique comporte au moins une portion de sa longueur enroulée sous forme d'une bobine.

La distance entre les deux extrémités de la fibre optique peut être augmentée en dévidant ladite bobine par traction sur une des extrémités de ladite fibre.

Le débobinage de la fibre optique peut être une opération irréversible.

Lesdits deux moyens d'émission et/ou de réception peuvent être d'une part des moyens de contrôle de forage et d'autre part des moyens de transformation des signaux optiques en signaux électriques et/ou inversement, lesdits moyens étant solidaires d'une garniture de tubes.

Lesdits moyens de contrôle étant placés dans le voisinage de l'outil de forage, ladite bobine peut être proche desdits moyens de contrôle et la fibre optique peut s'étendre dans l'espace intérieur de la garniture entre la bobine et lesdits moyens de transformation placés au voisinage de la surface.

Lesdits moyens de transformation peuvent transmettre les signaux électriques à une installation de surface, par onde radio ou par conducteur électrique.

La présente invention concerne également une méthode de transmission de signaux par au moins une fibre optique dont les deux extrémités sont liées à deux moyens d'émission et/ou de réception situés à une distance non nulle dans une conduite. La méthode comporte en combinaison les étapes suivantes :

a) on place dans la conduite, à proximité d'un premier moyen, une bobine de fibre optique,

b) on relie une première extrémité de la fibre avec ledit premier moyen,

c) on ajuste la longueur de la fibre avec la distance entre les deux moyens, en appliquant une traction sur la deuxième extrémité de la fibre pour dévider la bobine,

d) on relie la deuxième extrémité de la fibre au deuxième moyen.

La conduite peut être rallongée en intercalant des tubes entre lesdits deux moyens et on peut répéter les étapes c) et d) à chaque ajout de tubes.

On peut appliquer une traction sur la deuxième extrémité de la fibre à l'aide d'un câble manoeuvré par un treuil, ledit câble étant enfilé dans les tubes et comportant à son extrémité un moyen d'accrochage avec ladite deuxième extrémité de la fibre.

La méthode et le dispositif selon l'invention peuvent être utilisés pour la transmission de signaux représentatifs des paramètres de forage et de sa direction pendant l'approfondissement d'un puits.

La présente invention sera mieux comprise et ses avantages apparaîtront plus clairement à la description qui suit d'exemples nullement limitatifs illustrés par les figures ci-annexées, parmi lesquelles :

- la figure 1 montre schématiquement la disposition d'ensemble du dispositif en cours d'opération,

- les figures 2A, 2B, 2C et 2D illustrent les étapes de mise en place du dispositif dans une garniture de forage,

- la figure 3 montre l'opération d'ajout d'une tige avec le dispositif selon l'invention,

- la figure 4 illustre l'étape de remontée de la garniture.

La figure 1 représente un puits 1 en cours de forage par l'intervention d'une garniture 8 entraînant en rotation un outil de forage 2. La garniture de forage 8 comporte des éléments inférieurs 3, des moyens de stockage 5 de la bobine de fibre optique 4, des moyens de liaison 6 de la fibre optique avec des appareillages contenus dans les éléments inférieurs 3, des tiges de forage 12 jusqu'en surface comportant la fibre optique 7 dans

l'espace intérieur des tiges, des moyens de liaison supérieurs 9 avec des appareillages supérieurs contenus dans un raccord 10 et des moyens d'entraînement en rotation et/ou de manutention 11.

Les éléments inférieurs 3 comportent des masses-tiges, éventuellement un moteur de fond d'entraînement en rotation de l'outil de forage, des moyens de mesures et/ou de contrôle des opérations de forage et des moyens d'émission et/ou de réception des signaux transmis par le moyen de la fibre optique 7. L'émission et/ou la réception d'information sous forme de signaux optiques imposent une électronique de codage entre les capteurs et la transmission.

Les éléments inférieurs 3 peuvent également comporter des équipements spécifiques de contrôle de la trajectoire commandés par des signaux transitant de la surface au fond par la fibre 7.

Les appareillages supérieurs contenus dans le raccord 10 comportent des moyens électroniques de codage ou décodage des signaux optiques. Ceux-ci sont ensuite transmis vers une installation de surface 13, soit par radio, soit sous forme de signaux électriques par l'intermédiaire de conducteur électrique équipant les moyens de manutention 11.

La fibre optique 7 comporte des moyens de liaison 6 et 9 adaptés aux conditions d'utilisation présentes. Les connecteurs de fibres optiques sont déjà connus des techniciens des transmissions et ne seront donc pas décrit dans cette demande. Une portion de longueur de la fibre optique est enroulée sous forme d'une bobine 4 d'encombrement compatible avec les dimensions des moyens de stockage 5. Dans le domaine de la fabrication des fibres optiques, il est connu d'enrouler celles-ci sous forme de bobine comparable à une bobine de fil textile utilisée en tissage. Ces bobines de forme sensiblement tronconique se dévident par simple traction sur une des extrémités de la fibre. Bien entendu, la fibre une fois déroulée de la bobine ne peut plus être enroulée sur la même bobine.

Les dimensions des fibres optiques utilisées selon l'invention sont de l'ordre de quelques dixièmes de millimètres, y compris ou non la dimension de gainages de renfort qui peuvent être indispensables à la résistance mécanique de la fibre. A l'intérieur de la garniture de forage, ou d'un autre type de conduite, les efforts que doivent subir la fibre sont relativement faibles. Il s'agit qu'elle puisse supporter son propre poids, en général faible puisque les dimensions utilisées sont petites, et résister à l'effet d'entraînement vers le bas de la conduite dû à la circulation de la boue dans l'espace intérieur de la conduite.

Les contraintes de torsion que peuvent subir la fibre, à la suite du mode de déroulement de la bobine notamment, sont contrôlées par la résistance de la fibre elle même

et/ou par un éventuel gainage approprié. Il est également possible de limiter la torsion dans la fibre en laissant libre en rotation une des deux extrémités de la fibre : soit en montant la bobine libre en rotation, soit en déroulant l'autre extrémité de la fibre en utilisant un moyen de repêchage 18 comportant un raccord tournant laissant libre en rotation la fibre (figure 2B).

Les figures 2A, 2B, 2C, 2D, 3 et 4 illustrent les différents modes opératoires d'utilisation d'une fibre optique bobinée au cours d'une passe de forage effectué par un même outil de forage. En effet, la fibre optique bobinée a une durée d'utilisation comparable à celle de l'outil de forage en opération. Selon une variante préférée de l'invention, il est recommandé de ne pas utiliser à nouveau la longueur de fibre optique qui a été déroulée de la bobine, car la remise en forme de bobine est une opération plus couteuse que le coût de la fibre. Par contre, la longueur de fibre encore bobinée pourra être utilisée, si la longueur restante est suffisante pour une autre opération de transmission en cours de forage.

L'invention sera judicieusement exploitée en possédant sur le chantier une réserve d'un certain nombre de bobines de fibre optique de longueur sensiblement correspondante aux phases programmées des outils de forage.

Une passe de forage avec un outil conventionnel se décompose généralement en cinq étapes :

1) Descente de l'outil de forage au fond du trou déjà foré en assemblant la garniture de forage (Figure 2A).

2) Installation en surface des moyens d'entraînement en rotation et de manutention de la garniture : tige d'entraînement 11 et tête d'injection 16 (figure 2C) ou tête d'injection motorisée communément appelée "power swivel" (non représenté ici).

3) Forage par la mise en action de l'outil de forage, et descente de la garniture en suivant l'avancement de l'outil dans la formation géologique (figure 2D).

4) Ajout d'une tige lorsque l'approfondissement du puits l'impose (figure 3).

5) Remontée de l'ensemble de la garniture lorsque l'outil est usé, lorsque la profondeur atteinte nécessite un changement de type de garniture ou un changement d'opération (figure 4).

En relation à ces cinq étapes, il va être décrit ci-après le mode opérationnel selon l'invention.

Pendant l'étape 1, où l'outil 2 est proche du fond du puits 14 après l'assemblage de tiges 12 et des éléments inférieurs 3, on place la bobine de fibre optique 4 dans les moyens de stockage 5. Une des extrémités de la fibre est reliée par les moyens de liaison 6 aux appareillages de fond comprenant l'électronique associée. Le deuxième moyen de liaison 9 est situé proche de la bobine, accessible par un moyen de préhension adapté à opérer dans l'espace intérieur de la garniture. La fibre n'est pas débobinée à travers l'espace intérieur des tiges de façon à ce que la manoeuvre de descente de la garniture au fond du puits se fasse conventionnellement et le plus rapidement possible, comme cela est exigé dans la profession.

L'ensemble 15 est donc descendu dans le puits en vissant des tiges 12 les unes aux autres, de manière conventionnelle.

La figure 2B montre l'intervention d'un treuil 17 dit "wire line". Ce treuil descend, au bout de son câble 19, un moyen de repêchage ou "overshot" dans l'espace intérieur de la garniture. Le moyen de repêchage 18 saisit les moyens de liaison 9 de l'extrémité de la fibre optique, puis les remonte jusqu'en surface par une manoeuvre du treuil 17. La bobine 4 se dévide de la longueur correspondante de fibre optique. Les opérateurs relient ensuite les moyens de liaisons 9 aux appareillages supérieurs du raccord 10, puis installent les moyens d'entraînement 11 (figure 2C).

La figure 2D illustre l'étape 3 d'approfondissement du puits par la rotation de la tige d'entraînement pendant que des informations sont transmises à l'installation de surface 13 par radio. Ce principe de transmission n'est nullement limité à un sens, il est en effet possible d'envoyer des signaux de l'installation de surface vers le fond du puits.

Dans le cas d'une transmission de surface par radio, l'énergie primaire nécessaire au fonctionnement des appareillages de mesure, codage, etc..., peut être fournie par des accumulateurs électriques.

Dans le cas d'une transmission par câble conducteur, la présence d'un raccord électrique tournant est indispensable.

La figure 3 illustre en partie l'opération d'ajout de tige lorsque la profondeur atteinte par l'outil de forage l'impose. Les opérations successives sont notamment :

- suspension de la garniture sur la table de rotation sensiblement au niveau du raccord 10,

- démontage des moyens d'entraînement 11 et du raccord 10 pour avoir accès aux moyens de liaisons 9,

- préparation de la longueur de tube 20 à ajouter et suspension de cette longueur à l'aide du moyen de levage de surface 21,

- descente du câble 19 ayant le moyen de repêchage 18 fixé à son extrémité, à travers ladite longueur ajoutée 20,

- assemblage du raccord de repêchage 18 sur les moyens de liaison 9,

- ajout de la longueur 20 sur la garniture, descente de la garniture de cette même longueur et suspension de la garniture sur la table au niveau de la nouvelle extrémité de la garniture,

- traction sur la fibre optique par l'action du treuil 17 pour rallonger la fibre optique de la longueur correspondante à la longueur de tube ajouté,

- connexion de la fibre optique par la coopération des moyens de liaison 9 avec les appareillages du raccord 10,

- installation des moyens d'entraînement en rotation 11,

- reprise du forage et des transmissions à travers la fibre optique.

Lorsque l'opération de forage a atteint son objectif et qu'il faut remonter l'ensemble de la garniture, les opérateurs démontent les moyens d'entraînement en rotation du sommet de la garniture. La manoeuvre de remontée est illustrée par la figure 4.

Sur cette figure, les moyens de levage 21 saisissent les tiges 12 par les moyens appropriés conventionnels.

Les moyens de liaison 9 de la fibre optique 7 sont détachés de la partie supérieure de la garniture en laissant choir la fibre 7 dans l'espace intérieur des tiges. La manoeuvre de remontée s'effectue ainsi conventionnellement, indépendamment de la présence de la fibre qui s'accumule vers le bas du canal intérieur.

La longueur de fibre déroulée est ensuite jetée comme un produit consommable. La longueur restante de fibre bobinée, si elle existe, peut être utilisée de nouveau, bien entendu dans le cas où cette longueur est suffisante.

L'invention n'est pas limitée pas à l'exemple ci-dessus décrit, il est en effet possible d'utiliser l'idée maîtresse selon l'invention à des procédures équivalentes, que ce soit dans le domaine pétrolier ou dans tout autre domaine technique, par exemple celui du transport de fluide par conduite type pipe-line qui est également assemblée par ajout de longueur unitaire.

REVENDICATIONS

1) Dispositif de transmission de signaux par au moins une fibre optique dont les deux extrémités sont liées à deux moyens d'émission et/ou de réception situés à une distance non nulle, caractérisé en ce que ladite fibre optique comporte au moins une portion de sa longueur enroulée sous forme d'une bobine.

2) Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la distance entre les deux extrémités de la fibre optique est augmentée en dévidant ladite bobine par traction sur une des extrémités de ladite fibre.

3) Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le débobinage de la fibre optique est une opération irréversible.

4) Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdits deux moyens d'émission et/ou de réception sont d'une part des moyens de contrôle de forage et d'autre part des moyens de transformation des signaux optiques en signaux électriques et/ou inversement et en ce que lesdits moyens sont solidaires d'une garniture de tubes.

5) Dispositif selon la revendication 4, dans lequel lesdits moyens de contrôle sont placés dans le voisinage de l'outil de forage, caractérisé en ce que ladite bobine est proche desdits moyens de contrôle et en ce que la fibre optique s'étend dans l'espace intérieur de la garniture entre la bobine et lesdits moyens de transformation placés au voisinage de la surface.

6) Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que lesdits moyens de transformation transmettent les signaux électriques à une installation de surface, par onde radio ou par conducteur électrique.

7) Méthode de transmission de signaux par au moins une fibre optique dont les deux extrémités sont liées à deux moyens d'émission et/ou de réception situés à une distance non nulle dans une conduite, caractérisée en ce qu'elle comporte en combinaison les étapes suivantes :

a) on place dans la conduite, à proximité d'un premier moyen, une bobine de fibre optique,

b) on relie une première extrémité de la fibre avec ledit premier moyen,

c) on ajuste la longueur de la fibre avec la distance entre les deux moyens, en appliquant une traction sur la deuxième extrémité de la fibre pour dévider la bobine,

d) on relie la deuxième extrémité de la fibre au deuxième moyen.

8) Méthode selon la revendication 7, caractérisée en ce que la conduite est rallongée en intercalant des tubes entre lesdits deux moyens et en ce qu'on répète les étapes c) et d) à chaque ajout de tubes.

9) Méthode selon l'une des revendications 7 ou 8, caractérisée en ce que l'on applique une traction sur la deuxième extrémité de la fibre à l'aide d'un câble manoeuvré par un treuil, ledit câble étant enfilé dans les tubes et comportant à son extrémité un moyen d'accrochage avec ladite deuxième extrémité de la fibre.

10) Utilisation de la méthode et du dispositif selon l'une des revendications précédentes à la transmission de signaux représentatifs des paramètres de forage et de sa direction pendant l'approfondissement d'un puits.

FIG.2C

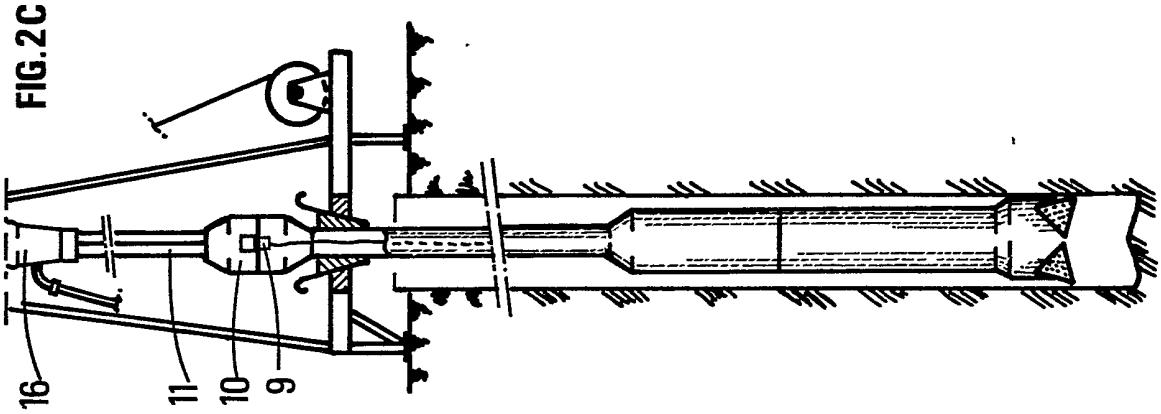


FIG.2A

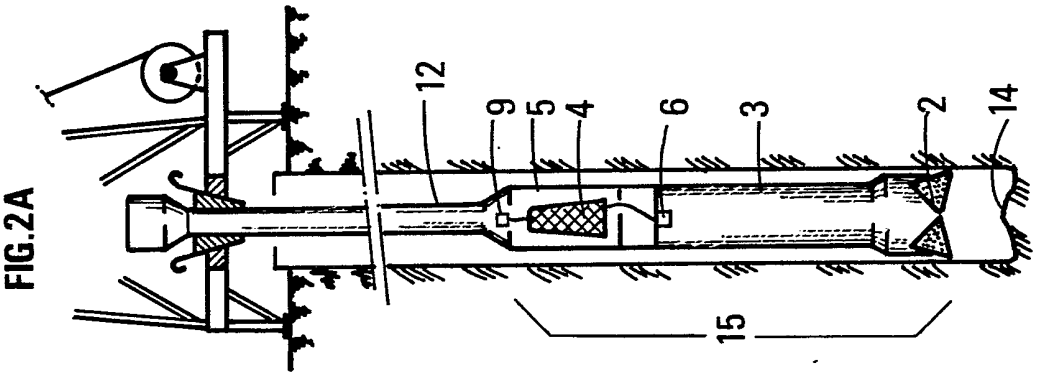


FIG.2B

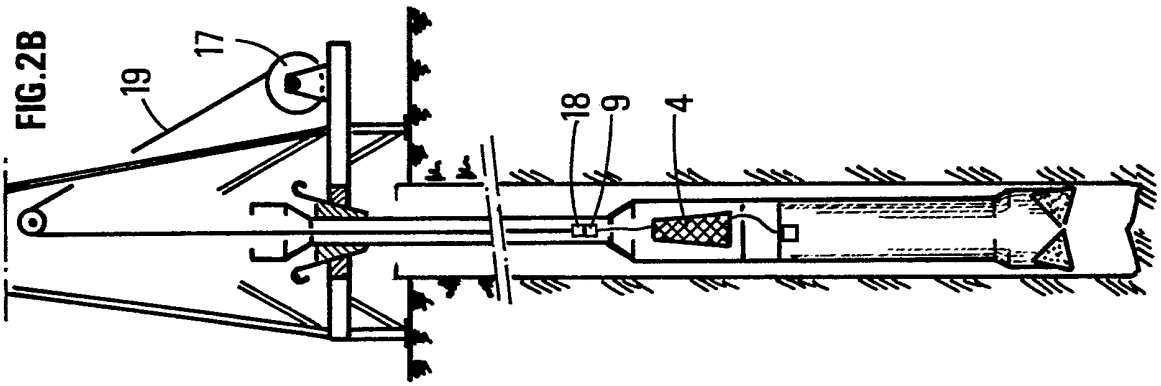


FIG.1

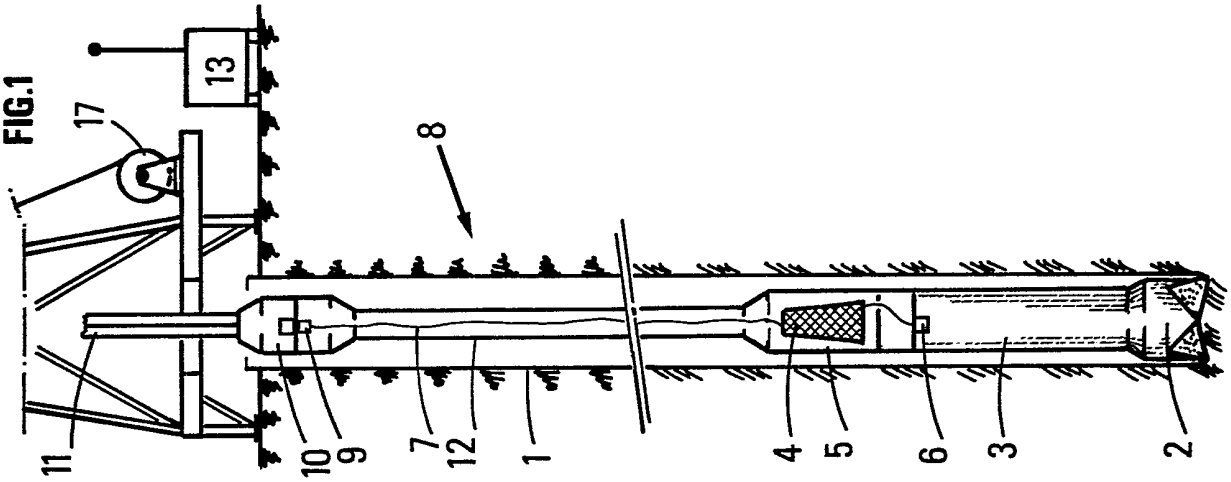


FIG.4

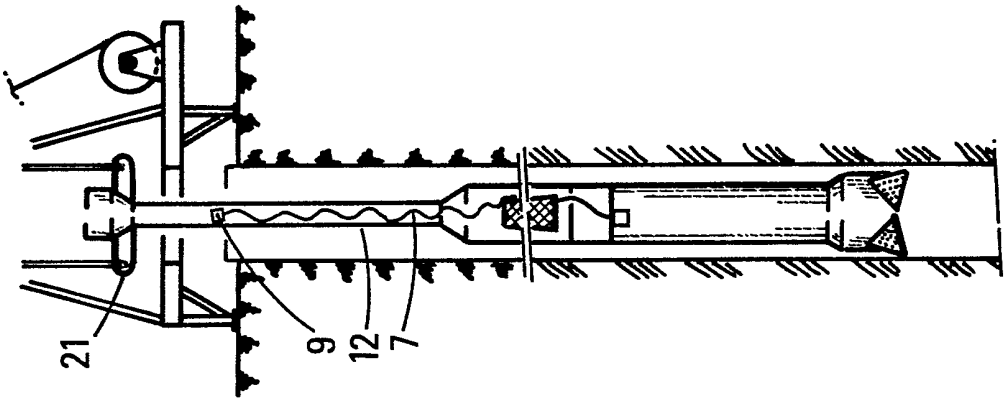


FIG.3

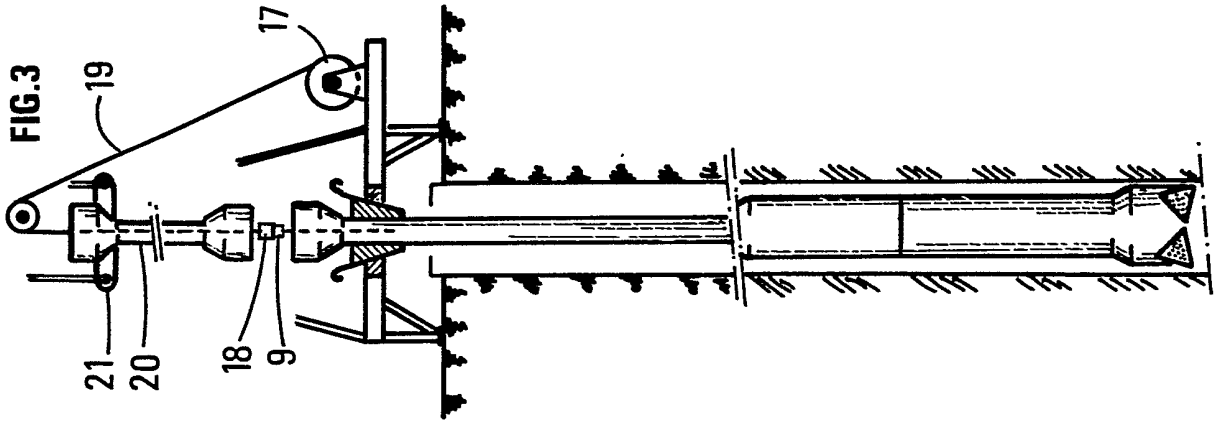
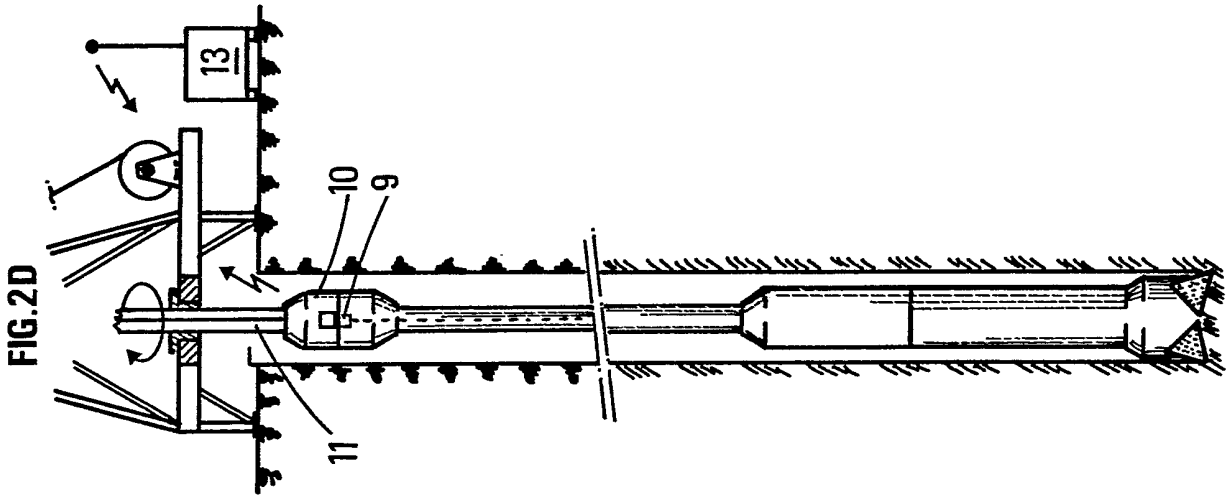


FIG.2D



REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

2697283
N° d'enregistrement national

FR 9212947
FA 481259

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendications concernées de la demande examinée
X	GB-A-2 190 410 (COAL INDUSTRY LIMITED) * page 1, ligne 108 - page 3, ligne 7; figures *	1-8,10
X	US-A-4 473 896 (LOESER ET AL.) * colonne 3, ligne 23 - ligne 47; figures *	1-3
X	US-A-4 991 793 (BELSLEY ET AL.) * colonne 1, ligne 6 - ligne 18; figure 1 *	1-3
A	US-A-4 098 342 (ROBINSON ET AL.) * colonne 3, ligne 29 - colonne 6, ligne 41; figure 1 *	1-4,6-10

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)

E21B
H04B
G02B

Date d'achèvement de la recherche
07 JUILLET 1993

Examinateur
LINGUA D.G.

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 03.82 (P0413)