

12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt: **89400472.0**

51 Int. Cl.⁴: **E 21 B 47/12**

22 Date de dépôt: **21.02.89**

30 Priorité: **22.02.88 FR 8802095**

43 Date de publication de la demande:
30.08.89 Bulletin 89/35

84 Etats contractants désignés: **DE FR GB IT NL**

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

72 Inventeur: **Lessi, Jacques**
13bis, rue du Puits
F-78580 Maule (FR)

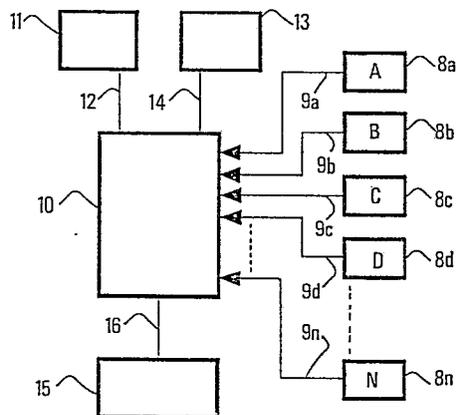
Morin, Pierre
113, rue Danton
F-92300 Levallois-Perret (FR)

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

54 **Méthode et dispositif de transmission de l'information par câble et par ondes de boue.**

57 La présente invention concerne un dispositif et une méthode permettant le transfert d'information entre le fond d'un puits et la surface. La méthode selon l'invention se caractérise en ce que le transfert de l'information s'effectue soit par un générateur d'ondes de boue ou par ondes électromagnétique soit par un câble simultanément ou successivement.

FIG.2



Description

METHODE ET DISPOSITIF DE TRANSMISSION DE L'INFORMATION PAR CABLE ET PAR ONDES DE BOUE

La présente invention concerne une méthode et un dispositif de transmission des informations générées par des moyens de détection et/ou de mesure placés dans un puits.

La présente invention est particulièrement bien adaptée aux techniques de mesure en cours de forage généralement désignés par les initiales MWD provenant des termes anglo-saxon Measuring While Drilling.

Les diagraphies en cours de forage utilisant une technique de type MWD sont appelées à connaître un important développement pour deux raisons essentielles :

- diminution des coûts des diagraphies,
- possibilité de téléguidage du forage en fonction d'objectifs réservoir (point particulièrement important dans le cas d'un forage horizontal).

Les outils existants sont, outre les capteurs de paramètres purement forage, une sonde de mesure de rayonnement gamma naturel (éventuellement orientée), une sonde de mesure de résistivité normale.

Du point de vue transmission des mesures jusqu'à la surface du sol, trois modes sont possibles :

- transmission par câble,
- transmission par ondes de boue (impulsions de pression dans la boue de forage), et
- transmission par ondes électromagnétiques.

Les brevets FR 1 603 406, FR 1 603 706, et FR 1 602 653 illustrent des exemples de dispositifs de transmission de l'information par ondes de boue.

L'article de P. De Gauque et R. Grudjinski intitulé "Propagation of Electromagnetic Waves along a drillstring of Finite Conductivity" publié par la SPE Drilling Engineering en Juin 1987 décrit la transmission d'informations par ondes électromagnétiques.

La transmission par câble présente l'avantage d'être de très bonne qualité et d'opérer à vitesse élevée (centaines de mesures par seconde). Son inconvénient est par contre de ne plus permettre en général la rotation du train de tiges

La transmission par ondes de boue ou par ondes électromagnétiques ne présente aucune gêne pour les opérations de forage, mais leur cadence est beaucoup plus faible, de l'ordre d'une mesure par 10 secondes.

La réalisation d'un jeu complet de diagraphies en MWD pourrait se heurter à un problème de vitesse de transmission dans le cas d'une transmission par ondes de boue ou par ondes électromagnétiques. Cette vitesse serait particulièrement insuffisante dans le cas où un traitement en temps réel des mesures devrait être effectué en vue d'un pilotage du forage.

La présente invention propose une transmission mixte qui évite l'inconvénient cité précédemment. Cette transmission mixte pourra être adaptée à donner en continu par l'intermédiaire d'ondes de boue ou par ondes électromagnétiques les paramètres de forage auxquels seraient ajoutées quelques

mesures liées à la formation. Lorsque les conditions de forage ne nécessitent pas la rotation de l'ensemble du train de tiges et que les mesures relatives à la formation présenteront un intérêt (par exemple en vue d'un guidage du forage), un câble pourra être connecté et permettra une remontée de mesures plus dense.

Le dispositif de transmission pourrait même être conçu de telle manière que la sélection des voies de mesures transmises normalement par ondes de boue ou par ondes électromagnétiques soit effectuée, si souhaité, par l'intermédiaire d'un des conducteurs du câble.

Le dispositif et la méthode selon la présente invention permettent d'obtenir avec le minimum de décalage dans le temps des informations pertinentes sur les formations géologiques forées, de diminuer le coût des diagraphies du fait qu'il n'est plus nécessaire d'immobiliser le puits pour de longues périodes correspondant aux périodes de diagraphie, d'obtenir une meilleure qualité de l'information puisque la mesure est réalisée très rapidement après le forage avant altération par la base, etc. Les informations obtenues dans ces conditions permettent un gain de temps précieux pour la réalisation d'éléments qui devront être mis en place dans le puits après le forage, tels les tubes perforés de production dont on pourra prévoir rapidement l'emplacement des perforations.

Par informations pertinentes, il faut entendre des informations sophistiquées nécessitant un grand flux de transmission de l'information lorsque cela est nécessaire, par exemple lorsque l'on traverse une zone critique de la formation géologique et des informations relativement pauvres lorsque les formations géologiques en cours de forage ne présentent pas d'intérêt particulier. Dans le cas de forage dirigé, les informations pauvres à faible fréquence de transmission pourront contenir notamment les informations de direction du forage et les paramètres de forage.

Ainsi la présente invention concerne une méthode de transmission d'informations générées par des moyens de détection et/ou de mesure placés dans un puits. Selon cette invention on effectue la transmission d'une part par câble, et d'autre part par onde de boue ou par onde électromagnétique, simultanément ou successivement. On pourra effectuer la transmission sans pour autant retirer les moyens de détection et/ou de mesure du puits. On pourra effectuer la transmission par câble par intermittence. On pourra effectuer la transmission en cours de forage.

Lorsque la méthode selon l'invention est appliquée au cas du forage par moteur de fond fixe à l'extrémité d'un train de tiges, on pourra effectuer la transmission par câble lorsqu'il n'est pas nécessaire de tourner le train de tiges. On pourra dans ce cas effectuer la transmission par ondes de boue ou par ondes électromagnétiques au moins pendant les périodes de forage où l'on n'utilise pas la transmis-

sion par câble, ou en permanence.

Le câble pourra être utilisé pour effectuer la transmission d'informations en temps réel, c'est-à-dire, au fur et à mesure de leur acquisition.

On pourra également stocker dans un organe de stockage faisant partie de l'extrémité inférieure du train de tiges, les informations à transmettre par câble et périodiquement on pourra descendre le câble afin de remonter les informations stockées du train de tiges.

La présente invention concerne également un dispositif de transmission d'information générées par des moyens de détection et/ou de mesure placés dans un puits. Selon l'invention, ce dispositif comporte des moyens de transmission comportant un câble et des moyens de transmission par ondes de boue ou par ondes électromagnétiques. Ce dispositif pourra comporter des moyens de connexion à distance dudit câble avec les moyens de détection et/ou de mesure.

Les moyens de transmission par câble pourront comporter des moyens de stockage de l'information. Les moyens de détection et/ou de mesure pourront être placés dans un train de tiges sensiblement au voisinage de l'extrémité inférieure de ce train de tiges.

L'extrémité inférieure du train de tiges pourra comporter un outil de forage éventuellement entraîné par un moteur de fond.

Lorsque les moyens de détection et de mesure comportent plusieurs voies pouvant être transmises par ondes de boue ou par ondes électromagnétiques, le dispositif selon l'invention pourra comporter des moyens de contrôle des voies effectivement transmises. Les moyens de contrôle pourront être adaptés à recevoir la consigne relative aux voies à transmettre à partir des moyens de transmission comportant le câble.

Le dispositif selon l'invention pourra comporter un raccord à entrée latérale. Le câble mentionné précédemment pourra être un câble électrique ou optique.

La présente invention sera mieux comprise et ses avantages apparaîtront plus clairement à la description d'exemples particuliers qui suivent parmi lesquels :

- la figure 1 représente un ensemble constitué d'un outil de forage, d'un moteur de fond et d'une batterie de sondes de mesure, ainsi que les organes de transmission.

- la figure 2 illustre schématiquement le fonctionnement du dispositif selon l'invention.

- les figures 3 à 8 montrent les différentes étapes de la méthode selon l'invention, dans le cas d'un équipement de forage comportant un moteur de fond.

Les exemples qui suivent concernent la transmission par ondes de boue. On ne sortira pas du cadre de la présente invention en utilisant la transmission par ondes électromagnétiques à la place de la transmission par ondes de boue.

La figure 1 représente l'équipement de fond selon l'invention, dans le cas d'un forage exécuté au moyen d'un moteur de fond.

La référence 1 désigne l'outil de forage qui est

entraîné en rotation par un moteur de fond 2.

Les références 1A, 1B, ... 1N concernent des éléments du train de tiges qui comportent des sondes de mesure.

5 La référence 3 désigne un élément comportant un multiplexeur-sélecteur qui est relié à l'élément 4, lequel est un générateur d'ondes de boue, ainsi qu'au connecteur électrique 5.

10 La référence 6 désigne un élément permettant de modifier la trajectoire du forage. Cet élément peut être un raccord coudé, par exemple du type décrit dans le brevet US.4.286.676, US.4.374.547 ou FR.2.581.698. Ce raccord peut être placé juste au-dessus de l'outil ou de préférence juste après le moteur, ou encore être inséré parmi les éléments de mesure 1A, 1B, ... 1N. Généralement le moteur de fond est entraîné par une circulation de fluide moteur provenant de la surface. Dans ce cas les différents éléments (éléments de mesure, multiplexeur-sélecteur, générateur d'ondes de boue) permettront la circulation de fluide moteur.

Dans le cas de la figure 1, les autres éléments du train de tiges se raccordent à l'élément 4 qui comporte un filetage 7 prévu à cet effet.

25 La figure 2 illustre schématiquement le fonctionnement de l'ensemble d'éléments indiqués précédemment.

Les références 8A, 8B, ... 8N désignent les sondes de mesure de paramètres A, B, C, D, ... N.

30 Les lignes 9A, 9B, 9C, 9D, ... 9N transmettent les signaux de mesure généralement électriques, provenant respectivement des sondes 8A, 8B, 8C, 8D, ... 8N à l'organe multiplexeur-sélecteur 10. Cet organe traite les signaux reçus et transmet certaines de ces informations au générateur d'ondes de boue 11 par une ou plusieurs lignes de transmission : 12. Cet organe transmet également des signaux au connecteur 13 par une liaison électrique 14.

40 Le système selon la présente invention peut comporter un moyen de stockage 15 des informations, éventuellement sous forme numérique.

Les moyens de stockage de l'information sont reliés par une ou plusieurs lignes de transmission du flux d'informations 16. Cette ligne est à double sens, de manière à permettre le remplissage des mémoires et leur lecture.

45 L'organe multiplexeur-sélecteur pourra comporter des moyens de commande qui pourront être pilotés ou programmés à partir du connecteur 13. Ainsi ce connecteur pourra servir à la transmission de l'information dans les deux sens : informations allant vers la surface et informations de pilotage provenant de la surface.

50 Ainsi l'organe multiplexeur pourra recevoir la sélection de canaux de mesure dont il convient de transmettre l'information par le générateur d'ondes de boue.

60 On ne sortira pas du cadre de la présente invention si une ou plusieurs lignes sont reliées directement au générateur d'ondes de boue, au connecteur, aux moyens de stockage de ou à plusieurs de ces éléments simultanément.

Dans le cas de la figure 1, toutes les liaisons se font à travers l'organe multiplexeur-sélecteur 10.

65 Les figures 3 à 8 montrent un exemple d'interven-

tion réalisée selon la présente invention.

La référence 17 désigne la surface du sol, à partir de laquelle on fore un puits 18.

La référence 19 désigne l'outil de forage entraîné par le moteur de fond 20 qui est surmonté par un ensemble 21 comportant un raccord coudé, des sondes de mesure, un organe multiplexeur-sélecteur, un générateur d'ondes de boue et un connecteur. Cet ensemble 21 correspond à celui représenté à la figure 1.

Cet ensemble est fixé à l'extrémité d'un train de tiges de forage 22.

Dans le cas de la figure 3, on a foré un puits dévié et le forage se poursuit sans difficulté particulière dans une formation comme 23 ne présentant pas de problème particulier.

Au cours de cette phase de forage, le générateur d'ondes de boue transmet à la surface les informations provenant d'un nombre limité de sondes. Ainsi l'on peut transmettre des informations concernant les paramètres de forage, tels le couple, le poids, la pression et la température, la direction du forage.

Le nombre d'informations transmises et leur rythme de transmission sont limités par les performances réalisées par les systèmes utilisant les ondes de boues.

Les informations ainsi transmises par les ondes de boue permettent un contrôle du forage.

Durant cette phase du forage, on peut entraîner en rotation depuis la surface l'ensemble du train de tiges et entraîner ainsi l'outil de forage 19 pour forer le puits. Par ailleurs, le fait de pouvoir tourner le train de tiges évite les risques de coincement du train de tiges.

Le générateur de boue pourra avantageusement transmettre une information supplémentaire concernant notamment soit la détection d'un événement anormal, soit la détection d'une modification de la formation géologique forée.

La figure 4 illustre la phase du forage correspondant à la pénétration de l'outil de forage dans une nouvelle formation 24.

A ce moment le générateur d'ondes de boue transmet, parmi les informations qu'il achemine à la surface, celle selon laquelle il a détecté une formation nouvelle 24.

Il appartient à l'opérateur de surface de décider s'il souhaite ou non un supplément d'information. Dans la négative le forage se poursuit sans modification.

Dans le cas contraire, le forage est interrompu et l'on descend depuis la surface un connecteur 25 fixé à l'extrémité d'un câble 26 (figure 5).

La descente du connecteur peut se faire entièrement par pompage jusqu'à la connexion, ou bien par gravité, puis par pompage.

Le câble 26 peut passer de l'extérieur du train de tiges à l'intérieur de celui-ci grâce à un raccord à entrée latérale 27 ("side entry sub" en anglais) pouvant être d'un type connu.

A partir du moment où le connecteur 25 coopère avec le connecteur 28 de l'ensemble 21, l'opérateur possède une liaison à haut flux de transmission de l'information.

Si l'ensemble 21 comporte des moyens de

stockage de l'information, l'opérateur peut demander leur lecture, du moins si de l'information y a été stockée et si elle intéresse l'opérateur.

Dans le cas contraire, le forage se poursuit à l'aide du moteur de fond, en ajoutant des éléments 29 du train de tige au dessus du raccord à entrée latérale 27. Durant cette phase du forage, représentée à la figure 6, l'opérateur dispose en surface d'informations sophistiquées nécessitant un haut flux de transmission de l'information.

Les paramètres mesurés et transmis peuvent être ceux produits par des sondes acoustiques, des sondes à neutrons pulsés, des sondes particulières de mesure de résistivité, etc.

L'opérateur peut décider ou non de l'arrêt du générateur d'ondes de boue pendant cette phase du forage, car bien évidemment les informations transmises par le générateur d'ondes de boue peuvent également être transmises par le câble.

Les informations obtenues grâce à la transmission des signaux par le câble 26 permettent une bonne connaissance de la nouvelle formation 24 et permettent de savoir si celle-ci est une formation productrice d'hydrocarbures ou non. Ainsi l'opérateur pourra décider de la trajectoire à donner au forage. Il pourra également connaître les caractéristiques qu'il devra donner au tubage de production qu'il mettra au niveau de cette formation. Ainsi la construction d'un tel tubage pourra être entreprise avec un délai de réalisation suffisant, puisque le forage doit encore se poursuivre, alors que selon les techniques de l'art antérieur ce délai est très court, puisqu'il correspond uniquement au temps de réalisation des diagraphies différées.

A partir du moment où l'opérateur estime superflu de poursuivre la transmission d'informations à flux rapide de transmission, le câble 26 peut être retiré. Pour cela le train de tiges est remonté partiellement jusqu'à ce que le raccord à entrée latérale 27 soit au niveau de la surface 17 pour y être retiré, ainsi que le câble.

Avant l'opération de retrait du câble, l'opérateur pourra transmettre par l'intermédiaire de ce même câble, les signaux de commande au multiplexeur-sélecteur, de manière à choisir les voies à transmettre par le générateur d'ondes de boue et éventuellement mettre en fonctionnement ce dernier.

Le cas échéant, il pourra également programmer les moyens de stockage de l'information.

Une fois ces opérations réalisées, le forage peut reprendre, comme illustré à la figure 8, c'est-à-dire avec l'adjonction supplémentaire d'éléments du train de tiges et en l'absence de câble.

La décision de suppression du câble 26 peut être également motivée par les risques de coincement du train de tiges qui impose la nécessité de tourner le train de tiges.

Sur la figure 1, le connecteur mâle 5 est équipé d'un manchon de protection 30 des contacts électriques 31. En l'absence de connecteur femelle, le manchon 30 est maintenu au niveau des contacts électriques 31 grâce au ressort 32.

Sous l'action de la fiche femelle, le manchon 30 est escamoté à la base du connecteur mâle 30.

La présente invention peut également être appli-

quée au cas du forage en l'absence de moteur de fond.

Dans ce cas la détection d'une formation nouvelle sera transmise à l'opérateur par le générateur d'ondes de boue.

L'opérateur pourra alors poursuivre le forage d'une longueur suffisante pour effectuer des diagraphies et descendre le câble équipé de son connecteur pour effectuer les mesures en remontant le train de tiges.

Dans le cas où la longueur sur laquelle il convient d'effectuer des diagraphies est importante, il sera possible après le forage de cette longueur de remonter le train de tiges de cette même longueur, d'y descendre le câble et le connecteur à travers un raccord à entrée latérale jusqu'à la connexion sur l'ensemble selon l'invention et d'effectuer les mesures soit, en ajoutant des éléments supplémentaires du train de tiges, soit en retirant de tels éléments.

De la même manière que précédemment, avant le retrait du câble, l'opérateur pourra contrôler le générateur d'ondes de boue et éventuellement des moyens de stockage de l'information.

Dans le cas où le forage s'effectue en "rotary" sans moteur de fond, mais avec des moyens de stockage de l'information, ceux-ci pourront être déclenchés automatiquement par le multiplexeur-sélecteur et le forage pourra se poursuivre sur une longueur suffisante pour effectuer les mesures souhaitées.

A la fin de cette phase de forage, le câble équipé d'un connecteur pourra être descendu pour coopérer avec l'ensemble 21 et lire le contenu des moyens de stockage de l'information.

Dans ce cas là, il est inutile d'utiliser un raccord à entrée latérale, du moins si on ne souhaite pas poursuivre le transfert d'information à l'aide du câble.

Ici aussi, avant de retirer le câble, l'opérateur aura transmis ses instructions au multiplexeur-sélecteur.

Revendications

1. - Méthode de transmission en surface d'informations générées par des moyens de détection et/ou de mesure placés dans un puits, caractérisée en ce que l'on effectue ladite transmission simultanément ou successivement d'une part par câble et d'autre part par ondes de boue ou par ondes électromagnétiques.

2. - Méthode selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'on effectue ladite transmission sans pour autant retirer les moyens de détection et/ou de mesure dudit puits.

3. - Méthode selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisée en ce que l'on effectue ladite transmission par câble par intermittence.

4. - Méthode selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'on effectue ladite transmission en cours de forage.

5. - Méthode selon la revendication 4, appliquée au cas du forage par moteur de fond fixé

à l'extrémité d'un train de tiges, caractérisée en ce que l'on effectue la transmission par câble lorsqu'il n'est pas nécessaire de tourner ledit train de tiges.

6. - Méthode selon la revendication 5, caractérisée en ce que l'on effectue la transmission par ondes de boue ou par ondes électromagnétiques au moins pendant les périodes de forage, où l'on n'utilise pas la transmission par câble.

7. - Méthode selon la revendication 6, caractérisée en ce que l'on effectue en permanence pendant le forage la transmission par ondes de boue ou par ondes électromagnétiques.

8. - Méthode selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisée en ce que l'on stocke dans un organe de stockage se trouvant dans le puits les informations à transmettre par câble et en ce que périodiquement on descend dans le puits ledit câble afin de remonter lesdites informations stockées.

9. - Dispositif de transmission d'informations générées par des moyens de détection et/ou de mesure placés dans un puits, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de transmission comportant un câble et des moyens de transmission par ondes de boue ou par ondes électromagnétiques.

10. - Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de connection à distance dudit câble avec lesdits moyens de détection et/ou de mesure.

11. - Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce que lesdits moyens de transmission par câble comportent des moyens de stockage de l'information.

12. - Dispositif selon l'une des revendications 9 à 11, caractérisé en ce que lesdits moyens de détection et/ou de mesure sont placés dans un train de tiges sensiblement au voisinage de l'extrémité inférieure de ce train de tiges.

13. - Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que l'extrémité inférieure du train de tiges comporte un outil de forage éventuellement entraîné par un moteur de fond.

14. - Dispositif selon l'une des revendications 10 à 13, dans lequel les moyens de détection et de mesure comportent plusieurs voies pouvant être transmises par onde de boue ou par ondes électromagnétiques, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de contrôle des voies effectivement transmises et en ce que lesdits moyens de contrôle sont adaptés à recevoir la consigne relative aux voies à transmettre à partir desdits moyens de transmission comportant ledit câble.

15. - Dispositif selon l'une des revendications 9 à 14, caractérisé en ce qu'il comporte un raccord à entrée latérale.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG.1

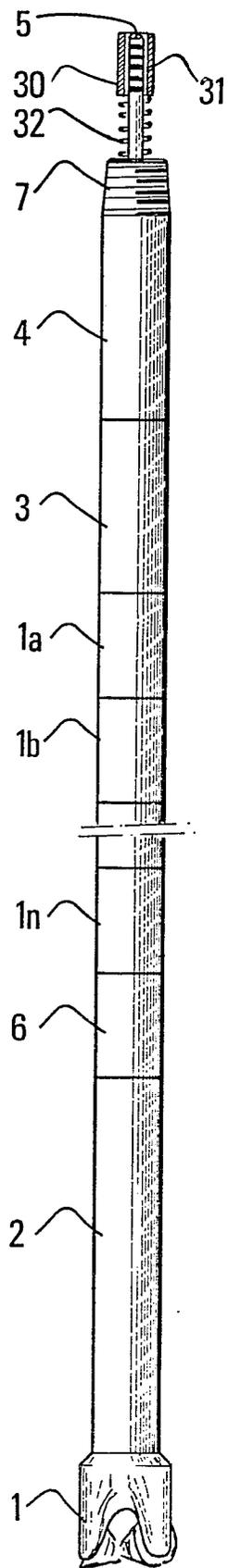


FIG.2

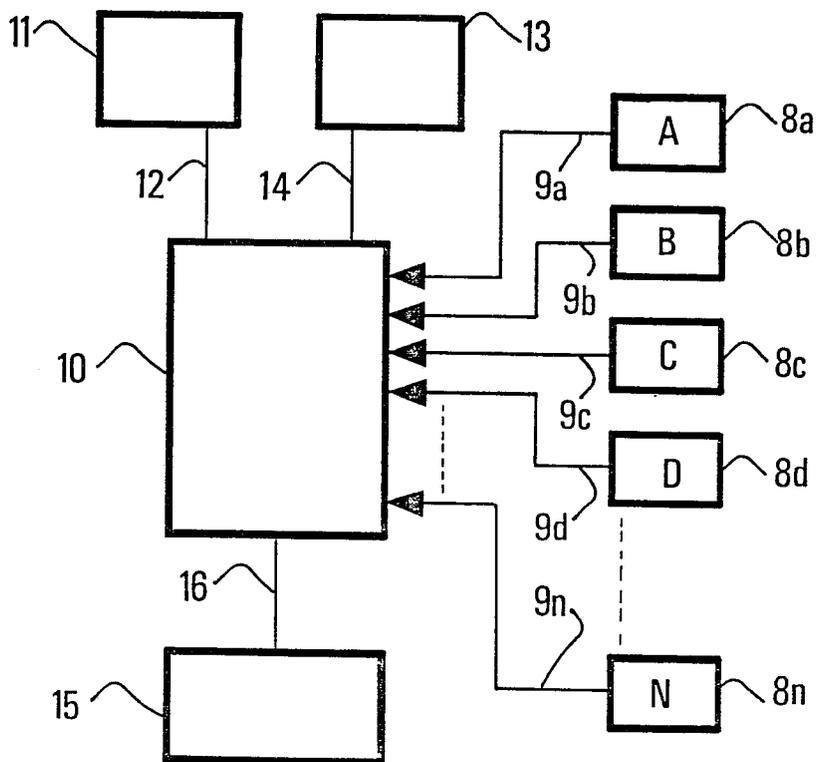
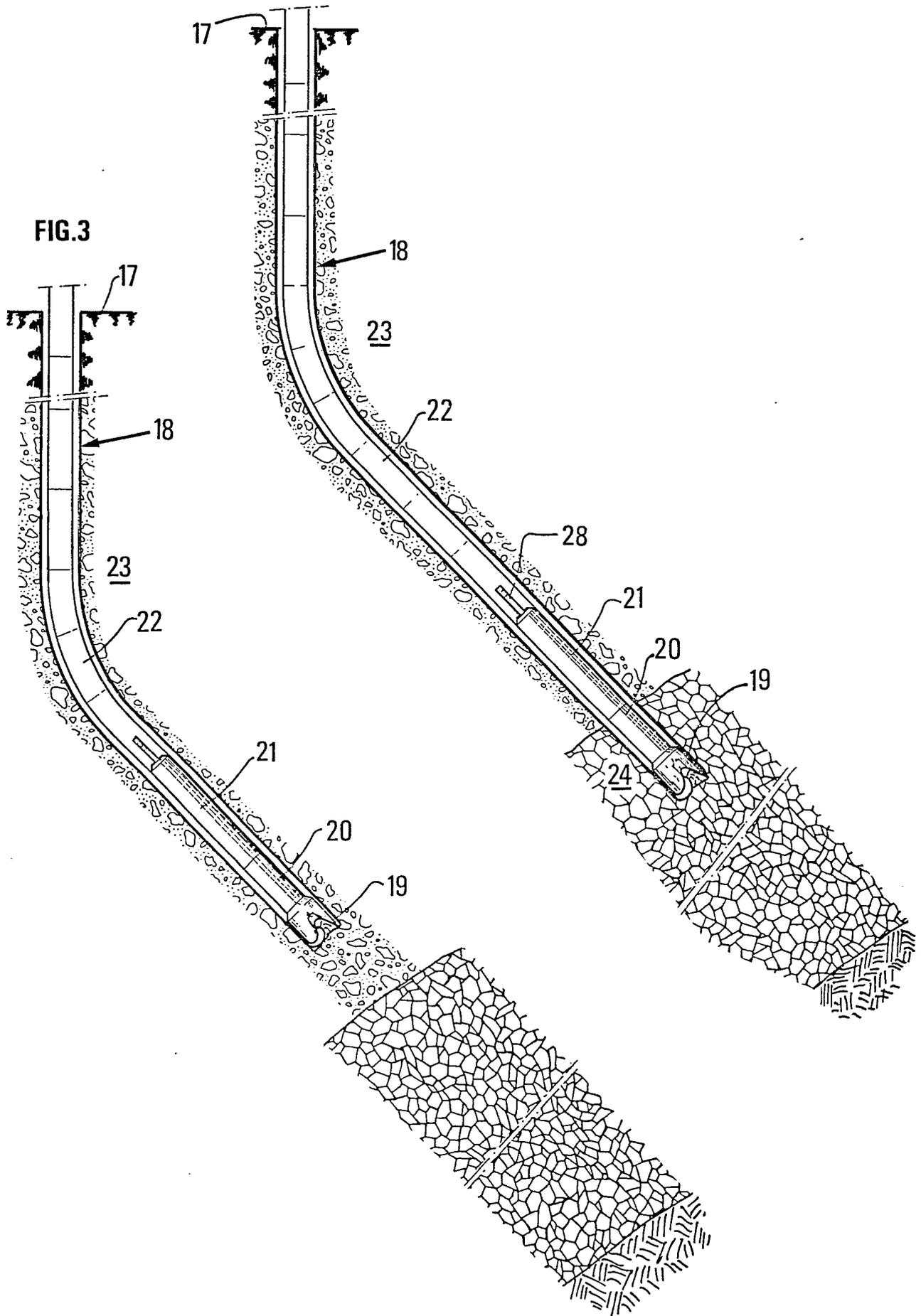
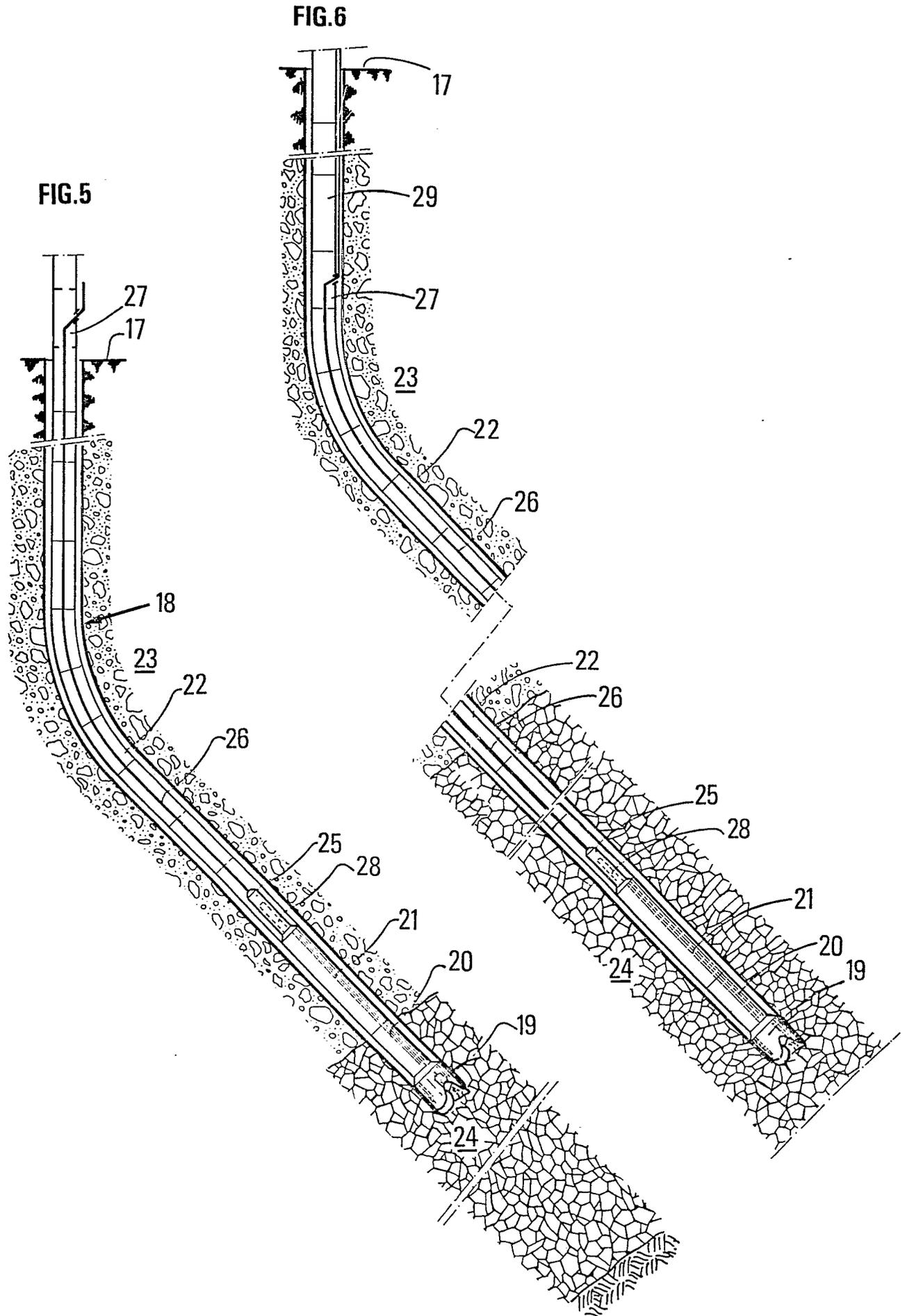
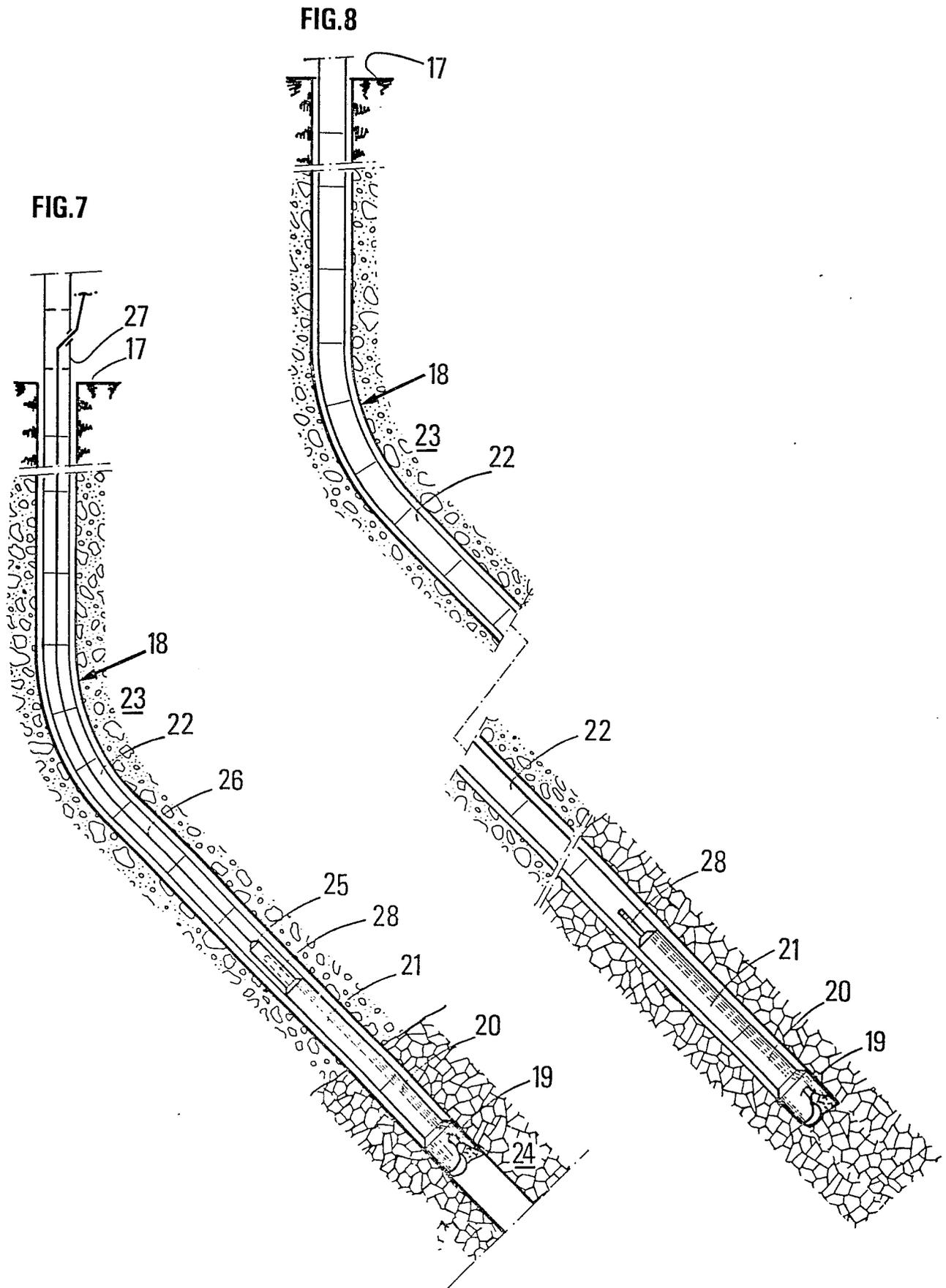


FIG.4









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	GB-A-1 557 863 (SHELL) * Figures; page 1, ligne 89 - page 2, lignes 8,45-59; page 3, lignes 1-15; page 4, lignes 17-33 *	1,9	E 21 B 47/12
A	AU-B- 534 227 (EXPLORATION LOGGING INC.) * Figures 2,3; page 5, lignes 9-11; page 8, lignes 4-8; page 7, lignes 27-29; page 10, lignes 7-11 *	1,8,9,11	
A,D	FR-A-1 603 406 (INSTITUT DE FRANCAIS DU PETROLE)		
A	US-A-4 349 072 (ESCARON)		
A,D	FR-A-2 581 698 (INSTITUT FRANCAIS DU PETROL)		
A,D	US-A-4 286 676 (NGUYEN)		
A,D	FR-A-1 602 653 (INSTITUT DE PETROL)		
A,D	FR-A-1 603 706 (INSTITUT FRANCAIS DU PETROL)		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 24-05-1989	Examineur WEIAND T.
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			