



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Numéro de publication : **0 461 963 A1**

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt : **91401485.7**

(51) Int. Cl.⁵ : **E21B 47/10, E21B 47/06,
E21B 49/08**

(22) Date de dépôt : **06.06.91**

(30) Priorité : **11.06.90 FR 9007312**

(43) Date de publication de la demande :
18.12.91 Bulletin 91/51

(84) Etats contractants désignés :
DK GB IT NL

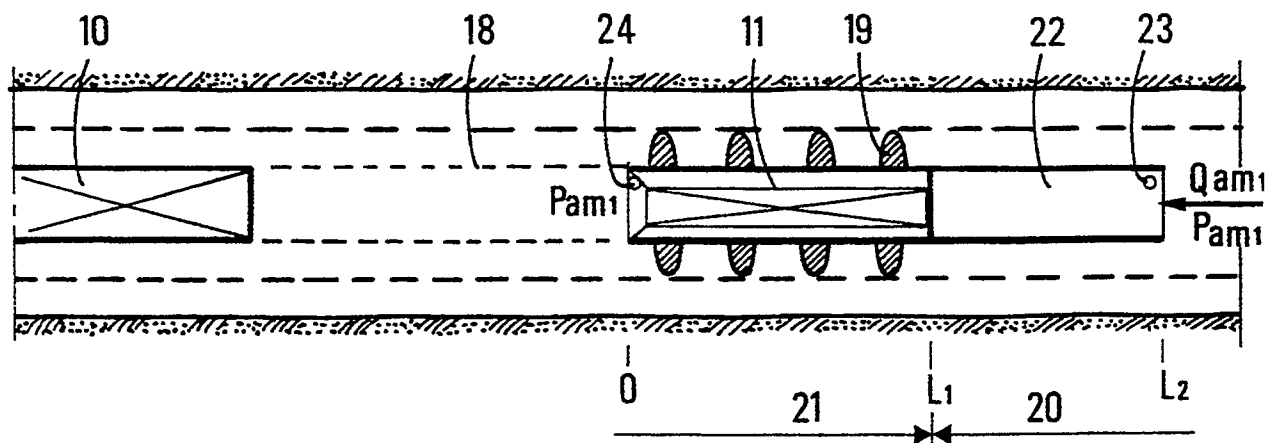
(71) Demandeur : **INSTITUT FRANCAIS DU
PETROLE
4, Avenue de Bois-Préau
F-92502 Rueil-Malmaison (FR)**

(72) Inventeur : **Castel, Yvon
35, Rue des Cerisiers
F-78290 Croissy s/Seine (FR)
Inventeur : Lessi, Jacques
13, bis, rue du Puits
F-78580 Maule (FR)**

(54) **Procédé et dispositif de diagraphie en puits de production non éruptif.**

- (57) La méthode comporte la descente d'un ensemble de pompage et de mesure dans un puits de production (1) pourvu d'un tube perforé (6) dans sa partie (3) traversant une zone productrice. Cet ensemble est fixé à l'extrémité d'une colonne de production (8) et comporte une pompe de d'activation (10) et au moins un ensemble (11) de mesure des effluents produits. Le perfectionnement consiste essentiellement en ce que l'on utilise un moyen de pompage auxiliaire tel qu'une pompe du type volumétrique (22) par exemple, pour supprimer la perte de charge subie par les effluents durant leur traversée de la zone de mesure, qui fausse les valeurs mesurées et provoque des flux parasites par contournement entre le tube (6) et la paroi du puits (1). Par une variation du débit de la pompe volumétrique (22), on peut mesurer l'importance de ces débits de fuites.
- Application à l'étude des puits de production pétrolière par exemple.

FIG.5



EP 0 461 963 A1

La présente invention concerne une méthode et un dispositif perfectionnés pour effectuer des diagraphies dans un puits de production non éruptif activé, permettant d'améliorer les mesures obtenues.

Dans les demandes de brevet français FR 2 637 939 et 89/04 225 sont décrits différents modes de réalisation d'une méthode et d'un dispositif de diagraphies de production pour puits non éruptif nécessitant, pour sa mise en production, la mise en oeuvre de moyens d'activation et notamment pour puits déviés. Cette méthode et ce dispositif conviennent en particulier pour des puits destinés à la production d'effluents pétroliers. Il permet de déterminer les portions des puits les plus favorables notamment quand ils traversent des réservoirs hétérogènes produisant de l'huile mais aussi de l'eau et du gaz. L'équipement d'un puits comporte généralement un cuvelage ou casing maintenu en place par cimentation. Dans toute la zone destinée à la production, est installé un tube ou "liner" perforé sur au moins une partie de sa longueur qui prolonge le casing. Ce tube peut être éventuellement cimenté, l'annulaire cimenté étant pourvu de passages mettant la zone de production en communication avec le tube. A l'intérieur du tube, est descendue une colonne de production constituée par raccordement de sections successives et pourvue d'éléments de centrage. Des moyens d'étanchéité sont disposés dans l'espace annulaire entre la colonne et le tube, de manière à canaliser dans la colonne l'ensemble des effluents produits par la zone de production. Le puits n'étant pas éruptif, des moyens d'activation sont associés à la colonne et descendus dans le puits pour aspirer les effluents. Ces moyens d'activation comportent une pompe entraînée en rotation par un moteur électrique ou hydraulique.

Le dispositif de diagraphie comporte au moins un ensemble d'instruments de mesure disposé à la base de la colonne de production pour mesurer des caractéristiques d'une partie des écoulements aspirés par la pompe. Des moyens d'isolement sont disposés autour de la colonne de manière à séparer en deux parties le tube ou liner et à restreindre les mesures effectuées aux effluents provenant d'une seule de ces deux parties. Le dispositif peut comporter aussi deux ensembles de mesure pour mesurer séparément les caractéristiques des écoulements provenant des deux parties opposées du tube et des moyens d'homogénéisation pour mélanger les effluents dans le cas d'une production polyphasique, de manière à améliorer la précision des mesures faites sur les écoulements. Par allongement ou raccourcissement de la colonne, on déplace le dispositif de diagraphie, de manière à faire des mesures sur les effluents s'écoulant de la formation en différents endroits du puits vers l'entrée de la pompe.

Un problème demeure qui vient fausser les mesures sur les caractéristiques des écoulements. C'est la

perte de charge plus ou moins importante que provoque chaque ensemble d'instruments de mesure placé dans les flux s'écoulant de la zone de production activée, qui a pour effet d'influencer les débits mesurés en chaque endroit de la zone productrice. Suivant que les effluents viennent de l'amont ou de l'aval dudit ensemble, les pressions d'écoulement sont différentes. En outre, du fait de ces pertes de charge, une partie mal définie des effluents a tendance à contourner les instruments de mesure dans le cas d'un liner non cimenté, et ces débits de fuite ne sont pas mesurés. Il est donc souhaitable que l'on puisse corriger cette perte de charge, de manière que les débits mesurés tout le long du tube, correspondent à une pression d'écoulement sensiblement constante.

La méthode perfectionnée selon l'invention permet, en évitant les inconvénients ci-dessus mentionnés, d'effectuer des diagraphies de production dans un puits non éruptif traversant une zone souterraine produisant des effluents, ce puits étant équipé pour la production de ces effluents au moyen d'un tube perforé dans sa partie traversant ladite zone souterraine. La méthode comporte l'utilisation d'une colonne de production reliée à une installation de surface, de moyens de fermeture de l'espace annulaire entre le tube et la colonne de production, pour isoler l'une de l'autre les deux parties du tube de part et d'autre, de moyens de pompage pour activer la production du puits par ladite colonne et d'au moins un ensemble d'instruments de mesure opérant sur une partie au moins des effluents produits, disposés au voisinage de l'extrémité inférieure.

Elle se caractérise par l'emploi de moyens de pompage auxiliaires pour augmenter la pression des effluents préalablement à leur mesure pour tenir compte de la perte de charge subie par les effluents durant leur passage au travers de chaque ensemble d'instruments de mesure.

La méthode comporte par exemple la compression d'une partie seulement des effluents produits de façon à compenser ladite perte de charge.

La méthode peut comporter en outre la mesure des variations du débit des effluents pénétrant dans chaque ensemble de mesure, en fonction de la surpression appliquée par les moyens de pompage auxiliaires, de manière à déterminer les variations des quantités d'effluents passant d'un côté à l'autre desdits moyens de fermeture entre le puits et ledit tube perforé.

Le dispositif perfectionné selon l'invention permet d'effectuer des diagraphies de production dans un puits non éruptif traversant une zone souterraine produisant des effluents, ce puits étant équipé pour la production de ces effluents au moyen d'un tube perforé dans sa partie traversant ladite zone souterraine. Le dispositif comporte une colonne de production reliée à une installation de surface, des moyens de fermeture de l'espace annulaire entre le tube et la

colonne de production, pour isoler l'une de l'autre les deux parties du tube de part et d'autre, des moyens de pompage pour activer la production du puits par ladite colonne et des moyens de mesure d'une partie au moins des effluents produits, disposés au voisinage de l'extrémité inférieure de la colonne. Il est caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de pompage auxiliaires à débit ou à gain de pression réglable pour comprimer une partie au moins des effluents produits avant leur mesure, et des capteurs de pression disposés à l'entrée desdits moyens de pompage auxiliaires et à la sortie des moyens de mesure.

Les moyens de pompage auxiliaires comportent par exemple une pompe entraînée par un moteur synchrone alimenté par un générateur de courant variable disposé en surface, au moyen d'un câble électrique.

Les moyens de pompage auxiliaires comportent par exemple une pompe volumétrique dont le débit varie de manière connue en fonction de sa vitesse d'entraînement, et un moteur d'entraînement dont la vitesse de rotation peut être réglée avec précision.

Suivant un mode de réalisation, les moyens de mesure comportent un seul ensemble d'instruments pour mesurer des caractéristiques des effluents issus produits d'un côté desdits moyens de fermeture, ledit ensemble étant associé à des moyens de pompage auxiliaires.

Suivant un autre mode de réalisation, le dispositif selon l'invention comporte deux ensembles de mesure pour mesurer séparément les caractéristiques des effluents produits respectivement dans les deux parties du puits de part et d'autre des moyens de fermeture, l'un au moins de ces deux ensembles étant associé à des moyens de pompage auxiliaires.

D'autres caractéristiques et avantages de la méthode et du dispositif selon l'invention apparaîtront mieux à la lecture de la description ci-après de modes de réalisation décrits à titre d'exemples non limitatifs, en se référant aux dessins annexés où :

- la Fig.1 montre un ensemble d'activation et de mesure descendu dans un puits de production pourvu d'un tubage cimenté;
- la fig.2 montre un ensemble analogue descendu dans un puits équipé d'un tubage non cimenté;
- la Fig.3 montre l'ensemble d'activation et de mesure sans l'appoint des moyens de pompage auxiliaires;
- la Fig.4 montre un diagramme des pressions entre l'entrée et la sortie de l'ensemble de mesure précédent;
- la Fig.5 montre l'ensemble d'activation et de mesure combiné avec des moyens de pompage auxiliaires;
- la Fig.6 montre un exemple de diagramme de pression modifié par la présence des moyens de pompage auxiliaires dans le cas d'une compen-

sation totale de la perte de charge consécutive au passage des effluents dans l'ensemble d'instruments de mesure;

- les Fig.7 et 8 correspondent respectivement aux Fig. 5 et 6 dans le cas d'une sous-compensation de la perte de charge; et

- les Fig 9 et 10 correspondent respectivement aux Fig.5 et 6 dans le cas d'une surcompensation de la perte de charge.

Dans le puits de production 1 représenté schématiquement à la figure 1 ou 2, on souhaite effectuer des mesures de caractéristiques d'écoulement de fluide liées à la formation le long de la partie du puits en production, ces mesures devant rendre compte de variations de certaines caractéristiques entre différents points de la zone de production traversée. Le puits 1 comporte une partie sensiblement verticale 2 et une partie 3, sensiblement horizontale ou inclinée par rapport à la verticale, dans laquelle est réalisée en fonctionnement normal la production pétrolière. Dans sa partie non productrice le puits est pourvu d'un cuvelage 4 terminé par un sabot 5.

Dans cette zone de production, est placé un tube 6 perforé sur au moins une partie de sa longueur. Le tube 6 peut selon les cas être cimenté dans le puits (Fig. 1) ou non cimenté (Fig. 2). C'est à travers les perforations du tube et/ou de l'espace annulaire entre lui et le puits que s'effectuent en cours d'activation les écoulements de fluide en provenance de la formation géologique 7.

On descend dans le puits une colonne 8 équipée de préférence de protecteurs ou centreurs 9 dans la partie déviée et horizontale du puits. Dans cette colonne, est placé un moyen d'activation de la production tel qu'une pompe 10 et un ensemble d'instruments 11 pour faire des mesures sur les écoulements de fluide hors de la formation, telles que le débit en fonction de l'abscisse curviligne le long du tube perforé où la nature des effluents : huile, gaz ou eau etc.

La pompe 10 est activée (Fig. 1) par un moteur électrique alimenté par un câble multi-lignes 12 passant dans la zone annulaire 13 située entre la colonne 8 et le cuvelage 4 ainsi que dans la zone annulaire 14 entre la colonne 8 et le tube 6. Le câble multi-lignes 12 est déroulé d'un touret en surface (non représenté) au fur et à mesure de l'assemblage des éléments qui constituent la colonne 8 et donc de la descente de la pompe 10 dans le puits.

La pompe peut encore être alimentée en énergie par un câble multi-lignes 15 (fig. 2) qui court à l'intérieur de la colonne 8 et est connecté au moteur par un connecteur de fond 16 du type à connexion différée tel qu'il est décrit dans le brevet français 2 544 013. Ce câble 15 pénètre dans la colonne 8 par un raccord à fenêtre latérale 17.

La paroi de la colonne tubulaire 8 est pleine jusqu'à la pompe 10 et pourvue d'orifices 18 dans l'intervalle laissé entre elle et l'ensemble d'instru-

ments 11. Autour de la colonne 8 est disposé un moyen d'étanchéité 19 du type à coupelles par exemple, pour séparer l'un de l'autre le flux amont issu de la partie 20 de la formation la plus éloignée de la surface, du flux aval issu de la partie 21 opposée.

Le flux amont passe au travers de l'ensemble d'instruments 11 et avec le flux aval pénétrant par les ouvertures 18, il est collecté par la pompe 10 et refoulé vers l'installation de surface. En ajoutant ou en retirant un certain nombre d'éléments à la colonne 8, on déplace l'ensemble d'instruments 11 jusqu'à un nouvel emplacement du puits et on peut effectuer une série de mesures localisée, comme il est décrit dans les demandes de brevets français précitées.

Un inconvénient de ce type d'installation tient à la perte de charge Δp subie par les effluents au fur et à mesure de leur passage au travers de l'ensemble d'instruments 11 (Fig. 3).

A la sortie de l'ensemble d'instruments 11 que l'on prend comme référence ($x=0$), la pression P_{av} est plus basse que la pression P_{am} à l'entrée de celui-ci à l'abscisse $x=L$ (Fig. 4). Quand le tube 6 n'est pas cimenté dans le puits (Fig. 2), une partie du flux venant de la zone amont 20, a tendance, du fait de cette perte de charge qui peut être importante, à contourner l'ensemble d'instruments 11 pour gagner directement la zone aval en passant au travers des orifices 18. Les mesures faites par l'ensemble d'instruments 11 ne sont donc pas bien représentatives du débit réel s'écoulant de la zone amont 20.

La méthode selon l'invention permet de corriger les anomalies résultant de ce débit de fuite incontrôlé. Elle consiste essentiellement à élever la pression des effluents d'amont pénétrant dans l'ensemble de mesure 11 d'une quantité suffisante pour compenser la perte de charge qu'ils subissent en le traversant. A cet effet, on fixe à la partie terminale de la colonne une pompe 22 entraînée par des moyens moteurs à vitesse variable commandée depuis l'installation de surface. Il peut s'agir par exemple d'un moteur électrique biphasé ou triphasé alimenté depuis l'installation de surface au moyen d'une ligne incluse dans le câble 12 ou 15 et reliée à un générateur de courant alternatif à fréquence variable (non représenté). En faisant varier la fréquence du courant, on peut faire varier la vitesse de rotation de la pompe 22 et ainsi augmenter ou diminuer à volonté sa pression de sortie. Des capteurs de pression 23, 24 sont disposés respectivement au voisinage de l'entrée de la pompe 22 et au voisinage de la sortie de l'ensemble d'instruments de mesure 11.

La méthode selon l'invention consiste donc essentiellement à ajuster la vitesse de rotation de la pompe pour que les effluents d'amont à la pression P_{am1} (abscisse L_2) soient portés (Fig. 6) à une pression $PS1 = P_{am1} + \Delta p$ avant leur passage au travers des instruments de mesure.

Du fait de la perte de charge Δp inhérente aux ins-

truments de mesure, la pression des effluents amont se retrouve vers l'entrée de la pompe 10 égale à la pression P_{am1} .

De préférence on utilise une pompe 22 de type volumétrique, entraînée par un moteur de vitesse de rotation variable et réglable précisément sur une grande plage de variation (du type moteur à courant continu), la vitesse de rotation de cette pompe donnant la valeur du débit des effluents qui la traverse. On mesure dans ce cas le débit Q_{am1} entrant dans la pompe volumétrique à l'abscisse L_2 .

L'utilisation d'une pompe 22 de ce type rend possible des mesures des débits de fuite quand les effluents contournent les ensembles d'instruments de mesure en passant entre le tube perforé 6 et la paroi du puits.

Si l'on diminue la surpression imposée par la pompe volumétrique 22, la nouvelle pression à sa sortie étant égale à $PS2 < PS1$, en modifiant le réglage de la pompe principale 10 de manière à conserver une pression P_{am1} constante, la perte de charge ΔP n'est compensée qu'en partie et une partie des effluents s'échappe vers les orifices 18 (Fig. 7, 8) et l'entrée de la pompe de relevage 10 en passant dans l'espace interstitiel entre le tube 6 et le puits. Le débit de fuite $QF2$ est évalué en comparant le nouveau débit Q_{am2} d'effluents traversant la pompe volumétrique 22 avec le précédent Q_{am1}

$$QF2 = Q_{am1} - Q_{am2}$$

Si l'on augmente la surpression imposée par la pompe volumétrique 22, avec une pression de sortie égale à $PS3 > PS1$, en modifiant également le réglage de la pompe principale 10 de manière à conserver une pression P_{am1} constante, une partie des effluents venant de l'aval (Fig. 9, 10) va contourner l'ensemble de mesure 11 en passant entre le tube perforé 6 et le puits 1 pour entrer aussi dans la pompe volumétrique 22. Dans ce cas le débit de fuite $QF3$ peut également être évalué en comparant le nouveau débit Q_{am3} et le débit Q_{am1}

$$QF3 = Q_{am3} - Q_{am1}$$

Par une variation de la vitesse de rotation de la pompe 22, on est donc en mesure de connaître ainsi l'importance des débits de fuite ainsi que leurs sens d'écoulement.

Le mode de réalisation décrit concerne seulement la mesure sur les effluents d'amont après une compression compensant la perte de charge. Cependant, on ne sortirait pas du cadre de l'invention comme il est décrit dans les demandes de brevet français précitées, en mesurant aussi les effluents aval par un deuxième ensemble d'instruments. Dans ce cas, on procède de la même façon à une compression préalable des effluents issue de la zone d'aval dans une autre pompe volumétrique du même type que la pompe 22, pour compenser la perte de charge subie en traversant le deuxième ensemble d'instruments de mesure.

On ne sortirait pas non plus du cadre de l'invention en remplaçant le moteur électrique asynchrone d'entraînement de la pompe volumétrique 22 par un moteur hydraulique, un moteur à courant continu avec ou sans balais etc.

Revendications

1) Méthode perfectionnée pour effectuer des diagraphies de production dans un puits non éruptif traversant une zone souterraine produisant des effluents, ce puits étant équipé pour la production de ces effluents au moyen d'un tube (6) perforé dans sa partie traversant ladite zone souterraine, la méthode comportant l'utilisation d'une colonne de production (8) reliée à une installation de surface, de moyens de fermeture (19) de l'espace annulaire entre le tube et la colonne de production, pour isoler l'une de l'autre les deux parties du tube de part et d'autre de moyens de pompage (10) pour activer la production du puits par ladite colonne et d'au moins un ensemble (11) d'instruments de mesure opérant sur une partie au moins des effluents produits, disposés au voisinage de l'extrémité inférieure, et étant caractérisée par l'emploi de moyens de pompage auxiliaires (22) pour augmenter la pression des effluents préalablement à leur mesure pour tenir compte de la perte de charge subie par les effluents durant leur passage au travers de chaque ensemble d'instruments de mesure.

2) Méthode selon la revendication 1 caractérisée en ce qu'elle comporte la compression d'une partie des effluents produits de façon à compenser sensiblement ladite perte de charge.

3) Méthode selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comporte en outre la mesure des variations du débit des effluents pénétrant dans chaque ensemble de mesure, en fonction de la surpression appliquée par les moyens de pompage auxiliaires, de manière à déterminer les variations des quantités d'effluents passant d'un côté à l'autre desdits moyens de fermeture entre le puits et ledit tube perforé (6) et leur sens de passage.

4) Dispositif perfectionné pour effectuer des diagraphies de production dans un puits non éruptif traversant une zone souterraine produisant des effluents, ce puits étant équipé pour la production de ces effluents au moyen d'un tube (6) perforé dans sa partie traversant ladite zone souterraine, le dispositif comportant une colonne de production (8) reliée à une installation de surface, des moyens de fermeture (19) de l'espace annulaire entre le tube et la colonne de production, pour isoler l'une de l'autre les deux parties du tube de part et d'autre, des moyens de pompage (10) pour activer la production du puits par ladite colonne et des moyens (11) de mesure d'une partie au moins des effluents produits, disposés au voisinage de l'extrémité inférieure de la colonne, et étant

caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (22) de pompage auxiliaire à débit ou gain de pression réglable pour comprimer une partie au moins des effluents produits avant leur mesure, et des capteurs (23, 24) de pression disposés à l'entrée desdits moyens (22) de pompage auxiliaires et à la sortie des moyens de mesure.

5) Dispositif perfectionné selon la revendication 4, caractérisé en ce que les moyens de pompage comportent une pompe volumétrique entraînée par un moteur à vitesse réglable et dont le débit varie de manière connue en fonction de sa vitesse d'entraînement et un moteur d'entraînement dont la vitesse de rotation est réglable avec précision.

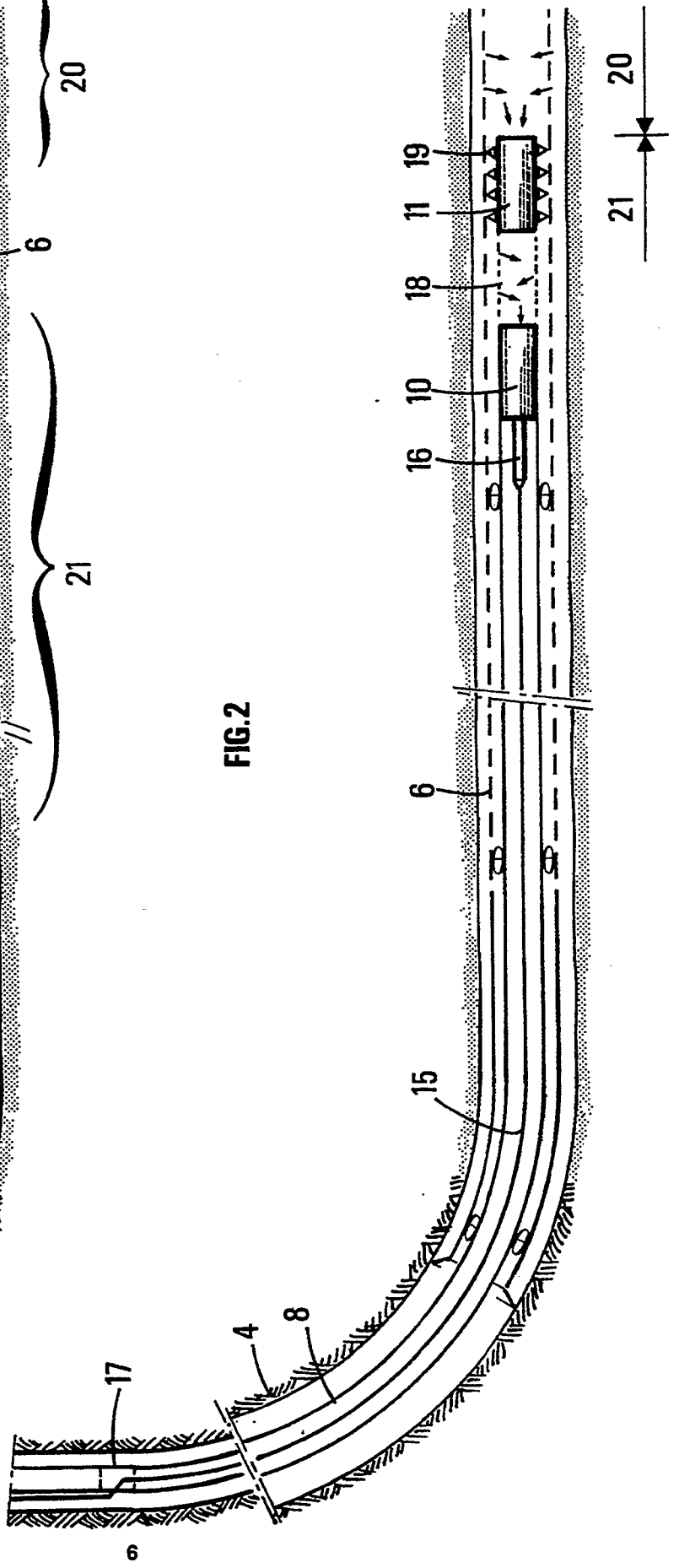
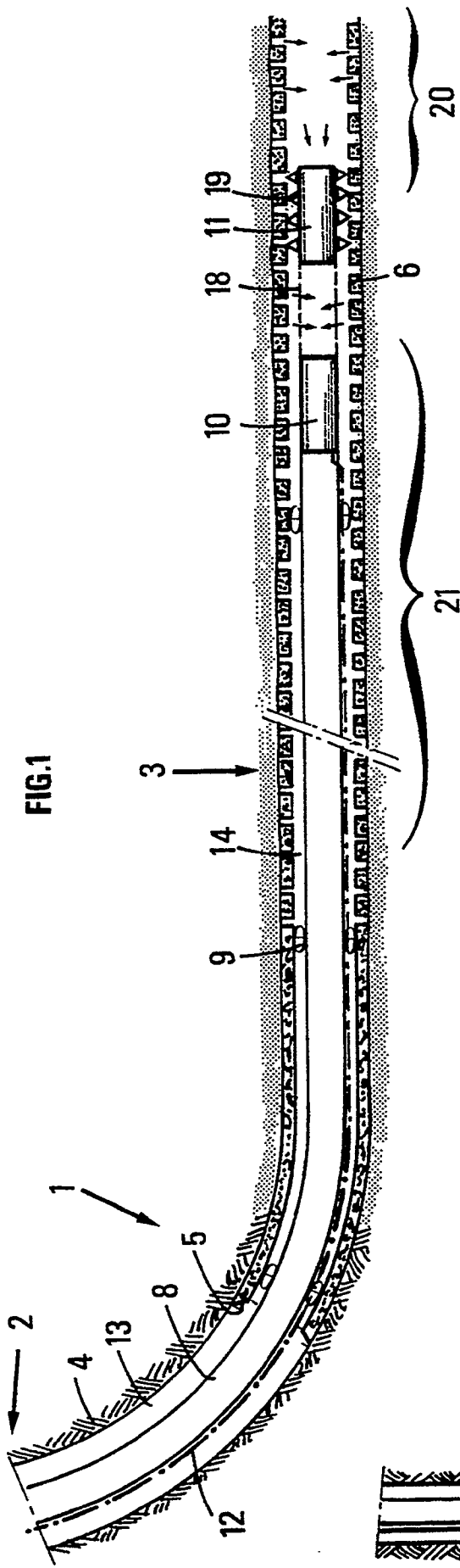
6) Dispositif perfectionné selon la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce que les moyens (22) de pompage auxiliaires comportent une pompe entraînée par un moteur alimenté par un générateur de courant variable disposé en surface, au moyen d'un câble électrique.

7) Dispositif perfectionné selon la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce que les moyens de pompage auxiliaires (22) comportent une pompe entraînée par un moteur hydraulique.

8) Dispositif perfectionné selon la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce que les moyens de pompage auxiliaires (22) comportent une pompe entraînée par un moteur à courant continu.

9) Dispositif perfectionné selon l'une des revendications 4 à 8, caractérisé en ce que les moyens de mesure (11) comportent un seul ensemble d'instruments pour mesurer des caractéristiques des effluents issus produits d'un côté desdits moyens de fermeture (19), ledit ensemble d'instruments étant associé à des moyens de pompage auxiliaires.

10) Dispositif perfectionné selon l'une des revendications 4 à 8, caractérisé en ce que les moyens de mesure comportent deux ensembles de mesure pour mesurer les caractéristiques des effluents produits respectivement dans les deux parties du puits de part et d'autre des moyens de fermeture (19), l'un au moins de ces ensembles étant associé à des moyens de pompage auxiliaires.



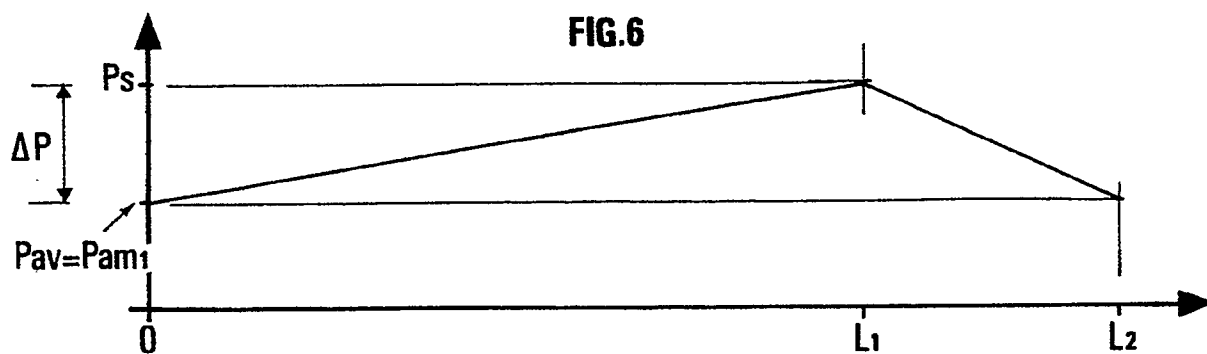
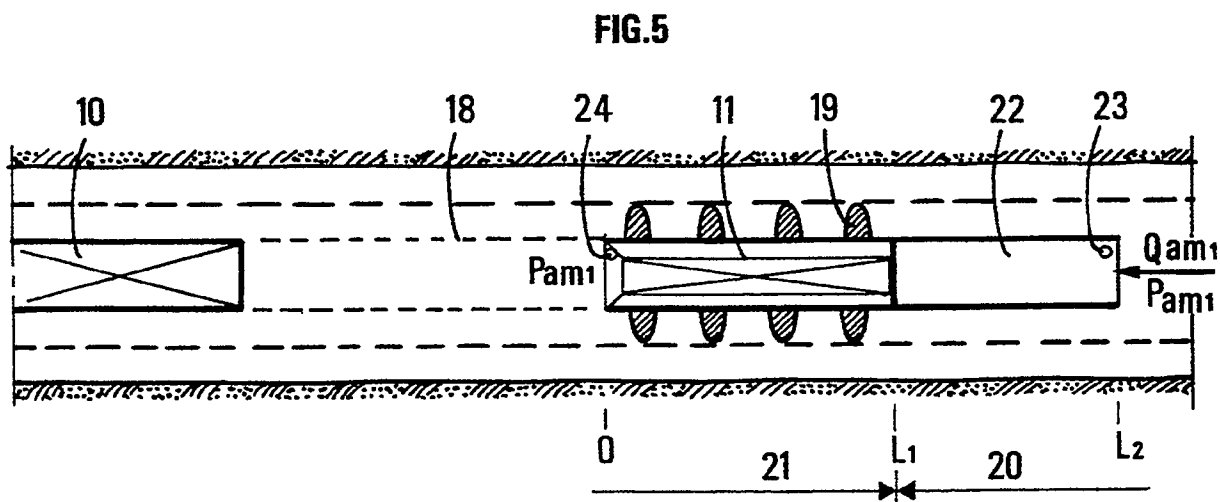
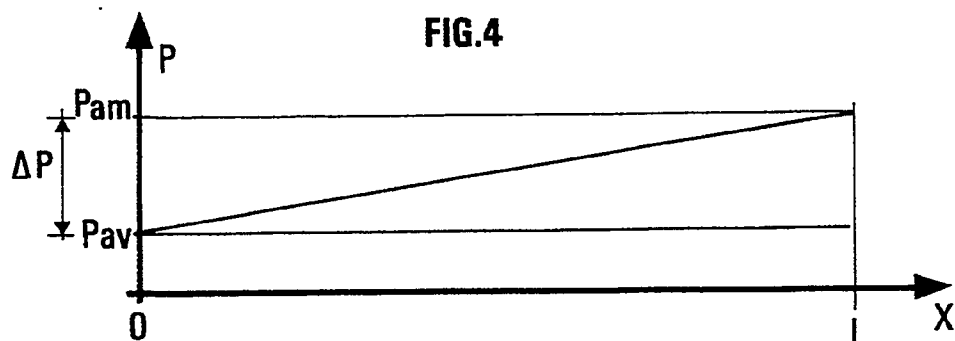
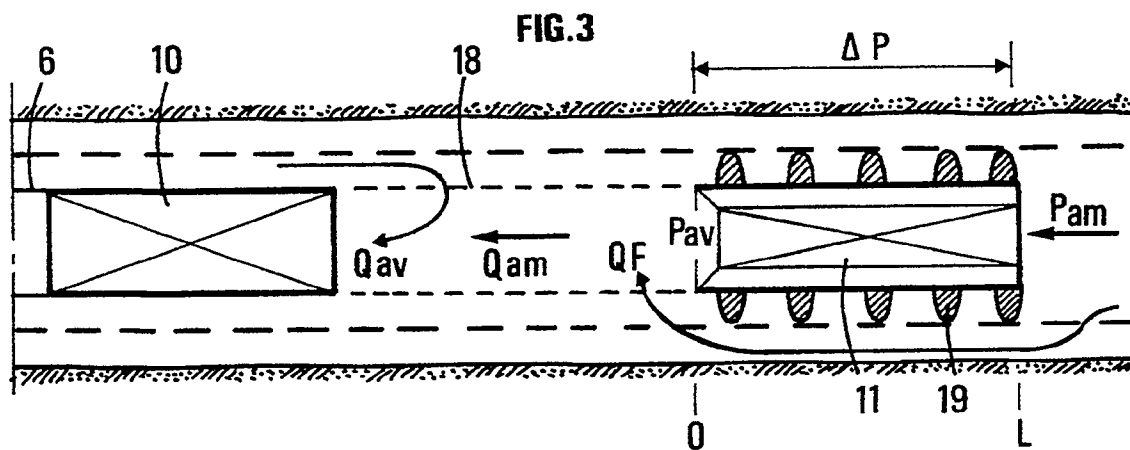


FIG.7

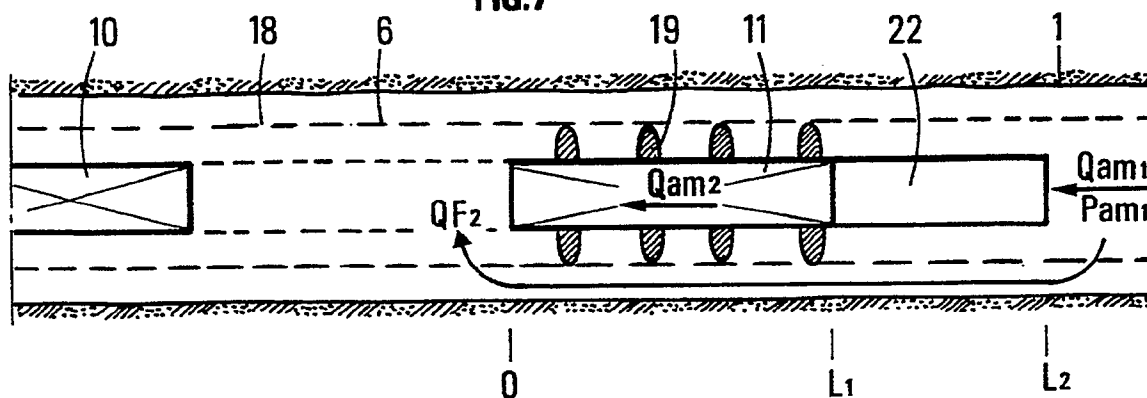


FIG.8

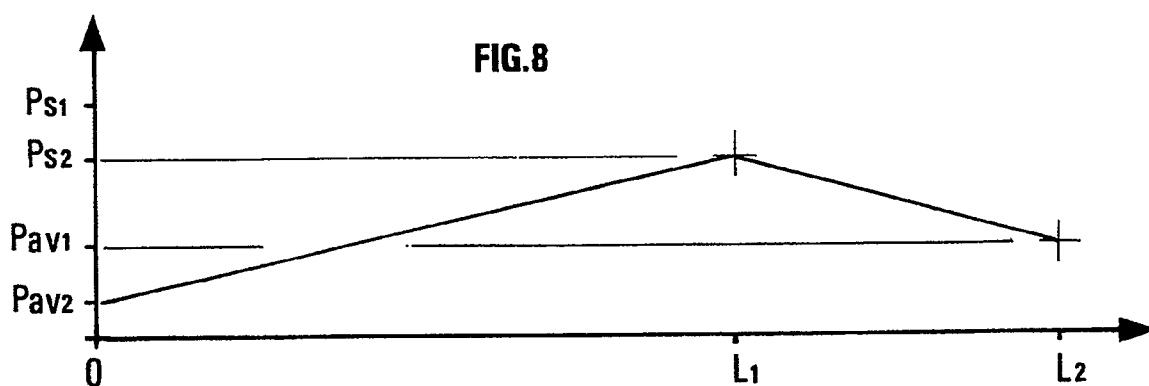


FIG.9

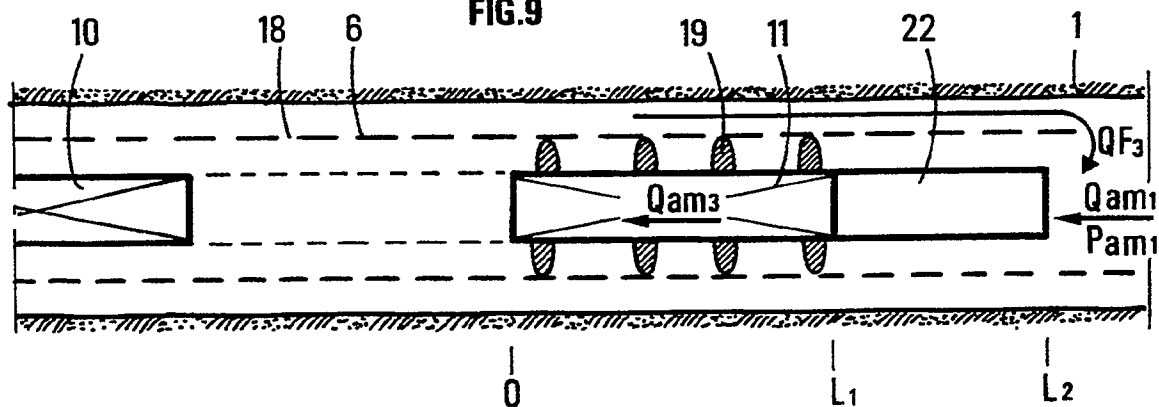
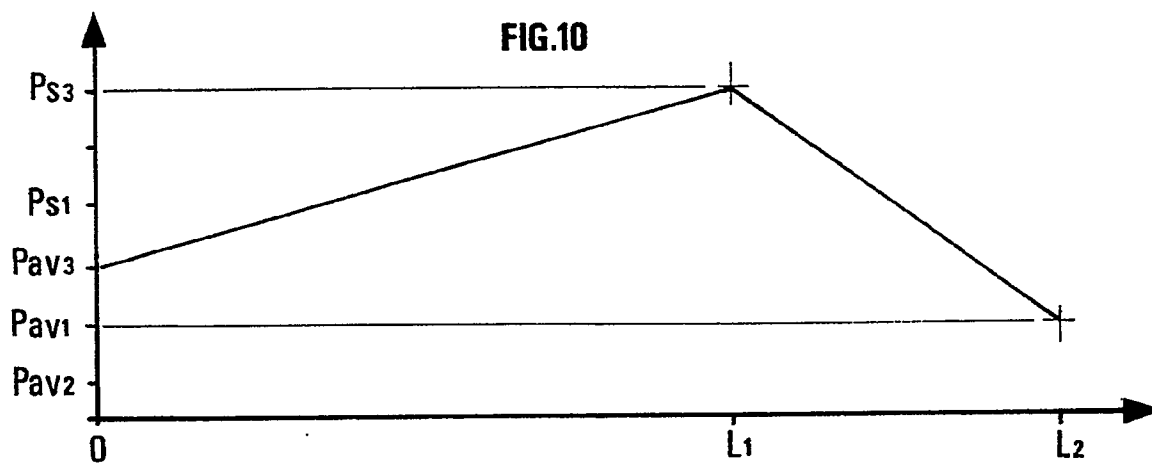


FIG.10





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 91 40 1485

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.5)
A, D	FR-A-2 637 939 (I.F.P.) ---		E 21 B 47/10
A	US-A-4 222 438 (HOLLINGSWORTH) ---		E 21 B 47/06
A	US-A-4 006 630 (CATHRINER) ---		E 21 B 49/08
A, D	FR-A-2 544 013 (I.F.P.) ---		
A	US-A-3 283 570 (HODGES) -----		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			E 21 B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 19-09-1991	Examinateur SOGNO M.G.
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			

EPO FORM 1503 03.82 (P0402)