

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 01.10.01.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 04.04.03 Bulletin 03/14.

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) : SERVICES PETROLIERS SCHLUMBERGER — FR.

72 Inventeur(s) : CHOUZENOUX CHRISTIAN, MANIN YVES, POHL DIDIER et SOUHAITE PHILIPPE.

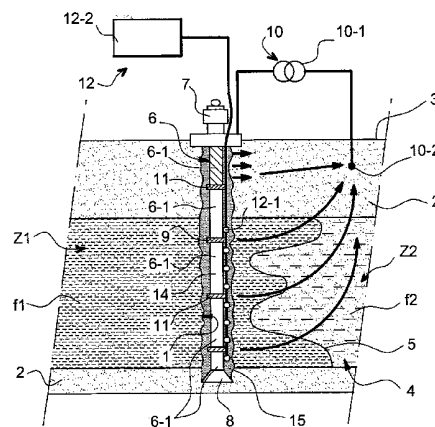
73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : BREVALEX.

54 DISPOSITIF DE SURVEILLANCE OU D'ETUDE D'UN RESERVOIR TRAVERSE PAR UN Puits.

57 Il s'agit d'un dispositif pour étudier ou surveiller un réservoir (4) de fluide traversé par au moins un puits (1) comportant un cuvelage (1) conducteur de l'électricité. Il comporte des moyens de mesure (12) d'une grandeur électrique représentative d'une caractéristique du réservoir (4). Ces moyens de mesure comprennent au moins une électrode (12-1) placée dans le puits (1), au niveau du réservoir (4), isolée électriquement du cuvelage (6). Il comporte aussi des moyens (10) pour faire circuler un courant électrique dans le réservoir (4) par l'intermédiaire d'au moins une zone (11) du cuvelage (6), cette zone (11) étant conductrice, sans revêtement (14) électriquement isolant.

Application notamment à l'industrie pétrolière.



**DISPOSITIF DE SURVEILLANCE OU D'ETUDE D'UN RESERVOIR
TRAVERSE PAR UN PUIITS**

DESCRIPTION

5 DOMAINE TECHNIQUE

La présente invention est relative à un dispositif pour surveiller et/ou étudier un réservoir, notamment d'hydrocarbures, traversé par un puits.

La production d'hydrocarbures provenant d'un gisement souterrain doit être contrôlée et surveillée dans le temps, en permanence ou ponctuellement, afin de déterminer les causes éventuelles de diminution de débit et de prévoir les risques d'arrêt.

La technique d'injection d'un fluide sous pression par un puits d'injection dans un gisement pétrolifère pour refouler des hydrocarbures, pétrole ou gaz, vers un puits de production est une technique largement utilisée dans le domaine de l'extraction dite secondaire. Ce fluide maintient ou remet en pression le gisement. Cette technique d'injection de fluide, fréquemment de l'eau éventuellement salée ou un gaz, est maintenant bien souvent mise en place dans les premiers temps d'exploitation du gisement. Il est important de surveiller dans le temps l'évolution de l'interface entre les fluides pour arrêter la production avant que le fluide injecté n'atteigne le puits d'extraction.

Dans le même but, il est aussi important de pouvoir suivre l'évolution de zones naturelles d'eau ou de gaz qui se trouvent fréquemment dans les formations pétrolifères et sont susceptibles de se rapprocher du

puits de production au fur et à mesure de la production d'hydrocarbures.

La progression du fluide injecté ou se trouvant naturellement dans la formation pétrolifère n'est pas toujours régulière, il peut se produire des digitations ou infiltrations en doigt de gant. Il est important de faire cette surveillance à différentes profondeurs le long du puits pour pouvoir les détecter.

10 **ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE**

On connaît par la demande de brevet français FR-A1-2 712 627 un dispositif de surveillance et/ou d'étude d'un réservoir souterrain traversé par un puits contenant un cuvelage. Dans ce document un réseau d'électrodes de mesure est placé en permanence dans le puits, entre la paroi extérieure du cuvelage et la paroi intérieure du puits. Ces électrodes de mesure, montées en parallèle, servent chacune leur tour à faire circuler un courant dans la formation du réservoir tandis que les autres servent à mesurer la valeur du potentiel ainsi induit. Cette mesure répétée dans le temps, est ensuite interprétée en terme de variation de résistivité de la formation dans la zone de mesure, et donc de la saturation en eau de celle-ci. Les électrodes sont fixées sur la paroi extérieure du cuvelage. Dans la zone des électrodes, le cuvelage est soit revêtu extérieurement d'un matériau électriquement isolant, soit fabriqué en un tel matériau. L'espace dans lequel elles sont positionnées est rempli de ciment. Ce dispositif présente plusieurs inconvénients.

Le puits peut avoir une profondeur variant de quelques centaines de mètres à un ou plusieurs kilomètres. Le cuvelage est formé de plusieurs éléments assemblés bout à bout par des manchons filetés. Le revêtement électriquement isolant doit être particulièrement résistant mécaniquement sinon il risque d'être endommagé lors du montage, notamment au niveau des manchons, à cause des pinces à griffe utilisées pour serrer les différents éléments lors de leur vissage ou lors de la descente du cuvelage à son extrémité inférieure.

Ce dispositif requiert un câble de section importante qui court le long de la paroi extérieure du cuvelage depuis la surface vers les électrodes puisqu'elles servent à la fois à faire circuler des courants électriques, de l'ordre de quelques ampères, dans la formation du réservoir et à mesurer des potentiels, de l'ordre de la centaine de millivolts. L'espace disponible entre la paroi du puits et le cuvelage est très faible, dans les puits standards il est inférieur à deux centimètres et il est difficile d'y loger ce câble multi-conducteur dont la section peut occuper plusieurs centimètres carrés. Au niveau de la tête de puits et des organes obturateurs connus sous la dénomination anglaise de « packers », on cherche aussi à minimiser le nombre de câbles pour des raisons de place mais aussi de difficultés liées à la réalisation de traversées étanches.

Un cycle d'acquisition de mesures peut prendre plusieurs heures, car on effectue un balayage des différentes électrodes, chacune d'entre elles étant

tour à tour électrode d'alimentation pendant que les autres, chacune à leur tour, délivrent le potentiel de mesure. La fréquence d'acquisition des mesures est limitée et on ne peut faire une surveillance en continu si le nombre d'électrodes est important.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

La présente invention a pour but de s'affranchir des inconvénients qui viennent d'être énumérés en proposant un dispositif électrique pour surveiller et/ou étudier un réservoir traversé par un puits de taille standard qui soit simple à installer dans le puits, qui soit fiable et bon marché, qui puisse faire une surveillance pratiquement en continu.

Pour y parvenir la présente invention est un dispositif pour étudier ou surveiller un réservoir de fluide, traversé par au moins un puits comportant un cuvelage conducteur de l'électricité. Il comporte des moyens de mesure d'une grandeur électrique représentative d'une caractéristique du réservoir avec au moins une électrode de mesure placée dans le puits au niveau du réservoir, isolée électriquement du cuvelage et des moyens pour faire circuler un courant électrique dans le réservoir par l'intermédiaire d'au moins une zone du cuvelage, cette zone étant électriquement conductrice, sans revêtement électriquement isolant.

Les moyens pour faire circuler le courant dans le réservoir comportent une source d'alimentation reliée d'un côté à une électrode de référence décalée du puits et de l'autre au cuvelage.

L'électrode de référence peut être plantée en surface.

La source d'alimentation peut être reliée au cuvelage en surface, notamment si le réservoir n'est pas situé trop en profondeur.

Dans le cas contraire, la source d'alimentation peut être reliée au cuvelage en profondeur, le cuvelage comportant un raccord électriquement isolant entre la liaison avec la source et la surface.

Si le cuvelage a une extrémité basse plus profonde que le réservoir, il peut comporter un raccord électriquement isolant entre son extrémité basse et le fond du réservoir pour limiter l'étendue de cuvelage concernée par la circulation de courant.

Lorsque le cuvelage est réalisé par des éléments mis bout à bout et vissés les un aux autres, et comportant un manchon fileté conducteur à l'une de leurs extrémités, la zone conductrice peut être réalisée par le manchon fileté.

L'électrode de mesure peut être solidaire du cuvelage.

L'électrode de mesure peut être reliée à la surface par une liaison filaire qui court le long d'une des parois du cuvelage.

Dans un autre mode de réalisation, l'électrode de mesure est reliée à la surface par un couplage inductif. Le couplage inductif peut traverser la paroi du cuvelage.

Les moyens de mesure comportent également des moyens d'acquisition et de traitement destinés à recueillir la mesure délivrée par l'électrode.

Ces moyens d'acquisition et de traitement peuvent se trouver en surface mais de manière préférentielle, ils se trouvent en totalité ou en partie en profondeur.

5 Ils peuvent alors être placés dans un boîtier solidaire du cuvelage.

Les moyens d'acquisition et de traitement peuvent comporter un dispositif de mise en forme de la mesure, ce dispositif de mise en forme étant référencé
10 par rapport à une tension de référence.

La tension de référence peut être la tension de l'électrode de référence ou bien de manière préférentielle la tension du cuvelage au voisinage de l'électrode de mesure.

15 Lorsqu'il y a plusieurs électrodes de mesure, les moyens d'acquisition et de traitement peuvent comporter un multiplexeur pour sélectionner une électrode de mesure particulière.

Les moyens d'acquisition et de traitement
20 peuvent comporter un dispositif de conversion analogique numérique pour numériser la mesure.

Les moyens d'acquisition et de traitement peuvent comporte un dispositif de mémorisation pour mémoriser la mesure.

25 Les moyens d'acquisition et de traitement sont destinés à coopérer avec un dispositif d'exploitation et de pilotage.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

30 La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description d'exemples de réalisation donnés, à titre purement indicatif et nullement

limitatif, en faisant référence aux dessins annexés sur lesquels :

- les figures 1A, 1B montrent respectivement un dispositif selon l'invention monté dans un puits et un
5 détail du dispositif ;

- les figures 2A, 2B montrent schématiquement la distribution du potentiel, de part et d'autre d'un manchon électriquement conducteur du cuvelage, dans une situation initiale dans laquelle un fluide se trouve à
10 proximité du puits, et dans une situation ultérieure dans laquelle un second fluide s'est infiltré à proximité du puits ;

- les figures 3A et 3B montrent la configuration du réservoir traversé par le puits dans
15 les deux situations ;

- les figures 4A et 4B sont des graphiques illustrant les mesures effectuées dans le puits en fonction de la profondeur ;

- la figure 5 illustre un élément de cuvelage supportant une partie du dispositif selon l'invention ;
20

- les figures 6 à 10 illustrent différents modes de réalisation du dispositif selon l'invention.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION 25 PARTICULIERS

On se réfère aux figures 1A et 1B qui montrent une vue générale et une vue partielle en détail d'un exemple de dispositif selon l'invention monté dans un puits.

30 Il y est représenté schématiquement un puits 1 traversant des formations terrestres 2, il débouche à

la surface 3. Un réservoir 4 de fluide souterrain est
situé dans ces formations terrestres 2. Le réservoir 4
contient dans une zone Z1 un premier fluide f1, pétrole
ou gaz devant être extrait par exemple et remonté en
5 surface via le puits de production 1. Le puits 1
traverse le réservoir 4 dans la zone Z1.

Le réservoir 4 contient également dans une zone
Z2 un second fluide f2 qui forme une interface 5 avec
le premier fluide f1. Ce second fluide f2 peut être de
10 l'eau éventuellement salée ou du gaz. Ce second fluide
f2 peut être injecté dans le réservoir 4 pour refouler
le premier fluide f1 vers le puits de production 1 en
faisant remonter ou en maintenant la pression dans le
réservoir 4. Ce second fluide f2 peut s'y trouver
15 naturellement.

Le puits 1 qui est considéré dans l'exemple
décrit comme un puits de production, comporte
extérieurement un cuvelage 6 et à l'intérieur du
cuvelage 6, montée concentriquement avec lui, une
20 colonne de production (non visible) destinée à
véhiculer le fluide f1 à extraire du réservoir 4 vers
la surface 3. L'extrémité du cuvelage 6 en surface 3 se
termine par une tête 7 de puits. L'extrémité inférieure
du cuvelage 6 est équipée d'un sabot de cuvelage 8 qui
25 le protège et facilite sa descente dans le puits 1. Le
cuvelage 6 est formé d'une pluralité d'éléments de
cuvelage 6-1 qui sont des tubes métalliques,
conducteurs de l'électricité, mis bout à bout et
assemblés les uns aux autres par des manchons filetés
30 9.

Selon une caractéristique de l'invention, le dispositif pour étudier ou surveiller le réservoir 4 de fluide comporte des moyens pour faire circuler un courant électrique dans le réservoir 4 avec une source d'alimentation 10-1 reliée d'un côté à une électrode de référence 10-2, décalée du puits 1, de préférence fichée dans les formations terrestres 2 depuis la surface 3, et de l'autre reliée au cuvelage 6. Le courant de la source d'alimentation 10-1 va pouvoir se propager dans la formation, entre le cuvelage 6 et l'électrode de référence 10-2.

Pour assurer la circulation de courant, la paroi extérieure du cuvelage 6 comporte une ou plusieurs zones 11 nues, non revêtues de matériau électriquement isolant, qui sont donc conductrices de l'électricité. Les zones 11 de la paroi extérieure du cuvelage 6 qui sont conductrices de l'électricité jouent le rôle d'électrodes d'alimentation.

Il est préférable que ces zones 11 conductrices de l'électricité englobent les manchons 9 situés en bout d'élément de cuvelage 6-1 puisque ce sont eux qui sont sollicités lors du vissage des différents éléments de cuvelage entre eux.

Le courant circulant dans le réservoir 4 peut être du courant continu ou préférentiellement du courant alternatif basse fréquence qui limite la corrosion du cuvelage et réduit le bruit.

Le dispositif objet de l'invention comporte, de plus, des moyens 12 pour mesurer une grandeur électrique représentative d'une caractéristique du réservoir 4. Ces moyens 12 comportent une ou plusieurs

électrodes de mesure 12-1 placées dans le puits 1, isolées électriquement du cuvelage 6 et des moyens d'acquisition et de traitement des mesures 12-2 qui coopèrent avec les électrodes de mesure 12-1. Sur les
5 figures 1A, 1B on a représenté un réseau d'électrodes de mesure 12-1 réparties le long du cuvelage 6 au niveau du réservoir 4 pour pouvoir effectuer des séries de mesures à différentes profondeurs dans le réservoir 4.

10 Les électrodes de mesure 12-1 sont placées dans le puits 1 et elles sont isolées électriquement du cuvelage 6 par l'intermédiaire d'un revêtement électriquement isolant 14 dont est pourvue la paroi extérieure du cuvelage 6 au niveau des électrodes de
15 mesure 12-1. Ce revêtement peut être réalisé par exemple par un matériau plastique résistant à la température, par une résine époxy, par de la céramique, par de la fibre de verre, ces matériaux étant pris seuls ou en combinaison. Les électrodes de mesure 12-1
20 peuvent être fixées sur le cuvelage 6 ainsi revêtu, elles peuvent être en forme d'anneau métallique entourant le cuvelage 6. Elles peuvent être régulièrement réparties sur les éléments du cuvelage 6-1. L'espace situé entre le cuvelage 6 et la paroi
25 intérieure du puits 1 est classiquement comblé avec du ciment 15 qui présente une résistivité électrique connue, idéalement du même ordre de grandeur que celle des formations terrestres rencontrées, de façon à ne pas perturber les mesures.

30 Si lors de la mise en place du cuvelage, le revêtement électriquement isolant 14 est légèrement

endommagé sans pour autant que les électrodes de mesure 12-1 viennent en contact avec le matériau électriquement conducteur du cuvelage 6, cela n'a pas d'importance.

5 Le ciment 15 ainsi que le cuvelage 6 permettent aux électrodes de mesure 12-1 d'être isolées du fluide extrait du puits 1, s'il s'agit d'un puits de mesure. Il est envisageable que le cuvelage ne soit pas dans un puits d'extraction mais dans un puits de mesure.

10 Le matériau du cuvelage 6, généralement de l'acier, a une conductivité électrique beaucoup plus forte que celle des formations terrestres 2 et on peut considérer que le cuvelage 6 lorsqu'il est alimenté, est équipotentiel dans la zone d'intérêt portant les
15 électrodes de mesure 12-1.

 Mais si le réservoir 4 est situé très en profondeur et/ou si la formation terrestre 2 située entre la surface 3 et le réservoir 4 est très conductrice de l'électricité, il est préférable que la
20 liaison entre le cuvelage 6 et la source d'alimentation 10-1 se fasse en profondeur de manière à limiter les pertes. Le cuvelage 6 peut alors comporter un raccord en matériau électriquement isolant 60-1 situé entre la surface 3 et la liaison avec la source d'alimentation
25 10-1. Cette variante est illustrée à la figure 6. De la même manière, si le cuvelage 6 se prolonge en profondeur au-delà du réservoir 4, il est préférable de prévoir un raccord en matériau électriquement isolant entre le fond du réservoir 4 et l'extrémité basse du
30 cuvelage. Le cuvelage 6 représenté sur la figure 9 est équipé d'un tel raccord 60-2.

Le principe de fonctionnement d'un tel dispositif consiste à acquérir, dans le temps, à l'aide des électrodes de mesure une grandeur électrique représentative d'une caractéristique du réservoir et à
5 détecter une variation de la grandeur entre deux acquisitions relatives à la même électrode. Une telle variation indique que la caractéristique au voisinage de l'électrode a changé, ce qui signifie que l'environnement a changé au voisinage l'électrode
10 concernée, que la répartition des fluides a été modifiée.

La grandeur électrique constituant la mesure peut être un potentiel ou un courant. La caractéristique du réservoir est la résistivité et par
15 inversion la saturation en fluide à proximité de l'électrode concernée.

On peut se référer aux figures 2A, 2B qui montrent partiellement le dispositif de l'invention au niveau d'une portion de cuvelage 6. La figure 2A
20 schématise une situation initiale. Le puits 1 traverse le réservoir contenant l'un des fluides f1. On suppose qu'il s'agit de pétrole. Lorsque du courant est émis par le manchon 9 conducteur du cuvelage 6, la majorité de ce courant circule dans le ciment 15 qui est plus
25 conducteur que la formation contenant le pétrole. Le courant est schématisé par la flèche.

Dans cet exemple, on a représenté la répartition du potentiel délivré par les électrodes de mesure 12-1 qui se trouvent de part et d'autre du
30 manchon 9. Le potentiel est schématisé par les courbes de part et d'autre de la flèche de courant et son

profil est plutôt plat. Sur la figure 2B qui schématise une situation ultérieure dans laquelle l'autre fluide f2, que l'on suppose être de l'eau salée, a envahi une partie du réservoir 4 au voisinage du puits. Ce fluide
5 f2 est beaucoup plus conducteur électriquement que le premier f1. Une plus grande quantité de courant va circuler dans la partie de la formation contenant ce second fluide f2 et puisque le potentiel au niveau du manchon 9 est sensiblement constant, la répartition du
10 potentiel délivré par les électrodes de mesure 12-1 qui se trouvent au niveau de la zone envahie va changer.

Au lieu de faire des mesures de potentiel, des mesures de courant pourraient être effectuées.

Les figures 3A et 3B illustrent un exemple de
15 réservoir 4, traversé par un puits 1, dont on va étudier l'évolution à l'aide du dispositif selon l'invention. La figure 3A illustre une situation initiale et la figure 3B une situation ultérieure similaire au cas précédent. Ce réservoir 4, d'une
20 épaisseur de 50 mètres, est situé à environ 1020 mètres de profondeur. Les résistivités des différentes couches de formation se trouvant de part et d'autre du réservoir sont indiquées. Elles varient entre 1 Ω .m et 1000 Ω .m. Quant au réservoir 4, il est formé de
25 plusieurs couches empilées, les résistivités de ces dernières, dans la situation initiale, avant injection d'eau facilitant le refoulement du fluide à extraire, sont mentionnées sur la figure 3A. Dans la situation
ultérieure, l'eau a été injectée dans le réservoir 4,
30 elle s'est approchée du puits 1 et a formé une digitation comme illustré sur la figure 3B. Les mesures

effectuées par le dispositif conforme à l'invention vont pouvoir déterminer la profondeur de la digitation. On suppose que la résistivité de la zone pleine d'eau est sensiblement constante et vaut 20 Ω .m.

5 Les figures 4A et 4B illustrent les résultats des mesures effectuées. Le cuvelage 6 a été représenté avec ses manchons 9 électriquement conducteurs et entre eux le revêtement en matériau électriquement isolant 14. Dans la situation initiale et dans la situation
10 ultérieure, on mesure le potentiel V_{mes} de chacune des électrodes de mesure 12-1 (non représentées) par rapport à un potentiel de référence V_{ref} . Il peut s'agir du potentiel de l'électrode de référence 10-2 en surface. Dans une variante qui va être détaillée après,
15 la référence peut être le potentiel du cuvelage 6 au voisinage de l'électrode de mesure concernée. La courbe en traits pleins montre, dans la situation initiale, la différence de potentiel au niveau de chacune des électrodes de mesure en fonction de la profondeur. La
20 courbe en traits pointillés représente les mêmes paramètres mais dans la situation ultérieure lors de la digitation. On remarque qu'entre les cotes 1035 et 1045 mètres, les deux courbes sont très différentes alors qu'elles sont pratiquement confondues de part et
25 d'autre de cette plage de cotes. Il y a eu une chute de potentiel sur la courbe en traits pointillés et cette chute de potentiel traduit une variation de résistivité qui correspond à la digitation. On peut alors déterminer la position en profondeur de la digitation.
30 La courbe de la figure 4B est la différence entre les deux courbes de la figure 4A.

La figure 5 illustre schématiquement un élément de cuvelage 6-1 pouvant être utilisé avec le dispositif de l'invention. L'élément de cuvelage 6-1 est revêtu extérieurement d'un matériau isolant à l'exception de ses deux extrémités 6-2 qui restent nues, c'est-à-dire qui sont conductrices de l'électricité et qui contribuent à la circulation de courant dans le réservoir. Une série d'électrodes de mesure 12-1 en anneau, se trouve sur le revêtement. L'extrémité supérieure correspond au manchon 11 électriquement conducteur. L'extrémité inférieure est destinée à être vissée dans le manchon d'un autre élément de cuvelage. Elle est aussi conductrice de l'électricité. Entre la série d'électrodes de mesure 12-1 et l'une des extrémités se trouve un boîtier 16. Ce boîtier, fixé extérieurement sur l'élément de cuvelage 6-1 est destiné à contenir en partie ou en totalité les moyens d'acquisition et de traitement des mesures 12-2 qui sont reliés aux électrodes de mesure 12-1. Le fait d'acquérir et de traiter en profondeur les mesures recueillies par les électrodes 12-1 permet notamment de limiter le nombre de conducteurs à remonter en surface pour les acheminer vers un dispositif de pilotage et d'exploitation.

On va voir maintenant différentes variantes de configurations pour les moyens d'acquisition et de traitement des mesures 12-2.

Sur la figure 6, on retrouve une série d'électrodes de mesure 12-1 disposées longitudinalement le long du cuvelage 6 sur sa paroi extérieure. Chacune de ces électrodes 12-1 est reliée par une liaison

filaire 12-3 à l'entrée des moyens d'acquisition et de traitement des mesures 12-2 qui se trouvent à la surface 3. Ces moyens d'acquisition et de traitement des mesures 12-2 comportent un multiplexeur 12-4 qui est connecté en entrée aux électrodes de mesure 12-1 via les liaisons filaires 12-3 et en sortie à l'entrée d'un dispositif de mise en forme 12-5 qui reçoit également en entrée le potentiel de référence. Ce dispositif de mise en forme 12-5 peut être réalisé par un amplificateur par exemple. Le potentiel de référence est dans cet exemple le potentiel de l'électrode de référence 10-2 qui est en surface. Les mesures après mise en forme peuvent ensuite être converties en signaux numériques. La référence 12-6 représente un dispositif de conversion analogique numérique prévu pour cet effet. Après conversion, les mesures numérisées alimentent un dispositif d'exploitation et de pilotage 17 schématisé par un micro ordinateur. Le dispositif de pilotage 17 pilote le multiplexeur 12-4 et la liaison entre les deux est référencée 124-2. Dans cette configuration, dans le puits 1, entre la paroi extérieure du cuvelage 6 et la paroi intérieure du puits 1, il y a autant de liaisons filaires 12-3 que d'électrodes de mesure 12-1 mais ces liaisons filaires sont des câbles mono-conducteurs de très faible section puisque les tensions à mesurer sont de l'ordre de quelques millivolts. Ce n'était pas le cas dans l'art antérieur.

Dans cet exemple, on suppose que la liaison entre la source d'alimentation 10-1 et le cuvelage 6 se fait en profondeur.

Sur la figure 7, on a représenté une configuration dans laquelle une partie du traitement se fait en profondeur. Cela permet de réduire le nombre de conducteurs à descendre dans le puits 1.

5 La différence par rapport à la figure 6 se situe au niveau du multiplexeur 12-4 qui se trouve maintenant en profondeur dans le puits. Le multiplexeur 12-4 peut être encapsulé dans le boîtier 16 représenté à la figure 5. Le multiplexeur 12-4 est relié d'une
10 part par un câble de mesure 124-1 au dispositif de mise en forme 12-5 qui se trouve en surface hors du puits et par un câble de commande 124-2 au dispositif d'exploitation et de pilotage 17. Le câble de mesure 124-1 peut être un câble mono-conducteur éventuellement
15 blindé tandis que le câble de commande 124-2 peut-être un câble bi-conducteur éventuellement blindé. Le dispositif de mise en forme 12-5, le dispositif de conversion 12-6 et le dispositif d'exploitation et de pilotage 17 sont en surface et peuvent être similaires
20 à ceux représentés sur la figure 6.

Sur la figure 8 on a représenté une autre configuration dans laquelle les moyens d'acquisition et de traitement 12-2 des mesures sont en profondeur dans le puits. Cette configuration est intéressante car en
25 effectuant le traitement en profondeur et notamment la conversion analogique numérique au voisinage des électrodes de mesure, on limite le risque d'apparition de bruit.

Dans cet exemple, il y a plusieurs dispositifs
30 de mise en forme 12-5, chacun d'entre eux étant relié en entrée à une électrode de mesure 12-1. Dans le cas

où les moyens d'acquisition et de traitement sont localisés au fond du puits, il est préférable de conditionner le signal le plus près possible des électrodes pour améliorer le signal rapport à bruit. Un
5 étage de pré-amplification peut donc être disposé en amont du multiplexage.

La mise en forme se fait par rapport au potentiel de référence qui maintenant est celui du cuvelage 6. Les dispositifs de mise en forme 12-5 sont
10 également reliés en entrée au cuvelage 6, à un endroit non revêtu du matériau électriquement isolant 14.

La sortie des dispositifs de mise en forme 12-5 est reliée à l'entrée d'un multiplexeur 12-4 dont la sortie est reliée à l'entrée d'un dispositif de
15 conversion analogique numérique 12-6. La sortie du dispositif de conversion analogique numérique 12-6 peut être reliée à un dispositif de mémorisation 12-7. Un seul câble 17-1, prenant par exemple la forme d'une
20 paire torsadée, est nécessaire dans le puits 1. Ce câble permet à la fois l'alimentation électrique d'une part, le pilotage du multiplexeur et la transmission des signaux mis en mémoire d'autre part. Une technique de modulation de fréquence peut être utilisée pour transporter les signaux et la puissance électrique sur
25 le même câble.

Un dispositif de démodulation a été introduit entre la sortie du dispositif de mémorisation 12-7, l'entrée de commande du multiplexeur 12-4 et le câble 17-1. Ce câble 17-1 conduit entre autre au dispositif
30 d'exploitation et de pilotage, qui se trouve en surface, et qui n'est pas représenté pour ne pas

surcharger la figure. On pourrait se passer du dispositif de mémorisation 12-7 et relier directement le dispositif de conversion analogique numérique 12-6 au dispositif de démodulation 12-8.

5 Sur les figures 6 et 7, il n'a pas été représenté de dispositif de mémorisation, les signaux pouvant être mémorisés dans une mémoire du dispositif d'exploitation et de pilotage 17.

10 Sur la figure 9, on a représenté un cuvelage compatible avec dispositif selon l'invention. Il est formé de plusieurs éléments de cuvelage 6-1 mis bout à bout avec leur revêtement 14 électriquement isolant au niveau des électrodes de mesure 12-1 et des zones 11 nues sans revêtement isolant pour assurer la
15 circulation de courant dans le réservoir 4. L'élément de cuvelage 6-1 le plus bas possède un raccord en matériau électriquement isolant 60-2 destiné à limiter la circulation du courant vers le bas, cet élément étant destiné à se trouver plus bas que le réservoir.

20 Les deux éléments de cuvelage 6-1 destinés à se trouver dans le réservoir comportent chacun un boîtier 16 destiné à recevoir les moyens d'acquisition et de traitement 12-1. Au lieu que ces moyens soient reliés par une liaison filaire au dispositif d'exploitation et
25 de pilotage (non représenté) à la surface, la liaison peut être réalisée par couplage inductif. Chacun des boîtiers 16 est équipé d'une boucle d'induction 16-1 qui est destinée à coopérer avec une autre boucle d'induction 16-2 connectée par un câble 17-1 au
30 dispositif d'exploitation et de pilotage 17. Les électrodes sont alors reliées à la surface par couplage

inductif. Cette structure est réalisable car les moyens d'acquisition et de traitement 12-1 sont autonomes, ils ne se référencent que par rapport au cuvelage 6 et ils consomment très peu d'énergie.

5 La figure 10 reprend ce principe de couplage inductif mais maintenant le couplage se fait à travers la paroi du cuvelage 6. Il est toujours préférable de ne pas avoir de conducteurs à l'extérieur du cuvelage noyés dans le ciment. Leur descente et leur
10 positionnement sont toujours délicats. Cette configuration supprime le câble le long du cuvelage à l'extérieur et le remplace par un câble 17-1 le long du cuvelage à l'intérieur du cuvelage 6, dans l'espace qu'il délimite avec la colonne de production 19.

15 Le couplage peut être réalisé de manière optimum en choisissant une fréquence élevée adaptée pour l'alimentation et une autre pour la transmission et le pilotage sans risque d'interférence ni avec les moyens de traitement 12-2 ni avec les moyens 10 pour
20 faire circuler le courant dans le réservoir.

 Sur les figures 8 à 10, il n'a pas été représenté de moyens pour faire circuler le courant dans le réservoir mais ils peuvent être similaires à ceux des figures 6 ou 7.

25 La synchronisation entre l'émission de courant et les mesures de potentiel des électrodes dans le puits est effectuée par l'intermédiaire de signaux spécifiques sur le câble et à travers le coupleur inductif.

30 Un des avantages dispositif selon l'invention est qu'il est compatible avec des éléments de cuvelage

classiques. Si le puits équipé du dispositif selon l'invention est un puits de production, de manière classique, des canaux (non représentés pour ne pas surcharger les figures) percés dans le ciment 15 et
5 s'étendant dans la formation du réservoir d'une part et dans le cuvelage d'autre part, dans une zone sans électrode, permettent au fluide à extraire de pénétrer dans le cuvelage et d'atteindre la colonne de production. La réalisation de ces canaux se fait par
10 l'explosion de charges directionnelles.

Les câbles étant plus fins que dans l'art antérieur ils sont plus faciles à mettre en place.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif pour étudier ou surveiller un réservoir (4) de fluide traversé par au moins un puits (1) comportant un cuvelage (1) conducteur de l'électricité, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de mesure (12) d'une grandeur électrique représentative d'une caractéristique du réservoir (4), avec au moins une électrode (12-1) de mesure placée dans le puits (1), au niveau du réservoir (4), isolée électriquement du cuvelage (6), et des moyens (10) pour faire circuler un courant électrique dans le réservoir (4) par l'intermédiaire d'au moins une zone (11) du cuvelage (6), cette zone (11) étant électriquement conductrice, sans revêtement (14) électriquement isolant.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens pour faire circuler le courant (10) dans le réservoir (4) comportent une source d'alimentation (10-1) reliée d'un côté à une électrode de référence (10-2) décalée du puits (1) et de l'autre au cuvelage (6).

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'électrode de référence (10-2) est plantée à la surface (3).

4. Dispositif selon l'une des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que la source d'alimentation (10-1) est reliée au cuvelage (6) en surface (3).

5. Dispositif selon l'une des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que la source d'alimentation (10-1) est reliée au cuvelage (6) en profondeur, le cuvelage (6) comportant un raccord (60-1) en matériau électriquement isolant entre la liaison avec la source (10-1) et la surface (3).

6. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le cuvelage (6) a une extrémité basse plus profonde que le réservoir (4) et comporte un raccord (60-2) en matériau électriquement isolant entre son extrémité basse et le fond du réservoir (4).

15

7. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que lorsque le cuvelage (6) est réalisé par des éléments (6-1) mis bout à bout et vissés les un aux autres, et comportant un manchon fileté (9) conducteur à l'une de leurs extrémités, la zone conductrice (11) est réalisée par le manchon fileté (9).

8. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que l'électrode (12-1) est solidaire de la paroi extérieure du cuvelage (6).

9. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que l'électrode de mesure (12-1) est reliée à la surface (3) par une liaison filaire

(12-3) qui court le long d'une des parois du cuvelage (6).

5 10. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que l'électrode de mesure (12-1) est reliée à la surface (3) par un couplage inductif (16-1, 16-2).

10 11. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce que le couplage inductif (16-1, 16-2) traverse la paroi du cuvelage (6).

15 12. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que les moyens de mesure (12) comportent également des moyens d'acquisition et de traitement (12-2) destinés à recueillir la mesure effectuée par l'électrode (12-1).

20 13. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que ces moyens d'acquisition et de traitement (12-2) se trouvent en surface (3).

25 14. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que ces moyens d'acquisition et de traitement (12-2) se trouvent en totalité ou en partie en profondeur.

30 15. Dispositif selon la revendication 14, caractérisé en ce que les moyens d'acquisition et de traitement ou la partie des moyens d'acquisition et de

traitement se trouvant en profondeur sont placés dans un boîtier (16) solidaire du cuvelage (6).

5 16. Dispositif selon l'une des revendications 12 ou 13, caractérisé en ce que ces moyens d'acquisition et de traitement (12-2) comportent un dispositif de mise en forme (12-5) de la mesure et référencé par rapport à une tension de référence (Vref).

10

17. Dispositif selon la revendication 16 en liaison avec la revendication 2, caractérisé en ce que la tension de référence est la tension de l'électrode de référence (10-2).

15

18. Dispositif selon la revendication 16, caractérisé en ce que la tension de référence est la tension du cuvelage (6) au voisinage de l'électrode de mesure (12-1).

20

19. Dispositif selon l'une des revendications 11 à 18, caractérisé en ce que, lorsqu'il y a plusieurs électrodes de mesure (12-1), les moyens d'acquisition et de traitement (12-2) comportent un multiplexeur (12-4) pour sélectionner une électrode de mesure (12-1) particulière.

25

20. Dispositif selon l'une des revendications 11 à 19, caractérisé en ce que les moyens d'acquisition et de traitement (12-2) comportent un dispositif de

30

conversion analogique numérique (12-6) pour numériser la mesure.

21. Dispositif selon l'une des revendications
5 11 à 20, caractérisé en ce que les moyens d'acquisition et de traitement (12-2) comportent un dispositif de mémorisation (12-7) pour mémoriser la mesure.

22. Dispositif selon l'une des revendications
10 11 à 21, caractérisé en ce que les moyens d'acquisition et de traitement (12-2) sont destinés à coopérer avec un dispositif d'exploitation et de pilotage (17).

15

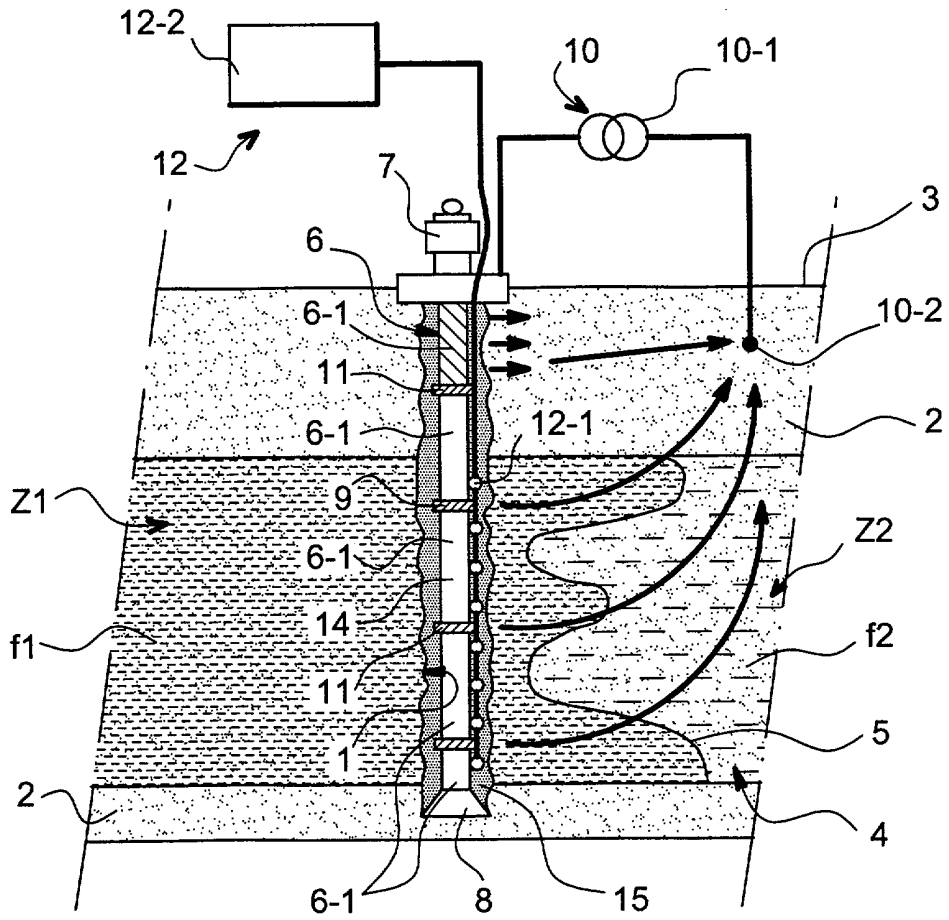


FIG. 1A

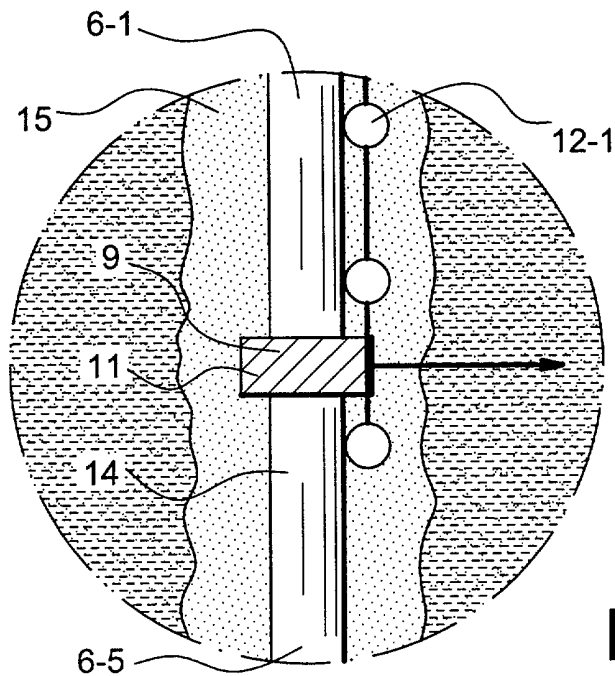


FIG. 1B

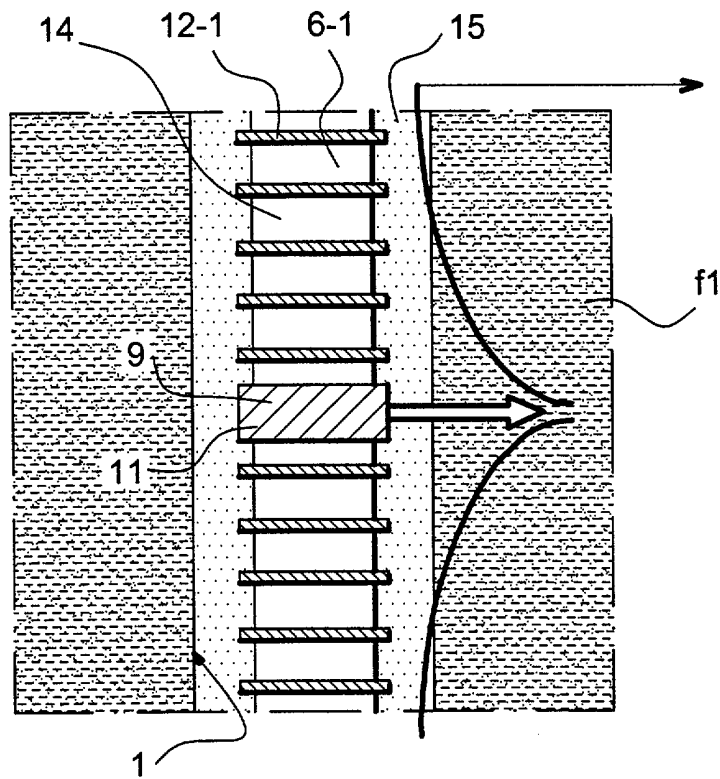


FIG. 2A

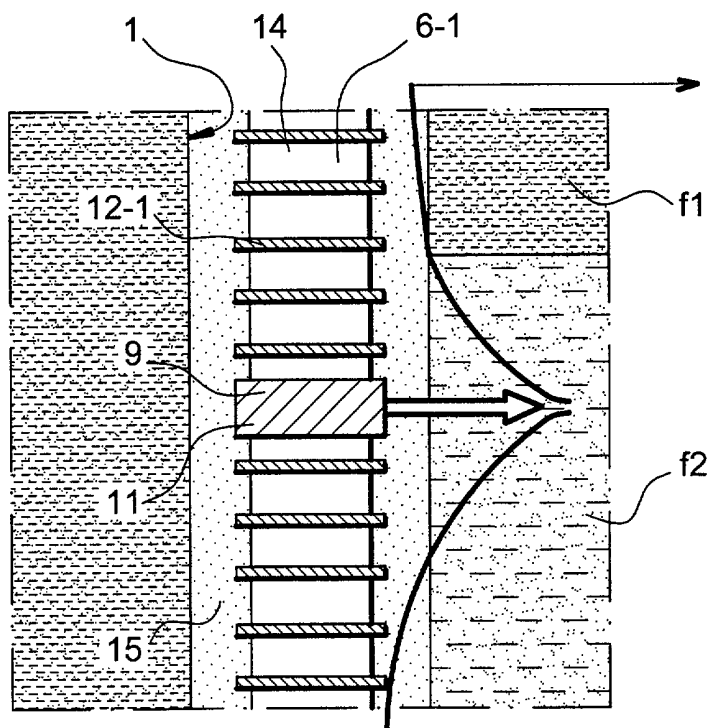
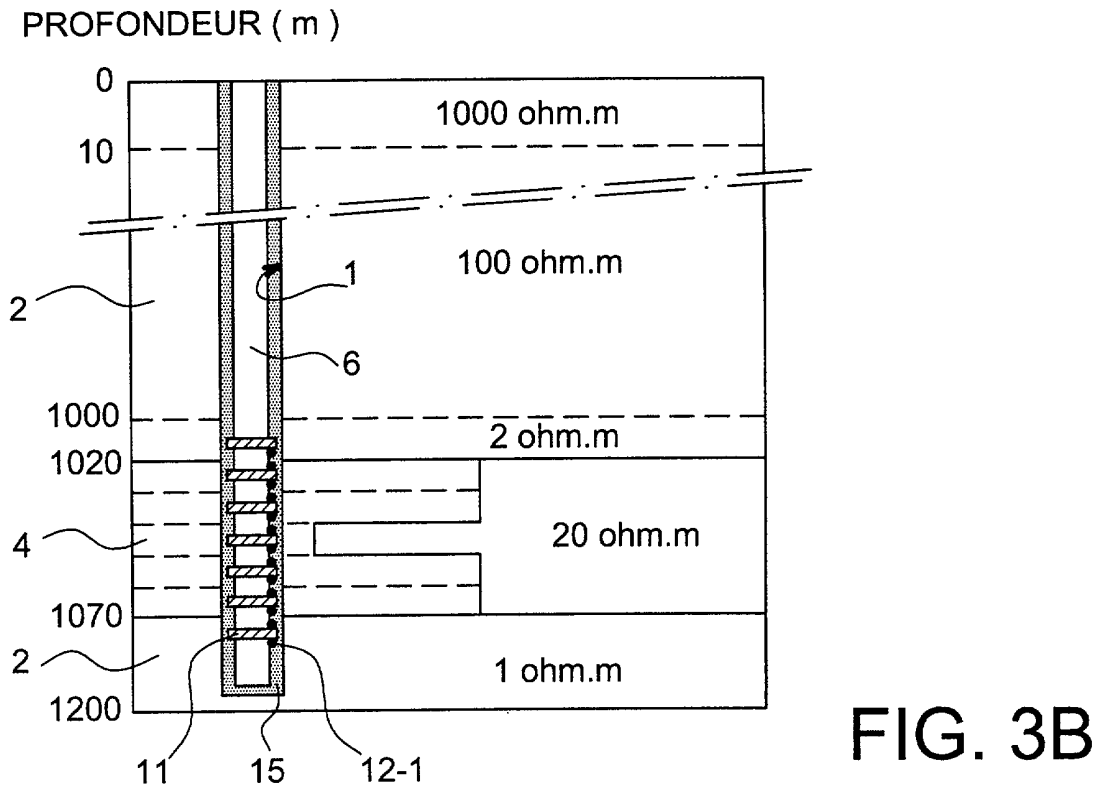
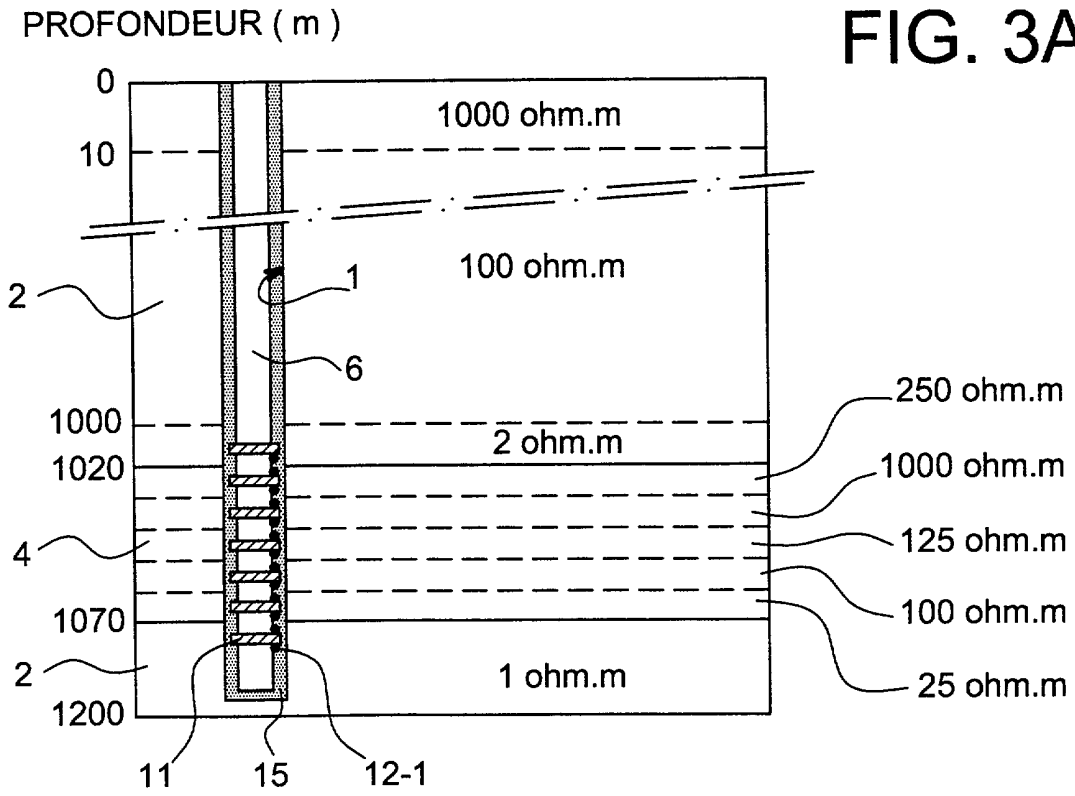


FIG. 2B



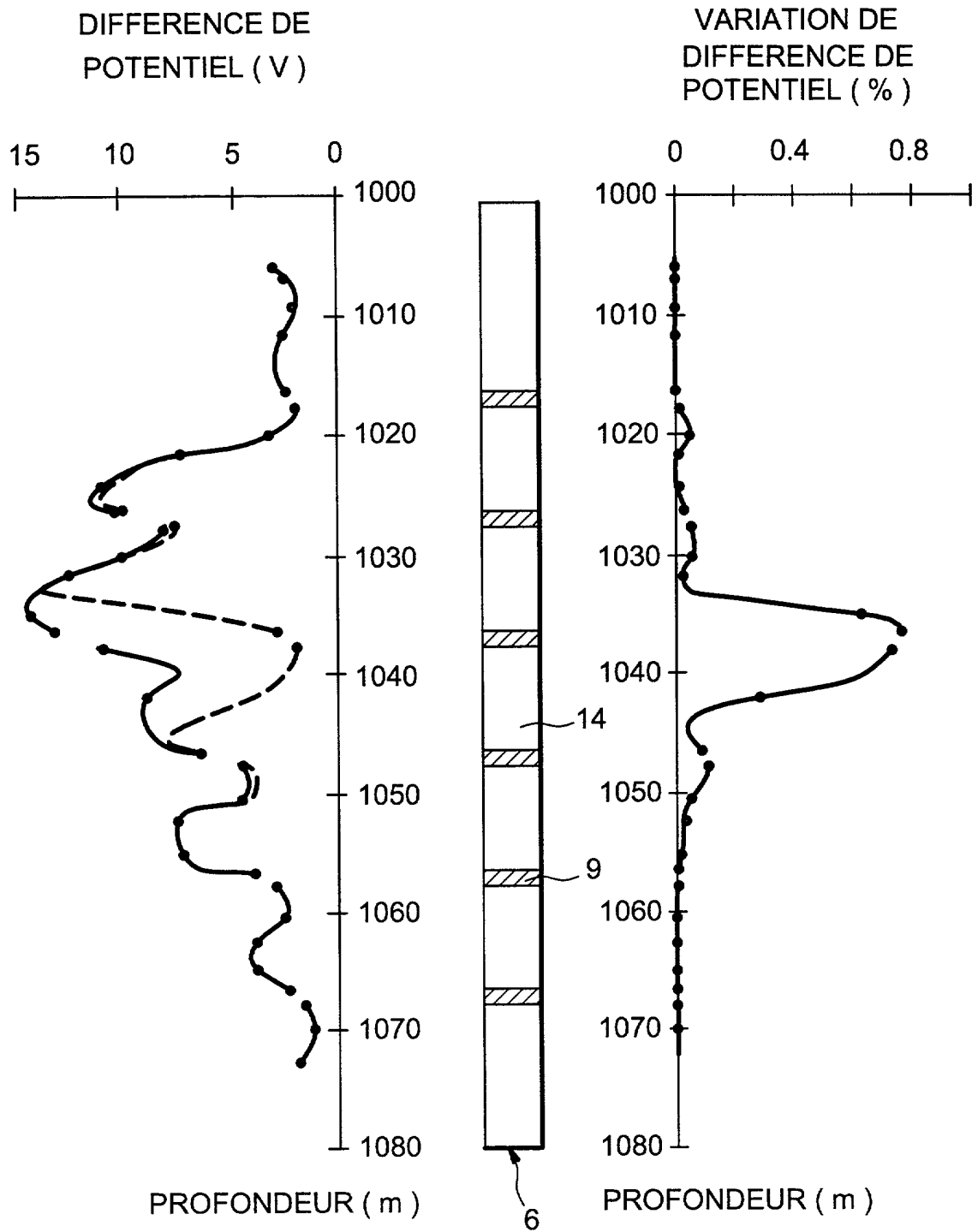


FIG. 4A

FIG. 4B

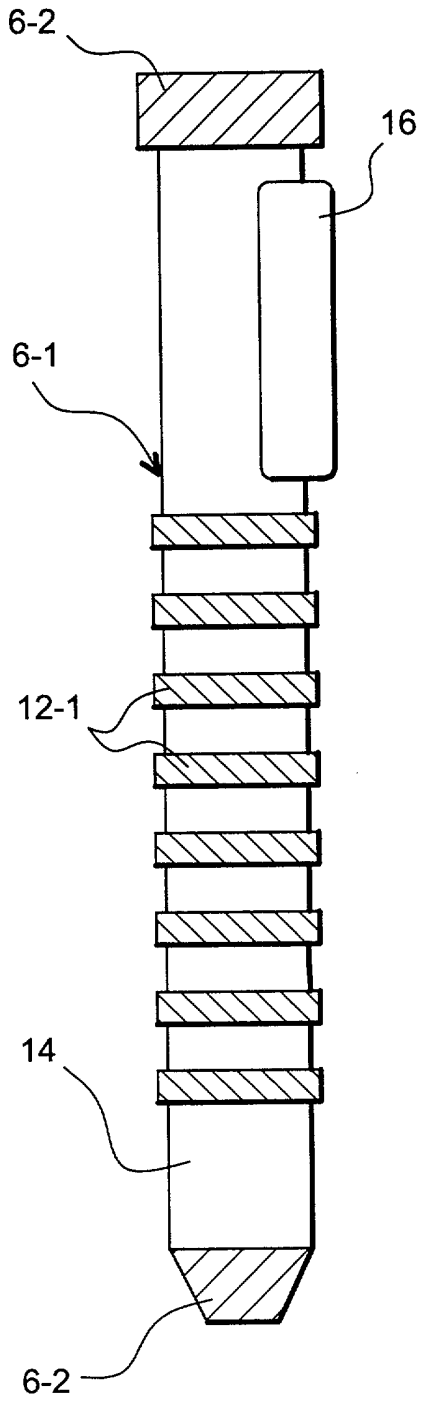


FIG. 5

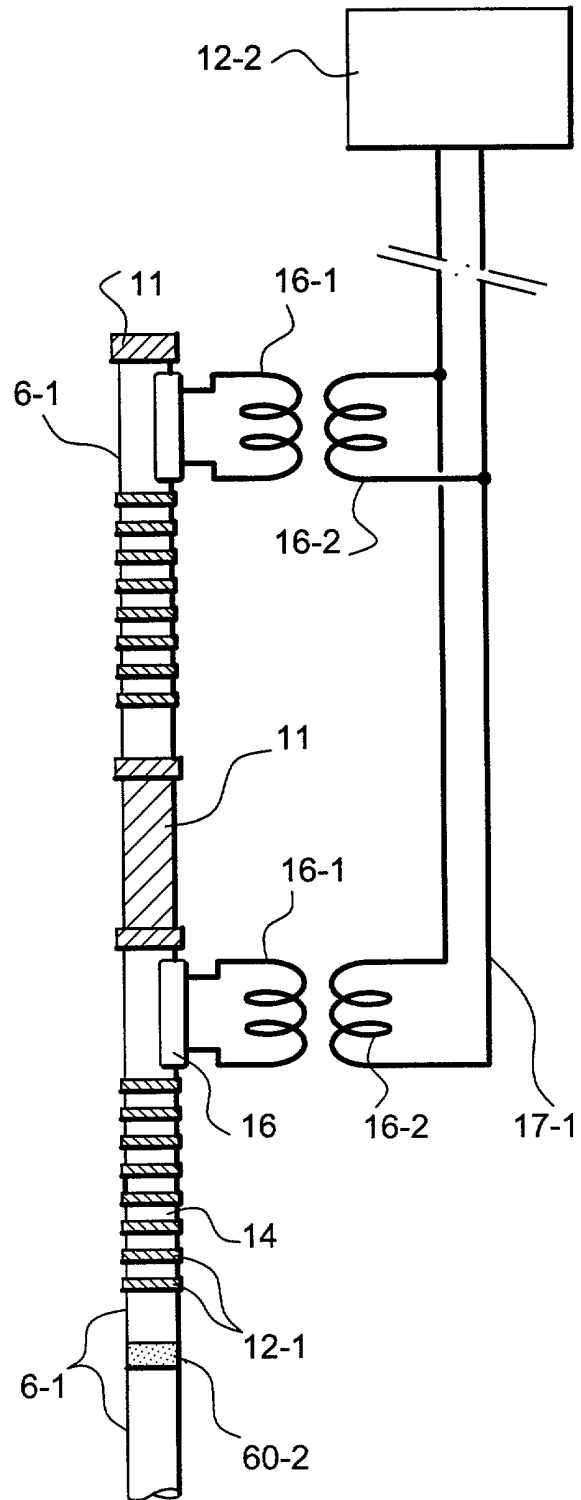


FIG. 9

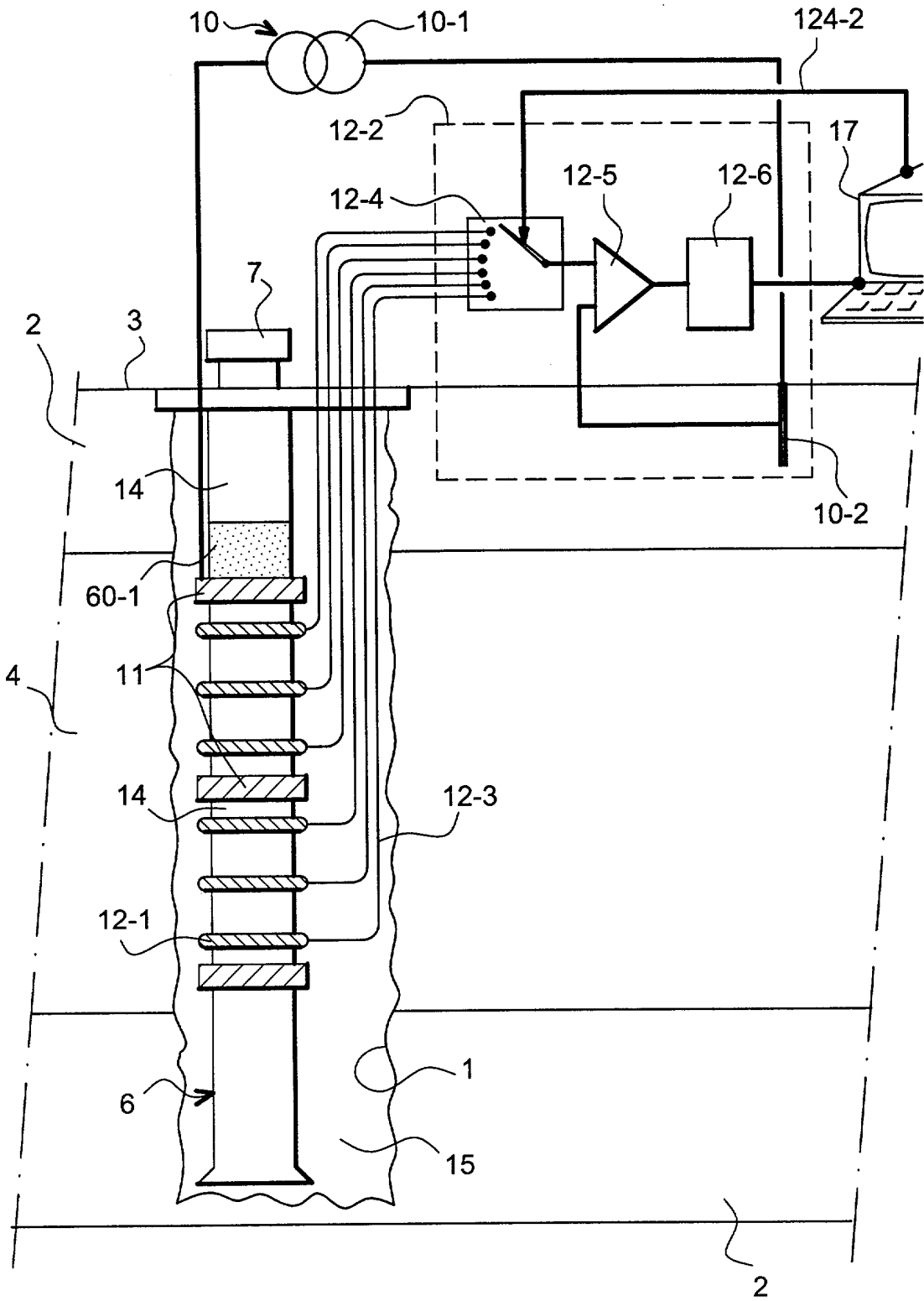


FIG. 6

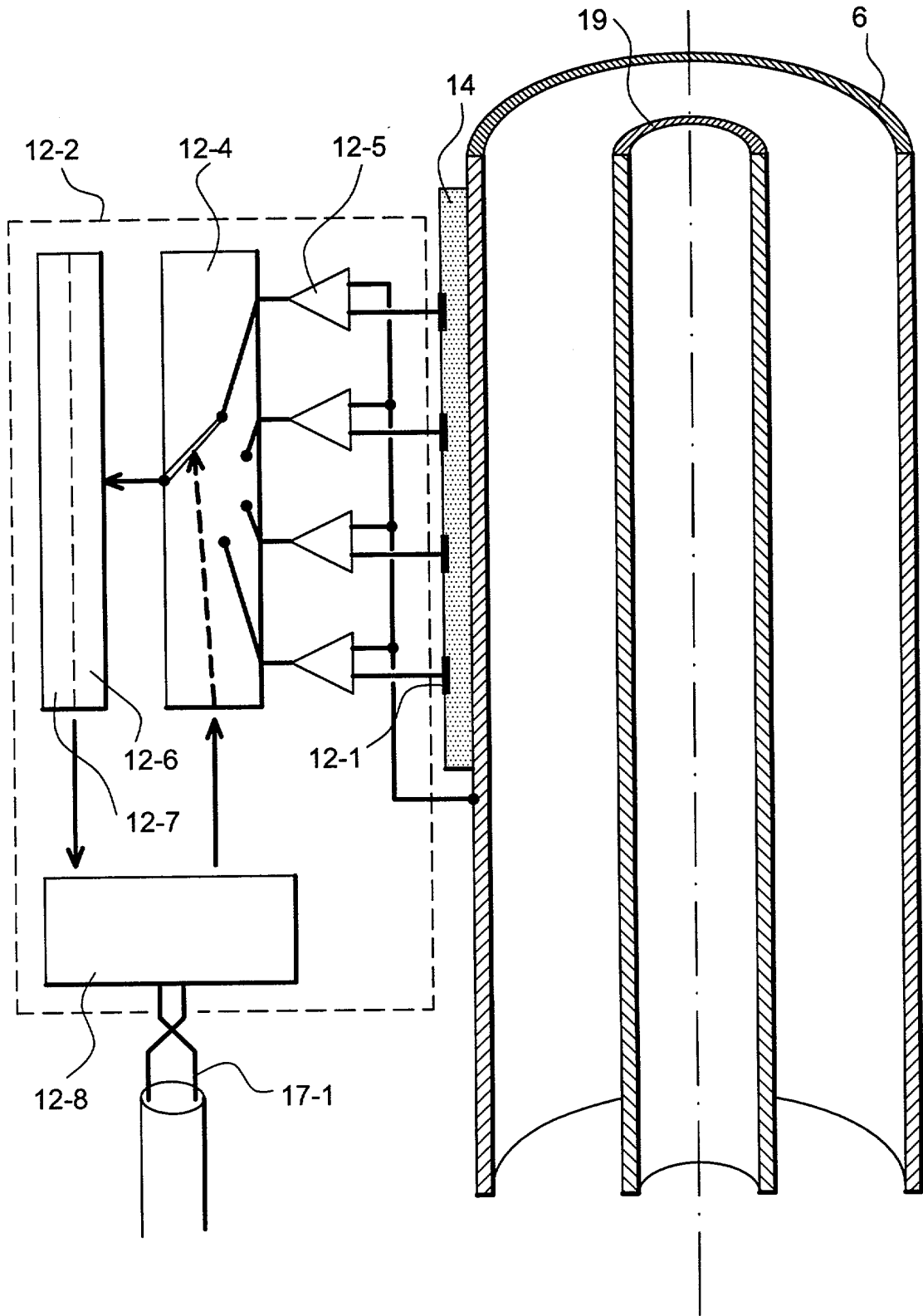


FIG. 8

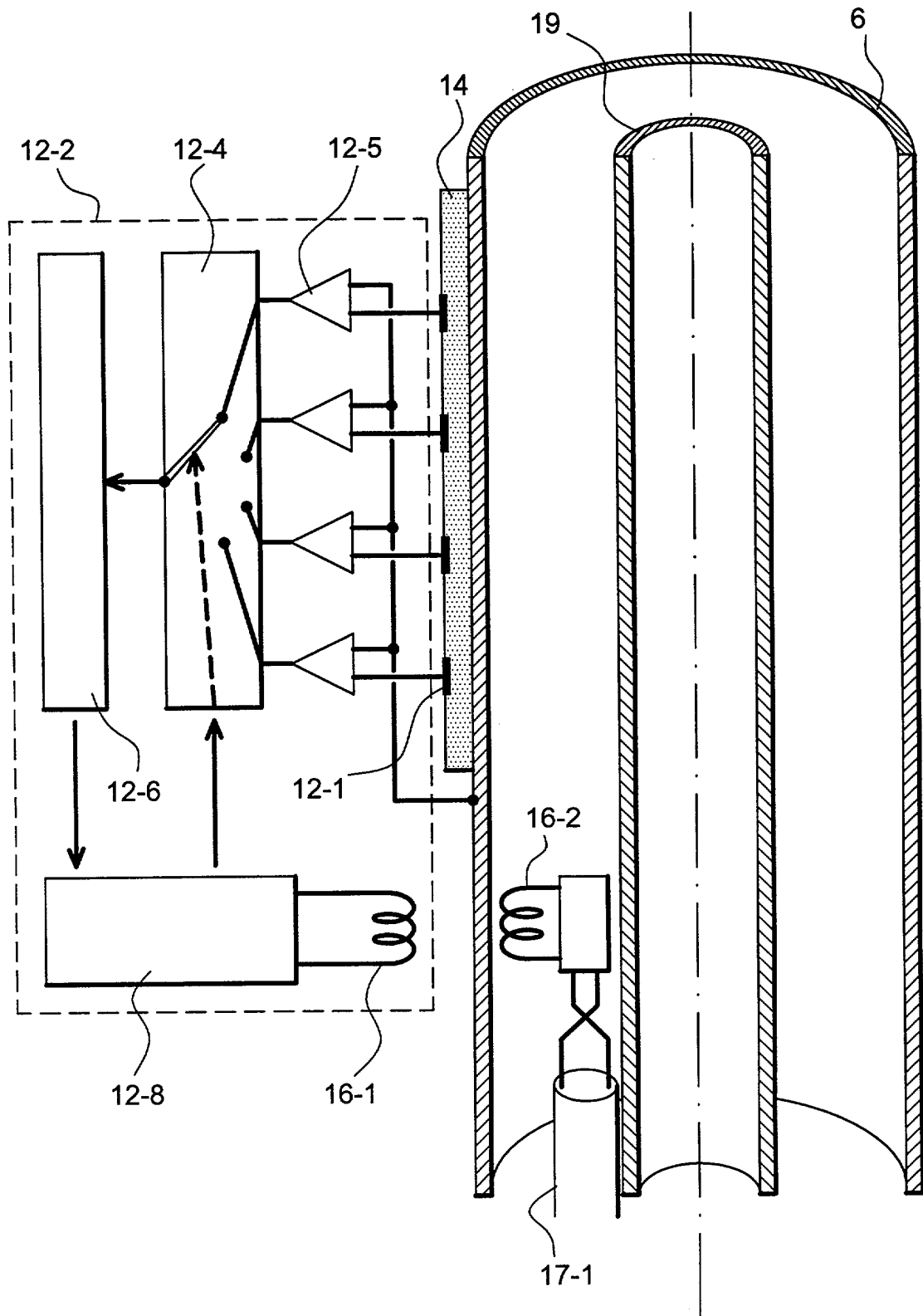


FIG. 10

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
D,Y	FR 2 712 627 A (SCHLUMBERGER SERVICES PETROL) 24 mai 1995 (1995-05-24) * page 7, ligne 25 - ligne 28; revendications 1,3,9 *	1-17,19, 20	E21B47/00 G01R27/00 G01V3/36 G01V3/38
Y	EP 0 294 809 A (ORS DEV CORP) 14 décembre 1988 (1988-12-14) * colonne 3, ligne 44 - colonne 5, ligne 18 *	1-17,19, 20	
Y	EP 0 964 134 A (SCHLUMBERGER SERVICES PETROL ;SCHLUMBERGER TECHNOLOGY BV (NL); SCH) 15 décembre 1999 (1999-12-15) Voir abrégé * figures 4,5 *	5,10	
Y	WO 01 65066 A (BERCHENKO ILYA EMIL ;SAVAGE WILLIAM MOUNTJOY (US); SHELL OIL CO (U) 7 septembre 2001 (2001-09-07) * revendications 5,7; figure 1 *	12-15	
Y	FR 2 740 170 A (SCHLUMBERGER SERVICES PETROL) 25 avril 1997 (1997-04-25) * page 28, ligne 10 - page 29, ligne 9 *	19,20	
Y	FR 2 729 227 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE) 12 juillet 1996 (1996-07-12) * revendication 1 *	11	
A	EP 0 863 412 A (SOL COMP DU) 9 septembre 1998 (1998-09-09) * revendications 1-3; figures 1,4 *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
			E21B G01V

Date d'achèvement de la recherche

6 juin 2002

Examineur

Dantine, P

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

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

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

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0112590 FA 608629**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 06-06-2002

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2712627	A	24-05-1995	FR 2712627 A1	24-05-1995
			AU 689502 B2	02-04-1998
			AU 7884594 A	25-05-1995
			BR 9404474 A	11-07-1995
			CA 2135961 A1	18-05-1995
			DE 69421673 D1	23-12-1999
			DE 69421673 T2	15-06-2000
			DK 656547 T3	22-05-2000
			EP 0656547 A1	07-06-1995
			GB 2284062 A ,B	24-05-1995
			NO 944378 A	18-05-1995
			OA 10112 A	18-12-1996
			US 5642051 A	24-06-1997
			ZA 9409096 A	21-07-1995
EP 0294809	A	14-12-1988	US 4821798 A	18-04-1989
			CA 1273565 A1	04-09-1990
			EP 0294809 A2	14-12-1988
EP 0964134	A	15-12-1999	GB 2338253 A	15-12-1999
			EP 0964134 A2	15-12-1999
			NO 992879 A	13-12-1999
WO 0165066	A	07-09-2001	AU 4340501 A	12-09-2001
			WO 0165066 A1	07-09-2001
			US 2002029883 A1	14-03-2002
			US 2002043369 A1	18-04-2002
			US 2002036085 A1	28-03-2002
			US 2002000316 A1	03-01-2002
			US 2001033164 A1	25-10-2001
FR 2740170	A	25-04-1997	FR 2740170 A1	25-04-1997
			CA 2188225 A1	21-04-1997
			GB 2306667 A ,B	07-05-1997
			NO 964456 A	21-04-1997
			US 6369575 B1	09-04-2002
			US 6046593 A	04-04-2000
FR 2729227	A	12-07-1996	FR 2729227 A1	12-07-1996
			DE 69605330 B1	05-02-2000
			DE 69605330 T2	21-06-2000
			EP 0722097 A1	17-07-1996
			US 5654639 A	05-08-1997
EP 0863412	A	09-09-1998	FR 2760537 A1	11-09-1998
			EP 0863412 A1	09-09-1998