

ORGANISATION AFRICAINE DE LA PROPRIETE INTELLECTUELLE
(O.A.P.I.)



(11) N° 010252

(51) Inter. Cl. 6

G01V 1/40

(12) BREVET D'INVENTION

(21) Numéro de dépôt: 60762

(22) Date de dépôt: 28.12.1995

(30) Priorité(s): France

28.04.1994 N° 94/05166

(24) Délivré le 07.10.1997

(45) Publié le: 07 OCT. 1997

(73) Titulaire(s):

ELF AQUITAINE PRODUCTION

Tour Elf - 2 Place de la
Coupole, La Défense 6
92400 COURBEVOIE
(France)

(72) Inventeur(s):

1- MAGENDIE Jean
5, rue Védrières
64000 PAU (France)

2- DRAOUI Elyes (France)

(74) Mandataire: CABINET CAZENAVE
B.P. 500
YAOUNDE - Cameroun

(54) Titre: Procédé de ^{diagraphie} acoustique instantanée dans un puits
de forage.

(57) Abrégé:

Procédé de diagraphie acoustique instantanée utilisable lors d'un forage pétrolier dans lequel on utilise comme source acoustique un outil de forage (16) disposé à une extrémité d'une garniture de forage (12) et mis en rotation dans un puits (18), le procédé comportant les étapes consistant à mesurer, à l'extrémité (22) supérieure de la garniture (12), les vibrations produites dans la garniture par l'outil de forage (16) en rotation, à capter, en au moins un point (24, 26) sur le sol (28) éloigné de l'outil (16) des signaux acoustiques émis par l'outil (16), et à traiter ces signaux afin d'obtenir des données concernant la roche (32, 34, 36) entourant le puits (18). Selon l'invention le procédé comporte une étape additionnelle préalable de traitement des vibrations mesurées à l'extrémité (22) supérieure de la garniture (12) afin de déduire la nature des signaux pilotes émis par l'outil (16), les données concernant la roche entourant le puits étant obtenues en comparant les signaux acoustiques captés sur le sol (28) aux signaux pilotes émis par l'outil (16).

PROCEDE DE DIAGRAPHIE ACOUSTIQUE INSTANTANEE
DANS UN Puits DE FORAGE

5

La présente invention concerne un procédé de
diagraphie acoustique instantanée dans un puits de forage,
et plus généralement un procédé de mesure continue des
10 caractéristiques acoustiques des couches souterraines
entourant le puits de forage.

Au cours d'opérations de forage, on effectue un
certain nombre de mesures physiques appelées diagraphies sur
les couches souterraines.

15 Certaines de ces diagraphies sont effectuées pendant
l'opération du forage proprement dite, ce sont des
diagraphies instantanées, alors que d'autres sont effectuées
lors d'interruptions des opérations de forage, et ce sont
des diagraphies différées.

20 Les diagraphies ainsi réalisées permettent
d'améliorer la connaissance des formations traversées et
ceci, à la fois, pour une meilleure conduite du forage et
une contribution directe à l'exploration des gisements
d'hydrocarbure et autres.

25 Pour les diagraphies instantanées, on a proposé
d'utiliser comme source de vibrations non pas un émetteur
acoustique spécifique, mais l'outil de forage lui-même. En
effet, les outils de forage, à molettes par exemple,
travaillent sur le front de taille d'un puits de forage par
30 percussion, et cette percussion est à l'origine de signaux
acoustiques.

Le document FR-A-2.564.980 décrit un procédé de
diagraphie acoustique instantanée dans lequel on utilise
l'outil de forage comme source de signaux acoustiques,
35 l'abrasion ou la destruction de la roche par les dents des
molettes générant à la fois des vibrations dans le train de
tiges de forage et dans le sous-sol traversé par le puits de
forage. Ces vibrations acoustiques sont captées

simultanément par un récepteur disposé à l'extrémité supérieure du train de tiges, et par des récepteurs disposés sur le sol à des points éloignés du puits de forage. Le traitement de ces signaux permet par comparaison entre eux d'obtenir des informations sur la roche entourant le puits qui sont similaires à celles fournies par des diagraphies acoustiques ou par des mesures de type sismique dans les puits.

Cependant, le procédé du document FR-A-2.564.980 présente des inconvénients dans la mesure où l'interprétation s'effectue en comparant deux signaux déformés tous les deux lors de leur propagation de l'outil vers la surface : l'un passant à travers de nombreuses couches de roche de densités différentes, l'autre passant le long du train de tiges de forage.

Les informations sur la roche entourant le puits de forage obtenues par ce type de procédé seraient plus pertinentes et plus précises si l'on pouvait comparer le signal capté par les récepteurs disposés sur le sol au signal émis par l'outil de forage, appelé signal pilote, et non pas au signal capté à l'extrémité supérieure du train de tiges qui, lui, est déformé par rapport au signal pilote.

La présente invention a donc pour objet un procédé de diagraphie acoustique instantanée dans lequel, à partir de mesures prises à l'extrémité supérieure du train de tiges, on détermine la nature du signal pilote émis par l'outil de forage afin de pouvoir comparer ce signal pilote avec les signaux captés à la surface.

Pour ce faire, l'invention propose un procédé de diagraphie acoustique instantanée dans lequel on utilise comme source acoustique un outil de forage disposé à une extrémité d'une garniture de forage et mis en rotation dans un puits, le procédé comportant les étapes consistant à mesurer, à l'extrémité supérieure de la garniture, les vibrations produites dans la garniture par l'outil de forage en rotation, à capter, en au moins un point sur le sol éloigné de l'outil des signaux acoustiques émis par l'outil, et à traiter ces signaux afin d'obtenir des données

010252

concernant la roche entourant le puits, lequel procédé se caractérise en ce qu'il comporte une étape additionnelle préalable de traitement des vibrations mesurées à l'extrémité supérieure de la garniture afin de déduire la nature des signaux pilotes émis par l'outil, les données concernant la roche entourant le puits étant obtenues en comparant les signaux acoustiques captés sur le sol aux signaux pilotes émis par l'outil.

Un tel procédé présente l'avantage d'augmenter considérablement la pertinence et la précision des informations sur la roche entourant le puits de forage.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront à la lecture de la description suivante, donnée à titre indicatif mais non limitatif, ainsi que des dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est une représentation schématique en coupe du sous-sol et des moyens mis en oeuvre dans le procédé selon l'invention ;

- la figure 2 représente deux courbes de force et d'accélération enregistrées à la surface ;

- la figure 3 représente deux courbes de force et d'accélération déterminées selon la présente invention, et

- la figure 4 représente deux courbes de force et d'accélération enregistrées en fond de puits.

Comme représenté sur la figure 1, un mât de forage supporte une garniture de forage, représentée généralement en 12, qui comprend un train de tiges 14 et un outil de forage 16. La garniture de forage 12, s'étendant dans un puits 18 dans le sous-sol, est mise en rotation par une table de rotation 20 disposée en bas du mât 10.

La garniture de forage 12 est munie à son extrémité supérieure d'un ensemble de capteurs 22 qui, de préférence, est disposé au-dessus de la table de rotation 20. Des capteurs 24, 26 tels que des géophones sont disposés sur la surface du sol 28 de façon équidistante du puits de forage 18. L'ensemble de capteurs 22 et les géophones 24, 26 sont reliés par câbles, ou par télémesure, à un centre de traitement 30 qui sera décrit plus en détail ci-après.

010252

La rotation-percussion de l'outil de forage 16 qui, dans l'exemple illustré, est du type à molettes, engendre des ondes qui se propagent, de façon continue, suivant deux chemins principaux.

5 Le premier chemin est constitué par la garniture de forage 12, les ondes vibratoires étant captées par l'ensemble de capteurs 22. Le deuxième chemin est constitué par la ou les formations traversées et comprises entre l'outil 16 et la surface 28 du sol. Dans l'exemple illustré, on suppose que le
10 sous-sol est divisé en trois formations souterraines 32, 34 et 36 qui définissent des réflecteurs R_1 et R_2 .

L'énergie vibratoire transmise au géophone 26 par l'outil de forage 16, qui est alors considéré comme une source sismique, peut suivre plusieurs trajets acoustiques
15 différents. Le premier trajet acoustique 38 est direct et correspond à une première arrivée sur le géophone 26. Un deuxième trajet acoustique 40 aboutit au même géophone 26 après réflexions successives sur les réflecteurs R_1 et R_2 . Les instants auxquels sont enregistrés les signaux produits
20 par les ondes élastiques se propageant suivant l'un des trajets acoustiques 38, 40 seront plus ou moins décalés dans le temps, selon le nombre de réflexions intervenantes.

Par ailleurs, les ondes vibratoires générées par l'outil de forage 16, se propageant par la garniture de
25 forage 12, sont captées par l'ensemble de capteurs 22. La comparaison des signaux reçus par les géophones 24, 26 et par l'ensemble de capteurs 22 permet de déterminer la nature des diverses formations se trouvant autour du puits de forage 18.

Selon l'invention, afin d'améliorer la précision du
30 procédé, on procède à un traitement préalable du signal capté à l'extrémité supérieure de la garniture 12 par les capteurs 22 afin de déterminer la nature exacte du signal pilote émis par l'outil de forage 16, avant de comparer ce signal pilote aux signaux captés par les géophones 24, 26.

35 Le signal reçu à la surface a notamment pour origine des émissions basses fréquences générées par l'outil et qui sont fonction de la géométrie et/ou de la vitesse de rotation de l'outil.

010252

La détermination du signal pilote s'effectue en deux étapes. La première étape consiste à vérifier la qualité de la transmission du signal émis par l'outil. Ceci s'effectue en vérifiant que les composantes basses fréquences générées par l'outil forment une partie significative, par exemple de l'ordre de 50%, dans l'énergie du signal mesuré en surface.

Ayant confirmé la qualité du signal, on procède à la détermination du signal pilote à partir de mesures d'accélération et de force prises à l'extrémité supérieure de la garniture 12 par les capteurs 22. Pour ce faire, on considère que la garniture est constituée d'une série de tiges dont chacune est représentée par une fonction de transfert élémentaire $M_{t\text{tige}}$. La fonction de transfert globale de la garniture $M_{\text{garniture}}$ est obtenue en effectuant le produit des fonctions de transfert élémentaires.

La détermination du signal pilote force (F_{pilote}) ou accélération (A_{pilote}) se fait par la multiplication du signal de surface correspondant (F_{surface} ou A_{surface}) par la matrice de transfert globale $M_{\text{garniture}}$.

Chaque matrice de transfert élémentaire $M_{t\text{tige}}$ s'exprime comme suit :

$$M_{t\text{tige}} = \begin{bmatrix} \text{ch}(g.L) & \frac{-j.Z.\text{sh}(g.L)}{W} \\ \frac{-W.\text{sh}(g.L)}{j.Z} & \text{ch}(g.L) \end{bmatrix}$$

Avec :

$$g^2 = -\left(\frac{W}{a}\right)^2 + \frac{j.W.c}{(\rho.S.a)^2}$$

$$z^2 = (\rho.S.a)^2 - \frac{j.c}{W} \rho.S.a^2$$

Avec :

L : longueur de la tige.

a : vitesse de propagation des vibrations dans la tige.

S : section de la tige.

c : amortissements des vibrations dans la tige.

ρ : masse volumique de la tige.

j : complexe ($j^2 = -1$).

010252

Ainsi, en appliquant cette matrice de transfert aux signaux force et accélération mesurés à la surface, on peut déterminer les valeurs de force et d'accélération émises par l'outil. Ces valeurs peuvent ensuite être comparées aux
5 mesures prises par les géophones.

La figure 2 comporte deux courbes illustrant l'évolution de la force et de l'accélération mesurées à la surface en fonction du temps. La figure 3 comporte deux courbes analogues illustrant la force et l'accélération
10 déterminées à partir du procédé selon l'invention. Enfin, la figure 4 comporte deux courbes analogues à celles de la figure 3 illustrant des mesures de force et d'accélération enregistrées par un outil de mesure, qui, pour une
15 expérimentation a été disposé juste au dessus de l'outil de forage. Comme on peut le constater, les valeurs déterminées par le procédé de l'invention correspondent de manière satisfaisante aux mesures enregistrées en fond de puits.

Le procédé selon l'invention présente l'avantage additionnel d'améliorer la portée sismique au dela l'outil de
20 forage.

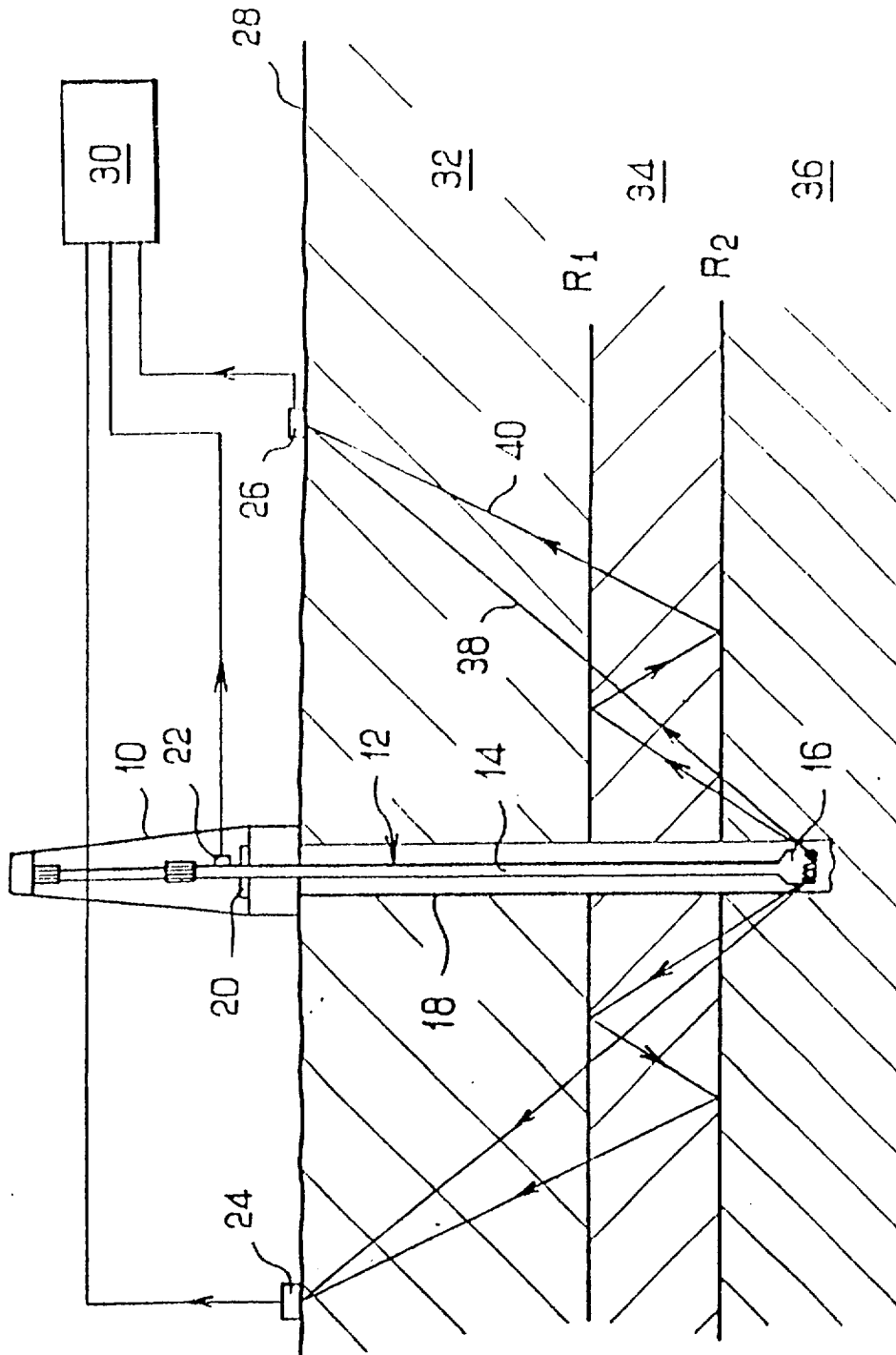
Les capteurs 22 peuvent être soit des capteurs axiaux destinés à mesurer la force axiale dynamique et l'accélération axiale de la garniture 12, soit des capteurs de torsion destinés à mesurer le couple et l'accélération de
25 torsion.

010252

REVENDICATIONS

- 1 - Procédé de diagraphie acoustique instantanée dans lequel on utilise comme source acoustique un outil de forage
5 disposé à une extrémité d'une garniture de forage et mis en rotation dans un puits, le procédé comportant les étapes consistant à mesurer, à l'extrémité supérieure de la garniture, les vibrations produites dans la garniture par l'outil de forage en rotation, à capter, en au moins
10 un point sur le sol éloigné de l'outil des signaux acoustiques émis par l'outil, et à traiter ces signaux afin d'obtenir des données concernant la roche entourant le puits, lequel procédé se caractérise en ce qu'il comporte une étape additionnelle préalable de traitement
15 des vibrations mesurées à l'extrémité supérieure de la garniture afin de déduire la nature des signaux pilotes émis par l'outil, les données concernant la roche entourant le puits étant obtenues en comparant les signaux acoustiques captés sur le sol aux signaux
20 pilotes émis par l'outil.
- 2 - Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que le traitement des vibrations mesurées à l'extrémité supérieure de la garniture s'effectue en leur appliquant une fonction de transfert représentative de la garniture
25 de forage utilisée.
- 3 - Procédé selon la revendication 1 ou 2 caractérisé en ce que, afin de mesurer les vibrations produites dans la garniture, on utilise des capteurs axiaux ou des capteurs de torsion.

FIG. 1



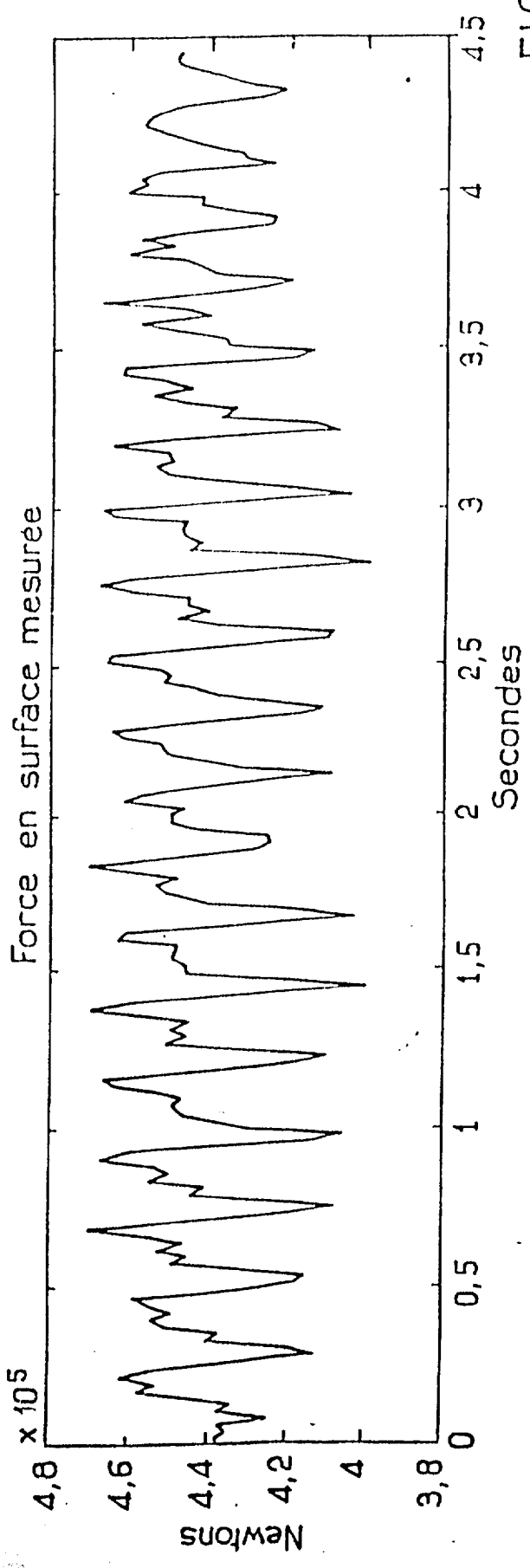
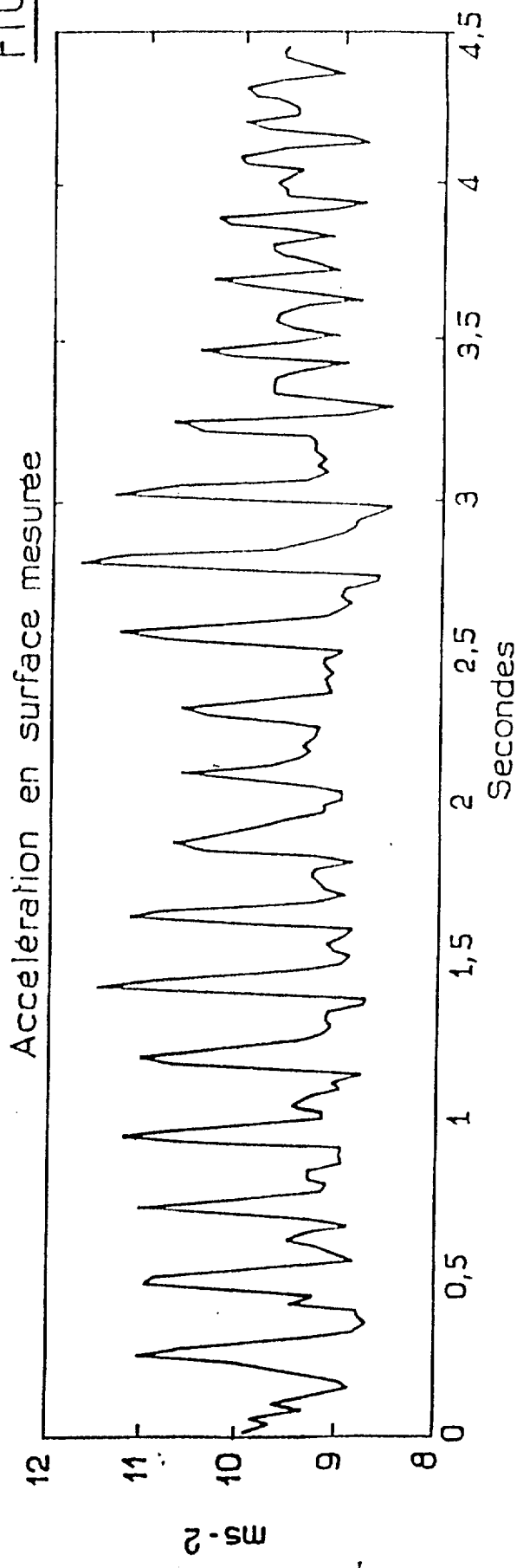


FIG. 2



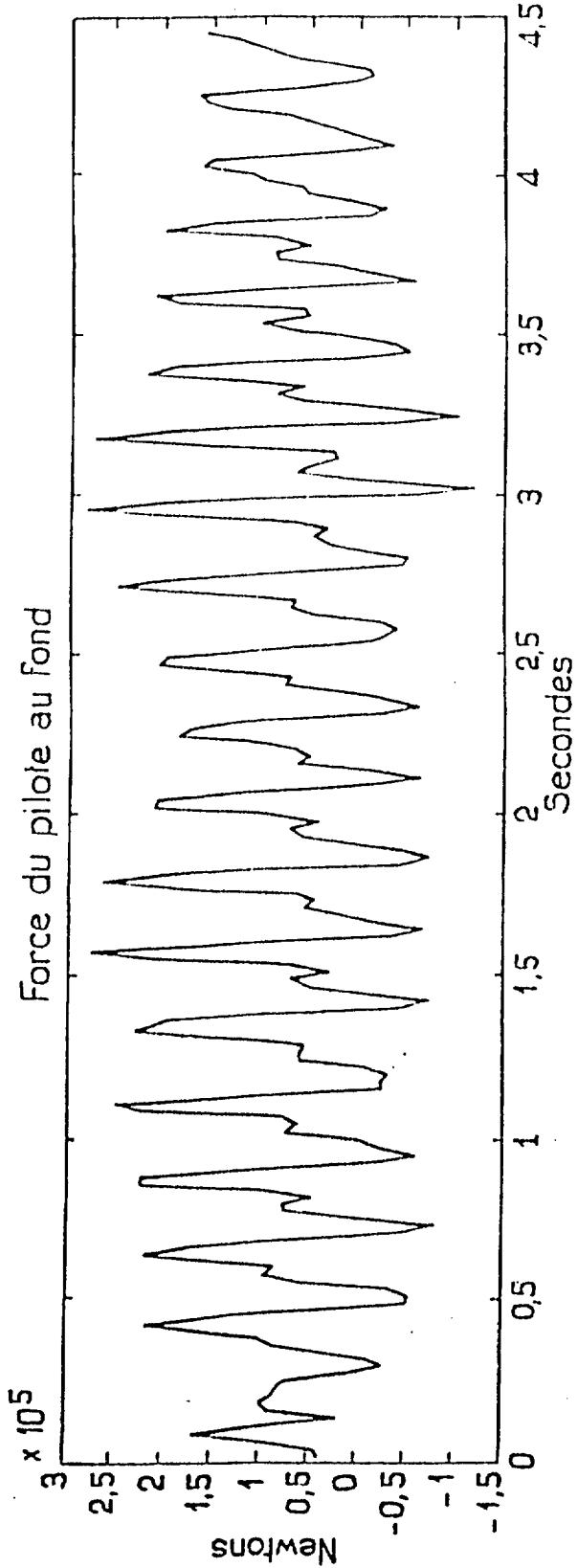
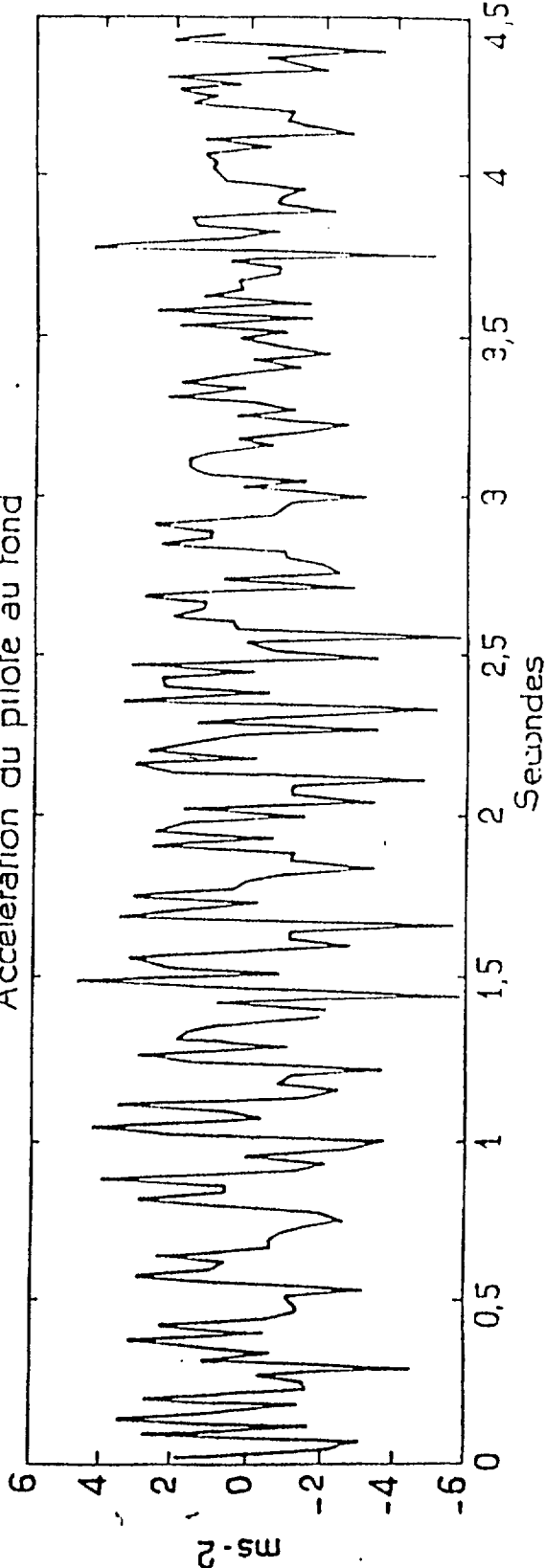


FIG. 3



010252

Société dite : ELF AQUITAINE PRODUCTION

Planche IV - 4

BREVET N°

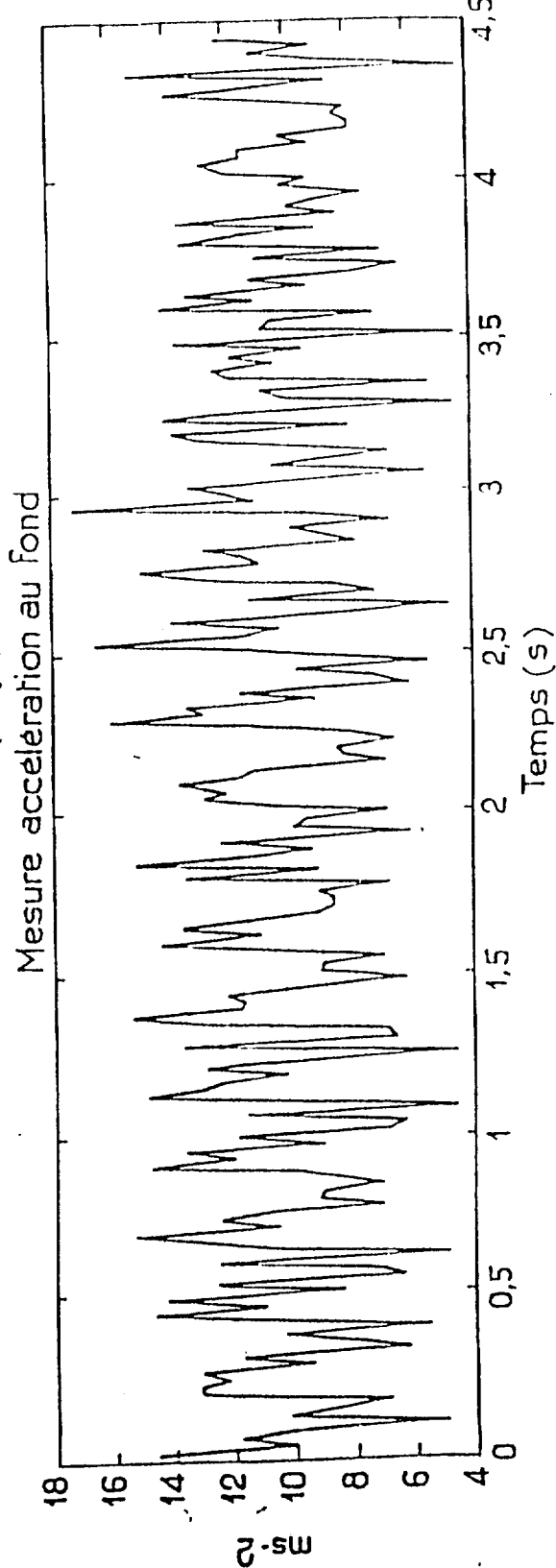
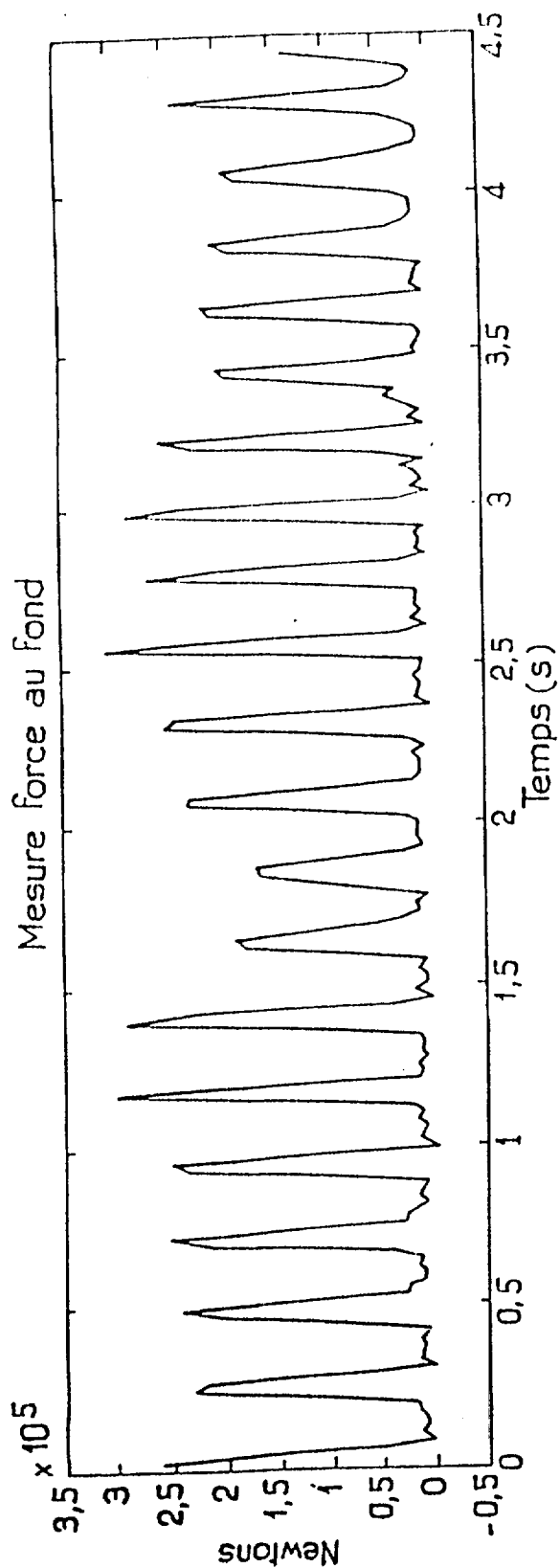


FIG. 4