

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 27734

(54) Sonde de mesure de pression.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). G 01 L 9/08; E 21 B 47/06; G 01 L 19/04.

(22) Date de dépôt..... 24 décembre 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 25 du 25-6-1982.

(71) Déposant : ETUDES ET FABRICATIONS FLOPETROL, société anonyme, résidant en France.

(72) Invention de : André Guimard et Jacques Lemarchand.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Henri Dupont, Flopetrol, service brevets,
228, rue Einstein, 77000 Vaux-le-Pénil.

La présente invention a pour objet une sonde de mesure de pression, utilisable notamment pour effectuer des mesures de pression dans les puits souterrains, tels que les puits pétroliers. De façon plus particulière, l'invention concerne des améliorations apportées
5 à une sonde de mesure de pression de façon à corriger les effets dus, aussi bien à la température elle-même qu'aux variations de température. Les améliorations concernent également l'aspect mécanique de la sonde.

Il est d'usage courant dans l'industrie pétrolière d'effectuer des mesures de pression dans les puits produisant des hydrocarbures.
10 La pression est en effet une caractéristique physique importante pour la production et l'exploitation des puits pétroliers. C'est ainsi qu'au cours des essais effectués avant la mise en production d'un puits, on descend dans les puits une sonde de pression, on ferme une vanne de façon à arrêter l'écoulement du fluide et on mesure les varia-
15 tions de pression en fonction du temps s'étant écoulé à partir de la fermeture de la vanne. La courbe obtenue, dite courbe de remontée de pression, contribue à la détermination des caractéristiques de la zone productrice. On réalise également des essais d'interférence entre deux puits voisins, en effectuant des mesures de pression dans l'un des puits
20 en fonction de l'écoulement des hydrocarbures dans le puits voisin.

Les sondes utilisées sont descendues au bout d'un câble. Celui-ci peut être électrique et, dans ce cas, les signaux de mesure sont transmis directement à la surface. Le câble peut être non conducteur et, dans ce cas, les informations sont enregistrées au fond, dans une
25 mémoire incluse dans la sonde. L'une des sondes les plus utilisées à ce jour pour les mesures de pression est certainement la sonde fabriquée par la société américaine Hewlett-Packard, sous la référence 2813 B. Cette sonde est par exemple décrite dans l'article : " A New, Surface Recording, Down-Hole Pressure Gauge" publié par G.B. Miller et al dans
30 "Society of Petroleum Engineers Journal" sous le n° SPE 4125, ou encore dans le brevet des Etats-Unis d'Amerique n° 3,561,832 (H.E. KARRER et al).

Cette sonde comporte dans la même enceinte deux détecteurs à quartz, l'un étant soumis aux conditions de pression et de température régnant dans le puits alors que l'autre n'est soumis qu'à la température. Par différence des indications données par les deux détecteurs à quartz, on obtient ainsi une mesure de pression indépendante de la température. Cependant, ce système fonctionne parfaitement bien en régime statique de température, mais la compensation de température n'est plus satisfaisante lorsqu'il se produit une variation rapide de température du milieu ambiant. Il est alors impératif d'attendre le temps nécessaire pour que les deux détecteurs de mesure et de référence aient atteint un équilibre thermique avant qu'une mesure correcte de pression puisse être effectuée. De plus, les caractéristiques mécaniques de la sonde ne sont pas en tout point satisfaisantes.

Une solution envisagée pour palier ces inconvénients consiste à déterminer la loi de variation de la pression mesurée avec la sonde en fonction de la température et à corriger en surface les mesures obtenues en fonction de ladite loi. Cette loi n'est pas linéaire et est relativement complexe. Elle est donc difficilement utilisable. Une autre solution consiste à placer le système de mesure à l'intérieur d'une enceinte isotherme, par exemple un vase Dewar. Cependant, la sonde doit être descendue à l'intérieur de tubes de petit diamètre, formant par exemple la colonne de production. Cependant, le petit diamètre des tubes rend difficile la réalisation d'une sonde comportant une enceinte isotherme.

L'invention fournit un dispositif correspondant mieux que ceux de l'art antérieur aux exigences de la pratique, notamment en ce qu'il ne présente pas les inconvénients ci-dessus ou ne les présente que d'une façon très atténuée. L'invention vise à obtenir une sonde pour la mesure de pression, insensible ou peu sensible aux variations de température du milieu environnant. De plus, l'invention vise à obtenir une sonde dont les détecteurs soient efficacement protégés contre les chocs et contre les salissures au moment du montage et du démontage de la sonde.

A cette fin, l'invention propose un dispositif de mesure de pression avec compensation de l'effet dû à la température du milieu environnant le dispositif, du type comportant un détecteur de mesure de pression sensible à la pression et à la température, un détecteur de référence isolé du milieu environnant dont on veut mesurer la pression et sensible à la température, et un boîtier contenant lesdits détecteurs et ayant des moyens de mise en communication de la pression du milieu environnant avec ledit détecteur de mesure, ledit dispositif de mesure de pression étant caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pour
5 favoriser les échanges thermiques desdits détecteurs avec le milieu environnant et pour sensiblement égaliser les vitesses d'échanges thermiques de chacun desdits détecteurs avec le milieu environnant.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit d'un mode d'exécution de l'invention donné à titre d'exemple
15 non limitatif. La description se réfère aux dessins qui l'accompagnent dans lesquels les figures 1A et 1B représentent en coupe la partie contenant les détecteurs d'une sonde conforme à l'invention.

Sur ces figures, le câble électrique auquel la sonde est suspendue, ainsi que la partie électronique de la sonde, n'ont pas été
20 représentés. La partie électronique comporte principalement deux oscillateurs dont l'un est associé au détecteur de mesure et l'autre au détecteur de référence, et un circuit mélangeur recevant les signaux issus des oscillateurs et délivrant à sa sortie un signal dont la fréquence est égale à la différence des fréquences des signaux délivrés
25 par les oscillateurs. Cette fréquence varie proportionnellement avec la pression. A titre d'exemple, une variation d'environ 1,5 Hz correspond à une variation de pression de 0,068 bar (1 psi). La fréquence des signaux issus des oscillateurs est d'environ 5 MHz, mais leur différence varie entre 8 et 23 KHz. Il en résulte que le signal
30 de différence est aisément transmissible sans distorsion ni affaiblissement notables par le câble électrique jusqu'à la surface. Le circuit électronique est par exemple décrit dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3,561,832 déjà mentionné. La partie électronique de la sonde est placée dans une cartouche électronique dont l'extrémité 10

se fixe d'une façon étanche sur la partie supérieure 12 d'un radiateur 14 en butée avec l'extrémité supérieure de l'enveloppe 16 de la partie de la sonde comportant les capteurs.

Cette enveloppe réalisée en acier inoxydable comporte un détecteur piézo-électrique de mesure de pression 18 et un détecteur piézo-électrique de référence 20. Ces détecteurs sont fabriqués et vendus par la société américaine Hewlett-Packard sous la référence 5080-8725 pour le détecteur de mesure et sous la référence 5080-8724 pour le détecteur de référence. Le détecteur de mesure 18 est décrit en détails dans le
10 brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3,561,832 déjà mentionné.

Le détecteur de référence 20 est placé à l'intérieur d'un logement 22 à l'intérieur du radiateur 14. L'espace libre du logement est rempli d'une résine silicone comprenant de l'oxyde de béryllium. Cette résine est fabriquée et vendue par la société américaine National
15 Beryllia Corporation sous le nom de "Flexible Encapsulant-Type BS 0205". Les deux sorties du détecteur de référence sont reliées à la partie électronique à l'aide de deux fils électriques passant dans un canal central 28 pratiqué dans le radiateur 14. Ce dernier est réalisé en acier inoxydable et comporte des ailettes 30 se trouvant en regard
20 d'ouvertures 32 pratiquées dans l'enveloppe 16. Deux joints toriques 34 et 36 placés entre l'enveloppe 16 et le radiateur 14 assurent l'étanchéité entre ces deux pièces.

Le détecteur de mesure de pression 18 est placé à l'intérieur d'un fourreau 38 réalisé en un matériau bon conducteur de la chaleur tel
25 que le bronze au béryllium. Des joints d'étanchéité 40 et 42 sont placés entre l'enveloppe 16 et le fourreau 38. Les deux sorties 44 et 46 du détecteur de mesure sont reliées électriquement à deux passages électriques 48 et 50 d'une cloison 52 verre-métal assurant l'étanchéité entre le logement 22 contenant le détecteur de référence et
30 l'enceinte 54 dans laquelle se trouve le détecteur de mesure. Deux fils électriques 56 et 58 relient les passages étanches 48 et 50 à la partie électronique de la sonde en passant par le logement 22 dans lequel se trouve le détecteur de référence. Le détecteur de mesure 18 est maintenu sans contrainte mécanique dans l'enceinte 54

à l'aide d'une pièce de maintien 60. Cette pièce est percée de part en part d'un canal central 62 permettant de mettre en communication l'enceinte 54 avec une chambre 64, laquelle communique avec la sortie d'un premier tube enroulé en spirale. Ce premier tube est logé à
5 l'intérieur d'une première chambre 68. L'extrémité du tube en communication avec la chambre 64 est fixée au centre d'une pièce 65 montée d'une façon étanche dans l'enveloppe 16 et maintenue en place à l'aide d'un cylindre creux 67. L'autre extrémité du tube 66 est laissée ouverte à l'intérieur de la chambre 68. Une pièce intermédiaire 70 relie de
10 façon étanche l'extrémité inférieure de l'enveloppe à une pièce creuse cylindrique 72, à l'aide des pas de vis 74 et 76. La pièce intermédiaire 70 comporte un évidement central dans lequel est fixé un tube rectiligne 78 dont l'une des extrémités débouche dans la première chambre 68. Son autre extrémité est connectée à l'aide d'un raccord étanche 80 à l'une
15 des deux extrémités d'un deuxième tube creux 82 ayant une partie rectiligne et une partie en forme de spirale cylindrique. La partie rectiligne est fixée dans l'évidement de la pièce intermédiaire 70 à l'aide d'une pièce de fixation 79. La partie du tube 82 en forme de spirale est logée dans une chambre 84 et son extrémité libre est ouverte dans cette
20 chambre. La pièce intermédiaire 70 comporte une ouverture 86 communiquant avec l'espace 88 compris entre l'évidement central de la pièce intermédiaire et la partie rectiligne du tube 82. Cet espace 88 débouche dans la chambre 84 à l'aide de canaux 90.

La sonde est placée dans le milieu dont on veut mesurer la
25 pression ou les variations de pression. Ce milieu est constitué d'un fluide qui peut être liquide ou gazeux. La pression de ce fluide est ainsi communiquée au détecteur de mesure par l'orifice 86.

Au montage de la sonde, les espaces vides compris entre l'orifice 86 et la cloison étanche 52 sont remplis d'huile silicone. L'enceinte 54,
30 le canal 62 et les chambres 64, 68 et 84, les tubes 66, 78 et 82, les canaux 90, l'espace 88 et l'orifice 86 sont ainsi remplis d'huile silicone. La pression du milieu dans lequel se trouve la sonde est ainsi transmise par les tubes, les chambres et le canal 62 au détecteur de mesure 18. On remarque que le fluide du milieu environnant la sonde ne

vient pas en contact avec le détecteur de mesure 18, mais que la pression de ce fluide est bien transmise au détecteur de mesure par les tubes. Le capteur de mesure 18 est ainsi protégé des pollutions par le milieu environnant.

5 On remarque que le détecteur de mesure est placé dans un fourreau métallique 38 de sorte qu'au montage et au démontage de la sonde, le détecteur est protégé des chocs et des souillures éventuelles.

Le détecteur de référence 20 est constitué principalement d'une enceinte contenant sous vide un quartz piézo-électrique. On remarque que, 10 grâce à la cloison étanche 52 et aux différents joints d'étanchéité 34, 36, 40 et 42, le détecteur de référence 20 n'est pas soumis à la pression du milieu dans lequel se trouve la sonde. Par contre, ce détecteur est soumis à la température de ce milieu. Quant au détecteur de mesure 18, il est soumis à la fois à la pression et à la température du fluide du 15 milieu ambiant. En soustrayant la réponse du détecteur de référence de la réponse du détecteur de mesure, on obtient ainsi un signal représentatif de la pression uniquement. Ainsi que déjà mentionné précédemment la fréquence de ce signal de différence varie proportionnellement aux variations de pression. Cependant, les échanges thermiques entre chacun 20 des deux détecteurs et le milieu environnant sont très différents. En effet, l'élément sensible du détecteur de mesure 18 n'est pas thermiquement isolé du milieu environnant alors que le quartz piézo-électrique du capteur 20 est placé sous vide, donc relativement isolé des variations de température. Il en résulte que, lorsqu'une variation de 25 température du milieu environnant se produit, cette variation est très rapidement enregistrée par le détecteur de mesure alors qu'elle l'est beaucoup moins vite par le détecteur de référence. Il en résulte que, tant qu'un équilibre thermique n'est pas atteint, les mesures effectuées par la sonde pendant cette période intermédiaire sont fausses. 30 Pour palier cet inconvénient, le radiateur 14 a été utilisé et le détecteur de référence 20 a été placé à l'intérieur du logement 22 pratiqué dans le radiateur. De plus, l'espace libre de ce logement, a été rempli d'un composé à base d'oxyde de béryllium, excellent conducteur de la chaleur. Les ailettes 30 du radiateur, ainsi que le

matériau choisi pour réaliser ce radiateur, à savoir un acier inoxydable, contribue à transmettre le plus rapidement et le plus efficacement possible les variations de température au capteur de référence 20. De cette façon, les échanges thermiques entre chacun des deux détecteurs et le milieu environnant sont sensiblement équilibrés. De ce fait, les mesures de pression enregistrées avec la sonde ne sont pratiquement pas entachées d'erreur, même si une variation de température se produit, ou alors uniquement pendant un court intervalle de temps.

De plus, la sonde comporte, conformément à l'une des caractéristiques de l'invention, un thermomètre 92 placé dans le logement 22. Ce thermomètre, composé d'une résistance au platine, placé à proximité immédiate du détecteur de référence 20, permet de déterminer avec précision la valeur de la pression mesurée. En effet, avec ce type de sonde fonctionnant avec des quartz piézo-électriques thermo-sensibles, il est nécessaire de connaître la valeur de la température avec exactitude, à mieux qu'à un degré Celsius près, pour obtenir une bonne précision sur les mesures de pression. Le thermomètre 92 est relié à la partie électronique de la sonde, par deux conducteurs électriques passant dans le canal central 28 du radiateur, le signal de mesure de température étant transmis à la surface par le câble électrique.

Les essais effectués avec une sonde conforme à l'invention ont montré les très bonnes performances de la sonde. Ainsi, en faisant subir à la sonde une variation brutale de température d'environ 30°C, tout en maintenant constante la pression extérieure, l'erreur sur la mesure de pression due à la variation brutale de température n'est que d'environ 300 millibars et après une dizaine de minutes, la variation de température n'a plus d'effet sur la mesure de pression.

Il va sans dire que la présente invention ne se limite pas au seul mode de réalisation qui a été représenté à titre d'exemple explicatif mais non limitatif.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de mesure de pression avec compensation de l'effet dû
à la température du milieu environnant, du type comportant un
détecteur de mesure de pression (18) sensible à la pression et
à la température, un détecteur de référence (20), isolé du milieu
5 environnant dont on veut mesurer la pression et sensible à la
température, et un boîtier (16) contenant lesdits détecteurs
et ayant des moyens (86, 90, 84, 82, 78, 68, 66, 64, 62) de
mise en communication de la pression du milieu environnant avec
ledit détecteur de mesure, ledit dispositif de mesure de pression
10 étant caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (14, 26, 38)
pour favoriser les échanges thermiques desdits détecteurs avec
le milieu environnant et pour sensiblement égaliser les vitesses
d'échange thermique de chacun desdits détecteurs avec le milieu
environnant.
- 15 2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits
moyens pour favoriser et égaliser les échanges thermiques comportent
un radiateur thermique (14) placé d'une façon étanche dans ledit
boîtier, ledit détecteur de référence étant placé dans un logement
(22) pratiqué dans ledit radiateur, lequel comporte des ailettes
20 (30) placées en regard d'une ouverture (32) réalisée dans ledit
boîtier, le fluide environnant ledit dispositif de mesure de
pression étant ainsi en contact avec lesdites ailettes mais ne
communiquant pas avec ledit détecteur de référence.
3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisée en ce qu'un
25 milieu bon conducteur de la chaleur remplit l'espace libre dudit
logement contenant ledit détecteur de référence.
4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que ledit
radiateur est réalisé en acier inoxydable.
5. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que ledit
30 milieu bon conducteur de la chaleur est un composé à base d'oxyde
de béryllium.

6. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdits moyens pour favoriser et équilibrer les échanges thermiques comportent un fourreau (38) placé de façon étanche dans ledit boîtier et dans lequel est logé ledit détecteur de mesure de pression.
7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comporte une pièce de maintien (60) dudit détecteur de mesure, percée de part en part d'un canal longitudinal (62) de communication de la pression à mesurer avec ledit détecteur de mesure, ladite pièce fermant l'une des extrémités dudit fourreau.
8. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que ledit fourreau est réalisé en bronze au béryllium.
9. Dispositif selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de mesure de la température (92) à proximité immédiate desdits détecteurs.
10. Dispositif selon les revendications 2 et 9, caractérisé en ce que lesdits moyens (92) sont placés dans ledit logement (22) dudit radiateur.

