



## (12) FASCICULE DE BREVET

- (11) N° de publication : **MA 31253 B1** (51) Cl. internationale : **E02D 1/02; E21B 49/00**
- (43) Date de publication : **01.03.2010**

- 
- (21) N° Dépôt : **32221**
- (22) Date de Dépôt : **14.09.2009**
- (30) Données de Priorité : **15.02.2007 FR 07/01115**
- (86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT : **PCT/FR2008/000202 15.02.2008**
- (71) Demandeur(s) : **DATC EUROPE, RUE NEWTON, ZONE D'ACTIVITE LAFAYETTE F-25000 BESANCON (FR)**
- (72) Inventeur(s) : **LECHAT, André**
- (74) Mandataire : **M. MEHDI SALMOUNI-ZERHOUNI**

- 
- (54) Titre : **SONDE A CORPS PLEIN**
- (57) Abrégé : L'INVENTION A POUR OBJET UNE SONDE (50) GÉOTECHNIQUE OU GÉOPHYSIQUE, DU TYPE COMPORTANT UN CORPS DE SONDE (1) CENTRAL DESTINÉ À ALIMENTER EN UN OU PLUSIEURS FLUIDES (G, L), À L'AIDE D'UN OU PLUSIEURS CONDUITS (40, 41) D'ALIMENTATION EN FLUIDES (G, L), AU MOINS UN ÉLÉMENT DE LA SONDE (21, 22, 23) ADJACENT AU CORPS DE SONDE (1), REMARQUABLE EN CE QU'ELLE COMPREND UN RÉSERVOIR (53) SENSIBLEMENT INDÉFORMABLE DESTINÉ À CONTENIR DES VOLUMES COMPLÉMENTAIRES (VG, VL) D'UN PREMIER FLUIDE (L) ET D'UN DEUXIÈME FLUIDE (G), LE VOLUME (VL) DU PREMIER FLUIDE DU RÉSERVOIR (53) ÉTANT EN COMMUNICATION AVEC AU MOINS UN PREMIER CONDUIT (40) D'ALIMENTATION, LE VOLUME (VG) DU DEUXIÈME FLUIDE DU RÉSERVOIR (53) ÉTANT AU MOINS RELIÉ AU DEUXIÈME CONDUIT (41) D'ALIMENTATION, LES CONDUITS (40, 41) ÉTANT MÉNAGÉS DANS UNE ZONE PLEINE DU CORPS DE SONDE (1).

## ABREGE DESCRIPTIF

L'invention a pour objet une sonde (50) géotechnique ou géophysique, du type comportant un corps de sonde (1) central destiné à alimenter en un ou plusieurs fluides (G, L), à l'aide d'un ou plusieurs conduits (40, 41) d'alimentation en fluides (G, L), au moins un élément de la sonde (21, 22, 23) adjacent au corps de sonde (1), remarquable en ce qu'elle comprend un réservoir (53) sensiblement indéformable destiné à contenir des volumes complémentaires (Vg, Vl) d'un premier fluide (L) et d'un deuxième fluide (G), le volume (Vl) du premier fluide du réservoir (53) étant en communication avec au moins un premier conduit (40) d'alimentation, le volume (Vg) du deuxième fluide du réservoir (53) étant au moins relié au deuxième conduit (41) d'alimentation, les conduits (40, 41) étant ménagés dans une zone pleine du corps de sonde (1).

Figure d'abrégé : Fig. 4

311 253

01 MARS 2010

- 1 -

## SONDE A CORPS PLEIN

L'invention concerne une sonde, notamment géotechnique ou géophysique, et plus particulièrement une sonde utilisable dans un pressiomètre.

On connaît différents types de sonde permettant de  
5 déterminer les caractéristiques d'un sol. Les sondes géotechniques sont utilisées pour déterminer les caractéristiques techniques d'un sol, comme par exemple la résistance mécanique. On emploie également des sondes géophysiques pour évaluer les caractéristiques physiques et  
10 chimiques des sols.

Un type de sonde géotechnique bien connue est la sonde pour pressiomètre. Un pressiomètre est un appareil qui permet de mesurer in situ les caractéristiques de résistance et de déformabilité d'un sol. Il est constitué  
15 d'une sonde cylindrique tricellulaire, dilatable radialement, d'un ensemble d'organes de mise en pression et de régulation pneumatique, et d'un contrôleur de volume. Cet appareil permet de connaître l'augmentation du volume d'une tranche de forage en fonction des pressions  
20 appliquées.

Ces pressiomètres sont bien connus de l'Homme du métier depuis leur invention par L. Ménard en 1955. Ils sont notamment décrits dans les brevets FR 1.117.983 et FR 2 766 229.

Toutefois, l'utilisation de plusieurs fluides pour dilater les différentes cellules de la sonde tricellulaire nécessite d'avoir pour chaque fluide un réservoir disposé en surface et de relier ledit réservoir à la sonde par un conduit. La mesure de l'augmentation du volume est alors  
30 perturbée par le poids de chaque colonne de fluide entre la surface et la sonde, par la déformation et la perte de charge de chaque conduit entre la surface et la sonde.

De plus, lors de la mise en place des sondes

géotechniques ou géophysiques dans le sol, lors de l'opération de forage, les sondes traditionnelles s'avèrent insuffisamment résistantes d'un point de vue mécanique, particulièrement lors du battage de la sonde, c'est-à-dire  
5 lorsqu'elle est soumise à une frappe ou percussion pour son introduction dans le sol. L'invention propose une sonde permettant de remédier à ces inconvénients.

L'invention a ainsi pour objet une sonde géotechnique ou géophysique, du type comportant un corps de sonde  
10 central destiné à alimenter en un ou plusieurs fluides, à l'aide d'un ou plusieurs conduits d'alimentation en fluides, au moins un élément de la sonde adjacent au corps de sonde, remarquable en ce qu'elle comprend un réservoir sensiblement indéformable destiné à contenir des volumes  
15 complémentaires d'un premier fluide et d'un deuxième fluide, le volume du premier fluide du réservoir étant en communication avec au moins un premier conduit d'alimentation, le volume du deuxième fluide du réservoir étant au moins relié au deuxième conduit d'alimentation, les  
20 conduits étant ménagés dans une zone pleine du corps de sonde.

La zone pleine peut être une partie du corps de sonde, ou de préférence le corps de sonde lui-même, de façon à mieux répartir les efforts mécaniques lors du  
25 battage de la sonde.

Le ou les conduits d'alimentation en fluides peuvent avantageusement être réalisés par perçage.

Le corps de sonde peut être cylindrique, c'est-à-dire une surface engendrée par le mouvement d'une droite gardant  
30 toujours la même orientation et s'appuyant sur une courbe fermée. La courbe est de préférence un cercle.

Le corps de sonde cylindrique est avantageusement muni d'une ou plusieurs zones externes filetées, afin de faciliter la transmission des efforts de frappe dans la

sonde.

Les zones externes filetées sont de préférence disposées à chacune des extrémités du corps de sonde.

Les filets utilisés sont de préférence de type corde.

5 On entend par filetage corde un ensemble de filets de profil sensiblement sinusoïdal ou trapézoïdal.

On pourra notamment mettre en œuvre les filetages corde décrits dans la norme ISO 10208.

10 Le pas des filets est de préférence compris entre 10 et 30 mm.

La profondeur des filets est de préférence comprise entre 1 et 5 mm.

La sonde selon l'invention peut être une sonde pressiométrique. Selon ce mode de réalisation, les conduits  
15 d'alimentation en fluide comprennent un premier conduit d'alimentation en fluide et un deuxième conduit d'alimentation en fluide, les éléments alimentés en fluides comprenant un manchon gonflable central, deux manchons gonflables adjacents au manchon central et situés de part  
20 et d'autre de ce dernier, les trois manchons entourant le corps de sonde, le manchon central étant relié au premier conduit d'alimentation en fluide, les manchons adjacents au manchon central étant reliés au deuxième conduit d'alimentation en fluide.

25 La sonde comprend donc un réservoir qui contient des volumes complémentaires de gaz et de liquide ; le volume de liquide du réservoir étant en communication avec le manchon central via le premier conduit d'alimentation en fluide, le volume de gaz du réservoir étant relié au deuxième conduit  
30 d'alimentation en fluide. En outre, le réservoir est adjacent au corps de la sonde, avantageusement disposé au-dessus du corps de sonde lorsque cette dernière est en configuration opérationnelle, et se déplace par conséquent simultanément avec ledit corps de la sonde. De cette façon,

l'alimentation de la sonde, depuis la surface, ne nécessite plus de conduit de liquide mais qu'un seul conduit de gaz. De plus, le volume de liquide est mesuré de façon simple et fiable car la mesure obtenue n'est pas perturbée par :

- 5           - le poids de la colonne de liquide entre la surface et la sonde dans le forage,
- la déformation du conduit de liquide qui, dans les pressiomètres existants, relie généralement le premier manchon au réservoir disposé en surface,
- 10          - l'inertie qu'oppose ce conduit à la circulation de liquide entre la surface et la sonde.

Le réservoir peut comprendre un capteur de volume propre à fournir un signal lié au volume du liquide dans le réservoir. Le capteur de volume peut par exemple comprendre  
15 un détecteur de niveau de liquide.

Le détecteur de niveau de liquide peut comprendre au moins un élément résistif destiné à être immergé, au moins partiellement, dans le volume de liquide du réservoir, l'élément résistif étant disposé sensiblement parallèlement  
20 à l'axe du réservoir.

Le réservoir peut notamment être cylindrique.

Le conduit d'alimentation en fluide peut être relié, dans le réservoir, d'une part à un premier clapet permettant l'admission du fluide dans le réservoir, et  
25 d'autre part à un deuxième clapet permettant l'échappement du fluide hors du réservoir.

Les clapets peuvent comprendre un corps de clapet muni de deux zones filetées séparées par une butée, le corps de clapet étant prolongé par un élément tubulaire  
30 plus fin que le corps de clapet et comprenant un orifice de sortie de gaz recouvert d'une enveloppe cylindrique élastique.

Ces clapets peuvent avantageusement être vissés dans une zone filetée réalisée dans une zone pleine du

réservoir.

L'invention a également pour objet un pressiomètre, comprenant :

5 - une sonde pour pressiomètre tel que décrit ci-dessus,

10 - un équipement de surface comprenant une source de gaz sous pression, un conduit reliant la source de gaz au réservoir de la sonde, un capteur de pression propre à fournir un signal lié à la pression dans le réservoir de la sonde et,

- des moyens de raccordement de la sonde à l'équipement de surface.

15 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront clairement de la description qui en est faite ci-après, à titre indicatif et nullement limitatif, en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est une première vue ouverte d'un corps de sonde pour pressiomètre selon l'invention ;

20 - la figure 2 est une deuxième vue ouverte d'un corps de sonde pour pressiomètre selon l'invention ;

- la figure 3 est une vue en coupe axiale partielle et fractionnée d'une sonde pour pressiomètre selon un mode de réalisation de l'invention ;

25 - la figure 4 illustre un pressiomètre comprenant une sonde selon l'invention.

Tel qu'illustré à la figure 1, le corps de sonde 1 pour pressiomètre comprend un premier conduit 40 d'alimentation en un premier fluide et un deuxième conduit 41 d'alimentation en un deuxième fluide, en vue 30 ouverte. Le premier conduit 40 d'alimentation en un premier fluide est un conduit d'alimentation en liquide destiné à alimenter un manchon gonflable central, non représenté. Le deuxième conduit 41 d'alimentation en un deuxième fluide est un conduit d'alimentation en gaz destiné à alimenter

deux manchons gonflables adjacents au manchon central, non représentés.

Le conduit 40 d'alimentation en liquide et le conduit 41 d'alimentation en gaz ont été obtenus par  
5 perçage du corps de sonde 1.

Les deux conduits 40, 41 d'alimentation en fluide sont ainsi ménagés dans un corps de sonde plein, tandis que dans les sondes traditionnelles, ce sont des tubes soudés dans le corps de sonde. Le corps de sonde 1 selon  
10 l'invention permet d'éviter la présence de ces soudures qui sont fragiles et qui peuvent céder pendant le forage sous l'effet du battage de la sonde, ou sous l'effet de la pression des fluides pendant les essais pressiométriques. On assure ainsi également une meilleure étanchéité des  
15 conduits 40, 41 d'alimentation.

Le corps de sonde 1 est en outre muni de deux zones externes filetées 42, 43, chacune étant disposée à une extrémité du corps de sonde 1. Les zones filetées 42, 43 sont munies de filets de type corde. De cette façon, on  
20 améliore la transmission des efforts de frappe dans la sonde.

La figure 2, où les éléments identiques portent les mêmes références, montre en vue ouverte le conduit 40 d'alimentation en liquide vers un manchon gonflable  
25 central, adjacent au corps de sonde 1 et non représenté.

La sonde pressiométrique illustrée à la figure 3 comprend un corps de sonde 1 et trois manchons annulaires gonflables 21, 22, et 23.

Le corps de sonde 1 s'étend le long de l'axe Z de la sonde et comprend un conduit 40 d'alimentation en eau et un  
30 conduit 41 d'alimentation en gaz.

Les manchons 21, 22 et 23 entourent le corps de sonde 1 et s'étendent respectivement sur trois sections longitudinales adjacentes et successives de la sonde,

notées S1, S2, et S3.

Le manchon central 21 est relié au conduit 40, tandis que les manchons 22 et 23, qui sont disposés de part et d'autre du manchon central 21, sont reliés chacun au conduit 41 d'alimentation en gaz, ce gaz étant généralement  
5 constitué par de l'azote sous pression.

Les manchons 21 à 23 sont réalisés à partir d'un seul manchon élastique 2 gainant un mandrin cylindrique creux 3 lui-même enfilé de façon amovible et étanche sur le corps  
10 de sonde 1, le corps de sonde 1 présentant à cette fin une surface externe s'inscrivant dans un cylindre.

Plus précisément, le mandrin 3 présente trois orifices de fluide isolés les uns des autres de façon étanche, notés 31, 32, et 33, et s'ouvrant respectivement  
15 dans les trois sections longitudinales S1, S2, et S3 de la sonde.

L'orifice 31 de la section centrale S1 est relié au conduit 40 d'alimentation en eau, tandis que chacun des deux autres orifices 32 et 33, est relié au conduit 41  
20 d'alimentation en gaz.

Pour définir les trois manchons 21, 22 et 23 et former les trois sections longitudinales correspondantes S1, S2, et S3 de la sonde, le manchon élastique 2 est fractionné au moyen de cerclages tels  
25 que 4e et 4i qui l'appliquent localement et de façon étanche sur la face externe du mandrin 3.

Ces cerclages comprennent notamment deux cerclages d'extrémité 4e constitués chacun d'un sertissage métallique.

30 Le manchon 2 est recouvert d'une gaine mécanique de protection déformable 5, par exemple réalisée dans un textile enduit, et les sertissages métalliques 4e sont appliqués sur cette gaine 5.

Les cerclages comprennent deux cerclages

intermédiaires 4i destinés à assurer la séparation entre le manchon central 21 et les manchons de garde 22 et 23.

Pour des raisons de taille de représentation, seul l'emplacement des cerclages 4i est rendu visible sur la figure 3. Chacun des cerclages intermédiaires 4i est  
5 avantageusement constitué par une pluralité de spires d'un lien souple enroulé sous tension autour du manchon 2, ces spires étant de préférence maintenues les unes par rapport aux autres et sous tension par encollage.

10 Pour faciliter la pose et la tenue des cerclages intermédiaires 4i, le mandrin 3 présente de préférence deux rainures périphériques externes 30, chaque cerclage intermédiaire 4i pouvant ainsi appliquer le manchon élastique 2 sur le fond de l'une de ces rainures 30.

15 Enfin, la sonde est équipée de joints toriques 6 installés dans des rainures périphériques externes 10 du corps de sonde 1 et isolant les uns des autres, de façon étanche, les trois orifices de fluide 31, 32 et 33 pratiqués dans le mandrin 3.

20 La figure 4 montre un pressiomètre comprenant une sonde 50 destinée à être introduite dans un forage F, un équipement de surface 52, et des moyens de raccordement, permettant notamment de relier la sonde 50 à l'équipement 52.

25 La sonde 50 comprend trois manchons gonflables, à savoir un manchon principal et central 21, et deux manchons auxiliaires 22 et 23, adjacents au manchon central 21 et situés de part et d'autre de ce dernier.

30 Le manchon principal 21 est essentiellement formé par une membrane élastique annulaire susceptible d'être gonflée par injection d'un liquide L sous pression, par exemple de l'eau, provenant d'un réservoir 53 et acheminé par un conduit 40 d'alimentation en eau. Le conduit 40 est réalisé par perçage dans le corps de sonde 1.

La sonde comprend un outre un réservoir 53, par exemple réalisé dans un cylindre métallique sensiblement indéformable aux pressions considérées, de façon à ce que la variation de volume de liquide dans le réservoir 53 soit  
5 uniquement due à la déformation du manchon central 21. Le réservoir 53 contient, au-dessus du liquide L, un gaz G de propulsion tel que de l'azote pressurisé, le liquide et le gaz occupant des volumes respectifs et complémentaires  $V_l$  et  $V_g$  de ce réservoir 53.

10 L'équipement de surface 52 comprend typiquement une source 71 de gaz propre à délivrer le gaz G sous pression et reliée au volume de gaz  $V_g$  du réservoir 53 par un conduit 81 d'alimentation en gaz.

L'équipement de surface 52 comprend également des  
15 moyens de contrôle de débit, tels que 220-222, qui sont interposés sur le conduit 81 et qui permettent de contrôler le passage du gaz G de la source 71 vers le réservoir 53, et donc le passage du liquide L du réservoir 53 vers le manchon 21 à travers le conduit 40.

20 Le pressiomètre comprend également un capteur de pression 54 et un capteur de volume 61, le capteur de pression 54 étant conçu pour fournir un signal  $S_p$  lié à la pression du liquide L dans le réservoir 53, et le capteur de volume 61 étant conçu pour fournir un signal  $S_v$  lié au  
25 volume  $V_l$  du liquide dans le réservoir 53.

Le capteur de volume 61 comprend un détecteur de niveau de liquide logé dans le réservoir 53, ce réservoir étant porté par la sonde 50 et disposé au-dessus du corps de sonde 1 lorsque la sonde 50 est en placée dans un  
30 forage F.

Un lien de transmission 70 est alors prévu pour relier le détecteur de niveau 61 à l'équipement de surface 52, ce lien étant par exemple constitué par une ligne électrique dans le cas avantageux où le signal de

volume Sv est de nature électrique.

Dans un mode de réalisation efficace de l'invention, le détecteur de niveau 61 est de type résistif.

Le capteur de pression 54 peut quant à lui être  
5 disposé dans la phase gazeuse du contenu du réservoir 53, et notamment dans le conduit 81 d'alimentation en gaz G.

Les manchons gonflables auxiliaires 22 et 23 sont sélectivement gonflés par le gaz G, et à cette fin reliés, par un conduit 41 au volume Vg de gaz G du réservoir 53. Le  
10 conduit 41 est réalisé par perçage dans le corps de sonde 1.

La précision du pressiomètre de l'invention peut encore être augmentée en dotant l'équipement de surface de moyens de pilotage de pression, et en prévoyant que les  
15 moyens de contrôle de débit comprennent un ajutage 221 et un clapet 222, par exemple intégrés à une électrovalve 220.

Dans le mode de réalisation illustré, les moyens de pilotage de pression comprennent une unité de commande 7 propre à actionner le clapet 222, et un ordinateur 8 relié  
20 à l'unité de commande 7 et la pilotant.

L'ordinateur 8 est doté d'une mémoire dans laquelle est stockée une pluralité de consignes de pression de valeurs croissantes Kpi, un programme PROG d'application successive dans le temps de ces consignes Kpi, et une loi  
25 de correspondance CORR permettant de déterminer, au moins sur la base des consignes Kpi, des intervalles de temps respectifs correspondants Tpi.

## REVENDEICATIONS

1 - Sonde (50) géotechnique ou géophysique, du type comportant un corps de sonde (1) central destiné à alimenter en un ou plusieurs fluides (G, L) contenus dans un réservoir (53), à l'aide d'un ou plusieurs conduits (40, 41) d'alimentation en fluides (G, L), au moins un élément de la sonde (21, 22, 23) adjacent au corps de sonde (1), lesdits conduits (40, 41) d'alimentation en fluides (G, L) comprenant un premier conduit d'alimentation (40) et un deuxième conduit d'alimentation (41), **caractérisée** en ce qu'elle comprend un réservoir (53) sensiblement indéformable, disposé en configuration opérationnelle de la sonde au-dessus du corps de sonde (1) et destiné à contenir des volumes complémentaires (Vg, Vl) d'un premier fluide (L) et d'un deuxième fluide (G), le volume (Vl) du premier fluide (L) du réservoir (53) étant en communication avec au moins un premier conduit (40) d'alimentation, le volume (Vg) du deuxième fluide (G) du réservoir (53) étant au moins relié au deuxième conduit (41) d'alimentation, les conduits (40, 41) étant réalisés par perçage dans une zone pleine du corps de sonde (1).

2 - Sonde (50) selon la revendication 1, **caractérisée** en ce que les éléments alimentés en fluides comprennent un manchon gonflable central (21), deux manchons gonflables (22, 23) adjacents au manchon central (21) et situés de part et d'autre de ce dernier, les trois manchons (21, 22, 23) entourant le corps de sonde (1), le manchon central (21) étant relié au premier conduit (40) d'alimentation en premier fluide (L), les manchons (22, 23) adjacents au manchon central (21) étant reliés au deuxième conduit (41) d'alimentation en deuxième fluide (G).

3 - Sonde (50) selon l'une quelconques des revendications 1 ou 2, **caractérisée** en ce que les premier fluide (L) et deuxième fluide (G) sont respectivement un liquide et un gaz.

5

4 - Sonde (50) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisée** en ce que le corps de sonde (1) est cylindrique et est muni d'une ou plusieurs zones externes filetées (42, 43).

10

5 - Sonde (50) selon la revendication 4, **caractérisée** en ce que les zones externes filetées (42, 43) sont disposées à chacune des extrémités du corps de sonde (1).

15

6 - Sonde (50) selon l'une quelconques des revendications 4 ou 5, **caractérisée** en ce que les filets sont de type corde.

20

7 - Sonde (50) selon l'une quelconques des revendications précédentes, **caractérisée** en ce que le réservoir (53) comprend un capteur de volume (61) propre à fournir un signal (Sv) lié au volume (Vl) du liquide dans le réservoir (53).

25

8 - Sonde (50) selon la revendication 7, **caractérisée** en ce que le capteur de volume (61) comprend un détecteur de niveau de liquide.

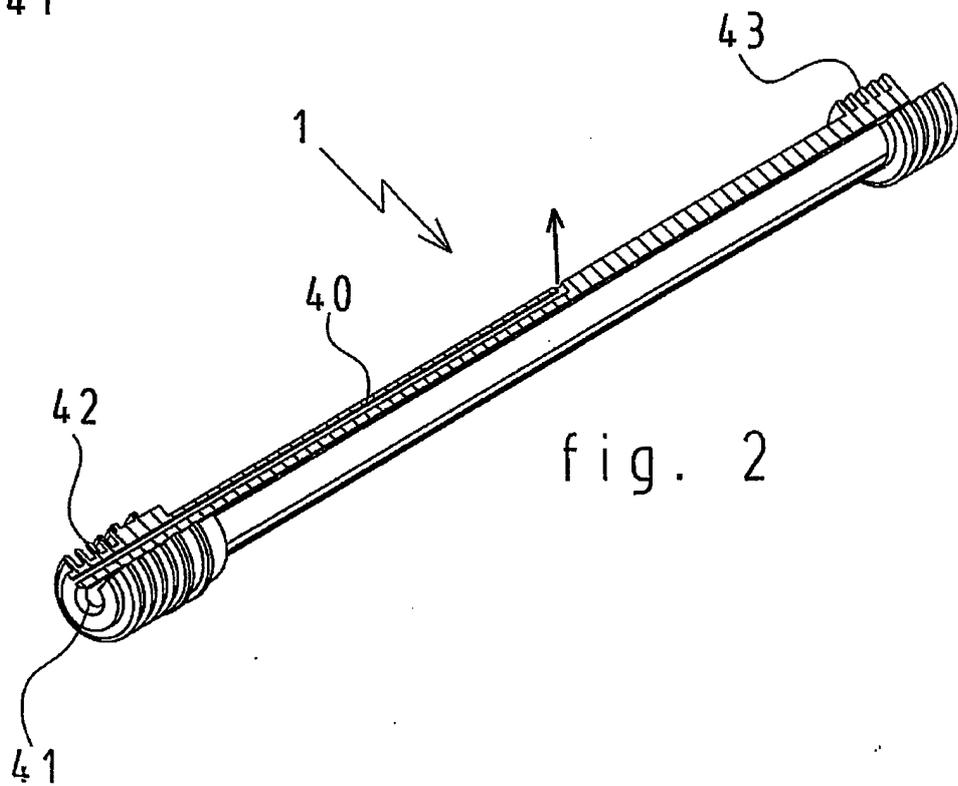
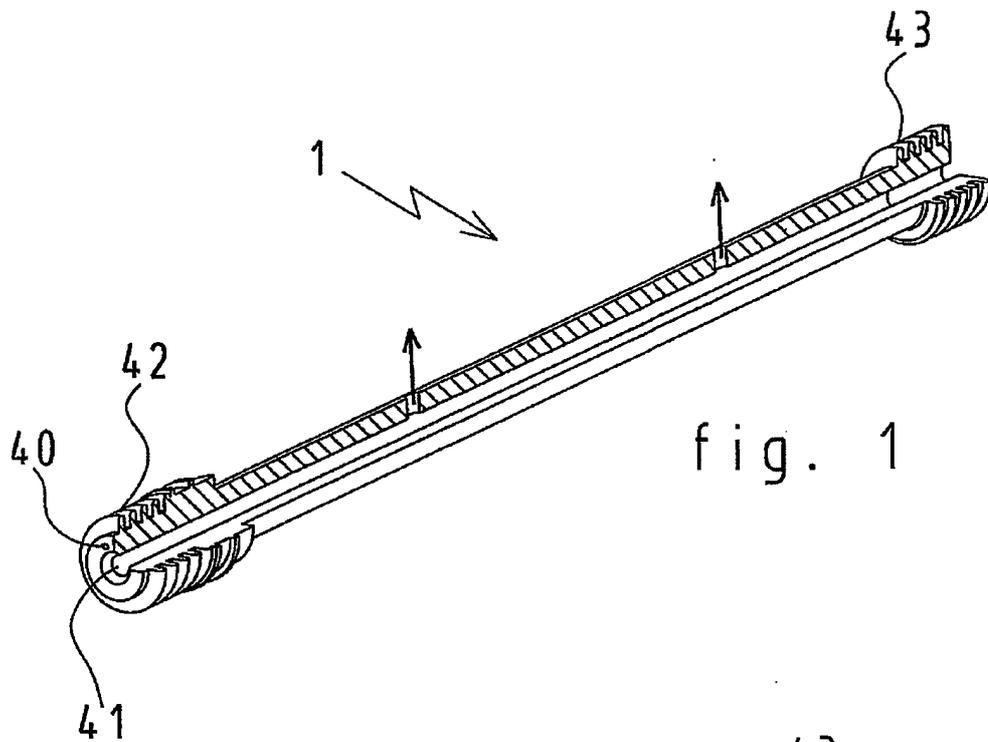
30

9 - Pressiomètre, **caractérisé** en ce qu'il comprend :  
- une sonde (50) selon l'une des revendications 1 à 8,  
- un équipement de surface (52) comprenant une source (71) de gaz sous pression, un conduit (71) reliant la source de gaz au réservoir (53) de la sonde (50), un

- 13 -

capteur de pression (54) propre à fournir un signal (Sp) lié à la pression dans le réservoir (53) de la sonde (50), et,

- des moyens de raccordement de la sonde (50) à  
5 l'équipement de surface.





3/3  
fig.4

