



(12) FASCICULE DE BREVET

(11) N° de publication : **MA 30151 B1** (51) Cl. internationale : **E02D 1/02**

(43) Date de publication :
02.01.2009

(21) N° Dépôt :
31101

(22) Date de Dépôt :
09.07.2008

(30) Données de Priorité :
15.12.2005 FR 0512767

(86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT :
PCT/FR2006/002753 15.12.2006

(71) Demandeur(s) :
DATC EUROPE, Rue Newton, Zone d'Activité Lafayette 25000 Besançon (FR)

(72) Inventeur(s) :
COUR, Francis

(74) Mandataire :
M. MEHDI SALMOUNI-ZERHOUNI

(54) Titre : **SONDE POUR PRESSIOMETRE ET PRESSIOMETRE**

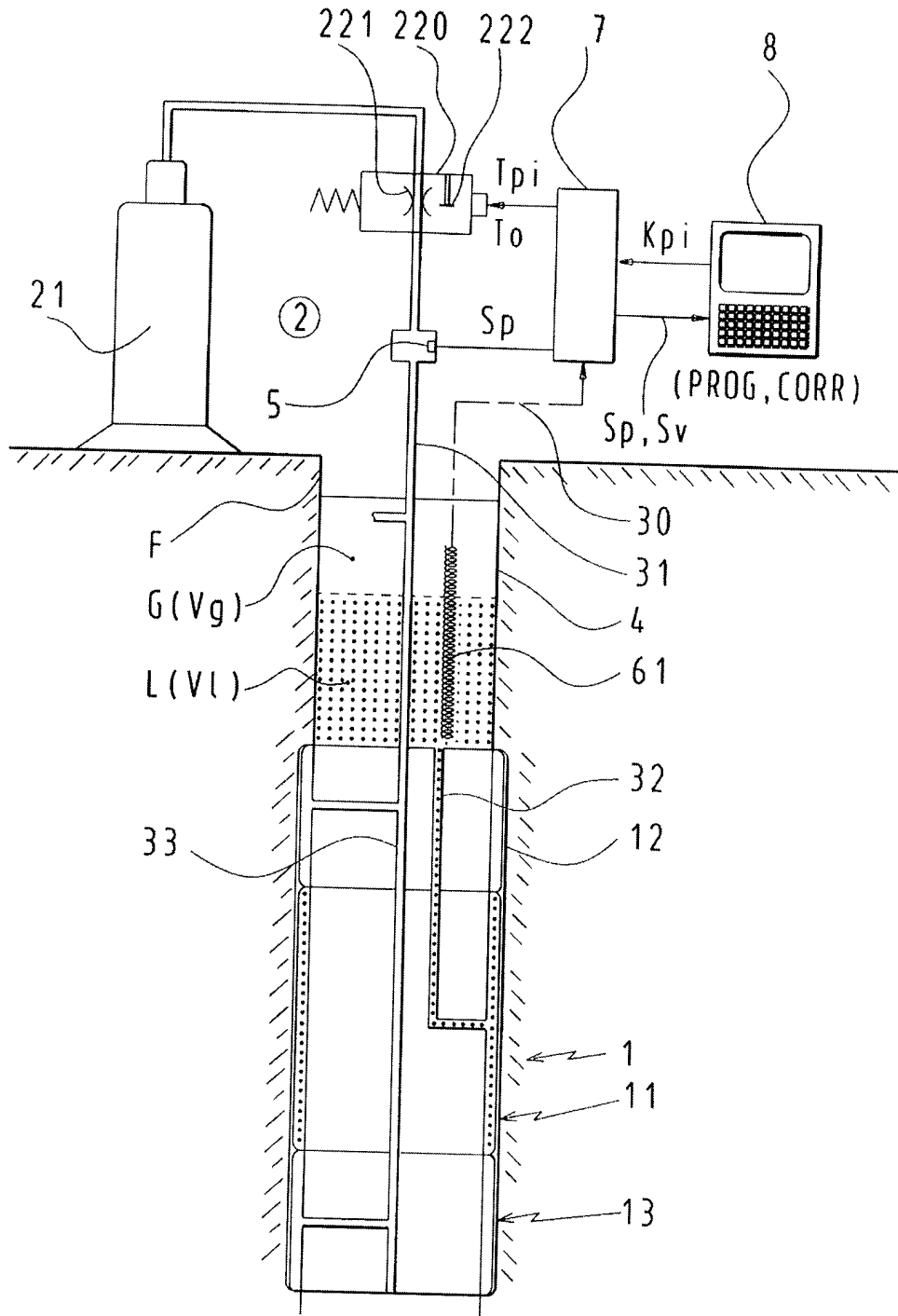
(57) Abrégé : L'invention a pour objet une sonde pour pressiomètre (1), comprenant un manchon gonflable central (11), deux manchons gonflables (12, 13) adjacents au manchon central (11) et situés de part et d'autre de ce dernier, un conduit d'alimentation en liquide (32) relié au manchon central (11), un conduit d'alimentation en gaz (33) relié aux manchons adjacents (12, 13), remarquable en ce que la sonde (1) comprend en outre un réservoir (4) destiné à contenir des volumes complémentaires (Vg, VI) de gaz (G) et de liquide (L), le volume de liquide (VI) du réservoir (4) étant en communication avec le manchon central (11) via le conduit d'alimentation en liquide (32), le volume de gaz (Vg) du réservoir (4) étant relié au conduit d'alimentation en gaz (33).

ABREGÉ DESCRIPTIF

L'invention a pour objet une sonde pour pressiomètre (1), comprenant un manchon gonflable central (11), deux manchons gonflables (12, 13) adjacents au manchon central (11) et situés de part et d'autre de ce dernier, un conduit d'alimentation en liquide (32) relié au manchon central (11), un conduit d'alimentation en gaz (33) relié aux manchons adjacents (12, 13), remarquable en ce que la sonde (1) comprend en outre un réservoir (4) destiné à contenir des volumes complémentaires (V_g , V_l) de gaz (G) et de liquide (L), le volume de liquide (V_l) du réservoir (4) étant en communication avec le manchon central (11) via le conduit d'alimentation en liquide (32), le volume de gaz (V_g) du réservoir (4) étant relié au conduit d'alimentation en gaz (33).

Figure d'abrégé : Fig. 1

FIGURE DE L'ABREGE DESCRIPTIF



02 JAN 2009

3 0 1 5 1 - 1 -

SONDE POUR PRESSIOMETRE ET PRESSIOMETRE

L'invention concerne, de façon générale, les techniques de diagraphie.

Plus précisément, l'invention concerne un pressiomètre destiné à permettre l'évaluation d'une
5 propriété géotechnique du sous-sol, ce pressiomètre comprenant, en tant que sous-ensembles, un outil de fond destiné à être introduit dans un forage, un équipement de surface, et des moyens de raccordement au moins propres à relier l'outil à l'équipement, ces sous-ensembles
10 comprenant eux-mêmes au moins un premier manchon gonflable porté par l'outil de fond, un réservoir sensiblement indéformable contenant des volumes complémentaires de gaz et de liquide, une source de gaz sous pression, un premier conduit reliant la source de
15 gaz au volume de gaz du réservoir, un deuxième conduit reliant le volume de liquide du réservoir au premier manchon gonflable, des moyens de contrôle de débit interposés sur le premier conduit, un capteur de pression propre à fournir un signal lié à la pression du liquide
20 dans le réservoir, et un capteur de volume propre à fournir un signal lié au volume du liquide dans le réservoir.

Des dispositifs de ce type sont très bien connus de l'homme du métier depuis leur invention par L. Ménard
25 en 1955. Ils sont notamment décrits dans le brevet FR 1.117.983.

Le pressiomètre permet d'évaluer in situ les paramètres mécaniques des sols.

Une fois l'outil de fond, ou "sonde", introduit dans
30 un forage, chaque manchon gonflable est soumis à une pression croissante par paliers, en nombre de six à quatorze par exemple, et suivant une progression arithmétique.

A chaque palier, le volume de liquide introduit dans le premier manchon à partir du réservoir est mesuré, typiquement 15 secondes, 30 secondes et une minute après la fin de la mise en pression.

5 Le résultat de ces mesures est traduit par deux graphiques de chargement, ou courbes pressiométriques, dont l'une donne la variation de volume, mesurée à une minute, en fonction de la pression, et dont l'autre correspond aux variations de volume entre 30 secondes et
10 une minute, en fonction de la pression.

Les pressiomètres existants souffrent de plusieurs défauts qui limitent très sérieusement la précision des résultats qu'ils fournissent.

L'invention, qui s'inscrit dans ce contexte, a
15 justement pour but de pallier ces imperfections et de proposer un pressiomètre de précision.

A cette fin, le pressiomètre de l'invention, par ailleurs conforme à la définition générique qu'en donne le préambule ci-dessus, est essentiellement caractérisé
20 en ce que le réservoir est porté par l'outil de fond, en ce que le capteur de volume comprend un détecteur de niveau de liquide logé dans le réservoir, et en ce que les moyens de raccordement comprennent un lien de transmission reliant le détecteur de niveau à
25 l'équipement de surface.

Grâce à cet agencement, le volume est mesuré de façon simple et fiable sans que la mesure obtenue soit perturbée par divers artefacts, tels que le poids de la colonne de liquide entre la surface et le fond, la
30 déformation du conduit de liquide qui, dans les pressiomètres existants, relie généralement le premier manchon au réservoir disposé en surface, ou encore l'inertie qu'oppose ce conduit à la circulation de liquide entre la surface et le fond.

35 En configuration opérationnelle de l'outil de fond dans un forage, le réservoir est avantageusement disposé

au-dessus du premier manchon gonflable, c'est-à-dire plus proche de la surface du sol que ce premier manchon.

De préférence, le signal de volume est de nature électrique, le lien de transmission comprenant alors une
5 ligne électrique.

Dans le mode de réalisation privilégié de l'invention, il est prévu que le liquide présente une résistivité électrique relativement faible, que le détecteur de niveau comprenne au moins un élément
10 résistif relié à un générateur d'énergie électrique et partiellement immergé dans le liquide, que l'élément résistif présente une forme allongée suivant la hauteur du réservoir et une résistivité électrique relativement forte, et que le liquide et l'élément résistif
15 partiellement shunté par le liquide forment pour le générateur une charge résistive présentant une résistance dépendant du niveau de ce liquide dans le réservoir.

Par ailleurs, le générateur d'énergie électrique délivre de préférence un courant alternatif pour éviter
20 les polarisations parasites.

Pour simplifier la mesure et son interprétation, le réservoir peut être de forme cylindrique, l'élément résistif pouvant lui-même s'étendre suivant l'axe central du réservoir.

25 Comme dans le cas des pressiomètres connus, l'outil de fond du pressiomètre de l'invention peut comprendre en outre des deuxième et troisième manchons gonflables, et un troisième conduit reliant le volume de gaz du réservoir à ces deuxième et troisième manchons.

30 Pour augmenter encore la précision du pressiomètre de l'invention, il est possible de prévoir que les moyens de contrôle de débit comprennent un ajutage et un clapet, que l'équipement de surface comprenne en outre des moyens de pilotage de pression dans lesquels sont mémorisés une
35 pluralité de consignes de pression de valeurs croissantes, un programme d'application successive dans

le temps de ces consignes, et une loi de correspondance
reliant au moins ces consignes à des intervalles de temps
respectifs correspondants, et que ces moyens de pilotage
de pression soient conçus pour ouvrir sélectivement le
5 clapet, en vue de l'application de chaque nouvelle
consigne de pression conformément au programme, pendant
l'intervalle de temps correspondant à cette consigne.

Grâce à cet agencement, la pression du liquide est
contrôlée de façon rigoureuse, sans intervention humaine,
10 et sans subir ni l'influence de l'écoulement du gaz sur
la mesure de la pression, ni celle du retard
d'établissement de la pression dans le réservoir.

De préférence, les moyens de pilotage de pression
sont reliés au capteur de pression et sont en outre
15 conçus pour ouvrir le clapet pendant un intervalle de
temps prédéfini en réponse à un déficit du signal de
pression par rapport à une pression de consigne, lorsque
ce déficit apparaît pendant un palier à cette pression de
consigne et lorsqu'il dépasse un seuil prédéterminé.

20 Les moyens de pilotage de pression comprennent par
exemple une unité de commande actionnant le clapet et un
ordinateur dans lequel sont mémorisés les consignes de
pression, le programme, et la loi de correspondance, cet
ordinateur étant relié à l'unité de commande et la
25 pilotant.

Dans un mode de réalisation aisé de l'invention, les
moyens de contrôle de débit peuvent comprendre une
électrovalve portant à la fois l'ajutage et le clapet.

Dans un autre mode de réalisation, le conduit
30 d'alimentation en gaz est relié, dans le réservoir, d'une
part à un premier clapet, par exemple via un premier
conduit ou canal, permettant l'admission du gaz dans le
réservoir, et d'autre part à un deuxième clapet, par
exemple via un deuxième conduit ou canal, permettant
35 l'échappement du gaz hors du réservoir.

On peut notamment envisager que le premier et le deuxième clapet soient disposés sur un seul conduit ou canal.

Le clapet peut être choisi parmi tout type de clapet, notamment un clapet à bille, boule, soupape, piston ou disque.

On peut avantageusement utiliser un clapet comprenant un corps de clapet, notamment tubulaire, muni de deux zones filetées séparées par une butée, le corps de clapet étant prolongé par un élément tubulaire plus fin que le corps de clapet, notamment de diamètre inférieur au diamètre du corps de clapet lorsque celui-ci est tubulaire, et comprenant un orifice de sortie de gaz recouvert d'une enveloppe cylindrique élastique.

L'enveloppe cylindre élastique peut être choisie parmi tout type de matériau élastique et étanche, notamment le caoutchouc.

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 vue schématique en coupe verticale d'un pressiomètre conforme à l'invention et en cours d'utilisation;

- la figure 2 est une vue schématique en coupe verticale d'un détail fonctionnel de ce pressiomètre ;

- la figure 3 est une vue schématique d'un détail du pressiomètre selon un mode de réalisation ;

- la figure 4 est une vue schématique d'un clapet utilisable dans le pressiomètre selon ce mode de réalisation.

Comme annoncé précédemment, l'invention concerne un pressiomètre destiné à permettre l'évaluation d'une propriété géotechnique du sous-sol.

Un tel appareil comprend, en tant que sous-ensembles, un outil de fond 1 destiné à être introduit dans un forage F, un équipement de surface 2, et des moyens de raccordement, tels que 30 à 33, permettant notamment de
5 relier l'outil 1 à l'équipement 2.

L'outil de fond 1 comprend en général trois manchons gonflables, à savoir un manchon principal et central 11, et deux manchons auxiliaires 12 et 13, adjacents au manchon central 11 et situés de part et d'autre de ce
10 dernier.

Le manchon principal 11 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 4 et acheminé
15 par un conduit 32.

Le réservoir 4 est 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 4 soit uniquement due
20 à la déformation du manchon central 11. Le réservoir 4 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 4.

L'équipement de surface 2 comprend typiquement une source 21 de gaz propre à délivrer le gaz G sous pression et reliée au volume de gaz V_g du réservoir 4 par un conduit d'alimentation 31.
25

L'équipement de surface 2 comprend également des
30 moyens de contrôle de débit, tels que 220-222, qui sont interposés sur le conduit 31 et qui permettent de contrôler le passage du gaz G de la source 21 vers le réservoir 4, donc le passage du liquide L du réservoir 4 vers le manchon 11 à travers le conduit 32.

Le pressiomètre de l'invention comprend encore, de
35 façon classique, un capteur de pression 5 et un capteur

de volume 6, le capteur de pression 5 étant conçu pour
fournir un signal S_p lié à la pression du liquide L dans
le réservoir 4, et le capteur de volume 6 étant conçu
pour fournir un signal S_v lié au volume V_l du liquide
5 dans le réservoir 4.

Selon l'invention, le capteur de volume 6 comprend un
détecteur 61 de niveau de liquide logé dans le
réservoir 4, ce réservoir étant porté par l'outil de
fond 1 et par exemple disposé au-dessus du manchon
10 gonflable central 11 lorsque l'outil de fond 1 est en
place dans un forage F.

Un lien de transmission 30 est alors prévu pour
relier le détecteur de niveau 61 à l'équipement de
surface 2, ce lien étant par exemple constitué par une
15 ligne électrique dans le cas avantageux où le signal de
volume S_v est de nature électrique.

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

Pour ce faire, le liquide L est choisi pour présenter
20 une résistivité électrique relativement faible. Il est
notamment possible d'utiliser, en tant que liquide L, de
l'eau ionisée par la présence d'impuretés, de sel ou,
plus avantageusement encore, d'antigel.

Le détecteur de niveau 61 est quant à lui composé par
25 exemple d'un élément résistif 610 et d'un conducteur pur
tel qu'une barre de cuivre, l'élément résistif et le
conducteur étant reliés à un générateur d'énergie 25
électrique 60 et partiellement immergés dans le liquide L
du réservoir 4.

30 Le générateur délivre par exemple un courant
alternatif d'amplitude constante et de fréquence égale
à 270 Hz.

L'élément résistif 610 présente une forme allongée
suivant la hauteur du réservoir 4 et, par définition, une
35 résistivité électrique relativement forte c'est-à-dire au
moins cent fois supérieure à celle du liquide L.

L'élément résistif 610 est par exemple enroulé autour de la barre conductrice 611 sans être en contact galvanique direct avec cette barre.

Dans ces conditions, l'élément résistif 610 et la
5 barre conductrice 611 sont galvaniquement reliés l'un à l'autre par le liquide L au voisinage immédiat du niveau de ce liquide dans le réservoir, l'élément résistif 610 étant shunté par le liquide sur toute sa longueur immergée.

10 En d'autres termes, le liquide L, l'élément résistif 610, et accessoirement la barre conductrice 611, forment pour le générateur de courant 60 une charge résistive CR dont la résistance électrique dépend du niveau de ce liquide dans le réservoir 4, donc du volume
15 de liquide L dans ce réservoir.

Le signal Sv de volume peut ainsi être représenté par le signal de sortie d'un voltmètre à détection en phase 62 installé en parallèle sur le générateur de courant 60.

20 En variante, la paroi du réservoir 4, également supposée conductrice, peut être utilisée à la place de la barre conductrice 611 pour refermer la boucle de courant.

Des détecteurs de niveau de ce type sont par exemple décrits dans le brevet US 4 188 826.

25 Comme le montre la figure 1, le capteur de pression peut quant à lui être disposé dans la phase gazeuse du contenu du réservoir 4, et notamment dans le conduit 31 d'alimentation en gaz G.

30 Comme le montre encore la figure 1, les manchons gonflables auxiliaires 12 et 13 sont sélectivement gonflés par le gaz G, et à cette fin reliés, par un conduit 33, au volume Vg de gaz G du réservoir 4.

35 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 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 à l'unité de commande 7 et la pilotant.

L'ordinateur 8 est doté d'une mémoire dans laquelle sont stockés une pluralité de consignes de pression de valeurs croissantes K_{pi} , un programme PROG d'application successive dans le temps de ces consignes K_{pi} , et une loi de correspondance CORR permettant de déterminer, au moins sur la base des consignes K_{pi} , des intervalles de temps respectifs correspondants T_{pi} .

Le programme PROG a pour fonction de déterminer à quels instants devront être appliqués les différents paliers de pression, les consignes K_{pi} définissant quant à elles les valeurs des différentes pressions qui devront être atteintes et maintenues au cours de ces différents paliers de pression.

La loi de correspondance CORR est définie de manière qu'à chaque nouveau palier de pression, c'est-à-dire lors de l'application de chaque nouvelle consigne de pression K_{pi} conformément au programme PROG, cette consigne de pression puisse être atteinte par l'ouverture du clapet 222, par les moyens 7 et 8 de pilotage de pression, pendant l'intervalle de temps T_{pi} correspondant à cette consigne K_{pi} .

En pratique, comme le gaz G est admis dans le réservoir G à travers l'ajutage 221, il s'écoule de façon laminaire.

La masse de gaz G admise dans le réservoir pendant une durée déterminée est donc, conformément à la loi de Poiseuille, essentiellement représentée par une fonction linéaire de cette durée, l'incidence mineure des variations de la différence entre les pressions existant en amont et en aval de l'ajutage pouvant en outre être

prise en compte et corrigée grâce à la connaissance préalable de la pression en amont de l'ajutage 221 et de la consigne Kpi à atteindre.

En variante, ou de façon cumulative, la loi de correspondance CORR peut être déterminée ou affinée expérimentalement par un calibrage préliminaire.

La loi CORR peut enfin être mémorisée sous forme d'une relation mathématique, ou plus simplement sous forme d'une ou plusieurs abaques.

10 Une fois qu'un nouveau palier de pression a été atteint de la façon indiquée ci-dessus, il convient de maintenir la pression dans le réservoir 4 à la valeur de la pression de consigne de ce palier jusqu'à l'instant où un autre palier de pression devra être atteint.

15 Comme cependant le manchon 11 peut, pendant la durée d'un palier de pression, refouler radialement la paroi du forage F et donc augmenter de volume, la pression dans le réservoir 4 peut décroître pendant cette durée et doit donc être compensée.

20 Pour ce faire, l'ordinateur 8 reçoit le signal de pression S_p en provenance du capteur de pression 5 auquel il est relié et compare ce signal de pression S_p , en permanence ou périodiquement à fréquence élevée, à la pression de consigne Kpi qui doit être maintenue pendant
25 le palier de pression en cours.

Dans le cas où le signal de pression S_p présente, par rapport à cette pression de consigne Kpi, un déficit supérieur à un seuil de tolérance prédéterminé, l'ordinateur 8 transmet à l'unité de commande 7 l'ordre
30 d'ouvrir le clapet 222 pendant un intervalle de temps prédéfini T_0 .

En pratique, l'intervalle de temps T_0 est choisi de manière que la masse de gaz traversant l'ajutage 221 pendant cet intervalle de temps soit au moins légèrement
35 supérieure à la masse de gaz nécessaire, dans le pire

cas, pour compenser le déficit de pression correspondant au seuil de tolérance.

Dans le cas où la précision souhaitée sur le maintien de la pression au cours d'un palier est élevée, c'est-à-dire dans le cas où la valeur donnée au seuil de tolérance est faible, l'intervalle de temps T0 prendra donc lui-même une valeur faible, la compensation adéquate du déficit de pression au cours d'un palier de pression étant réalisée par adaptation automatique de la fréquence d'ouverture du clapet 222 en fonction de la vitesse de la chute de pression dans le réservoir 4.

Enfin, l'ordinateur 8, qui reçoit le signal de volume Sv, assure également l'enregistrement de ce signal Sv et du signal de pression Sp de manière corrélée dans le temps, en vue du traitement ultérieur de ces signaux.

La figure 3 illustre de manière schématique le haut du réservoir 4 selon un mode de réalisation du pressiomètre selon l'invention.

Conformément à ce mode de réalisation, le conduit 33 d'alimentation en gaz G est relié, dans le volume de gaz Vg du réservoir 4, à un premier clapet 40 via un premier canal 331, et d'autre part à un deuxième clapet 41, via un deuxième canal 332. Le clapet 40 est disposé de façon à permettre l'admission du gaz G issu de la source de gaz 21 dans le réservoir 4, tandis que le clapet 41 est disposé de façon à permettre l'échappement du gaz G depuis le réservoir 4 vers le conduit 33. Les clapets 40 et 41 sont disposés à l'aide d'éléments de support 48 et 49.

Ainsi, lorsque l'on injecte du gaz G depuis la source de gaz 21 vers la sonde 1, pour procéder aux essais pressiométriques, le gaz G est admis dans le réservoir via le clapet 40. Lorsque l'on a terminé les essais et que l'on souhaite évacuer le gaz G hors du réservoir 4 en diminuant la pression de gaz, le gaz G s'échappe du réservoir 4 via le clapet 41. Grâce à la présence des

deux clapets 40, 41, le liquide L présent dans le réservoir 4 ne peut s'échapper du réservoir 4, aussi bien pendant les essais pressiométriques que pendant la manipulation de la sonde 1 en surface. La sonde 1 peut
5 ainsi être transportée horizontalement, ou même verticalement à l'envers, le réservoir 4 étant positionné en-dessous des trois manchons 11, 12, 13, sans que le liquide L ne s'échappe du réservoir 4.

Ce mode de réalisation permet ainsi un fonctionnement
10 amélioré de la sonde 1, puisque l'acheminement/échappement du gaz G dans la sonde 1 ainsi que les manipulations de la sonde 1 sont réalisés sans que le liquide L ne puisse quitter le réservoir 4. On évite ainsi des pertes de liquide L et donc des
15 remplissages du réservoir 4 fréquents.

Un clapet 40, 41 particulièrement adapté au pressiomètre selon l'invention est illustré à la figure 4. Le clapet 40, 41 comprend un corps de clapet 42. Le corps de clapet 42 est tubulaire et
20 comprend deux zones filetées 43, 44 séparées par une butée 45. Le corps de clapet 42 est prolongé par un élément tubulaire 46 de diamètre inférieur au diamètre du corps de clapet 42 et comprenant un orifice de sortie de gaz recouvert d'une enveloppe cylindrique élastique 47 en
25 caoutchouc.

En se référant à la figure 3, le clapet 40 est vissé à l'aide de la zone filetée 44 dans une zone filetée de l'élément de support 48, l'élément tubulaire 46 étant positionné à l'extérieur de l'élément de support 48, de
30 façon à permettre l'admission du gaz G vers le réservoir 4. A l'inverse, le clapet 41 est vissé à l'aide de la zone filetée 43, de façon à empêcher l'admission du gaz dans le réservoir 4 via le canal 332 et à autoriser l'échappement du gaz G depuis le réservoir 4 vers le
35 conduit 33.

Lors de l'admission du gaz G, le gaz G pénètre dans le canal 331 puis dans le clapet d'admission 40,

successivement dans le corps de clapet 42 puis dans l'élément tubulaire 46. L'extrémité du corps de clapet 42 étant fermée, le gaz G arrive ensuite à l'orifice de sortie et vient appuyer et déformer l'enveloppe
5 cylindrique élastique 47. Lorsque la déformation de l'enveloppe cylindrique élastique 47 est suffisante, le gaz G parvient dans le réservoir 4. A l'inverse, lors de l'échappement, on supprime la pression de gaz dans le conduit 31, et le gaz G peut s'échapper du réservoir 4
10 via le clapet d'échappement 41 et le tube 332.

Ainsi, si la sonde 1 est positionnée à l'envers pendant le transport, avec le réservoir 4 en-dessous des manchons 11, 12, 13, le liquide L va être en contact avec les clapets 40, 41. L'enveloppe cylindrique élastique 47
15 du clapet d'admission 40 est plaquée sur le corps de clapet 42, empêchant ainsi le liquide L de pénétrer dans le conduit 33. Du côté du clapet d'échappement 41, l'eau pénètre dans le corps de clapet 42 et arrive en appui sur la face interne de l'enveloppe élastique 47 du clapet
20 d'échappement 41. La masse du liquide L appuyant sur l'enveloppe 47 n'est pas suffisante pour déformer la membrane 47, et le liquide ne peut pas non plus pénétrer dans le conduit 33. Ainsi, le liquide L ne peut pas sortir du réservoir 4.

25 L'invention telle que décrite inclut donc également toutes les étapes de mise en oeuvre du pressiomètre tel qu'il vient d'être exposé.

REVENDEICATIONS

1 - Sonde pour pressiomètre (1), comprenant un manchon gonflable central (11), deux manchons
5 gonflables (12, 13) adjacents au manchon central (11) et situés de part et d'autre de ce dernier, un conduit d'alimentation en liquide (32) relié au manchon central (11), un conduit d'alimentation en gaz (33) relié aux manchons adjacents (12, 13), **caractérisée** en ce que
10 la sonde (1) comprend en outre un réservoir (4) destiné à contenir des volumes complémentaires (Vg, Vl) de gaz (G) et de liquide (L), le volume de liquide (Vl) du réservoir (4) étant en communication avec le manchon central (11) via le conduit d'alimentation en
15 liquide (32), le volume de gaz (Vg) du réservoir (4) étant relié au conduit d'alimentation en gaz (33).

2 - Sonde (1) selon la revendication 1, **caractérisée** en ce que le réservoir (4) comprend un capteur de volume (6) propre à fournir un signal (Sv) lié au
20 volume (Vl) du liquide (L) dans le réservoir (4).

3 - Sonde (1) selon la revendication 2, **caractérisée** en ce que le capteur de volume (6) comprend un détecteur de niveau de liquide (61).

4 - Sonde (1) selon la revendication 3, **caractérisée**
25 en ce que le détecteur de niveau de liquide (61) comprend au moins un élément résistif (610) destiné à être immergé, au moins partiellement, dans le volume de liquide (Vl) du réservoir (4), l'élément résistif (610) étant disposé sensiblement parallèlement à l'axe du
30 réservoir (4).

5 - Sonde selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisée** en ce que le réservoir (4), en configuration opérationnelle de la sonde (1), est disposé au-dessus des trois manchons gonflables (11, 12, 13).

35 6 - Sonde (1) selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisée** en ce que le réservoir (4) est cylindrique.

7 - Sonde (1) selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisée** en ce que le conduit d'alimentation en gaz (33) est relié, dans le réservoir (4), d'une part à un premier clapet (40) permettant l'admission du gaz (G) dans le réservoir (4), et d'autre part à un deuxième clapet (41) permettant l'échappement du gaz (G) hors du réservoir (4).

8 - Sonde (1) selon la revendication 7, **caractérisée** en ce que les clapets (40,41) comprennent un corps de clapet (42) muni de deux zones filetées (43,44) séparées par une butée (45), le corps de clapet (42) étant prolongé par un élément tubulaire (46) plus fin que le corps de clapet (42) et comprenant un orifice de sortie de gaz recouvert d'une enveloppe cylindrique élastique (47).

9 - Pressiomètre, **caractérisé** en ce qu'il comprend :
- une sonde (1) selon l'une des revendications 1 à 8,
- un équipement de surface (2) comprenant une source de gaz sous pression (21), un conduit (31) reliant la source de gaz (21) au réservoir (4) de la sonde (1), un capteur de pression (5) propre à fournir un signal (Sp) lié à la pression dans le réservoir (4) de la sonde (1), et
- des moyens de raccordement (30-33) de la sonde (1) à l'équipement de surface (2).

10 - Pressiomètre selon la revendication 9, **caractérisé** en ce que l'équipement de surface (2) comprend en outre des moyens de contrôle de débit (220-222) comprenant un ajutage (221) et un clapet (222), lesdits moyens de contrôle de débit (220-222) étant interposés sur le conduit (31) reliant la source de gaz (21) au réservoir (4) de la sonde (1), ainsi que des moyens (7, 8) de pilotage de pression reliés aux moyens de contrôle de débit (220-222), et dans lesquels est mémorisée une pluralité de consignes (Kpi) de pression de valeurs croissantes selon un programme (PROG)

d'applications successives dans le temps de ces consignes.

11 - Pressiomètre selon la revendication 10, **caractérisée** en ce que les moyens (7, 8) de pilotage de pression sont en outre reliés au capteur de pression (5) et sont conçus pour ouvrir le clapet (222) pendant un intervalle de temps prédéfini lorsque la différence entre le signal de pression (Sp) et la pression de consigne (Kpi) dépasse une valeur prédéterminée.

10 12 - Pressiomètre selon la revendication 10 ou 11, **caractérisé** en ce que les moyens (7, 8) de pilotage de pression comprennent une unité de commande (7) propre à actionner le clapet (222) et qui est reliée à un ordinateur (8) dans lequel sont mémorisées les consignes de pression (Kpi) et le programme (PROG) d'applications successives dans le temps de ces consignes (Kpi).

13 - Pressiomètre selon l'une des revendications 10 à 12, **caractérisé** en ce que les moyens de contrôle de débit (220-222) comprennent une électrovalve (220) portant à la fois l'ajutage (221) et le clapet (222).

fig. 1

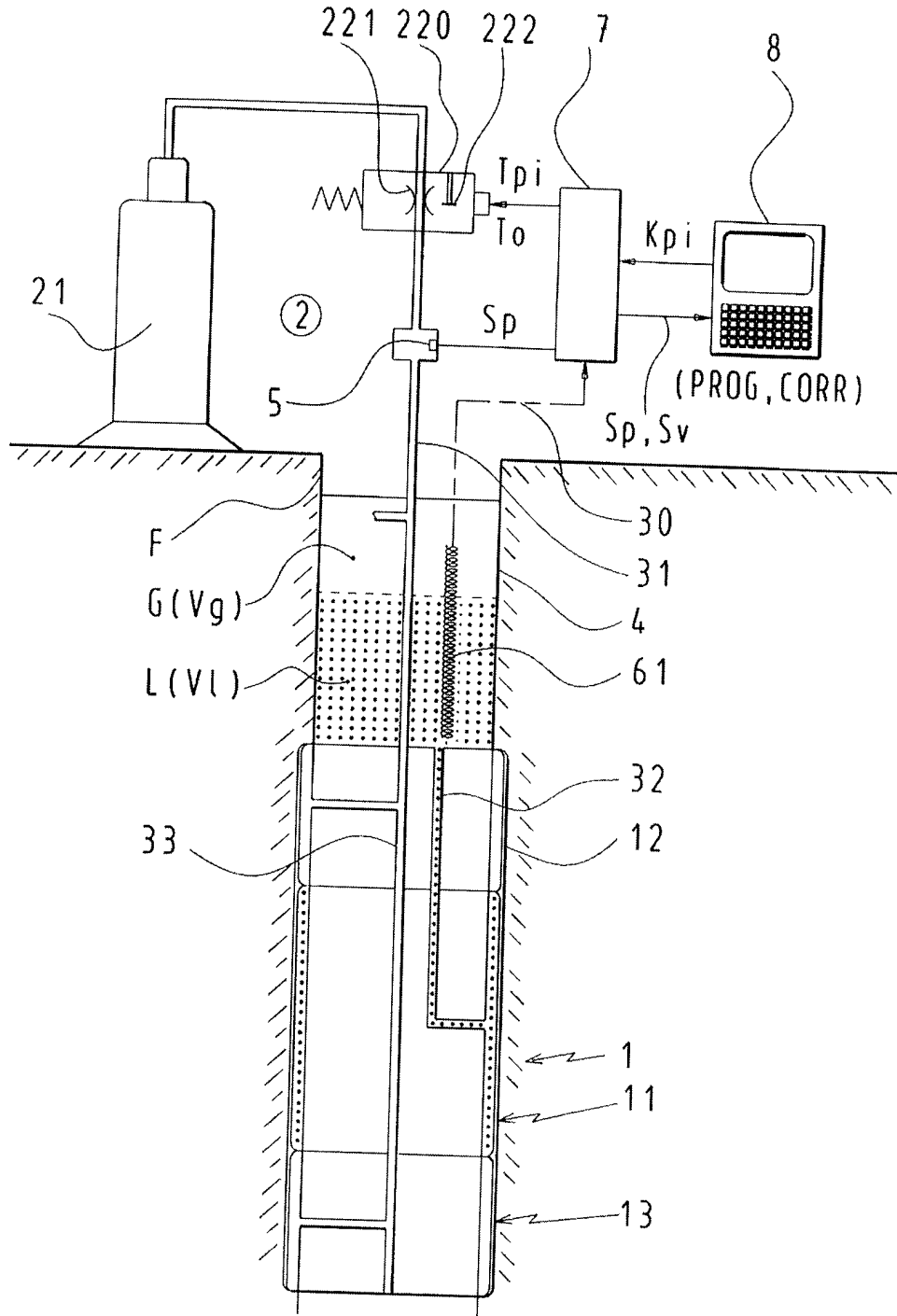


fig. 2

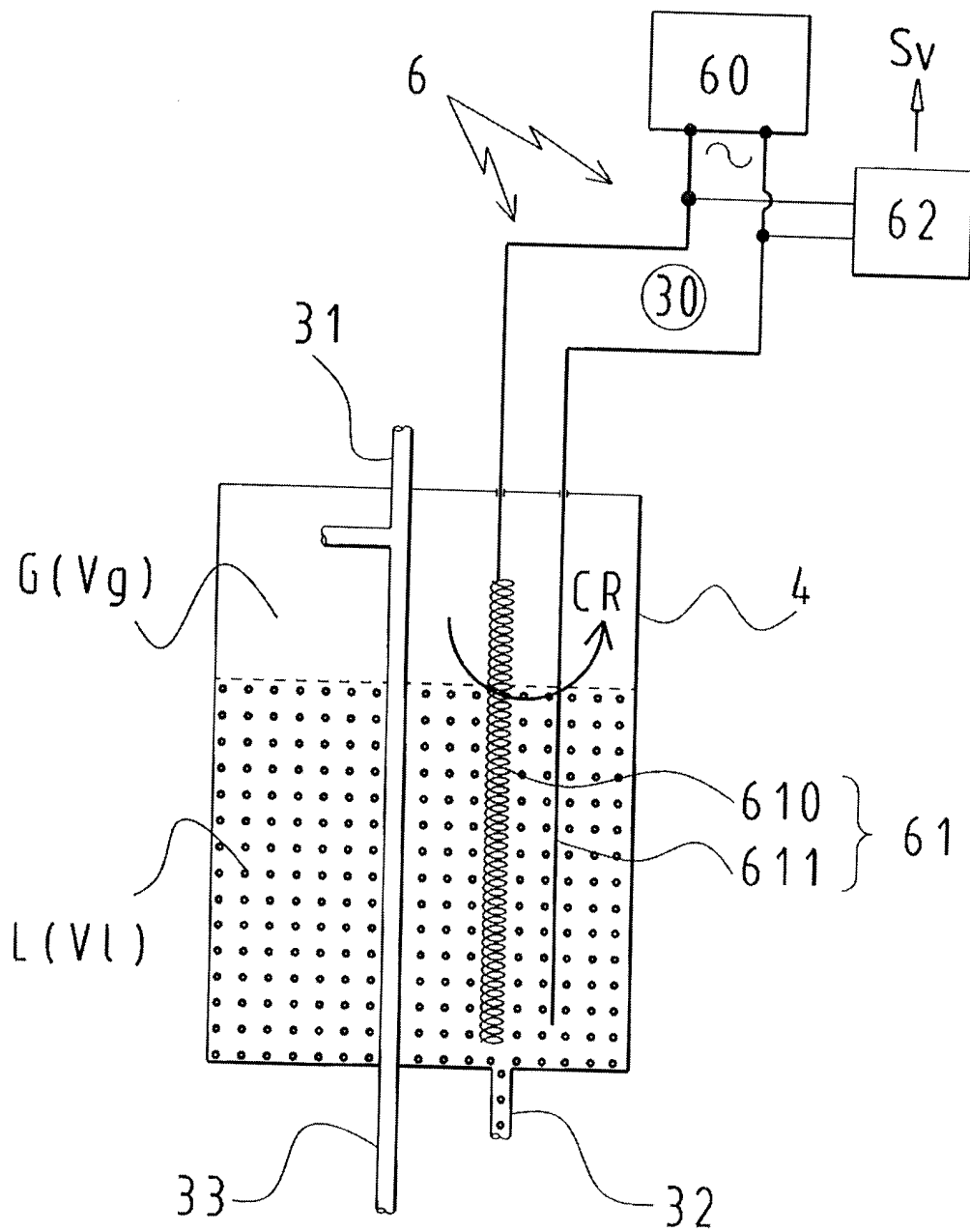


Fig. 3

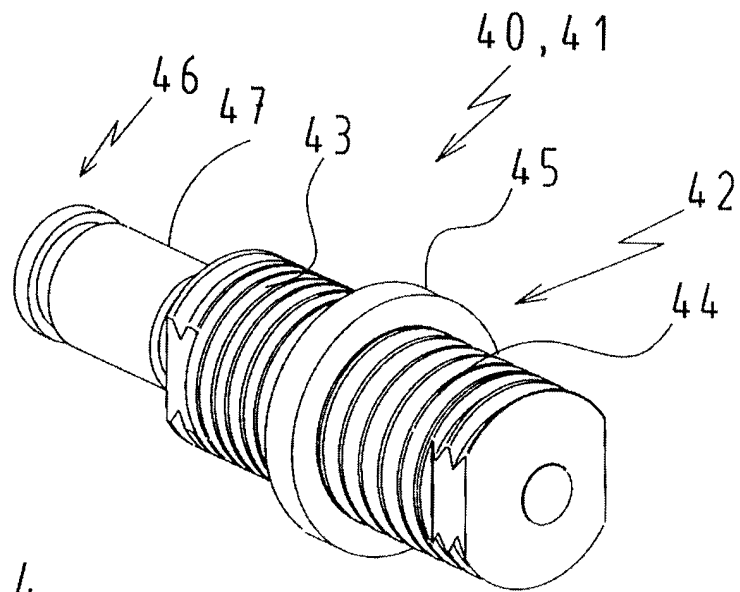
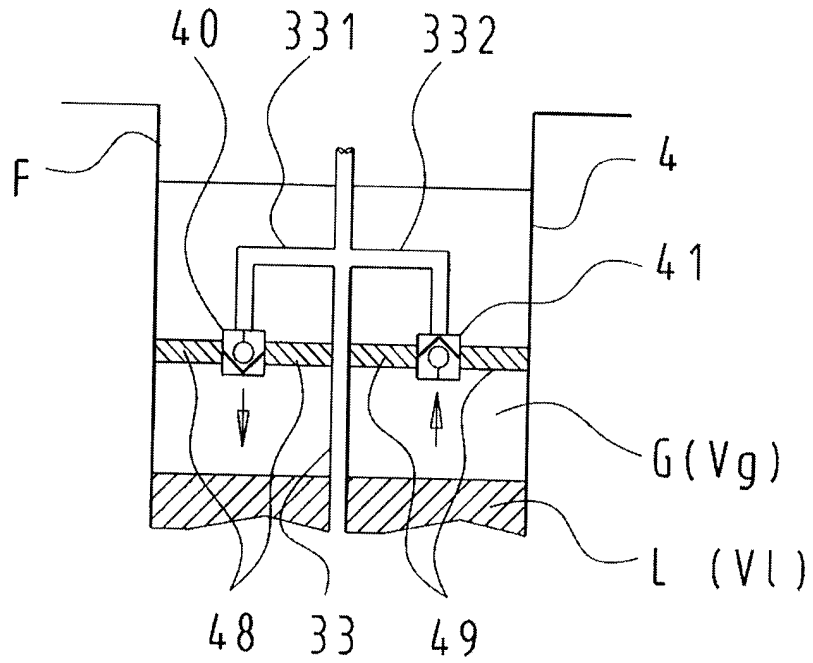


Fig. 4