

②① Numéro de dépôt: 84401000.9

⑤1 Int. Cl.³: E 02 D 1/02

②② Date de dépôt: 16.05.84

(30) Priorité: 17.05.83 FR 8308181

④3 Date de publication de la demande:
21.11.84 Bulletin 84/47

⑧4 Etats contractants désignés:
CH DE FR GB LI SE

71 Demandeur: **INTRAFOR-COFOR (Société Anonyme)**
15 rue des Sablons
F-75016 Paris(FR)

(72) Inventeur: Baud, Jean-Pierre
113, rue de la République Ollainville
F-91290 Arpajon(FR)

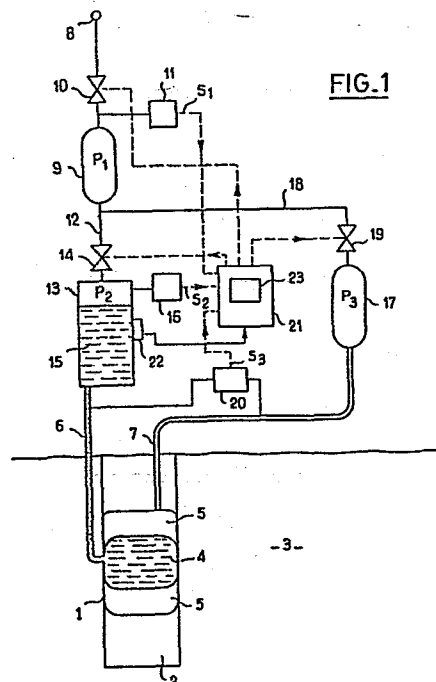
74 Mandataire: Schrimpf, Robert et al,
Cabinet Regimbeau 26, Avenue Kléber
F-75116 Paris(FR)

54 Perfectionnements aux appareils pour déterminer les variations de volume d'une cellule déformable gonflable enfoncée dans un terrain et soumise à des gradients de pression interne.

57) L'invention concerne les appareils "pressiométriques" utilisés pour déterminer les caractéristiques mécaniques d'un terrain.

L'appareil comporte des moyens qui comprennent des électrovannes (10, 14, 19), des capteurs de pression (11, 16, 20), et un bloc électronique (21) qui commande les électrovannes à partir des informations des capteurs et des informations choisies, pour assurer automatiquement une montée de la pression dans la cellule dilatable du "pressiomètre" selon le programme désiré.

L'invention s'applique à la commande de la montée en pression des sondes des appareils "pressiométriques".



PERFECTIONNEMENTS AUX APPAREILS POUR DETERMINER LES VARIATIONS DE
VOLUME D'UNE CELLULE DEFORMABLE GONFLABLE ENFONCEE DANS UN TERRAIN
ET SOUMISE A DES GRADIENTS DE PRESSION INTERNE.

L'invention concerne des perfectionnements aux appareils pour déterminer les variations de volume d'une cellule déformable dilatable enfoncée dans un terrain et soumise à des gradients de pression de gaz interne.

5 Le principe de ces appareils est exposé dans le brevet français 1 117 983 de Monsieur Louis MENARD dans lequel les appareils sont dénommés "Pressiomètres" (marque déposée). Pour l'essentiel, ils comprennent une cellule dilatable à enfoncer dans le terrain dont on veut
10 déterminer certaines caractéristiques mécaniques, des moyens pour introduire dans la cellule un liquide de gonflage, des moyens pour créer une pression de gaz sur ce liquide, et des moyens pour mesurer les variations de volume de la cellule ainsi que la pression du gaz. En
15 outre, ces appareils comportent habituellement une ou des cellules de garde qui accompagnent la cellule dilatable et qui sont soumises à une pression de gaz qui est en relation avec la pression de gaz sur le liquide de la cellule dilatable, ceci pour assurer un champ de contraintes
20 cylindrique pendant les mesures et pour faciliter le dégonflement de la cellule lorsque l'essai est terminé.

Différents appareils fonctionnant suivant ce principe ont été proposés depuis 1955 et un développement récent a été proposé dans la demande de brevet français
25 81 11630. En outre, cette technique pour la détermination in-situ des caractéristiques d'un terrain a fait l'objet d'une certaine normalisation :

ESSAI PRESSIOMETRIQUE NORMAL (Mode opératoire du
Laboratoire Central des Ponts et Chaussées). Ed. DUNOD,
30 Paris, 1971)
SONDAGE PRESSIOMETRIQUE NORMAL (D.T.U 11 de la Fédération du Bâtiment)
SUGGESTED PRACTICE FOR PRESSUREMETER TESTING IN SOILS de Ernest WINTER (1982 - ASTM).

On pourra également consulter l'ouvrage
THE PRESSUREMETER AND FOUNDATION ENGINEERING de
F. Baguelin, J.F. Jézéquel et D.H. Shields (Trans Tech
Publications, 1978).

5 L'essai "pressiométrique" consiste à imposer
des paliers de pression au liquide qui remplit la cellule
dilatante et à mesurer les volumes de la cellule corres-
pondant à ces paliers, ces volumes dépendant de la
résistance du terrain autour de la cellule.

10 L'opérateur, après avoir déterminé à priori des
valeurs de palier pour la pression de gaz sur le liquide
de la cellule dilatante, agit manuellement sur l'admission
du gaz en surveillant le manomètre qui indique la pression
de gaz pour maintenir cette pression à la valeur de palier
15 désirée pendant un certain temps et effectuer la mesure du
volume du liquide de la cellule en répétant cette opération
pour chaque palier successif.

Cette technique exige une grande dextérité pour
ne pas dépasser le palier désiré et pour maintenir la
20 valeur du palier pendant toute la durée du palier. En
pratique, la pression dérive pendant la durée du palier et
il est difficile, voire impossible, de déterminer avec
exactitude le volume correspondant à la pression de palier
désirée, parce que cette pression n'est pas réalisée ou
25 parce que cette pression n'est pas maintenue pendant un laps
de temps suffisant.

L'invention vise à éviter ces difficultés.

On y parvient, selon l'invention, au moyen d'un
dispositif qui comprend :

30 - une chambre de prédétente à relier à la source
de gaz ;

- une canalisation de gaz reliant la chambre de
prédétente à une chambre pilote où la pression du gaz
s'exerce au-dessus d'un liquide aboutissant à la cellule
35 dilatante ;

- une canalisation de gaz reliant la chambre de prédétente à une chambre tampon reliée à la ou aux cellules de garde ;

5 - un capteur de pression de gaz apte à fournir un signal S_1 représentatif de la valeur de la pression du gaz P_1 admis dans la chambre de prédétente ;

- une électrovanne apte à commander l'admission de gaz dans la chambre de prédétente ;

10 - un capteur de pression de gaz apte à fournir un signal S_2 représentatif de la valeur de la pression de gaz P_2 dans la chambre pilote ;

- une électrovanne apte à commander l'admission de gaz dans la chambre pilote ;

15 - des moyens de détection aptes à fournir un signal S_3 représentatif de la pression différentielle entre ladite pression P_2 et la pression de gaz P_3 dans la ou les cellules de garde ;

- une électrovanne apte à commander l'admission de gaz dans la cellule tampon, et

20 - un ensemble électronique de commande qui reçoit les signaux S_1 , S_2 , S_3 et qui commande les fonctionnements des électrovannes en fonction du programme prédéterminé des valeurs de P_3 et des relations désirées entre P_3 , P_2 et P_1 , de façon à réaliser ce programme et ces relations.

25 Le programme prédéterminé des valeurs de la pression P_3 et les relations désirées entre P_3 , P_2 et P_1 sont choisies par l'opérateur, par exemple en suivant les indications des normes citées plus haut.

30 L'électronique de commande est réalisable sans difficultés par un électronicien connaissant les règles de l'art et informé de ce programme et de ces relations.

On décrira ci-après un exemple de réalisation, en référence aux figures du dessin joint sur lequel :

- la figure 1 est une vue de principe du dispositif ;

- la figure 2 est une vue du dispositif de l'invention selon un mode de réalisation, et

5 - la figure 3 est une vue de différentes courbes de montée en pression obtenues à partir d'une commande manuelle ou selon la présente invention.

10 Sur le schéma de la figure 1, la sonde de mesure 1 enfoncée dans un trou de forage 2 d'un terrain 3 comprend une cellule dilatante 4 et deux cellules de garde 5 communicantes. Il ne s'agit que d'un exemple de réalisation et l'invention n'est pas limitée à cette réalisation.

15 La cellule dilatante est remplie d'un fluide incompressible, généralement de l'eau, et est reliée à la surface par une canalisation 6 qui sert à introduire (ou à évacuer) ce liquide. Les cellules de garde sont reliées à la surface par une canalisation 7 qui permet d'introduire
20 un gaz, par exemple de l'air ou de l'azote, dans ces cellules.

Une source d'air comprimé 8 est utilisée, après détente à une pression P_1 , pour fournir une pression P_2 qui s'exercera sur le fluide de la cellule dilatante et
25 une pression P_3 qui s'exercera dans les cellules de garde.

Au cours d'un essai "pressiométrique", la pression P_2 doit s'élever d'une valeur nulle à une valeur finale, par une suite arithmétique de valeurs de palier, chaque palier étant maintenu pendant une durée constante choisie
30 à priori.

a) si P_{lim} est la pression limite (estimée à priori) et N le nombre de paliers, le PAS du programme de montée arithmétique de P_2 est égal à $PAS = \frac{P_{lim}}{N}$

5 La durée T de chaque palier est fixée habituellement à 60 secondes mais cette durée, en fait, peut être choisie différente (par exemple 30 secondes).

Le nombre de pas d'un essai est généralement égal à 10 mais ce nombre peut être choisi différent.

10 Le programme de montée de la pression P_2 est donc choisi à priori à partir d'une valeur estimée de P_{lim} , d'un choix de N et d'un choix de T.

b) La pression P_3 est généralement liée à la pression P_2 de façon que la pression différentielle
-15 $P_3 - P_2$ soit égale à :

$$P_3 - P_2 = 0,1 \cdot H - 1,1$$

où H est la profondeur de la cellule de mesure exprimée en mètre et où les pressions P sont exprimées en bars.

c) la pression P_1 est généralement réglée de
20 façon que

$$P_1 \geq P_{lim} + K$$

où P_{lim} est la pression limite (estimée à priori) exprimée en bars. La constante K est choisie de façon que même si la pression limite a été sous estimée, P_1 soit cependant
25 supérieure à P_{lim} réelle. Une marge de sécurité généralement suffisante est $K = 20$.

Le dispositif de l'invention pour assurer une montée automatique de P_2 suivant le programme choisi comprend une chambre de prédétente 9 reliée à la source de
30 gaz 8 par l'intermédiaire d'une électrovanne 10, un capteur 11 pour détecter la pression de gaz P_1 dans la chambre 9 (ce capteur peut détecter cette pression dans la chambre ou en amont ou en aval de la chambre), une chambre pilote 13 reliée à la chambre de prédétente 9 par une canalisation
35 12 sous le contrôle d'une électrovanne 14, cette chambre

pilote contenant un liquide 15 sur lequel s'exerce la pression P_2 du gaz dans la chambre pilote et ce liquide 15 étant en communication avec la cellule dilatable 4; un capteur 16 pour détecter la pression P_2 (ce capteur
5 détecte la pression dans la chambre pilote ou sur le trajet du liquide 15 vers la cellule dilatable), une cellule tampon 17 reliée à la chambre de prédétente 9 par une canalisation 18 sous le contrôle d'une électrovanne 19 et reliée à la canalisation 7 qui conduit aux cellules de garde, un capteur différentiel 20
10 qui détecte la différence de pression entre la pression de gaz P_2 et la pression de gaz P_3 de la cellule tampon, et un bloc de commande électronique 21 qui reçoit les signaux de sortie S_1 , S_2 , S_3 des capteurs 11, 16, 20 et qui commande les électro-
15 vannes 10, 14, 19 de façon à réaliser le programme défini en a) et les relations définies en b) et c). En bref, ce bloc électronique, à partir des données que lui fournit l'opérateur (P_{lim} estimée, profondeur de la cellule de mesure, nombre et durée des paliers) réalise le programme
20 de montée de la pression P_2 .

Les valeurs du volume de la cellule dilatable que l'on peut déterminer par exemple en suivant les variations du volume V de liquide 15 dans la cellule pilote 13 sont, d'autre part, captées par un moyen
25 quelconque approprié 22 et sont lues pour chaque palier de pression par le bloc 21. Un écran 23 permet de visualiser les couples P_2 , V pour chaque valeur de palier.

En pratique, selon le type de Pressiomètre utilisé, le dispositif peut être plus compliqué.

30 La figure 2 est un exemple d'un dispositif conçu pour un Pressiomètre de commerce.

On voit sur cette figure que le dispositif est complété par des électrovannes 24, 25, 26 qui commandent, en tant que de besoin, la mise à l'échappement de la chambre de prédétente 9, de la chambre pilote 13 et de la cellule tampon 17. Ces électrovannes sont également commandées par le bloc électronique 21 pendant la phase de descente de la pression P_2 lors du dégonflage de la cellule dilatable 4.

Chaque couple électrovanne d'admission-électrovanne d'échappement peut être constitué par une électrovanne unique de façon en soi connue.

Dans une variante de réalisation perfectionnée, le bloc électronique est conçu pour assurer un certain nombre de sécurités, notamment les opérations suivantes :

- terminer prématurément l'essai si le volume de la cellule dilatable approche la capacité limite de cette cellule (par exemple si ce volume dépasse 550 cm³ pour une capacité limitée fixée à 600 cm³).

- terminer prématurément l'essai si la pression P_2 approche une pression de sécurité, par exemple une pression de 70 bars.

- calculer à partir des premières mesures le module "pressiométrique"

$$E = \frac{8}{3} \left(V_{REF} + \frac{V_{(i)} + V_{(i-1)}}{2} \right) \frac{P_i - P_{i-1}}{V_i - V_{i-1}}$$

(où V_{REF} qui dépend de la sonde est par exemple égal à 585),

- en déduire la valeur limite correspondante de la pression

$$P'_{lim} = \frac{E}{10}$$

- comparer cette valeur à la P_{lim} estimée à priori, corriger la valeur du PAS si le rapport P'_{lim}/P_{lim} est extérieur à une gamme choisie A-B (où A est par exemple un nombre compris dans l'intervalle 0,4-1,5 et B est par exemple un nombre compris dans l'intervalle 1,5-3) et

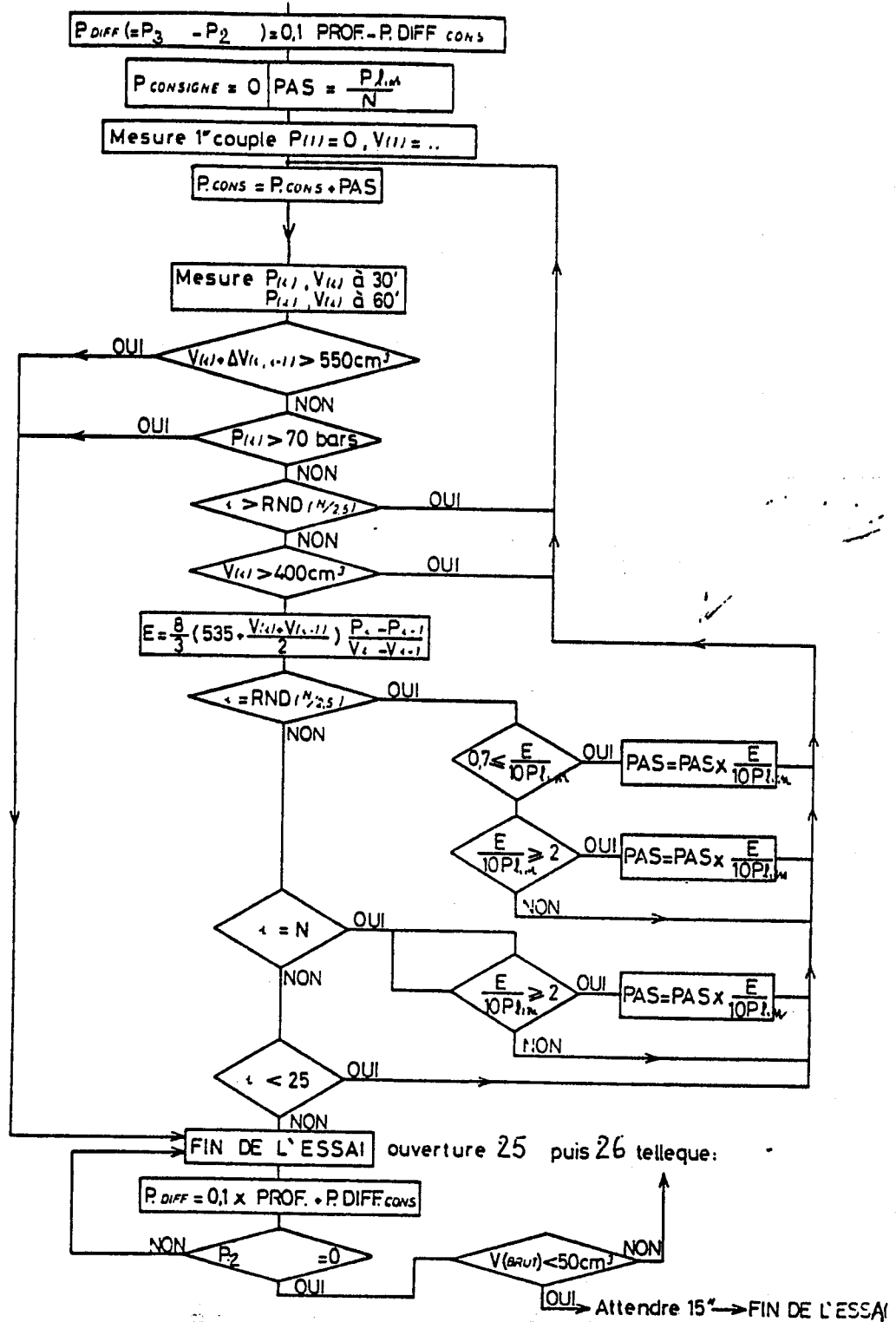
- provoquer un nouvel essai avec la nouvelle valeur du PAS.

Le tableau I est un organigramme qui illustre le fonctionnement du bloc électronique. Dans ce tableau, l'indice i signifie que la valeur indiquée correspond au palier (i) de la série arithmétique des paliers de la pression P_2 . Dans ce tableau, $RND(N/2,5)$ signifie valeur arrondie de $N/2,5$.

Le tableau I est un exemple type des indications utiles à l'homme de métier électronique pour réaliser un bloc de commande à partir de microprocesseurs, transistors, et analogues.

La figure 3 montre pour l'exemple des courbes de montée en pression obtenues à partir d'une commande manuelle plus ou moins expérimentée (courbes C_1 , C_2) ou à partir d'une commande automatique (courbe C_3).

TABLEAU I



REVENDICATIONS

1. Appareil pour déterminer les variations de volume d'une cellule dilatable, cette cellule étant remplie d'un fluide incompressible soumis à la pression d'un gaz provenant d'une source de gaz et cette cellule étant accompagnée d'une ou de plusieurs cellules de garde également soumises à la pression d'un gaz, l'ensemble de la cellule gonflable et de la ou des cellules de garde constituant une sonde à enfoncer dans un terrain dont on veut déterminer des caractéristiques mécaniques, appareil caractérisé en ce qu'il comprend :
- une chambre de prédétente 9 à relier à la source de gaz 8 ;
 - une canalisation de gaz 12 reliant la chambre de prédétente à une chambre pilote 13 où la pression du gaz s'exerce au-dessus d'un liquide 15 aboutissant à la cellule dilatable 4 ;
 - une canalisation de gaz 18 reliant la chambre de prédétente 9 à une chambre tampon 17 reliée à la ou aux cellules de garde 5 ;
 - un capteur de pression de gaz 11 apte à fournir un signal S_1 représentatif de la valeur de la pression du gaz P_1 admis dans la chambre de prédétente ;
 - une électrovanne 10 apte à commander l'admission de gaz dans la chambre de prédétente ;
 - un capteur de pression de gaz 16 apte à fournir un signal S_2 représentatif de la valeur de la pression de gaz P_2 dans la chambre pilote ;
 - une électrovanne 14 apte à commander l'admission de gaz dans la chambre pilote ;
 - des moyens de détection 20 aptes à fournir un signal S_3 représentatif de la pression différentielle entre ladite pression P_2 et la pression de gaz P_3 dans la ou les cellules de garde ;

- une électrovanne 19 apte à commander
l'admission de gaz dans la cellule tampon 17, et

- un ensemble électronique de commande 21 qui
reçoit les signaux S_1 , S_2 , S_3 et qui commande les
fonctionnements des électrovannes en fonction du
programme prédéterminé des valeurs de P_3 et des relations
désirées entre P_3 , P_2 et P_1 , de façon à réaliser ce
programme et ces relations.

2. Appareil selon la revendication 1, caractérisé
en ce qu'il comprend des électrovannes (24, 25, 26) qui
commandent respectivement la mise à l'échappement de la
chambre de prédétente 9, de la chambre pilote 13 et de la
cellule tampon 17, ces électrovannes étant commandées par
ledit bloc électronique 21 pendant la phase de descente
de la pression P_2 lors du dégonflage de la cellule
dilatatable 4.

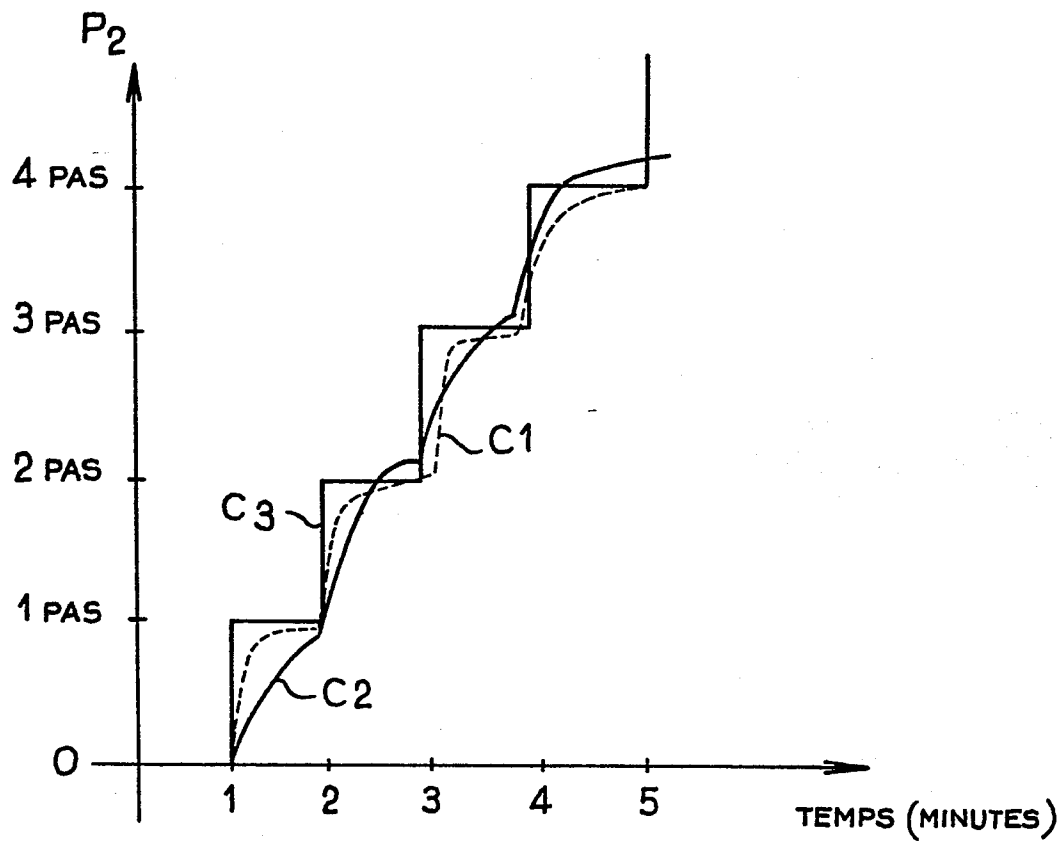
3. Appareil selon la revendication 1 ou 2,
caractérisé en ce que ledit bloc électronique 21 est conçu
pour terminer prématurément l'essai si le volume de la
cellule dilatatable approche la capacité limite de cette
cellule.

4. Appareil selon l'une des revendications 1 à 3,
caractérisé en ce que ledit bloc électronique est conçu
pour terminer prématurément l'essai si ladite pression de
gaz de la chambre pilote approche une pression de sécurité.

5. Appareil selon l'une des revendications 1 à 4,
caractérisé en ce que ledit bloc électronique 21 est
conçu pour calculer la valeur limite correspondant au
module "pressiométrique", comparer cette valeur à la pression
limite estimée à priori, corriger la valeur du PAS si le
rapport des deux valeurs est extérieur à une gamme choisie
et provoquer un nouvel essai avec la nouvelle valeur du
PAS.

The diagram illustrates a complex fluid control system, likely for a medical or industrial probe. Key components include:

- Main Supply (12):** The primary fluid source at the top of the system.
- Pressure Monitoring:** Three pressure gauges are shown: P_1 (main supply), P_2 (probe inlet), and P_3 (intermediate line).
- Flow Control:** Multiple valves (10, 14, 19, 24, 25, 26) and a central control unit (16) with signal inputs S_1 , S_2 , and S_3 manage the flow.
- Probe Assembly (SONDE):** A dashed box at the bottom contains the probe's internal components, including a filter, gauges, and outlets 4, 5, 6, and 8.
- Reservoir:** A circular component labeled "RESERVOIR" is connected to the main line via valve 25.

FIG_3



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0126010

Numéro de la demande

EP 84 40 1000

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 3)
A	FR-A-2 376 422 (MENARD) * page 4, lignes 8-34; page 5, lignes 3-9 et 19-22; figures 1,2 *	1	E 02 D 1/02
A, D	FR-A-2 512 860 (MENARD)		
A	US-A-3 858 441 (COMEAU)		
A	FR-A-2 140 767 (NAUCHNO- ISSLEDOVATELSKY)		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 3)
			E 02 D
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 27-08-1984	Examineur RUYMBEKE L.G.M.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
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 antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	