



(19)

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 705 941 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
10.04.1996 Bulletin 1996/15

(51) Int. Cl.⁶: E02D 1/02, E21B 47/06,
E21B 49/00

(21) Numéro de dépôt: 94400638.6

(22) Date de dépôt: 24.03.1994

(84) Etats contractants désignés:
BE DE GB IT NL

(71) Demandeur: Iskander, Khalil Fahmy
F-75526 Paris Cédex 11 (FR)

(72) Inventeur: Iskander, Khalil Fahmy
F-75526 Paris Cédex 11 (FR)

(54) Appareil à membrane à piezo-incliné

(57) Procédé et dispositif pour mesurer des caractéristiques mécaniques du sol permettant de:

- 1 Mesurer les changements de volume de la cellule à membrane (7) et la pression interstitielle au voisinage, à son niveau (6) de déformation maximale en fonction de la pression exercée dans le tube à membrane (7);
- 2 Avoir un système pour éviter le colmatage du piezomètre (5).

L'appareil se compose d'une cellule à membrane (7) équipé juste au-dessus par un piston incliné (8) ayant un piezomètre (5) à l'extrémité de son tube de manoeuvre (12), la sortie et rentrée du tube de manoeuvre (12) dépendent des canalisations (1-3).

Le piezomètre (5) est constitué d'un capteur logé dans une pierre poreuse. La canalisation (2) comprend deux voies: une pour raccorder le capteur dans le piezomètre (5) à l'ordinateur (15), l'autre pour un fluide sous pression qui nettoie la pierre poreuse.

La canalisation (4) alimente en pression le tube à membrane (7).

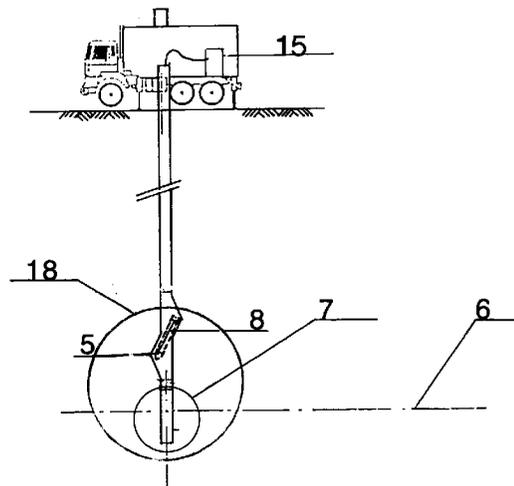


FIG (1)

EP 0 705 941 A1

Description

INTRODUCTION

Différents essais in-situ sont utilisés pour étudier les caractéristiques de mécanique du sol, ainsi que la capacité portante et le tassement du sol dont :

1. essai de pénétration statique
2. essai pressiométrique

ESSAI DE PÉNÉTRATION STATIQUE

Ce type d'expérience consiste à utiliser un tube vertical, dont l'extrémité contient un capteur de force et un autre de la pression interstitielle.

La méthode de mise en oeuvre s'effectue de la manière suivante:

- Faire pénétrer le tube vertical dans le sol avec une vitesse connue.
- Au cours de la pénétration et à chaque 20 cms de profondeur, on enregistre la mesure de résistance du sol contre la pénétration du tube et ainsi, la mesure de la pression interstitielle.

Alors dans ce type d'expérience, tous les mesures sont en fonction de la pénétration, et la vitesse de pénétration est un facteur de la méthode de mise en oeuvre.

L'inconvénient de ce type d'expérience est qu'il :

- 1 apparait le problème de colmatage qui empêche de mesurer la pression interstitielle.
- 2 il s'est avéré que :

- a. toute modification de la vitesse de pénétration provoque un effet important sur la valeur de la pression interstitielle.
- b. si on fait des essais avec deux appareils différents de même type dans le même endroit du même site. Alors, les mesures obtenues sont différentes les unes des autres.

En conséquence, la mesure de la pression interstitielle au cours des expériences de pénétration manque de précision et se heurte au problème du colmatage. Or, on ne peut pas admettre des mesures de la pression interstitielle en fonction de la résistance du sol au cours de pénétration pour déterminer la capacité portante et le tassement du sol.

2. ESSAI PRESSIOMÉTRIQUE

Il existe trois catégories de pressiomètre reposant sur leur méthode de mise en oeuvre:

- 2.1 pressiomètre avec foravage préalable (PFP)
- 2.2 pressiomètre à enfoncé (PMF)
- 2.3 pressiomètre auto-foreur (PAF)

2.1 pressiomètre avec forage préalable (PFP)

C'est une sonde à trois cellules installée dans une cavité. La sonde est alimentée par un liquide sous pression. L'augmentation de la pression de ce liquide fait gonfler la sonde. Pour chaque mètre de profondeur, on détermine la capacité portante et le tassement du sol par la relation entre les mesures de changement de la pression antérieure et le changement du volume de la cellule centrale de mesure.

L'inconvénient de ce type d'appareils :

- a) L'inexistence des mesures de la pression interstitielle,
- b) La détermination de la capacité portante et le tassement dépendent des expériences et des déductions,
- c) Ce genre d'essai nécessite un temps assez long sur le site.

2.2 PRESSIOMÈTRE A ENFONCÉ (PMF)

Pénétration dans le sol par l'intermédiaire de tube vertical terminé par une sonde mono-cellulaire à membrane alimentée par un liquide sous pression.

Pour chaque mètre de profondeur on arrête la pénétration du système pour déterminer la capacité portante et le tassement suivis des mêmes étapes de la précédente procédure.

Cet appareil a les mêmes avantages et les mêmes défauts que celui décrits (2.1) mais le remaniement dans ce cas est le résultat du refoulement.

2.3 PRESSIOMÈTRE AUTO-FOREUR (PAF)

L'appareil consiste d'une sonde mono-cellulaire précédée d'une carottier à paroi mince portant la cellule à membrane de mesure.

Il existe deux genres d'appareils :

- l'appareil français: pressiomètre auto-foreur (PAF) du LCPC avec sa membrane soutenue par un liquide.
- l'appareil anglais: pressiomètre auto-foreur de Cambridge.

Les deux appareils s'accordent sur le principe, mais l'appareil anglais comprend en plus un capteur de la pression interstitielle au milieu de la cellule à membrane, cette cellule à membrane est équipée de ressorts avec des jauges des déformations.

Ce deux genres d'appareils permet d'éliminer les inconvénients du remaniement du sol au contact de la sonde par le forage préalable ou par le refoulement à cause de l'enfoncement.

L'inconvénient de ce type d'appareils :

- a) Dans l'appareil anglais Le pressiomètre de Cambridge (PAF), étant donné que le capteur de la pres-

sion interstitielle est fixé dans la cellule de mesure, celui-ci mesure la pression interstitielle en fonction de la pression horizontale exercée par la sonde sur le sol dans l'anneau plastique constitué directement autour de la cavité; surtout dans le cas des sols cohérents . et par rapport aux sols non-cohérents les liens entre les contraintes créés just autour la cavité et la consolidation du sol deviennent trop complex. Mais, pour déterminer la capacité portante et le tassement du sol, l'intérêt est de relever les mesures dans l'anneau élastique en son extérieur.

b) Mesurer les déformations d'une cavité s'exprime ni les déformations plastiques ni élastiques étant donné que l'anneau élastique empêche l'anneau plastique qu'il déforme librement plastique.

Je souhaiterais affirmer que :

Il est impossible de déterminer la capacité portante et le tassement du sol par l'unique mesure de la pression interstitielle. Mais, il faut mesurer des relations de chacun de changements de la pression interstitielle et la résistance du sol en fonction d'une charge exercée.

Ainsi, le but de l'appareil objet de la présente invention est de construire et d'enregistrer les mesures des relations entre les trois paramètres suivantes:

- La pression du fluide alimentant la cellule à membrane.
- Le volume de la cellule à membrane.
- La pression interstitielle d'un élément, sa place est précis avec certaines conditions pour que les mesures s'accommodent avec le concept de la méthode scientifique concernant l'appareil objet de la présente invention. Ces conditions du placement du capteur de la pression interstitielle (piezomètre) sont :

a. au niveau des déformations maximales de la cellule à membrane.

b. au voisinage de la cellule à membrane et en deça d'une distance de 10 cms.

C'est pourquoi L'appareil l'objet de la présente invention est constitué de deux parties principales, ne peut pas séparer l'un de l'autre. Les deux parties sont:

- a. appareil à membrane: l'origine (la ressource) de la charge. La pression du fluide alimentant la cellule à membrane, exerce une pression horizontale sur la cavité du sol. Cette pression conduit à une expansion de la cavité résultant du gonflement de la cellule à membrane.
- b. piezomètre (capteur de la pression interstitielle): au voisinage de l'appareil à membrane dans un emplacement précis avec ses certaines conditions .

Alors, si on compose l'invention d'un ensemble d'un des appareils à membrane en parallèle avec un des piezo-

metres existants, Et étant donné que, les piezomètres existants peuvent être classés en deux catégories :

1. piezomètre à enfoncé.
2. piezomètre pour forage.

on se heurte à l'inconvénient qui suit :

1. Etant donné que; la distance requise entre l'axe de l'appareil à membrane et celui du piezomètre, doit être loin d'une courte distance. Alors, l'installation de deux appareils en parallèle conduit à des remaniements trop élevés, non-acceptable quel que soit la méthode d'installation de chacun des deux appareils:

- a. dans le cas d'un ensemble, soit de deux appareils pour forage ou soit un appareil à enfoncé et l'autre pour forage; l'installation conduit à détruire la partie du sol entre les deux appareils.
- b. dans le cas d'installation d'un ensemble de deux appareils à enfoncé en parallèle il résulte un refoulement trop élevé.

2. Les piezomètres qui sont actuellement utilisés ne sont pas adaptés à mesurer la pression interstitielle à chaque mètre de profondeur.

On confirme que l'essentiel dans la conception de la présente invention peut se résumer comme suit :

1. Montage d'un capteur de la pression interstitielle (piezomètre) à l'extrémité de tube de manoeuvre d'un piston incliné directement juste au dessus d'une cellule à membrane (d'un appareil à membrane) qui exerce une pression horizontale sur la cavité du sol.

Le but du piston incliné est d'amener le capteur de la pression interstitielle (piezomètre) au voisinage de la cellule à membrane pour que le piezomètre soit au niveau des déformations maximales de la cellule et sur une distance supérieure ou égale au maximum au rayon de l'anneau plastique crée autour de la cavité.

2. L'introduction du piezomètre (capteur de la pression interstitielle) s'effectue par pénétration au moyen du tube de manoeuvre du piston incliné; Pour éviter le problème du colmatage qui gene la mesure de la pression interstitielle -ce qui est le cas dans l'essai de pénétration - on procède de la manière suivante:

2.1 Maintenir en permanence le piezomètre dans un fourreau dans le tube d'intermédiaire de l'appareil, quel que soit la méthode de mise en place de l'appareil l'objet de la présente invention.

2.2 Le piezomètre, au bout du tube de manoeuvre du piston incliné, est emboîté dans un cylindre qui sert à éviter le colmatage pendant la pénétration du tube de manoeuvre du piston incliné. Lors du mouvement où le piezomètre approche du niveau de mesure, il se dégage du cylindre qui reste sur place tout en étant relié à celui-ci par des liens souples attachés à l'extrémité profonde de la chambre d'huile du piston incliné. le tube de manoeuvre contenant le piezomètre continue sa course jusqu'au niveau des mesures .

2.3 Le tube de manoeuvre du piston incliné contenant le piezomètre a son embout, contient un élément hydraulique assurant le decolmatage pendant sa pénétration .

A la suite des explications qui précèdent, il est à signaler que:

- Le piston incliné est une partie indivisible de l'appareil objet de la présente invention (appareil à membrane à piezo - incliné) et son role est une partie de la méthode de mise en oeuvre .

Le piston incliné est dimensionné sous le condition suivante :

Le déplacement du piston incliné (double track) est suffisamment long pour permettre au tube de manoeuvre du piston incliné d'amener le piezomètre, qui est fixé à son extrémité, jusau'à l'endroit précis.

- On n'enregistre jamais les mesures de la pression interstitielle au cours de la pénétration ni du tube de manoeuvre du piston incliné ni de l'appareil objet de la présente invention .

DESCRIPTION DE L'APPAREIL

L'appareil objet de l'invention peut être en deux catégories reposant sur la méthode de mise en place de la sonde.

Type I : Appareil à membrane à enfoncer à piezo-incliné

La sonde (l'ensemble de l'appareil à membrane et du piezomètre) est enfoncée dans le sol par l'intermédiaire d'une tige verticale d'un diamètre d'au moins 4.0 cm. Toutes les canalisations qui alimentent la sonde, passent dans la tige verticale et dans le corps du piston incliné dehors de sa chambre d'huile.

Type II : Appareil à membrane pour forage à piezo-incliné

Soit par forage (d'un diamètre d'au moins 6.00cm) préalable ou soit par autoforeur, car toutes les canalisations qui alimentent la sonde passent dans la cavité et autour du piston incliné.

Le tube de manoeuvre du piston incliné est en forme télescopique.

Détails explicatifs des dessins de l'appareil objet de la présente invention de type I : de page 1.4 à 4.4

fig 1 : montre l'assemblage global du système de l'appareil de l'invention du type I pour l'étude de mécanique des sols.

- (7) : cellule à membrane.
 (18) : L'appareil objet de la présente invention à enfoncer de type I (appareil à membrane à enfoncé à piezo-incliné)
 (6) : Niveau de mesure . Ce niveau de mesure se répète tous les mètres par rapport à la surface du sol.
 (5) : Le piezomètre (pierre poreuse contient le capteur de la pression interstitielle)
 (8) : Piston à l'extrémité de son tube de manoeuvre (12) est le piezomètre (5)
 (15) : Ordinateur raccordé au piezomètre (5) pour enregistrer la pression interstitielle au niveau (6) au voisinage de la cellule à membrane (7) .

Coupe verticale suivant S-S, montre:

- l'emplacement des coupes suivant A-A, B-B, C-C et D-D, voir page page 3 / 4
 - l'emplacement du détail (F), voir page 4.4

(8) : piston incliné par rapport à l'axe vertical du système
 canalisations (1), (3) : ressources de pression pour faire sortir et rentrer du tube de manoeuvre (12) du piston (8).

canalisation (2) :
 comprend deux voies :

- une pour raccorder le capteur dans le piezomètre (5) à l'ordinateur (15) (fig (1)).
 - l'autre voie pour fournir du fluide sous pression qui nettoie la pierre poreuse du piezomètre (5)

(20) : espace autour du piezomètre (5)

(13) : la chambre d'huile du piston (8)

(12) : le tube de manoeuvre du piston (8) qui

glisse autour d'un tube fixe (17).

page 3/4 : coupe suivant A-A , B-B, C-C, D-D.

détail (F) : détail au bout du tube de manoeuvre (12) du piston (8) et le système de la protection du piezomètre (5) (pierre poreuse et le capteur) du colmatage pendant la pénétration dans le sol

(16) : pièces d'étanchéités.

(10) : cylindre qui emboite la pierre poreuse du piezomètre(5).

(14) : lien qui relie le cylindre (10) au système et est en longueur de 5 cm moins long que la longueur du tube de manoeuvre (12) du piston (8).

4. L'appareil objet de l'invention de type (I), (appareil à membrane à enfoncé à piezo - incliné), contient quatre canalisations numérotées de (1) à (4) :

(1) : Dans la canalisation (1) l'huile sous pression fait sortir le tube (12) de manoeuvre du piston (8) de sa place à une distance suffisante pour arriver au niveau (6); niveau de déformation maximale de la sonde pressiométrique (7).

(2) : La canalisation (2) comprend deux voies :

- L'une pour contient un cable électrique qui joint le capteur du piezomètre (5) à un ordinateur (15) de l'enregistrement de la pression interstitielle.
- Dans l'autre voie passe un fluide sous pression qui assure le nettoyage de la pierre poreuse du piezomètre (5).

(3) : La canalisation (3) contient l'huile sous pression permettant la retour du tube de manoeuvre (12) du piston (8) à sa position initiale.

(4) : La canalisation (4) alimente la sonde pressiométrique (7) par ses ressources des chargements (fluide sous pression).

La pierre poreuse du piezomètre (5) est emboîtée par un cylindre (10) qui sert à éviter le colmatage pendant la pénétration du système ainsi qu'à éviter la rentrée des petits grains du sol dans la chambre (13) d'huile du piston (8).

L'espace (20) permet la mise en place des liens (14).

Le fluide sous pression circulant dans la canalisation (2) évite le déplacement du cylindre (10) par rapport à la pierre poreuse du piezomètre (5). Lors du mouvement ou le piezomètre (5) approche au niveau (6), elle se dégage du cylindre (10) qui reste sur place par l'effet du lien (14).

Le tube de manoeuvre (12) contenant le piezomètre (5) continue sa course jusqu'au niveau (6). Le fluide dans la canalisation (2) s'évacue à travers la pierre poreuse du piezomètre (5).

5 Dans son mouvement de retour à sa position initiale, le tube de manoeuvre (12) du piston (8) s'emboite dans le cylindre (10) et l'entraîne dans son mouvement.

Revendications

1. Procédé de mesure des caractéristiques mécaniques des sols du type consistant à enfoncer verticalement dans le sol ou par forage une cellule à membrane (7) dans lequel on introduit sous pression un liquide, à mesurer l'augmentation de volume de la cellule à membrane en fonction de la pression exercée caractérisé en ce qu'il consiste à introduire dans le sol selon une direction inclinée à partir de la partie juste supérieure de la cellule à membrane (7) un capteur de pression jusqu'à une position en vis-à-vis du niveau (6) des déformations maximales de la cellule à membrane (7) et à mesurer le changement des mesures du capteur de la pression au niveau (6) en fonction de la pression dans la cellule à membrane(7) de manière à mesurer la pression interstitielle au voisinage de la cellule à membrane (7).

2. Dispositif pour mesurer des caractéristiques mécaniques des sols pour la mise en oeuvre du procédé selon revendication 1 du type comprenant un tube vertical l'intermédiaire comportant une cellule à membrane(7), caractérisé en ce qu'il est constitué d'un fourreau muni d'un piston incliné (8) par rapport à l'axe du tube vertical, l'intermédiaire et à l'extrémité du tube de manoeuvre (12) du piston (8), un piezomètre(5) muni du capteur de la pression interstitielle et d'élément hydraulique pour éviter le colmatage.

3. Dispositif selon la revendication 2 caractérisé en ce que cette cellule à membrane (7) est alimentée en pression par un tube intermédiaire, et en ce qu'il comporte en plus trois canalisations; les canalisations (1)&(3) sous pression destinées à faire sortir et rentrer le tube de manoeuvre(12) du piston (8), et la canalisation (2) comprenant deux voies, une pour raccorder le capteur de la pression interstitielle à un ordinateur (15) d'enregistrement et l'autre pour fournir du fluide sous pression assurant le décolmatage du piezomètre (5).

4. Dispositif selon la revendication 2 ou 3 caractérisé en ce que la canalisation (2) est emboîtée dans un tube fixe (17) pour la protéger de l'effet de la pression d'huile dans la chambre d'huile (13) du piston incliné (8).

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 4 caractérisé en ce que le piezomètre (5)

est muni d'un cylindre (10) de protection et est retenu par des liens(14).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

6

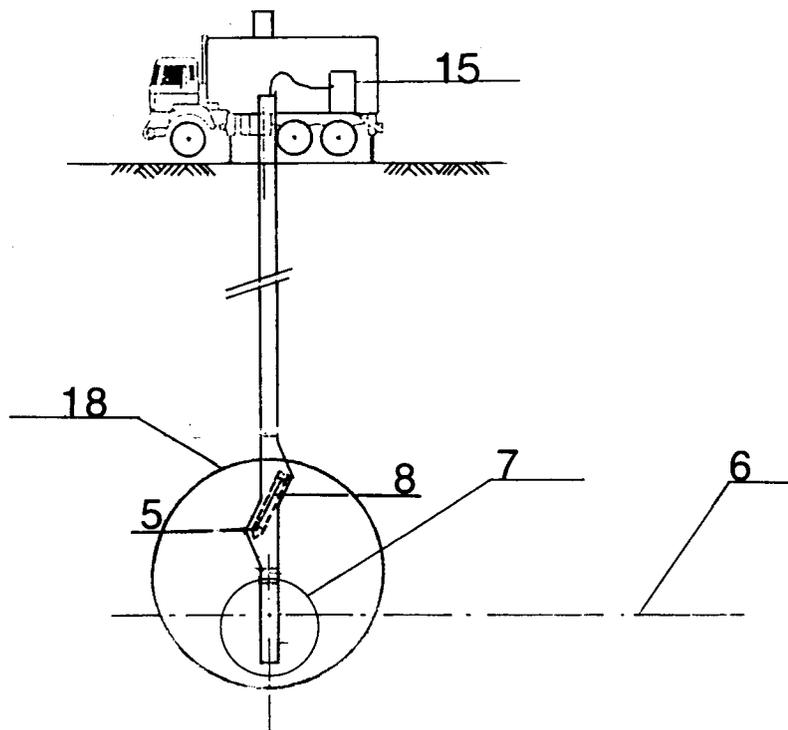
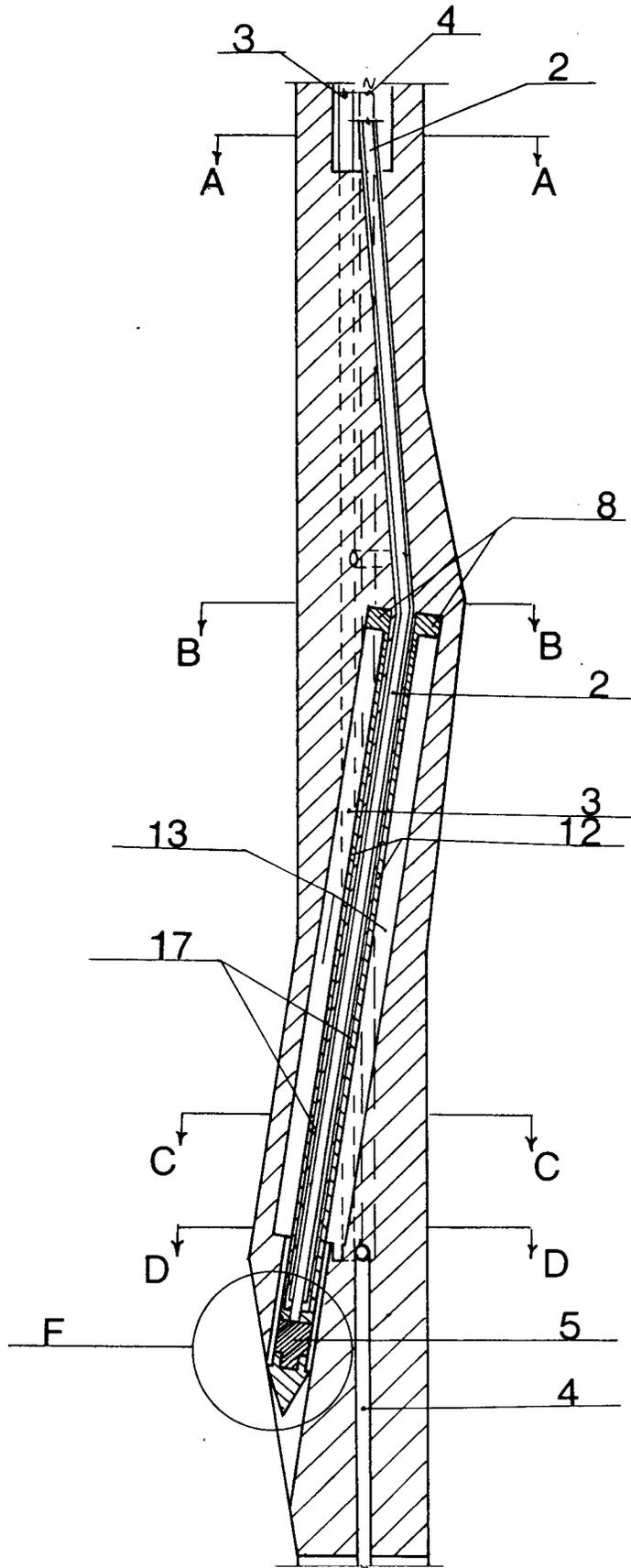
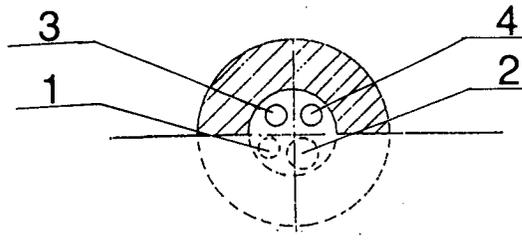


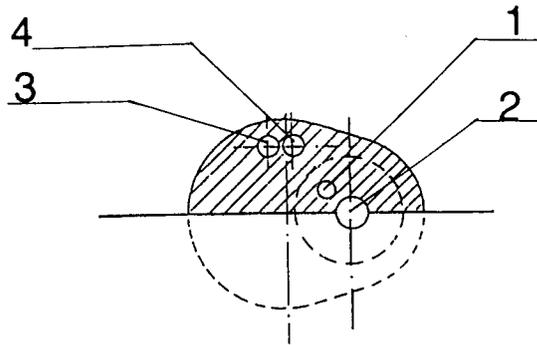
FIG (1)



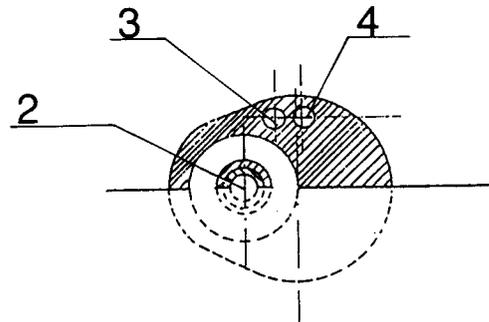
COUPE S : S



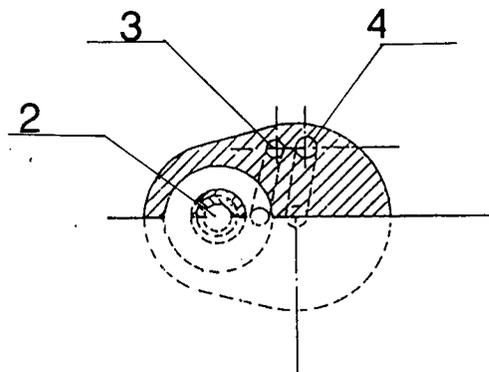
COUPE A : A



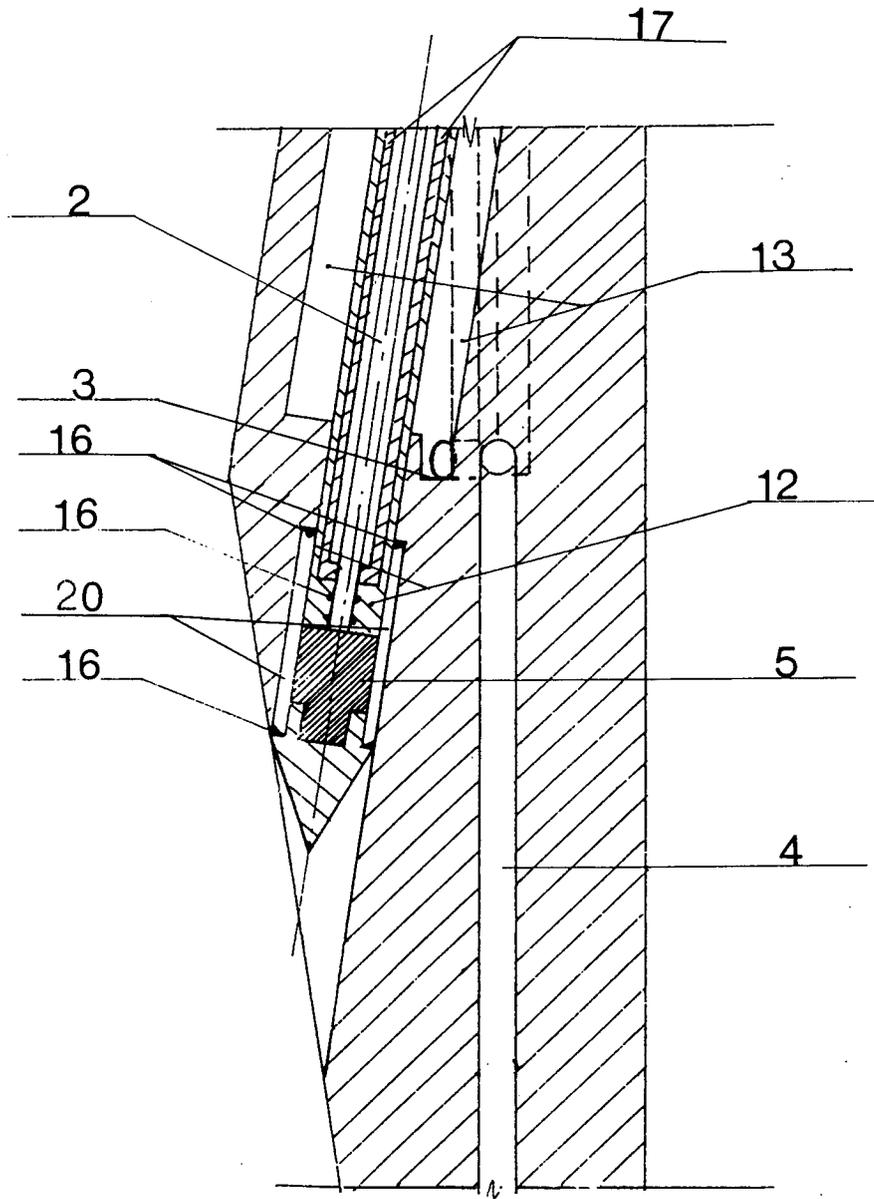
COUPE B : B



COUPE C : C



COUPE D : D



DETAIL (F)

Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 94 40 0638

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.6)
A	FR-A-2 217 484 (STICHTING WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM) * page 4, ligne 8 - page 7, ligne 9; figure 1 *	1,2	E02D1/02 E21B47/06 E21B49/00
A	US-A-3 858 441 (COMEAU) * colonne 2, ligne 25 - colonne 4, ligne 10; figures 1-3 *	1	
A	US-A-2 303 727 (DOUGLAS) * page 1, colonne de gauche, ligne 43 - page 2, colonne de gauche, ligne 64; figures *	1,2	
A	FR-A-2 631 654 (BUREAU DE RECHERCHE GEOLOGIQUES ET MINIERES) * page 6, ligne 6 - page 7, ligne 20; figures *	1,2	
A	US-A-4 408 481 (SIDEY) * colonne 3, ligne 43 - colonne 10, ligne 21; figures 1,2,3,5 *	1,2	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6) E02D E21B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 18 Août 1994	Examinateur Blommaert, S
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			

EPO FORM 1501 03.92 (P04COR)