



(12) FASCICULE DE BREVET

(11) N° de publication : **MA 35287 B1** (51) Cl. internationale : **G01B 9/00**

(43) Date de publication :
01.08.2014

(21) N° Dépôt :
35229

(22) Date de Dépôt :
18.09.2012

(71) Demandeur(s) :
HASSAN ASSELMAN, AV ABDELKHALAK TORRES HAY INARA NR 83 TETOUAN (MA)

(72) Inventeur(s) :
HASSAN ASSELMAN

(54) Titre : **NOUVELLE TECHNIQUE POUR ETUDIER LE GONFLEMENT DES ARGILES PAR INTERFEROMETRIE LASER**

(57) Abrégé : Cette invention est une nouvelle méthode expérimentale basée sur l'interféromètre laser, en utilisant l'interféromètre de Michelson, que nous avons adapté. En effet le miroir mobile est relié par l'intermédiaire d'un bras de levier à un échantillon d'argile cylindrique, séché, de longueur 10cm, et façonné de manière à retenir les gouttes d'eau à sa surface pour contrôler la teneur en eau. Lorsqu'on injecte un volume d'eau distillée (quelques gouttes) à la surface de l'échantillon, celui-ci se gonfle et le miroir se déplace. On observe le défilement des franges et on procède au comptage de leur nombre durant le temps t que dure le gonflement (environ 20 mn). On peut ainsi mesurer le déplacement libre du miroir et déterminer: la valeur du gonflement libre exprimé en % ou g/cm³, sa vitesse au cours du temps t, la pression du gonflement sous contrainte a (pour comparer avec l'œdomètre), et la vitesse d'infiltration de l'eau en profondeur d'un sol argileux. Le système de détection est constitué d'une caméra reliée à l'ordinateur, un logiciel permettant de suivre le défilement des franges d'interférence et leur comptage.

ABREGE DU CONTENU TECHNIQUE DE L'INVENTION :

Cette invention est une nouvelle méthode expérimentale basée sur l'interféromètre laser, en utilisant l'interféromètre de Michelson, que nous avons adapté. En effet le miroir mobile est relié par l'intermédiaire d'un bras de levier à un échantillon d'argile cylindrique, séché, de longueur 10cm, et façonné de manière à retenir les gouttes d'eau à sa surface pour contrôler la teneur en eau. Lorsqu'on injecte un volume d'eau distillée (quelques gouttes) à la surface de l'échantillon, celui-ci se gonfle et le miroir se déplace. On observe le défilement des franges et on procède au comptage de leur nombre durant le temps t que dure le gonflement (environ 20 mn). On peut ainsi mesurer le déplacement libre du miroir et déterminer: la valeur du gonflement libre exprimé en % ou g/cm^3 , sa vitesse au cours du temps t , la pression du gonflement sous contrainte σ (pour comparer avec l'œdomètre), et la vitesse d'infiltration de l'eau en profondeur d'un sol argileux. Le système de détection est constitué d'une caméra reliée à l'ordinateur, un logiciel permettant de suivre le défilement des franges d'interférence et leur comptage.

NOUVELLE TECHNIQUE POUR ETUDIER LE GONFLEMENT DES ARGILES PAR INTERFEROMETRIE LASER

- DESCRIPTION DE L'INVENTION :

La nouvelle méthode optique expérimentale de mesure du gonflement des sols argileux est représentée par figure N°1 comprend:

- Un laser He-Ne (1) de longueur d'onde 632.8 nm et de puissance 1 mW,
 - Une lentille (2) de courte distance focale (2cm) pour observer la figure d'interférence
 - Un interféromètre de Michelson constitué par une lame séparatrice (3) de transmission 50%, deux miroirs perpendiculaires : l'un est fixe (4), orientable dans les plans horizontal et vertical. L'autre est mobile.
 - le miroir mobile (5) est relié par l'intermédiaire d'un bras de levier à l'échantillon d'argile cylindrique (6), séché, de longueur 10 cm, de rayon 6 mm et façonné de manière à retenir les gouttes d'eau à sa surface pour contrôler la teneur en eau.
 - Un écran blanc (7) d'observation des franges d'interférence.
 - Le système de contrôle de la teneur en eau (8): une éprouvette (gouttière) en verre, placée verticalement, graduée en millilitres et remplie d'eau distillée qu'on injecte sur l'argile pour provoquer le gonflement.
 - Une poutre et des masses marquées pour exercer sur l'échantillon des contraintes σ
 - Le système de mesure est constitué d'une caméra vidéo (9) reliée à un ordinateur. Un logiciel permettant de suivre le défilement des franges d'interférences et leurs comptages.
- Lorsqu'on injecte un volume d'eau distillée (quelques gouttes) à la surface de l'échantillon, celui-ci se gonfle et le miroir se déplace. On observe le défilement des franges et on procède au comptage de leur nombre N durant le temps que dure le gonflement (environs 20 minutes). On peut ainsi mesurer le déplacement absolu du miroir et déterminer :
- a- la valeur du gonflement libre exprimé en % ou en g/cm^3
 - b- la pression de gonflement sous contrainte σ .
 - c- la vitesse du gonflement libre au cours du temps
 - d- la vitesse d'infiltration de l'eau en profondeur d'un sol argileux.

Les applications de cet interféromètre que nous avons rencontré dans la bibliographie sont :

- Magnétostriction: Certains métaux et alliages ferromagnétiques changent de dimensions sous l'action d'un champ magnétique. Pour un barreau d'acier, la variation relative ($\Delta L/L$)

selon le courant I qui traverse la bobine, et donc selon le champ magnétique appliqué est exponentielle.

- Piézoélectricité : Un cristal piézoélectrique se polarise spontanément sous l'action d'un champ électrique. Il se déforme, ce qu'on appelle électrostriction. L'allongement du chemin optique selon la tension appliquée est linéaire.
- Détermination de l'indice de réfraction de l'air.
- Détermination de la longueur d'onde de la source laser.
- Détermination du coefficient de dilatation linéaire α des solides.

La différence de marche entre deux franges, brillante- sombre, consécutives varie alors de $\frac{\lambda}{2}$ ce qui correspond à une variation de l'épaisseur de la lame d'air de $\frac{\lambda}{4}$, inférieur au micromètre (environ $0,2 \mu\text{m}$ pour $\lambda = 632,8 \text{ nm}$) d'où l'intérêt et la sensibilité de notre méthode expérimentale

L'application originale de ce dispositif pour étudier le phénomène de gonflement des argiles a été présentée pour la première fois dans [Asselman H. Deuxième Journée D'argiles et Développement Durable- Tétouan 26 mai 2010].

Cette nouvelle méthode de mesure nous a permis de caractériser le phénomène de gonflement. Elle se distingue des autres techniques par:

- Ce dispositif permet de mesurer le gonflement des argiles en temps record (environ 20 minutes et la courbe de saturation en 4heures).
- La sensibilité de l'appareil est remarquable. En effet, quelques gouttes d'eau suffisent pour déceler le phénomène de gonflement.
- C'est une nouvelle méthode expérimentale pour déterminer le potentiel de gonflement libre et la pression du gonflement des sols argileux et trouve son application dans le domaine de génie civil (étude de la stabilité des sols pour la construction)
- Il se distingue des autres dispositifs par sa grande précision (environ 3%) et sensibilité ($0,1 \mu\text{m}$).
- Capable de mesurer la déformation d'un échantillon sans le perturber et sans le soumettre à un chargement mécanique important, contrairement à l'œdomètre.
- Il permet de mettre en évidence l'influence de l'humidité de l'air sur l'argile (transfert de masse). L'une des difficultés majeures est le contrôle de l'humidité de l'échantillon. C'est ce point très important qui conditionne la validité des mesures que nous abordons ici.

- REVENDICATIONS :

- 1- Utilisation de l'interféromètre de Michelson pour mesurer le gonflement des argiles caractérisé en ce que l'échantillon d'argile est de forme cylindrique, séché, intégré à l'interféromètre et façonné à sa surface longitudinale supérieure en forme de canal (10) centré de longueur inférieure à celle du cylindre pour retenir les gouttes d'eau à sa surface et ainsi contrôler la teneur en eau.
- 2- Utilisation selon la revendication 1 caractérisé en ce que la mesure du gonflement des argiles comprend la détermination :
 - a- la valeur du gonflement libre exprimé en g/cm^3 ou en %.
 - b- la vitesse du gonflement libre au cours du temps.
- 3- Utilisation selon la revendication 2 caractérisé en ce que l'échantillon d'argile a une forme cylindrique de longueur de 10 cm maximum pour éviter les vibrations mécaniques.
- 4- Utilisation selon la revendication 3 caractérisé en ce qu'au centre des deux sections des deux extrémités de l'échantillon d'argile, deux billes sphériques en acier (11) et (12) de diamètres de 3 à 4mm sont légèrement enfoncées et collées dans la matière argileuse dans le but de mesurer le gonflement axial du cylindre.
- 5- Utilisation selon la revendication 4 caractérisé en ce que l'une des deux extrémités de l'échantillon est encastré à un support fixe (13) ajouté au dispositif et l'autre extrémité est appuyée sur le bras de levier (14) de l'interféromètre de Michelson.
- 6- Utilisation selon la revendication 5 caractérisé en ce que, pour mesurer la pression de gonflement en opérant de la façon suivante : un fil (15) non élastique est attaché au bras de levier et l'autre extrémité du fil est relié à une poulie (16) fixée sur un support et supportant des masses marquées (17) pour exercer une contrainte s'opposant au gonflement.
- 7- Utilisation de l'interféromètre de Michelson pour mesurer la vitesse d'infiltration de l'eau en profondeur du sol argileux caractérisé en ce que l'échantillon d'argile de forme parallélépipède, de longueur 10cm, de hauteur 5cm. Une série de billes sphériques [(18), (19)] en acier de diamètres de 3 à 4mm sont légèrement enfoncées et collées de façon équidistante sur les deux faces du parallélépipède (20) permettant ainsi de mesurer le gonflement libre à une profondeur donnée. Les deux billes à la même profondeur collées sur les deux extrémités de l'échantillon : l'une reliée au bras de levier de l'interféromètre et l'autre sur le support fixe.

- DESSIN TECHNIQUE :

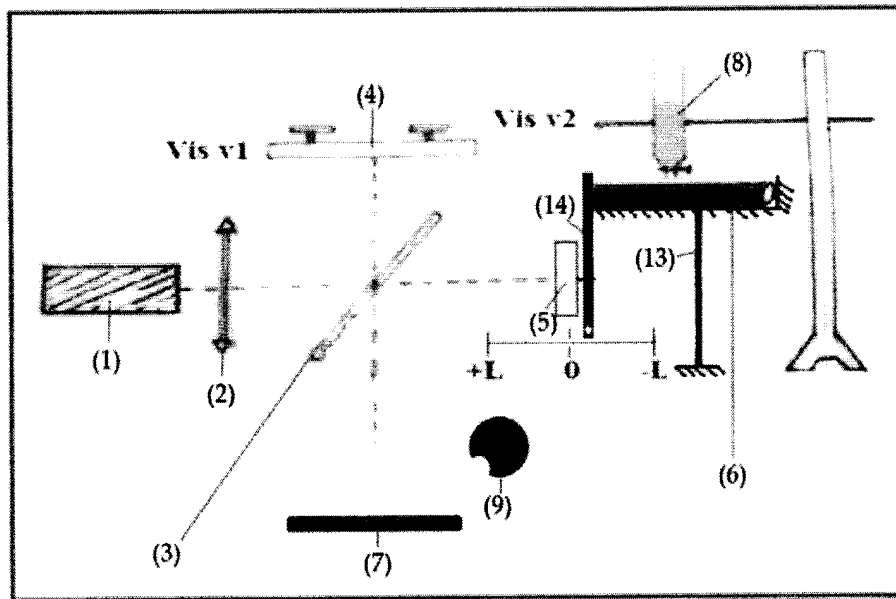


Figure 1 : schéma de dispositif expérimental

