

ΕΦΗΡΜΟΣΜΕΝΗ ΦΥΣΙΚΗ.—Sur la détermination des valeurs absolues des mouvements mesurés par le procédé absorbomicro-métrique*, par *Paul Santo Rini*. Ἀνεκοινώθη ὑπὸ κ. Κ. Μαλιέζου.

Une question fondamentale lors des observations de mouvements à l'aide d'un condensateur-explorateur est celle du *tarage* de ce dispositif de mesure. Il n'est, en effet, guère admissible de calculer les valeurs des mouvements observés en se basant uniquement sur les variations correspondantes de la capacité du condensateur de mesure, du fait que, quelles que soient les formules utilisées, celles-ci prévoient toujours un ensemble de conditions initiales qui ne sont pas nécessairement toutes satisfaites au début d'une mesure ou dans le courant de celle-ci.

Ainsi, parmi les facteurs susceptibles d'influencer la capacité du condensateur-explorateur, sans que pour cela intervienne une modification de l'espacement de ses armatures, l'on peut citer toute une série de causes influant sur le diélectrique, comme p. ex. les variations de la température, de l'humidité et de la pression barométrique, l'introduction de poussières dans la fente entre les armatures, au cours des mesures, etc.

D'autre part, dans l'appareil de mesures même, différents facteurs sont susceptibles de provoquer des lectures différentes sans que pour cela intervienne une modification de la capacité du condensateur-explorateur: chute de tension anodique et de chauffage de la triode génératrice des oscillations entretenues, variations de la température ambiante agissant notamment sur le boîtier métallique des condensateurs fixes de compensation, provoquant ainsi des modifications du degré de compression du paquet armatures-mica, partant de sa capacité électrique, etc.

L'ensemble de ces sources d'erreurs provoque une différence de capacité lue sur l'échelle du condensateur de mesure de l'Absorbomicro-mètre, sans que soit, pourtant, intervenue une modification de l'écartement des armatures du condensateur-explorateur: l'appellation de *mouvements parasites fictifs* semble tout indiquée pour désigner cet état de choses.

D'un genre tout à fait différent, une autre source d'erreurs très grave, est susceptible de fausser l'exactitude des observations quelque peu délicates ou de longue durée: ce sont les dilatations de l'objet même à mesurer et des divers échafaudages et supports de l'armature fixe du condensateur-

* Π. ΣΑΝΤΟΡΙΝΗ. — Ἐπὶ τοῦ προσδιορισμοῦ τῶν ἀπολύτων τιμῶν τῶν κινήσεων μετρουμένων διὰ τῆς ἀπορροφημικρομετρικῆς μεθόδου.

explorateur à la suite des variations les plus subtiles de la température, ces dilatations étant souvent de beaucoup supérieures au mouvement à mesurer. Cette question acquiert une importance particulière lors de la mesure des dilatations d'un objet sujet à des variations de température, comme p.ex. dans le cas du retrait des éprouvettes en béton, à l'aide du dispositif que j'avais présenté au récent 1^{er} Congrès International de Zurich pour l'Essai des Matériaux¹. On sait, en effet, que le processus de la prise du ciment implique d'abord une assez rapide élévation de la température du mortier et que la chaleur accumulée dans la masse de l'éprouvette met un temps relativement très long à être dissipée. Or, cette chaleur dégagée par l'éprouvette en observation, par les dilatations qu'elle implique des pièces constituant le support de l'armature fixe du condensateur-explorateur, constitue une source d'erreurs systématique d'une évidente importance. On peut donc, dans ces conditions, faire usage de l'appellation *mouvements parasites réels* pour désigner ces dilatations qui, bien que réelles, n'ont pourtant rien à voir avec celles que l'on se propose de mesurer.

L'on peut bien atténuer dans une grande mesure, par des dispositifs adéquats² l'importance de la plupart des sources d'erreurs citées, auxquelles faut-il encore ajouter le défaut de parallélisme des armatures du condensateur-explorateur, aussi bien avant le début d'une expérience, qu'au cours du mouvement à étudier³, mais il reste évident que, quelles que soient les mesures de précaution prises, la possibilité subsiste toujours du cumul des mouvements parasites réels et fictifs dans un sens plutôt que dans l'autre. Dans ces conditions, seuls de rigoureux tarages de contrôle, dans le genre de ceux que j'ai déjà décrits⁴, semblent s'imposer, l'objet de cette Communication étant précisément la description d'un dispositif mis au point à cet effet et constituant un sensible progrès sur celui que je décrivis en son temps au Congrès de Zurich⁵.

¹ Consulter le compte-rendu dans le « Livre du Congrès de Zurich », 1, p. 1210.

² SANTO RINI. La mesure des tensions et des températures dans un barrage en béton au moyen de courants à haute fréquence (*Génie Civil*, 28-5-32).

³ SANTO RINI. Sur une généralisation du principe des mesures absorbomicro-métriques au cas du mouvement non purement translatore des armatures d'un condensateur-explorateur» (*Praktika de l'Académie d'Athènes*, 7, p. 10).

⁴ SANTO RINI. Les mesures absorbomicro-métriques et leurs applications pratiques, Paris, 1931, p. 71-74.

⁵ Consulter le compte-rendu dans le « Livre du Congrès de Zurich », 2, p. 524-525.

Le principe est celui d'un trépied a (Fig. 1) soutenant, par l'intermédiaire de l'éprouvette à observer b, l'une des armatures c du condensateur-explorateur en acier

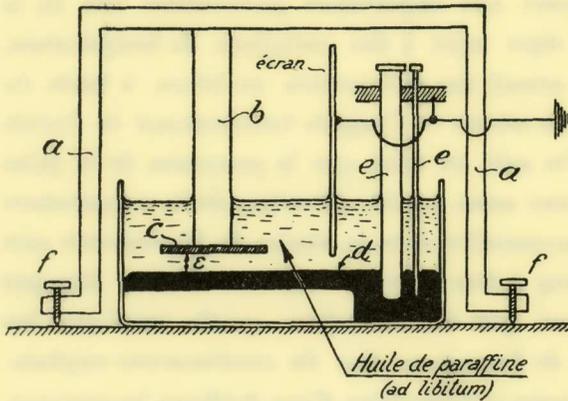


Fig. 1.

ou en platine, dont l'autre armature (fixe) est constituée par la surface d'un bain de mercure. L'armature c doit être réglée de façon qu'elle soit *environ* horizontale. Le moyen que j'utilise pour contrôler cette condition, est l'introduction de grosses tiges e dans le bain de mercure dont le niveau monte en conséquence, diminuant ainsi l'espacement ε des armatures du condensateur.

L'armature c étant sectionnée en croix, il est aisé de déterminer l'inclinaison de c et on ajuste en conséquence l'échafaudage a à l'aide des vis de réglage f jusqu'à ce que, peu avant le contact du niveau ascendant d avec l'armature c, et précisément à l'instant où l'écartement moyen ε atteint la valeur choisie pour les mesures, les capacités partielles de chaque quadrant de c séparément, avec le niveau d, ne soient pas trop différentes entre elles. Un pareil procédé de réglage est bien plus aisé que celui par contacts galvaniques directs entre c et d, du fait qu'il évite entièrement la production des étincelles perturbatrices de contact.

Ceci posé, le processus de tarage se base sur le principe suivant: si l'on connaît le diamètre D_0 de la cuve cylindrique de mercure (Fig. 2) et le diamètre d_r de la tige de tarage que l'on enfonce de Δh_r dans le bain de mercure, le niveau de celui-ci monte nécessairement de $\Delta \varepsilon_r$ en fonction du volume ΔV_r de tige immergée. Considérons plusieurs «tiges de tarage» de diamètres différents d_1, d_2, \dots, d_n toutes baignant simultanément au moins de quelques millimètres dans le mercure et désignons par Δh_r l'enfoncement au delà de sa position de repos de la r^{me} tige. Le volume de tige. ΔV_r qui vient d'être enfoncé étant:

$$\Delta V_r = \frac{\pi \cdot d_r^2}{4} \cdot \Delta h_r \quad (1)$$

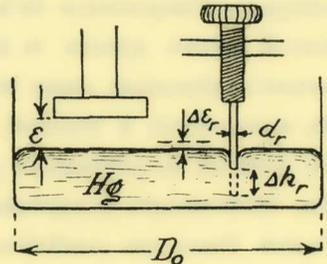


Fig. 2.

il s'ensuit, en raison de l'incompressibilité du liquide, qu'un volume identique de mercure ΔV_r :

$$\Delta V_r = \Delta \varepsilon_r \left(\frac{\pi D_o^2}{4} - F_o \right)$$

se trouve élevé, $\Delta \varepsilon_r$ désignant l'ascension du niveau du mercure et F_o l'aire transversale des n tiges de tarage *baignant en permanence*. Avec :

$$F_o = \frac{\pi}{4} \sum_{r=1}^{r=n} d_r^2$$

il vient :

$$\Delta V_r = \frac{\pi \cdot \Delta \varepsilon_r}{4} \left(D_o^2 - \sum_{r=1}^{r=n} d_r^2 \right) \quad (2)$$

On tire de (1) et (2) et avec la définition de «diamètre réduit de la cuve» D_o' tirée de :

$$D_o'^2 = D_o^2 - \sum_{r=1}^{r=n} d_r^2 \quad (3)$$

le rapport :

$$\frac{\Delta \varepsilon_r}{\Delta h_r} = \left(\frac{d_r}{D_o'} \right)^2 \quad (4)$$

Donc : *L'élévation du niveau du mercure se rapporte à l'enfoncement supplémentaire de l'une des tiges de tarage immergées en permanence, comme l'est le carré du diamètre de la tige enfoncée au carré du «diamètre réduit» de la cuve cylindrique de mercure.*

Il s'ensuit, en définitive:

$$\Delta \varepsilon_r = \Delta h_r \left(\frac{d_r}{D_o'} \right)^2 \quad (5)$$

Le tableau suivant indique les valeurs de tarage $\Delta \varepsilon_r$ que l'on obtient avec un jeu de 4 tiges de tarage de diamètres 15, 5, 1 et 0,2 mm pour différentes valeurs d'immersion Δh_r dans une cuve de mercure de diamètre 15 cm.

VALEURS DES TARAGES $\Delta \varepsilon_r$

Immersion Δh_r à l'aide de la vis d'un <i>Palmer</i>	$d=15$ mm	$d=5$ mm	$d=1$ mm	$d=0,2$ mm
$\Delta h_r = 20$ mm	0,2 mm	22,5 μ	0,9 μ	—
$\Delta h_r = 1$ mm	10,1 μ	1,1 μ	44,9 m μ	1,8 m μ
$\Delta h_r = 0,01$ mm	0,1 μ	11,2 m μ	0,4 m μ	0,2 Å

On voit qu'un pareil jeu de 4 *Palmers* assortis permet, en principe, tous les tarages entre $1/5$ et une fraction du dixmillionième de millimètre. Il convient

toutefois de remarquer qu'à l'instar de toutes les méthodes de mesures, celle-ci non plus n'est exempte de certaines sources d'erreurs qui lui sont particulières. Ainsi, il est évident que toute dilatation thermique de la masse de mercure et de sa cuve provoque des variations du niveau dont il y a lieu de tenir compte lors des applications pratiques. Mais ces tarages se faisant en principe avant et après chaque mesure proprement dite, il est possible de les faire succéder parfois jusqu'à la cadence d'environ un tarage chaque deux minutes, ce qui est particulièrement précieux du fait qu'il n'est alors plus très difficile de maintenir pratiquement constante la température du bain pendant un laps de temps tellement court. Cet état de choses impose en tout cas un volume minimum de mercure que l'on peut pratiquement réduire jusqu'à une couche d'env. 4 mm d'épaisseur, réservant une profondeur plus grande à l'endroit seulement où plongent les tiges de tarage (Fig. 1).

J'applique actuellement ce procédé de tarage à une balance dite chimique, la surface inférieure de l'un des plateaux métalliques étant prise en son ensemble comme armature mobile d'un condensateur-explorateur, dont l'autre armature est constituée par le niveau de mercure.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

Ἐν τῇ παρουσίᾳ ἀνακοινῶσει ὁ συγγραφεὺς διακρίνει τὸ σύνολον τῶν συστηματικῶν σφαλμάτων τῆς ἀπορροφομικρομετρικῆς μεθόδου, διὰ τὴν ὁποίαν ἐγένετο τὸ πρῶτον ἀνακοίνωσις εἰς τὴν Ἀκαδημίαν Ἀθηνῶν πρὸ τετραετίας, εἰς δύο κατηγορίας: τὰ τῶν δυναμένων νὰ ὀνομασθῶσιν ἐπίπλαστοι παρασιτικάι κινήσεις καὶ τὰ τῶν πραγματικῶν παρασιτικῶν κινήσεων.

Μεθ' ὃ ἐκθέτει τὴν θεωρίαν καὶ τὴν κατασκευὴν ἰδίως νέας διατάξεως βαθμολογήσεως, δυναμένης νὰ χρησιμοποιηθῆται, ὡςάκις καθίσταται δυνατὸν νὰ διευθύνωνται κατὰ τὴν κατακόρυφον αἰ ἐρευνώμεναι ἀσθενέσταται κινήσεις. Αὕτη λ. χ. δύναται νὰ ἐφαρμοσθῆ εἰς χημικὸν ζυγόν, οὔτινος ἢ μία πλάστιγξ λαμβάνεται ὡς ὁ εἷς τῶν ὀπλισμῶν ἐρευνητοῦ - πυκνωτοῦ, ἐνῶ ὁ ἕτερος ὀπλισμὸς σύγκειται ἐκ στρώματος ἐξ ὕδραργύρου. Τότε ἡ βαθμολογήσις ἐπιτυγχάνεται διὰ τῆς προσβυθίσεως ἐν τῷ ὕδραργύρῳ, κατὰ ποσότητα διδομένην ὑπὸ μικρομετρικοῦ κοχλίου, ἐνὸς ἢ πλειοτέρων κυλινδρικών στελεχῶν. Ὅντως, ἐλαχίστη τοιαύτη προσβυθίσις παρέχει ἀντίστοιχον ἀνύψωσιν τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδραργύρου, ἐπομένως καὶ μεταβολὴν τῆς χωρητικότητος τοῦ πυκνωτοῦ.