

# Mesure des limites d'Atterberg

## SOURCES

MODES OPERATOIRES DU LABORATOIRE  
CENTRAL DES PONTS ET CHAUSSEES  
SANGLERAT - INTERNET

# MESURE DES LIMITES D'ATTERBERG

## 1/ GENERALITES

### 1.01/ Définitions et but de l'essai

La consistance d'un sol peut varier dans de larges limites avec la quantité d'eau interstitielle que contiennent ses pores et l'épaisseur des couches d'eau absorbée qui enrobent ses grains.

Les limites d'Atterberg sont des constantes physiques conventionnelles qui marquent les seuils entre :

- ◆ Le passage d'un sol de l'état liquide à l'état plastique (limite de liquidité  $\omega_L$ ),
- ◆ Le passage de l'état plastique à l'état solide (limite de plasticité  $\omega_P$ ).

Ces limites ont pour valeur la teneur en eau du sol à l'état de transition considéré, exprimée en pourcentage de la masse du matériau sec. La différence  $I_P = \omega_L - \omega_P$  qui définit l'étendue du domaine plastique, est particulièrement importante, c'est l'indice de plasticité.

### 1.02/ Principe de la méthode

Cet essai permet de prévoir le comportement des sols pendant les opérations de terrassement, en particulier sous l'action des variations de teneur en eau. L'essai s'effectue en deux phases :

- ◆ Recherche de la limite de liquidité à l'aide de l'appareil de Casagrande.
- ◆ Recherche de la limite de plasticité par déformations de rouleaux de 3 mm de diamètre.

## 2/ APPAREILLAGE

L'ensemble de l'appareillage est montré sur les figures ci-dessus :

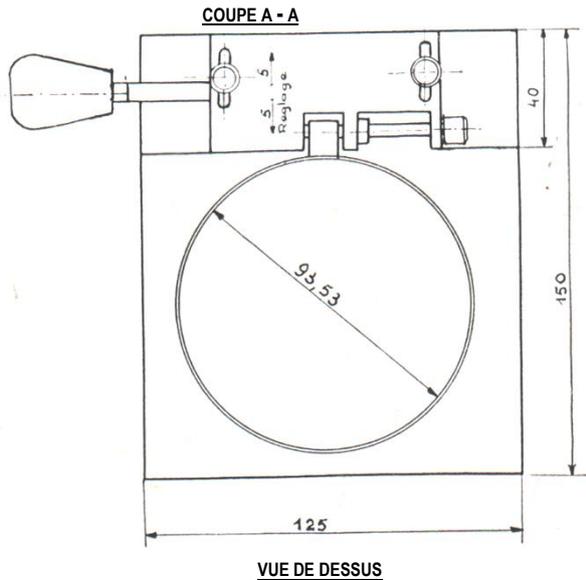
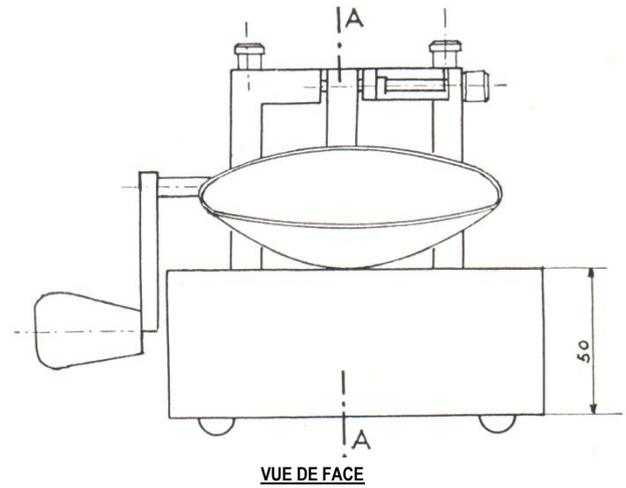
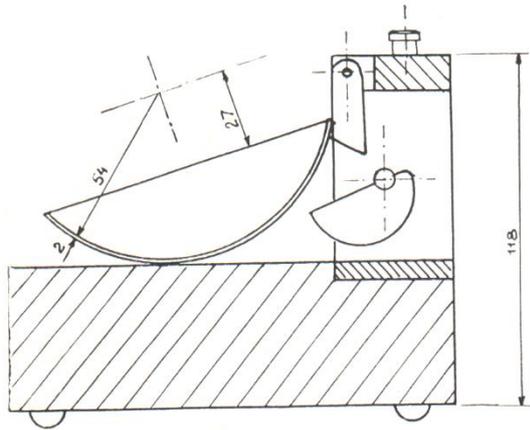


### 2.01/ Appareillage spécifique

a/ Appareil de CASAGRANDE : Le matériel couramment utilisé se compose :

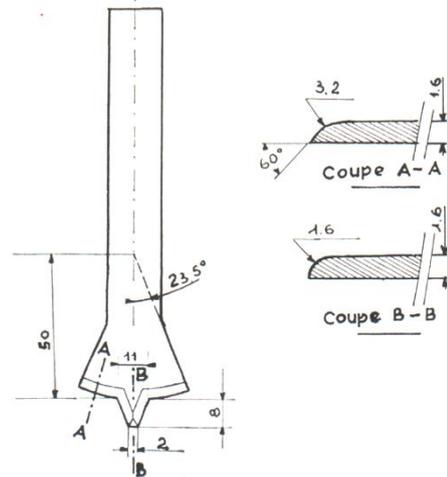
- D'un socle en bois monté sur quatre pieds en caoutchouc.
- D'un support métallique portant la coupelle en laiton chromé et la manivelle actionnant la came qui soulève de 10 mm la coupelle au dessus du socle.

Le schéma de cet appareil est donné ci-dessous. La coupelle en laiton chromé est intérieurement soit lisse, soit rendue rugueuse par projection de nickel chrome ; elle doit peser  $200 \pm 10$  g



#### b/ Outil à rainurer

Les détails de cet outil sont donnés par la figure ci-après. Cet outil doit réaliser sur le fond de la coupelle une rainure de  $0,05 \pm 2$  mm de large d'après Casagrande.



#### c/ Accessoires

- Une cale de 10 mm pour le réglage de la hauteur de chute de la coupelle.

### 2.02/ Appareillage d'usage courant

- Une spatule, une truelle et un marbre pour le malaxage et la confection de rouleaux.
- Une pissette.
- Des verres de montre tarés.
- Une balance de précision au milligramme près.
- Une étuve.
- Un tamis de 0,40 mm (Module 27).

## 3/ PREPARATION DE L'ECHANTILLON

L'essai s'effectue sur la fraction de sol appelée mortier qui passe au tamis de 0,40 mm.

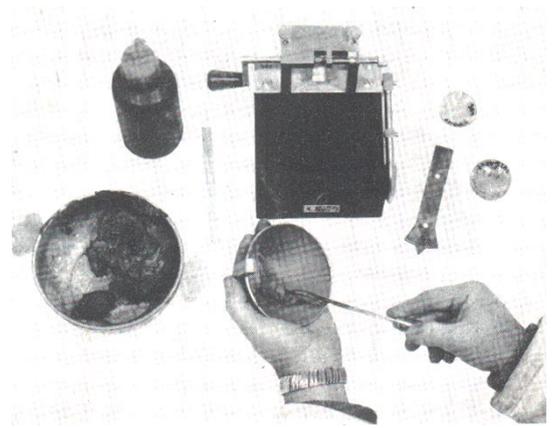
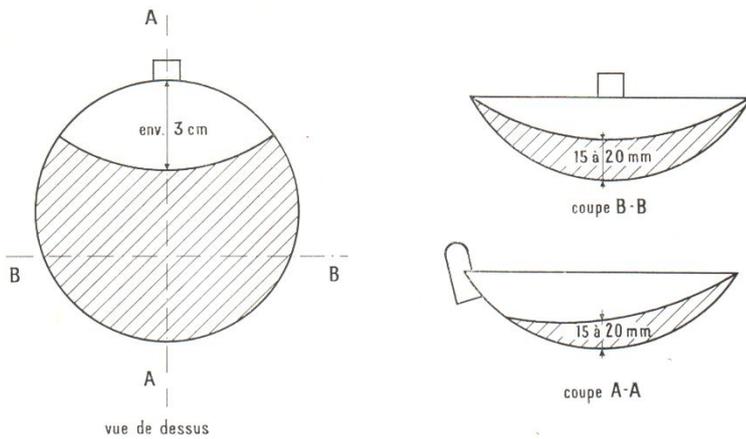
- Prélever une quantité de 150 à 200 grammes et la laisser imbiber pendant 12 heures dans le tamis de 0,40 mm placé dans un bac.
- Tamiser par voie humide en remuant à l'aide d'un pinceau souple le matériau. Le refus devra être parfaitement propre.
- Laisser décanter le tamisat jusqu'à ce que l'eau devienne claire et siphonner avec précaution pour ne pas entraîner d'éléments, puis faire évaporer l'eau excédentaire par étuvage à une température  $\leq 60$  °C. Recueillir le mortier ainsi obtenu à l'état pâteux.
- Faire sécher le refus à 0,40 mm dans une étuve et le retamiser à sec dans le bac contenant le mortier.

## 4/ EXECUTION DES ESSAIS ET CALCULS

### 4.01/ Limite de liquidité ( $\omega_L$ )

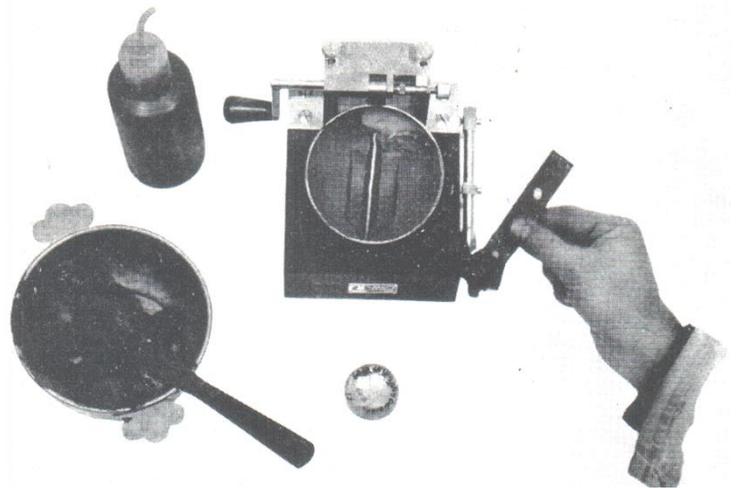
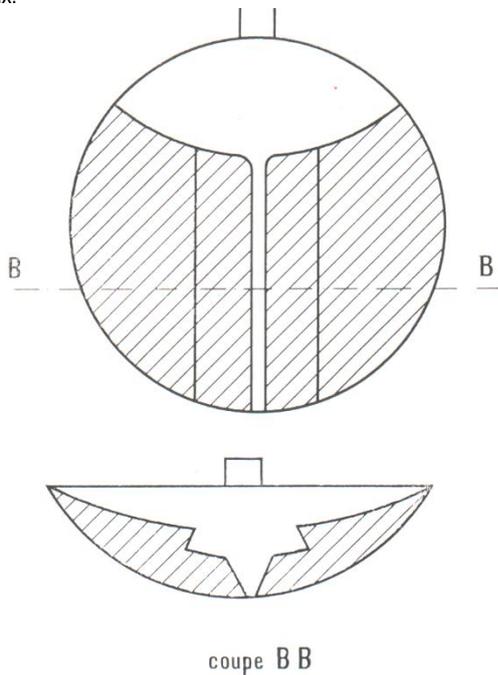
1. Régler la hauteur de chute de la coupelle à 10 mm au moyen de la cale.
2. Préparation de la pâte : le mortier est recueilli à une teneur en eau élevée pour pouvoir débiter l'essai de limite de liquidité. S'il est humide mais trop consistant, on rajoutera de l'eau. S'il est totalement sec, on le laissera imbiber pendant 12 heures au minimum. Malaxer vigoureusement à la truelle pour obtenir une pâte bien homogène et presque fluide.

3. Réalisation de l'essai : on place environ 70 grammes de pâte répartie avec la spatule en plusieurs couches, de façon à former un gâteau à peu près symétrique par rapport au plan de symétrie de la coupelle. L'épaisseur du matériau au centre de la coupelle doit être de 15 à 20 mm.



#### REMPLISSAGE DE LA COUPELLE

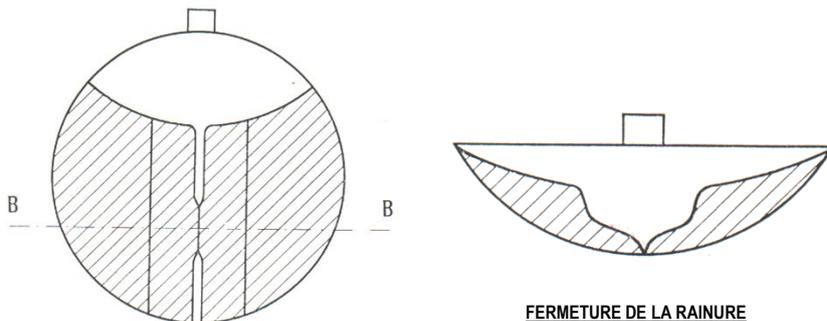
A l'aide de l'outil à rainurer, tenu perpendiculairement à la surface de la coupelle, la partie biseautée de l'outil vers l'avant de l'appareil, on partage la pâte en deux.



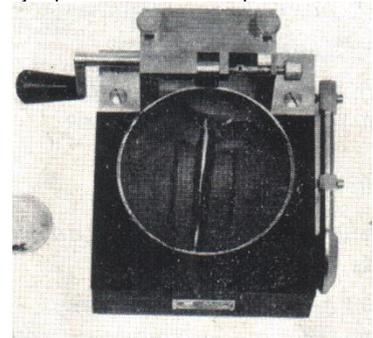
#### REALISATION DE LA RAINURE

Manipulation :

- ◆ Fixer la coupelle sur l'appareil de Casagrande et la soumettre, au moyen de la manivelle, à une série de chocs réguliers (2/s).
- ◆ Noter le nombre de chocs nécessaires à la fermeture des lèvres de la rainure sur une longueur de 1 cm appréciée à l'oeil. Le nombre de chocs de fermeture doit être compris entre 15 et 35 (la fermeture de la rainure doit se produire par affaissement et non par glissement).
- ◆ Refaire un deuxième essai comme décrit ci-dessus.
- ◆ Si les deux essais successifs ne diffèrent pas de plus d'un choc, prélever à l'aide d'une spatule deux échantillons de chaque côté des lèvres de la rainure et au voisinage de l'endroit où elles se sont refermées.
- ◆ Placer les échantillons dans de petits récipients tarés, les peser puis les porter à l'étuve jusqu'à dessiccation complète.



#### FERMETURE DE LA RAINURE



Remarque : la fermeture de la rainure doit se produire par affaissement du terrain dans sa masse (cisaillement) et non par glissement sur la paroi de la coupelle. La coupelle rugueuse a pour but d'éviter ce glissement et doit être employée quand on ne réussit pas à obtenir la fermeture autrement, par exemple pour les mortiers sableux.

Il faut nettoyer la coupelle avant chaque essai et veiller à la laver essentiellement à l'éponge et à l'eau. L'utilisation d'un outil métallique pour gratter la terre est interdite.

#### 4. Détermination de la limite de liquidité ( $\omega_L$ )

**Par définition, la limite de liquidité est la teneur en eau du matériau qui correspond à une fermeture sur 1 cm des lèvres de la rainure après 25 chocs.**

Comme il est difficile d'obtenir la fermeture à 25 chocs, la limite de liquidité  $\omega_L$  est obtenue par la relation suivante :

$$\omega_L = \omega \left[ \frac{N}{25} \right]^{0,121}$$

$\omega_L$  = Limite de liquidité.

$\omega$  = Teneur en eau du mortier au moment de l'essai.

N = Nombre de chocs correspondant à la fermeture du mortier sur 1 cm

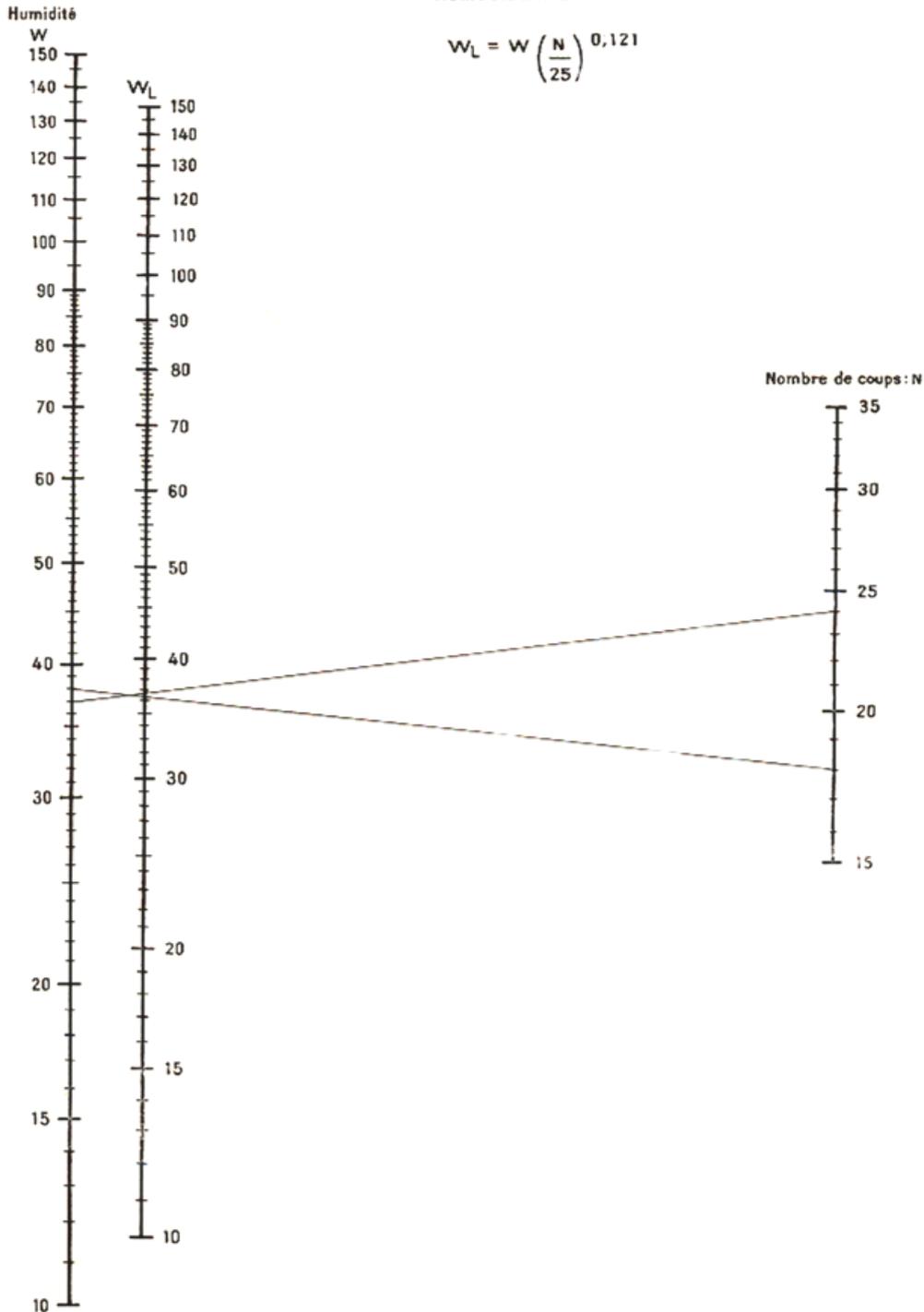
Pour faciliter son emploi, cette relation a été traduite en un nomogramme qu'on trouvera à la page suivante.

#### 5. Calculs

- Pour chacun des deux essais, on calcule la moyenne des teneurs en eau qui permettront au moyen du nomogramme de déterminer  $\omega_L$ .
- Les deux limites de liquidité ainsi obtenue ne devront pas différer de plus de 2,5 % en plus ou en moins. Si cette condition n'est pas remplie, un troisième essai est nécessaire.

NOMOGRAMME W.E.S.

$$W_L = W \left( \frac{N}{25} \right)^{0,121}$$



**4.02/ Limite de plasticité (ω<sub>p</sub>)**

**4.02.01/ Réalisation de l'essai**

La mesure de la limite de plasticité se faisant après celle de la limite de liquidité, on a souvent un échantillon trop humide qu'on dessèche en le malaxant et en l'étalant sur le marbre. On peut accélérer le séchage au moyen d'un séchoir à cheveux en malaxant constamment afin d'éviter la formation d'une pellicule sèche.

On forme une boulette de l'échantillon et, à l'aide d'une plaque ou à la main, on roule l'échantillon sur le marbre de façon à former un rouleau qu'on amincit progressivement jusqu'à ce qu'il ait atteint 3 mm de diamètre.

Cette opération doit être menée avec les précautions suivantes :

- ◆ Une cadence du mouvement de la main de 60 à 80 allers et retours par minute est recommandée,
- ◆ L'amincissement du rouleau doit se faire en une seule fois et ne devra pas être coupé par la spatule dans le sens de la longueur,
- ◆ Le rouleau arrivé à 3 mm de diamètre doit avoir 10 à 15 cm de longueur et ne doit pas être creux,
- ◆ La limite de plasticité est atteinte lorsqu'en soulevant de 1 à 2 cm le rouleau en son milieu, il se fissure,
- ◆ On prend alors le rouleau que l'on place dans un petit récipient taré,

- ◆ On effectue un deuxième essai à partir d'une autre boulette du même mortier ; après rupture, on place le second rouleau dans un autre récipient taré,
- ◆ On pèse les deux récipients.

#### 4.02.02/ Détermination de la limite de plasticité ( $\omega_P$ )

**Par définition, la limite de plasticité est la teneur en eau du rouleau qui se brise au moment où son diamètre atteint 3 mm.**

#### 4.02.03/ Calculs

Les récipients contenant les deux rouleaux sont pesés avant et après passage à l'étuve. On détermine les teneurs en eau avec une décimale. Il ne faudrait pas que les deux valeurs diffèrent entre elles de 2 % en plus ou en moins. Après avoir fait la moyenne de ces deux résultats, on arrondit le chiffre obtenu à l'unité la plus voisine.

### **5/ OBSERVATIONS**

Les limites d'Atterberg sont insuffisantes pour caractériser un matériau dont l'indice de plasticité  $I_P = \omega_L - \omega_P$  se trouve à la limite entre le mortier non plastique et le mortier limoneux, c'est-à-dire quand  $5 < I_P < 10$ . Dans cet intervalle, les résultats entre deux essais peuvent être assez dispersés suivant la préparation et suivant l'opérateur. Il faut donc tenir compte dans ce cas précis de l'analyse granulométrique complète et de l'équivalent de sable pour caractériser le matériau. En dessous de 5, l'indice de plasticité perd toute signification. Il faut dans ce cas faire l'essai d'équivalent de sable.

FEUILLE D'ESSAI

UNIVERSITE BADJI MOKHTAR – ANNABA  
FACULTE DES SCIENCES DE L'INGENIEUR  
DEPARTEMENT DE GENIE CIVIL

**LABORATOIRE DE MECANIQUE DES SOLS**

## LIMITES D'ATTERBERG

PROVENANCE.....  
PROFONDEUR.....  
NATURE.....

DOSSIER.....  
DATE.....  
OPERATEUR.....

<b>SECHAGE</b>	A L'AIR			TENEUR EN EAU NATURELLE	
	A L'ETUVE			TAMISAGE	
	INCONNU			HUMIDIFICATION	

RESULTATS

LIMITE DE LIQUIDITE $\omega_L$	LIMITE DE PLASTICITE $\omega_P$	INDICE DE PLASTICITE $I_p$
.....	.....	.....

			LIMITE DE LIQUIDITE			LIMITE DE PLASTICITE	
			1 <sup>ER</sup> ESSAI	2 <sup>EME</sup> ESSAI		1 <sup>ER</sup> ESSAI	2 <sup>EME</sup> ESSAI
NUMERO DU RECIPIENT	N°						
MASSE DU RECIPIENT	T	g					
MASSE TOTAL HUMIDE	$M_{TH}$	g					
MASSE TOTALE SECHE	$M_{TS}$	g					
MASSE DE L'EAU	$M_w = M_{TH} - M_{TS}$	g					
MASSE SECHE	$M_s = M_{TS} - T$	g					
TENEUR EN EAU	$\omega$	%					
TENEUR EN EAU MOYENNE	$\omega_M$	%					
NOMBRE DE COUPS	N						
<b>MOYENNE</b>							

## Mesure de l'équivalent de sable

### SOURCES

MODES OPERATOIRES DU LABORATOIRE  
CENTRAL DES PONTS ET CHAUSSEES  
SANGLERAT - INTERNET

# MESURE DE L'EQUIVALENT DE SABLE

## 1/ GENERALITES

C'est un essai empirique, précis, simple et rapide, ne nécessitant qu'un appareillage très élémentaire permettant son utilisation sur le chantier même. Il ne doit être considéré que comme un repère parmi l'ensemble des essais d'identification.

### 1.01/ Principe de la méthode

Il s'effectue sur la fraction de sol passant au tamis de 5 mm (module 38) et rend compte globalement de la quantité et de la qualité des éléments les plus fins contenus dans cette fraction, en exprimant un rapport conventionnel volumétrique entre les éléments dits sableux et les éléments les plus fins (argileux par exemple)

### 1.02/ Domaine d'application

Son domaine d'application s'étend en général aux sols faiblement plastiques. Alors que la mesure de l'indice de plasticité perd toute précision lorsque celui-ci est inférieur à 4, la mesure de l'équivalent de sable a sa précision maximum pour les très faibles plasticités.

L'essai d'équivalent de sable peut servir dans de nombreux domaines. On citera seulement ci-après, parmi les plus utilisés :

- Choix et contrôle des sols utilisables en stabilisation mécanique.
- Contrôle des sols utilisés en stabilisation chimique.
- Choix et contrôle des sables pour béton.
- Choix et contrôle des granulats pour les bétons bitumineux.

## 2/ APPAREILLAGE

L'ensemble de l'appareillage est montré sur les figures ci-dessus :



APPAREILLAGE POUR ESSAI D'EQUIVALENT DE SABLE



MACHINE D'AGITATION



SPATULE



TAMIS AVEC FOND



ECHANTILLONNEUR



BALANCE



BACS POUR TAMISAGE

### 2.01/ Appareillage spécifique

1) Une éprouvette cylindrique, transparente, en matière plastique, ayant :

- un diamètre extérieur constant à 0,5 mm près,
- un diamètre intérieur de  $32 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$ ,
- une hauteur de  $430 \text{ mm} \pm 0,25 \text{ mm}$ .

L'éprouvette porte des traits de repères gravés à (de la base) :

- $100 \text{ mm} \pm 0,25 \text{ mm}$ .
- $380 \text{ mm} \pm 0,25 \text{ mm}$ .

Un bouchon en caoutchouc s'adaptant à l'ouverture permet de fermer l'éprouvette.

2) Un tube laveur, conforme à la figure 3, de la page suivante, est constitué d'un tube rigide en acier inoxydable ou en cuivre écroui de diamètres extérieur :  $6 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$  et intérieur  $3 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm}$ , muni à la partie supérieure, d'un robinet et à la partie inférieure, d'un embout fileté (figure 4) en métal inoxydable formant dièdre, chaque face du dièdre étant percée d'un trou de  $1 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$  ;

3) Un flacon, transparent en verre ou en matière plastique d'environ 5 litres, muni d'un système de siphon. Le fond du flacon est placé à un (01) mètre environ au dessus de la table de travail ;

4) Un tube en caoutchouc, ou en matière plastique, de 1,50 m de longueur et de 5 mm de diamètre intérieur servant à relier le tube laveur au siphon du flacon ;

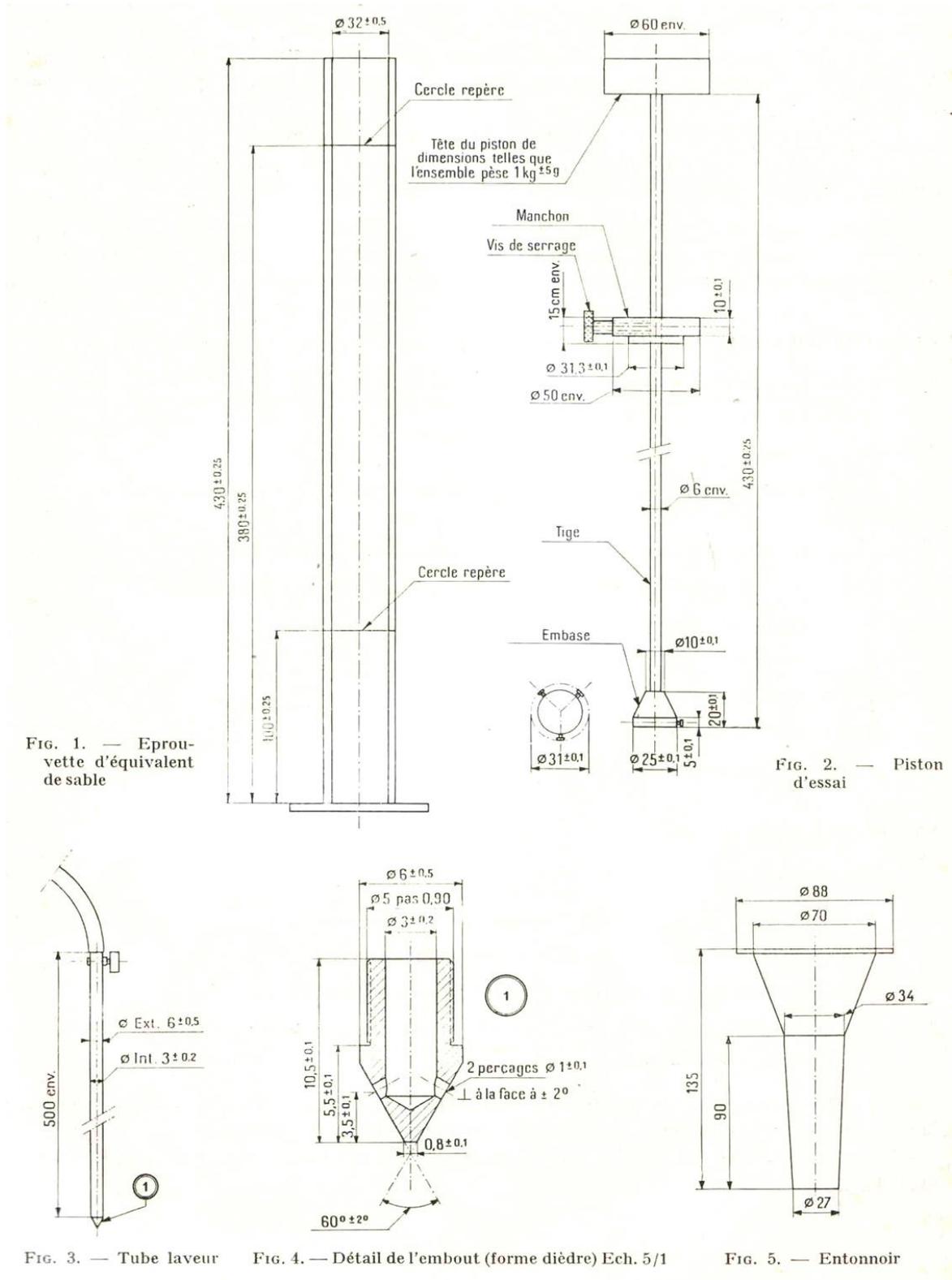


FIG. 1. — Eprouvette d'équivalent de sable

FIG. 2. — Piston d'essai

FIG. 3. — Tube laveur

FIG. 4. — Détail de l'embout (forme dièdre) Ech. 5/1

FIG. 5. — Entonnoir

5) Un piston taré, en métal inoxydable (laiton ou acier) conforme à la figure 2 ci-dessus constitué :

- D'une tige de 440 mm ± 0,25 mm de longueur,
- D'une embase de 25 mm ± 0,25 mm de diamètre, dont la face inférieure est plate ; lisse et perpendiculaire à l'axe de la tige, comportant latéralement trois vis de centrage qui centrent le piston dans l'éprouvette cylindrique en laissant un léger jeu,
- Un manchon de 10 ± 0,1 mm d'épaisseur qui s'adapte sur l'éprouvette cylindrique et permet de guider la tige du piston en même temps qu'il sert à repérer l'enfoncement du piston dans l'éprouvette, comportant un vis qui permet de le bloquer sur la tige du piston,
- Un poids fixé à l'extrémité supérieure de la tige pour donner à l'ensemble du piston taré , hormis le manchon, un poids total d'un kilogramme, cinq grammes près.

5) Un entonnoir, à large ouverture, en métal inoxydable conforme à la figure 5 ci-dessus, pour transverser l'échantillon dans l'éprouvette cylindrique,

6) un goupillon à poils doux pour le nettoyage des éprouvettes,

7) Une machine d'agitation, manuelle ou automatique, capable d'imprimer à l'éprouvette un mouvement horizontal, rectiligne, périodique et sinusoïdal de  $20 \pm 1$  cm d'amplitude et de période 1/3 seconde.

### **2.02/ Appareillage d'usage courant**

- Un tamis de 5 mm avec fond,
- Un échantillonneur de 5 mm d'ouverture,
- Une spatule et une cuillère,
- Des récipients de pesée en alliage léger pouvant contenir environ 200 cm<sup>3</sup> chacun,
- Une balance précise de portée 250 grammes,
- Un chronomètre, un thermomètre et des bacs pour tamisage.

### **2.03 Produits utilisés**

- Solution concentrée préparée à partir :
  - De chlorure de calcium cristallisé, qualité produit pur.
  - De glycérine à 99 % de glycérol, qualité pharmaceutique.
  - De formaldéhyde en solution à 40 % en volume, qualité pharmaceutique.
  - D'eau distillée.

Un litre de solution concentrée contient : (111  $\pm$  1 grammes de chlorure de calcium, 480  $\pm$  5 grammes de glycérine et 12 à 13 grammes de la solution de formaldéhyde). Il est recommandé de stocker la solution concentrée dans des flacons en plastique contenant 125  $\pm$  1 cm<sup>3</sup>. La solution lavante est préparée en prenant 125  $\pm$  1 cm<sup>3</sup> de la solution concentrée et en l'étendant à 5  $\pm$  0,05 litres avec de l'eau distillée. Le mélange est vigoureusement agité.

## **3/ PREPARATION DES D'ESSAIS**

L'essai s'effectue sur la fraction de sol passant au tamis de 5 mm (module 38). Le poids de l'échantillon doit être tel que la fraction < 5 mm pèse 500 grammes environ.

- Procéder au tamisage à sec du sol au moyen du tamis de 5 mm et recueillir le tamisat obtenu dans un premier bac.
- Mettre le tamis avec le refus dans un deuxième bac et procéder au tamisage par voie humide jusqu'à ce qu'il devienne complètement propre (veiller à ne pas perdre des particules inférieures à 5 mm).
- Incliner légèrement le bac et laisser décanter. Quand l'eau est devenue parfaitement claire (au bout de 3 à 5 heures), siphonner sans entraîner de matériaux.
- Mélanger longuement et soigneusement les contenus des deux bacs au moyen d'une spatule pour obtenir un mélange homogène.
- Si le mélange est trop humide, le laisser sécher un peu à l'air.
- Déterminer la teneur en eau sur deux prises de 100 à 200 grammes par une méthode rapide. La moyenne de ces deux teneurs en eau servira à calculer la masse humide de la prise d'essai correspondant à la masse sèche de 120  $\pm$  1 grammes de matériau.

L'équivalent de sable est, par définition, le résultat obtenu à la température de 20  $\pm$  1 °C. En pratique, l'essai est effectué à la température ambiante, qui sera portée sur la feuille d'essai.

## **4/ EXECUTION DES ESSAIS ET CALCULS**

### **4.01/ Exécution de l'essai**

- Verser la solution lavante dans l'éprouvette cylindrique jusqu'au trait du repère inférieur.
- Verser à l'aide de l'entonnoir la prise d'essai correspondant à 120 grammes de matériau sec dans l'éprouvette posée verticalement.
- Taper à plusieurs reprises la base de l'éprouvette sur la paume de la main pour déloger l'air et favoriser le mouillage de l'échantillon.
- Laisser reposer 10 minutes.
- Après cette période, boucher l'éprouvette à l'aide du bouchon de caoutchouc prévu à cet effet et la fixer sur la machine d'agitation.
- Faire fonctionner la machine d'agitation. L'éprouvette subit 90  $\pm$  1 cycles en 30  $\pm$  1 secondes.
- Retirer l'éprouvette de la machine et la poser verticalement sur la table d'essais.
- Oter le bouchon et le rincer dans l'éprouvette avec la solution lavante (au moyen du tube laveur).
- Rincer les parois de l'éprouvette en descendant le tube laveur puis l'enfoncer jusqu'au fond pour laver le matériau et faire remonter les éléments argileux tout en maintenant l'éprouvette en position verticale.
- Relever le tube laveur sans arrêter l'écoulement de façon que le niveau arrive au trait du repère supérieur.
- Laisser reposer sans perturbations pendant 20 minutes  $\pm$  10 secondes.

### **4.02/ Mesures**

- Après ces 20 minutes, mesurer à l'aide de la règle la hauteur  $h_1$  du fond de l'éprouvette au niveau supérieur du flocculat et la hauteur  $h_2$  du niveau supérieur de la partie sédimentée par rapport au fond de l'éprouvette. Ces hauteurs sont arrondies au millimètre le plus voisin.
- Faire descendre le piston taré dans l'éprouvette jusqu'à ce qu'il repose sur le sédiment et bloquer le manchon coulissant sur sa tige.
- La distance séparant la face supérieure du manchon de la face inférieure de la tête du piston représente la hauteur  $h_2$  du sédiment.
- Noter la température de l'éprouvette au degré le plus voisin.

### **4.03/ Calculs**

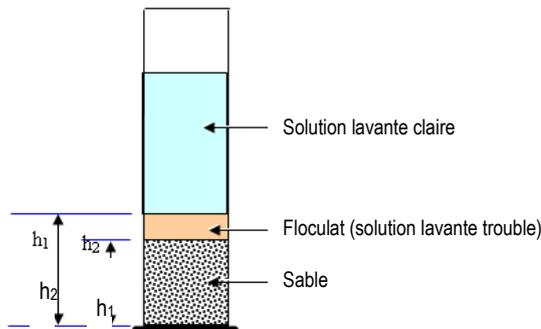
➤ L'essai d'équivalent de sable comporte la détermination des équivalents de sable de deux (02) prises d'essai par échantillon.

➤ L'équivalent de sable d'une prise d'un échantillon est par définition, mesuré au piston et donné par la formule :

$$\text{E.S. (piston)} = \frac{h_2}{h_1} \times 100$$

L'équivalent de sable visuel est dans les mêmes conditions donné par la formule :

$$\text{E.S.V. (visuel)} = \frac{h'_2}{h_1} \times 100$$



UNIVERSITE BADJI MOKHTAR – ANNABA  
FACULTE DES SCIENCES DE L'INGENIEUR  
DEPARTEMENT DE GENIE CIVIL

LABORATOIRE DE MECANIQUE DES SOLS

## EQUIVALENT DE SABLE

PROVENANCE.....

DOSSIER.....

PROFONDEUR.....

DATE.....

NATURE.....

OPERATEUR.....

DESIGNATION	NOTATION	UNITE	NUMERO DE LA PRISE D'ESSAI	
<b>DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU</b>	$\omega$	%	<b>01</b>	<b>02</b>
MASSE DE L'EPROUVETTE + EAU DISTILLEE	M <sub>2</sub>	g		
MASSE DE L'EPROUVETTE VIDE	M <sub>1</sub>	g		
VOLUME DE L'EPROUVETTE	V <sub>EP</sub> = M <sub>2</sub> – M <sub>1</sub>	cm <sup>3</sup>		
MASSE DE L'EPROUVETTE + SOL HUMIDE	M <sub>3</sub>	g		
MASSE DU SOL HUMIDE	M <sub>H</sub> = M <sub>3</sub> – M <sub>1</sub>	g		
MASSE DE L'EPROUVETTE + SOL HUMIDE + EAU	M <sub>4</sub>	g		
VOLUME DE L'EAU RAJOUTEE	V <sub>R</sub> = M <sub>4</sub> – M <sub>3</sub>	cm <sup>3</sup>		
VOLUME DU SOL HUMIDE	V = V <sub>EP</sub> – V <sub>R</sub>	cm <sup>3</sup>		
TENEUR EN EAU	$\omega(1 \text{ ou } 2) = \frac{V \cdot \gamma_s - M_H}{(M_H - V) \cdot \gamma_s} \times 100$	%		
TENEUR EN EAU MOYENNE	$\omega = \frac{\omega_1 + \omega_2}{2}$	%		

<b>DETERMINATION DE E.S. ET E.S.V.</b>				
MASSE DU SOL HUMIDE A EMPLOYER	M = 120 (1 + ω)	g		
HAUTEUR DU FLOCULAT	H <sub>2</sub>	mm		
HAUTEUR DU SEDIMENT (PISTON)	H <sub>1</sub>	mm		
HAUTEUR DU SEDIMENT (A L'ŒIL)	H' <sub>1</sub>	mm		

EQUIVALENT DE SABLE AU PISTON	$E.S. = 100(H_1 / H_2)$	%		
EQUIVALENT DE SABLE VISUEL	$E.S.V. = 100(H'_1 / H_2)$	%		
TEMPÉRATURE	T	° C		
<b>E.S. ECHANTILLON</b>	<b><math>E.S. = 100(H_1 / H_2)</math></b>	<b>%</b>		
<b>E.S.V. ECHANTILLON</b>	<b><math>E.S.V. = 100(H'_1 / H_2)</math></b>	<b>%</b>		