

**Semestre : 4**

Unité d'enseignement : UEM 2.2

Matière 2 : **TP Matériaux de construction**

VHS : 22h30, (TP : 1h30)

Crédits : 2

Coefficient : 1

**Objectifs de l'enseignement :**

L'étudiant sera en mesure de caractériser les paramètres physico-mécaniques des matériaux de construction.

**Connaissances préalables recommandées :**

Cours de matériaux de construction.

**Contenu de la matière :**

**TP1 :** Masses volumiques du ciment, sable et gravier

**TP2 :** Analyse granulométrique du sable et du gravier

**TP3 :** Teneur en eau et foisonnement du sable

**TP4 :** Porosité du sable et gravier

**TP5 :** Coefficient volumétrique du gravier

**TP6 :** Equivalent de sable

**TP7 :** Essai de consistance et de prise du ciment

**Mode d'évaluation :** Contrôle continu : 100%.

---

**Département de Génie Civil et Hydraulique, Université de Biskra, Algérie**

**TP Matériaux de construction, 2° A (Gr 5 - Travaux publics)**

**TP du 12 fév. 2025**

**T.P. N°1 : MASSES VOLUMIQUES ABSOLUE DU CIMENT, SABLE ET GRAVIER**

**T.P. N°2 : MASSES VOLUMIQUES APPARENTES DU CIMENT, SABLE ET GRAVIER**

**T.P. N°3 : LA POROSITE TOTALE DU CIMENT, SABLE ET GRAVIER**

**INTRODUCTION :**

La masse volumique d'un matériau et la masse de l'unité de volume de ce matériau. On distingue :

La masse volumique absolue et La masse volumique apparente

**BUT DE LA MANIPULATION :**

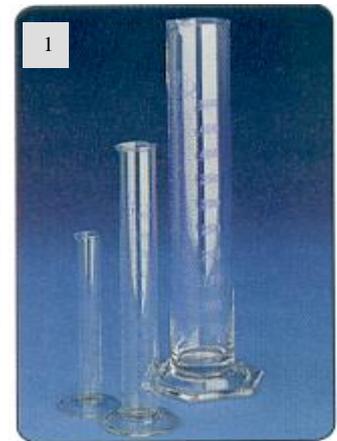
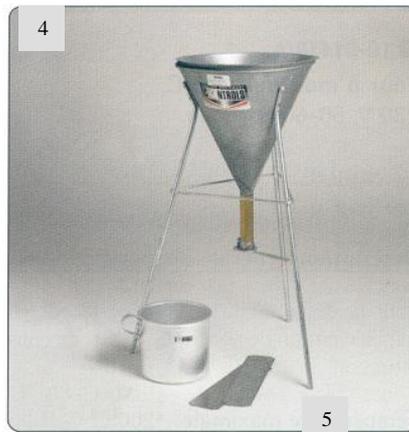
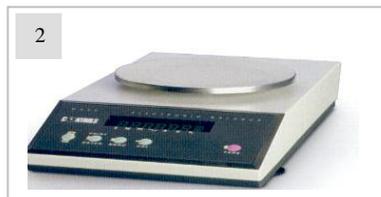
Déterminer les masses volumiques absolues et apparente d'un matériau granulaire ne réagissant pas avec l'eau et d'une roche.

## **PRINCIPE DE LA MANIPULATION :**

L'essai consiste à déterminer les masses des échantillons, leurs volumes absolu et apparent, et d'en déduire les masses volumiques correspondantes.

## **Équipements :**

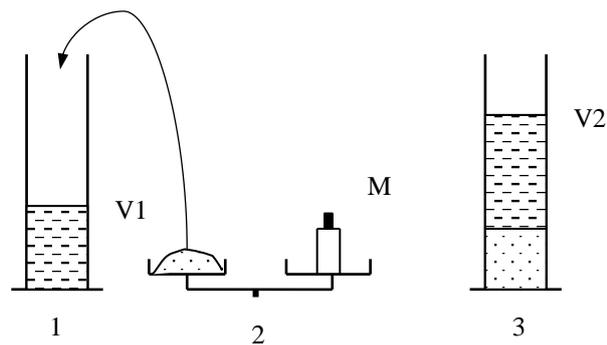
- 1- Éprouvette graduée de l'ordre de 500 cm<sup>3</sup> de volume
- 2- Balance de précision 1 à 2 cg
- 3- Récipient de mesure 1 dm<sup>3</sup>
- 4- Entonnoir sur trépied, muni d'une passoire et d'un opercule mobile
- 5- Règle à araser
- 6- Étuve



## **MODE OPÉRATOIRE :**

### **A- MASSES VOLUMIQUES DES SABLE ET GRAVIER**

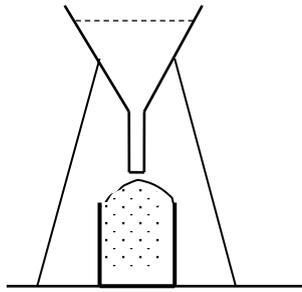
**Masse volumique absolue :** Méthode de l'éprouvette graduée : (figure1)



**Figure 1**

### **Masses volumiques apparentes :**

- **Masse volumique apparente d'un sable:**



**Figure 2**

**TRAVAIL DEMANDE**

- 1 – Effectuer le mode opératoire en suivant ses étapes.
- 2 – Déterminer la masse volumique absolue du granulat.
- 3 – Déterminer la masse volumique apparente du sable.
- 4 - Déterminer la masse volumique apparente de la roche, sachant que la masse volumique de la paraffine est de  $\rho_{para} = 0.98 \text{ g/cm}^3$ , Pour cela, on commence par déterminer le volume de la paraffine.

**EXPLOITATION DES RÉSULTATS**

- 1 – Remplir la fiche d’essai ci-joint.
- 2 – Le tableau suivant donne les valeurs des masses volumiques de quelques matériaux. Commenter les valeurs trouvées au cours de vos essais.

<i>Matériau</i>	<i>Masse volumique apparente</i>	<i>Masse volumique absolue</i>
<i>Sable</i>	1450 à 1650 kg/m <sup>3</sup>	2600 à 2700 kg/m <sup>3</sup>
<i>Gravier</i>	1550 à 1900 kg/m <sup>3</sup>	2650 à 2850 kg/m <sup>3</sup>

**Résultats :** *masses volumiques*

**1 – Masse volumique absolue**

	<i>Masse volumique absolue</i>							
	<i>Sable</i>				<i>Gravier</i>			
	<i>M (kg)</i>	<i>V<sub>1</sub> (m<sup>3</sup>)</i>	<i>V<sub>2</sub> (m<sup>3</sup>)</i>	<i>ρ<sub>ab</sub> (kg/m<sup>3</sup>)</i>	<i>M (kg)</i>	<i>V<sub>1</sub> (m<sup>3</sup>)</i>	<i>V<sub>2</sub> (m<sup>3</sup>)</i>	<i>ρ<sub>ab</sub> (kg/m<sup>3</sup>)</i>
<i>ESSAI 1</i>								
<i>ESSAI 2</i>								
<i>MOYENNE</i>								

**2 – Masse volumique apparente**

	<i>Masse volumique apparente</i>							
	<i>Sable</i>				<i>Gravier</i>			
	<i>M<sub>Rv</sub> (kg)</i>	<i>M<sub>Rp</sub> (kg)</i>	<i>V<sub>R</sub> (m<sup>3</sup>)</i>	<i>ρ<sub>app</sub> (kg/m<sup>3</sup>)</i>	<i>M<sub>Rv</sub> (kg)</i>	<i>M<sub>Rp</sub> (kg)</i>	<i>V<sub>R</sub> (m<sup>3</sup>)</i>	<i>ρ<sub>app</sub> (kg/m<sup>3</sup>)</i>
<i>ESSAI 1</i>								
<i>ESSAI 2</i>								
<i>MOYENNE</i>								

**B- MASSES VOLUMIQUES DES CIMENTS**

**DÉFINITIONS :**

La masse volumique d'un corps est la masse de l'unité de volume de ce corps. Comme on distingue le volume absolu et le volume apparent, il faut distinguer de même la masse volumique absolue et celle apparente.

- *Masse volumique absolue* :

- *Masse volumique apparente* :

### ***BUT DE LA MANIPULATION :***

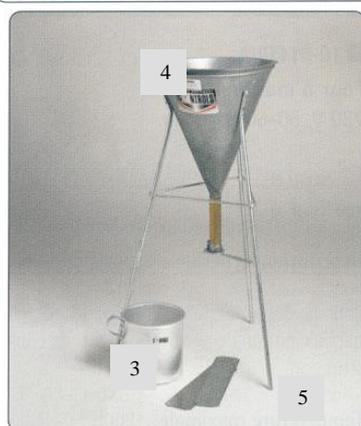
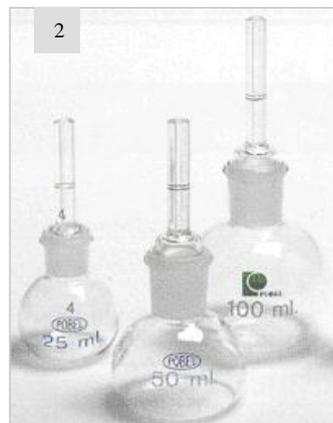
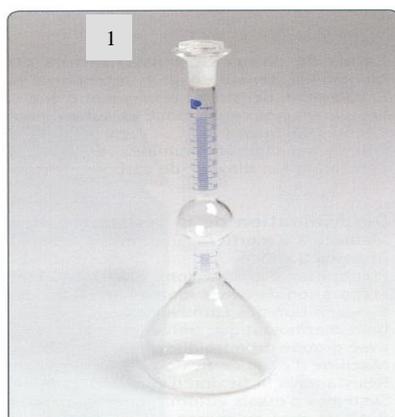
Mesurer la masse volumique absolue et celle apparente d'un ciment anhydre.

### ***PRINCIPE :***

Le ciment est un corps réagissant avec l'eau, les méthodes de mesure doivent utiliser des liquides qui ne réagissent pas avec le ciment. On opère de la même façon que pour le sable ou le gravier.

### ***Équipements :***

- 1 - Volumétre Le Chatelier
- 2 - Pycnomètre
- 3 - Balance précise au 0.01 g près
- 4 - Mesure de 1 litre
- 5 - Entonnoir à tamis avec support
- 6 - Règle à araser
- 7 - Spatule
- 8 - Thermomètre



### ***MASSE VOLUMIQUE ABSOLUE :***

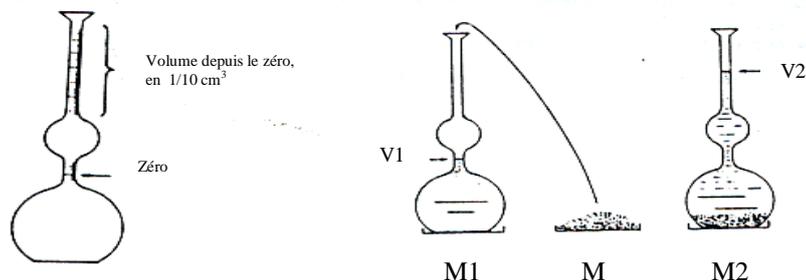
On opère sur des quantités réduites de ciment. On peut utiliser deux méthodes, l'une basée sur la lecture de graduations : *le pycnomètre*.

Le liquide qu'on utilisait avant et qui ne réagit pas avec le ciment était le benzène.

**A / Méthode du volumétre :**

**A1 / Volumétre de Le Chatelier :**

C'est un récipient de 250 cm<sup>3</sup>, comportant un col étroit muni d'un renflement de 20 cm<sup>3</sup> environ. Au-dessous du renflement se trouve le trait zéro avec une courte graduation de part et d'autre (en 1/10 de cm<sup>3</sup>). Au-dessus du renflement, une autre graduation donne le volume (en 1/10 cm<sup>3</sup>) à partir du zéro.



**A2 / Mode opératoire :**

1 - Mettre du toluène jusqu'au niveau V<sub>1</sub>, voisin du zéro. Noter V<sub>1</sub>, en valeur algébrique (négative au-dessous du repère). Peser l'ensemble, soit M<sub>1</sub>.

2 - Introduire le ciment dans le volumétre jusqu'à ce que le niveau du liquide soit dans la partie utile de la graduation supérieure. Bien chasser les bulles d'air. Noter V<sub>2</sub>. Peser, soit M<sub>2</sub>.

**A3 / Expression des résultats :**

La masse volumique du ciment testé est

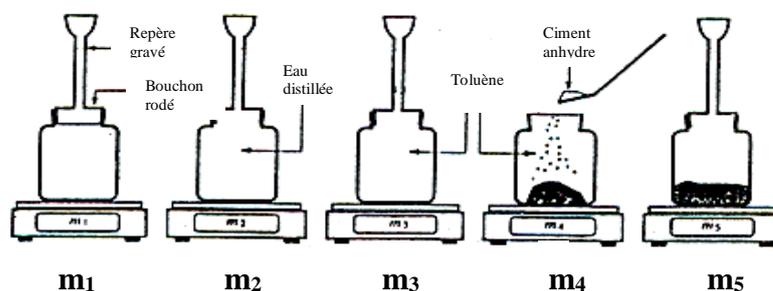
$$\rho_{\text{abs ciment}} = (M_2 - M_1) / (V_2 - V_1)$$

**B / Méthode du pycnomètre :**

**B1/ Pycnomètre à liquides :**

C'est un récipient de 100 cm<sup>3</sup> comportant un bouchon bien rodé muni d'un tube très fin sur lequel est gravé un trait repère. Ce trait limite de façon précise un volume V qui est caractéristique de l'instrument.

**B2/ Mode opératoire :**



**B3/ Expression des résultats :**

Soit  $\rho_e$  la masse volumique de l'eau à la température de l'essai :

$\theta$ (°C)	14	16	18	20	22	24	26	28	30
$\rho_{\text{eau}} (\text{g/cm}^3)$	0,9993	0,9990	0,9986	0,9982	0,9978	0,9973	0,9968	0,9963	0,9957

Le volume du pycnomètre est :

$$V = \frac{m_2 - m_1}{\rho_{\text{eau}}}$$

La masse volumique du toluène est alors :

$$\rho_t = \frac{m_3 - m_1}{V}$$

La masse  $m_t$  de toluène remplacée par la masse  $m_4$  de liant est :

$$m_t = (m_3 - m_1) - (m_5 - m_4)$$

Le volume de liant remplaçant le liquide est :

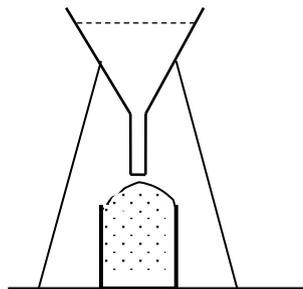
$$V_c = V_t = \frac{m_t}{\rho_t} = \frac{(m_3 - m_1) - (m_5 - m_4)}{\rho_t}$$

et la masse volumique du liant sera :

$$\rho_{\text{abs ciment}} = \frac{m_4 - m_1}{V_c}$$

### **MASSE VOLUMIQUE APPARENTE :**

#### **A1 / Mode opératoire :**



#### **A 2 / Expression des résultats :**

La masse volumique apparente du ciment est :

$$\rho_{c(\text{app})} = M/V \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

### **TRAVAIL DEMANDE :**

- 1 - Effectuez l'essai suivant le mode opératoire décrit ci-dessus.
- 2 - Calculez les masses volumiques absolue et apparente du matériau testé.

### **EXPLOITATION DES RÉSULTATS :**

- 1 - Remplir la fiche de mesure ci-jointe.
- 2 - Valeurs usuelles :

Masse volumique absolue du ciment : 3,1 g/cm<sup>3</sup>

Masse volumique apparente du ciment : 1 g/cm<sup>3</sup>

Commenter les résultats.

**Résultats :** masses volumiques des ciments

**MASSE VOLUMIQUE ABSOLUE DE CIMENT :**

<i>Méthode du voluménoètre</i>					
	<i>V1 (cm<sup>3</sup>)</i>	<i>V2 (cm<sup>3</sup>)</i>	<i>M1 (g)</i>	<i>M2 (g)</i>	<i><math>\rho_{abs\ c}</math> (g/cm<sup>3</sup>)</i>
<i>ESSAI 1</i>					
<i>ESSAI 2</i>					
<i>MOYENNE</i>					

<i>Méthode du pycnomètre</i>			
	<i>ESSAI 1</i>	<i>ESSAI 2</i>	<i>MOYENNE</i>
<i>m<sub>1</sub> (g)</i>			
<i>m<sub>2</sub> (g)</i>			
<i>m<sub>3</sub> (g)</i>			
<i>m<sub>4</sub> (g)</i>			
<i>m<sub>5</sub> (g)</i>			
<i><math>\rho_e</math> (g/cm<sup>3</sup>)</i>			
<i><math>\rho_t</math> (g/cm<sup>3</sup>)</i>			
<i>mt (g)</i>			
<i>Vc (cm<sup>3</sup>)</i>			
<i><math>\rho_{abs\ c}</math> (g/cm<sup>3</sup>)</i>			

**MASSE VOLUMIQUE APPARENTE :**

<i>Masse volumique apparente de ciment</i>				
	<i>M<sub>Rv</sub> (kg)</i>	<i>M<sub>Rp</sub> (kg)</i>	<i>V<sub>R</sub> (m<sup>3</sup>)</i>	<i><math>\rho_{app}</math> (kg/m<sup>3</sup>)</i>
<i>ESSAI 1</i>				
<i>ESSAI 2</i>				
<i>MOYENNE</i>				

**C - LA POROSITE TOTALE DES CIMENTS ET GRANULAT:**

$PT (\%) = (1 - \Upsilon/\rho) \times 100 \%$ ,  $\Upsilon$  en (g/cm<sup>3</sup>) et  $\rho$  en (g/cm<sup>3</sup>)

*L'enseignant : Ben Ammar B.K*