

ENSH LE 10/04/2011

Chapitre I :

GÉNÉRALITÉS, CLASSEMENT DES MATÉRIAUX ET LEURS PROPRIÉTÉS

1.1 Généralité

Sont considérés comme matériaux de construction tous les matériaux utilisés pour la réalisation de bâtiments (habitation, industrielle,...) ou d'ouvrage d'art.

1.2 Classification des matériaux1- Classification scientifique

Dans la science des matériaux, selon la composition et la structure, les matériaux sont classés comme suit :

- Métaux et alliages :
- Polymères :
- Céramiques

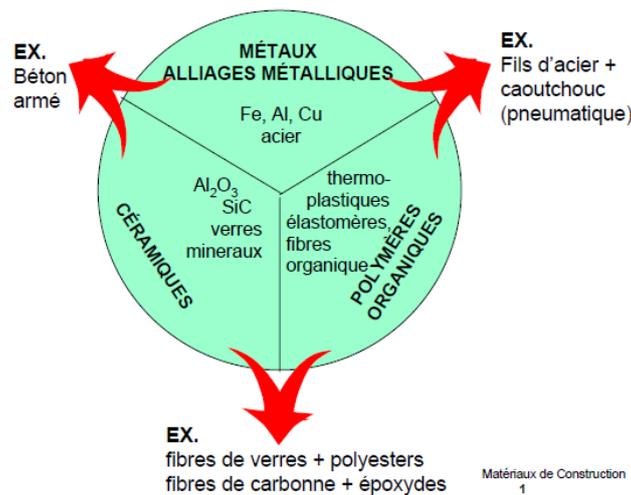


Figure 1.1 Classification des matériaux

2- Matériaux de base et produits :

- Matériaux de base ou matière première (Argiles, pierres, bois, calcaire, métaux)
- Matériaux produits et composites (ciment (calcaire+argile), alliages, béton, ..)

3- Classification pratique :

Dans la construction, les matériaux sont classés selon le domaine d'emploi et selon leurs propriétés principales (Résistance, compacité,...) comme suit :

a. Les matériaux de construction (ou de résistance) : matériaux qui ont la propriété de résister contre des sollicitations (forces) importantes (poids propre, surcharge, séisme, chaleur, ..) :

- Pierres, bois, béton, métaux, terre cuite (Brique), etc.

b. Les matériaux de protection : matériaux qui ont la propriété d'enrober et de protéger les matériaux de construction principaux:

- **Revêtement** : Enduits, peintures, bitumes, etc.

N.B.

Récemment, l'aspect écologique du matériau (Emission des gaz à effet de serre lors de l'exploitation, de la production, du transport ou de la mise en œuvre), est considéré comme important dans le choix du matériau.

1.2 Structure des matériaux

Structure microscopique du matériau (échelle de l'atome) :

- Structure cristalline (Roche, métaux)
- Structure vitreuse (Verre, la céramique, le laitier)
- Structure colloïdale (plastiques, caoutchouc, résine,...)

Structure macroscopique du matériau :

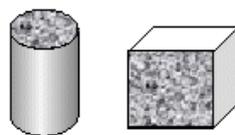
- Structure fibreuse (Bois, l'éternite (amiante + ciment))
- Structure capillaire (mastique, mortier de ciment et béton)
- Ou à la fois fibreuse et capillaire (béton de fibre)

1.3 Propriétés de matériaux (Rappel)

Grandeurs physiques, chimiques ou mécaniques, propres au matériau. Elles sont déterminées expérimentalement.

1.3.1 Les propriétés physiques

a. La masse volumique apparente : masse d'un corps par unité de volume apparent, après séchage à 105 °C, notée γ_{ap} et exprimée en kg/m³.



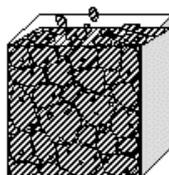
$$\gamma_{ap} = \frac{M_s}{V_{ap}}$$

γ_{ap} – Masse volumique apparente (kg/m³).

M_s – Masse d'un corps sèche.

V_{ap} – Volume apparent.

Dans le cas d'un ensemble de grains, la détermination de la masse volumique apparente peut se faire en utilisant un récipient de volume connu.



$$\gamma_{ap} = \frac{M_s}{V_{ap}}$$

γ_{ap} – Masse volumique apparente (kg/m³).

M_s – Masse d'un corps sèche.

V_{ap} – Volume apparent.

b. La masse volumique absolue : masse d'un corps par unité de volume absolu de matière solide (porosité des grains exclus), après passage à l'étuve à 105 °C, notée ρ ou γ et exprimée en (g/cm³, kg/m³ ou T/m³).

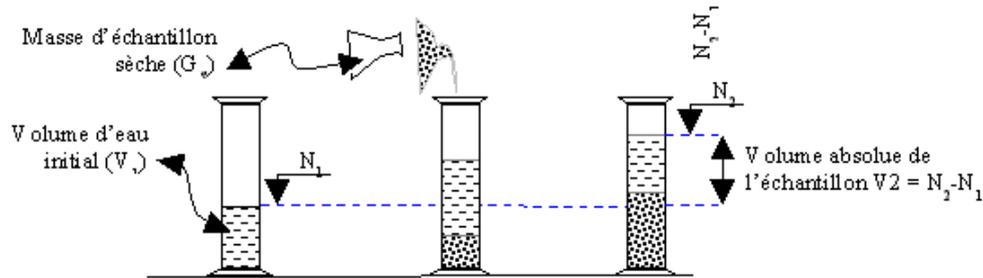


Fig 1.2: Détermination de la masse volumique absolue d'un matériau

D'abord on remplit le tube gradué d'eau (N_1), ensuite on verse l'échantillon sec dans le tube et le niveau de l'eau va augmenter (N_2). $N_2 - N_1$ est le volume absolu. La masse volumique absolue peut se calculer :

$$\gamma = \frac{M_s}{N_2 - N_1}$$

c. Porosité et compacité :

La porosité « p » est le rapport du volume vide au volume total. $p = V_{vide} / V_{total} \times 100 (\%)$

La compacité « c » est le rapport du volume solide au volume total. $c = V_{solide} / V_{total} \times 100 (\%)$

$$p + c = 100\%$$

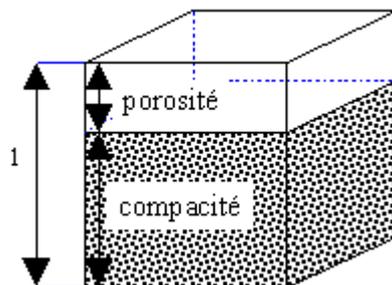


Fig 1.2: Volume unitaire

d. Humidité du matériau :

Indice important pour déterminer la teneur en eau réelle des matériaux au moment de son utilisation. Notée W (%). On peut la déterminer comme suit :

$$W = \frac{M_{hum} - M_{sec}}{M_{sec}} \times 100 (\%)$$

M_{sec} : masse sèche (séchage à 105°C) ; M_{sat} : masse humide

Le degré de l'humidité des matériaux dépend de l'atmosphère de stockage (Température, humidité et vent) et de la porosité du matériau.

e. Capacité d'absorption d'eau massique « Ab » :

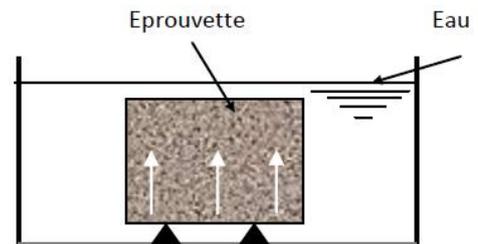
L'absorption d'eau par immersion est la différence entre la masse d'un échantillon saturé dans l'eau et sa masse à l'état sec.

Essai :

- Sécher un échantillon dans une étuve à 105°C soit M_{sec} .
- Immerger l'échantillon dans l'eau jusqu'à saturation ($\Delta M < 0,1\%$ après 24 H) ; soit M_{sat} .

L'absorption d'eau se calcul comme suit :

$$Ab = \frac{M_{sat} - M_{sec}}{M_{sec}} \times 100$$



1.3.2 Résistances mécaniques des matériaux

En général la résistance du matériau est sa capacité à supporter les actions de forces externes (charges, conditions d'ambiance). Elle est définie par la contrainte maximale de rupture d'un matériau sous un chargement. On distingue principalement :

- Résistance en compression,
- Résistance en traction (directe ou par flexion),

Les tableaux 1.1 et 1.2 résument la forme et les dimensions d'éprouvettes ainsi qu'aux méthodes utilisées pour déterminer respectivement, la résistance à la compression et la résistance en traction des différents matériaux.

• *Tableau 1.1 : Schéma et méthode de détermination de la résistance à la compression*

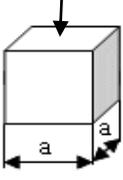
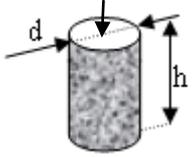
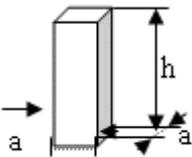
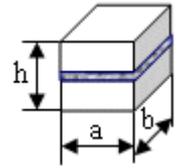
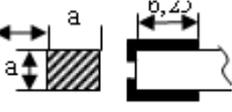
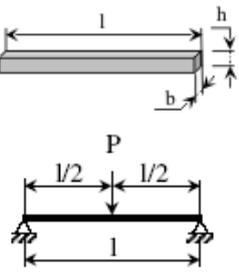
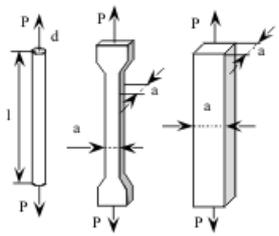
Echantillon	Schéma	Formule de calcul	Matériaux testés	Dimension des échantillons (cm)
Cube		$R = \frac{P}{a^2}$	Béton Mortier Roche	15x15x15 7,07x7,07x7,07 10x10x10 15x15x15 20x20x20
Cylindre		$R = \frac{4P}{\pi d^2}$	Béton Mortier Roche	d=15 ; h=30 d=h= 5; 7; 10; 15
Prisme		$R_{pr} = \frac{P}{a^2}$	Béton Bois	a=10; 15; 20 h=40; 60; 80 a=2; h=3
Échantillons assemblés		$R = \frac{P}{S}$	Brique	a=12; b=12,3; h=14
Moitié d'échantillon de Mortier normalisé		$R = \frac{P}{S}$	Ciment	a=4; S=25 cm ²

Tableau 1.2 : Schéma et méthode de détermination de la résistance à la flexion

Echantillon	Schéma	Formule de calcul	Matériaux testés	Dimension des échantillons (cm)
Essai de traction par flexion				
Prismatique		$R_f = \frac{3Pl}{2bh^2}$	Ciment Brique Bois (4 pts)	4x4x16 15x15x15
Essai de résistance en traction pure				
Cylindrique Prismatique		$R_t = \frac{4P}{\pi d^2}$ $R_t = \frac{P}{a^2}$	Béton Armature	5x5x50 10x10x80 d ₀ =1; l ₀ =5; l≥10

I.4 Exercice d'application (Propriétés physique des matériaux):

Les résultats d'essais sur un échantillon de gravier sont résumés comme suit :

- Un échantillon est mis dans un récipient contenant un volume d'eau $V_1 = 800 \text{ cm}^3$ et une masse $m_1 = 800 \text{ g}$. Après l'introduction de l'échantillon, la masse du récipient devient $m_2 = 1490 \text{ g}$ et son volume $V_2 = 1100 \text{ cm}^3$.
- Un deuxième échantillon de 294 g du même gravier est mi dans une étuve à 105°C . Après un séchage complet sa masse est de 280g.
- Un troisième échantillon de 1400 g de ce gravier à rempli complètement un récipient d'un volume de un (01) litre.

Questions:

- Calculer la masse volumique absolue du gravier.
- Calculer la masse volumique apparente du gravier.
- Calculer son degré d'humidité, sa porosité et sa compacité.