

1. Introduction

Les propriétés principales des matériaux peuvent être divisées en plusieurs groupes tels que:

- Propriétés physiques: (la densité, la masse volumique, l'humidité, la porosité, l'absorption, la perméabilité, le retrait (le gonflement) etc.);
- Propriétés chimiques: (corrosion chimique, l'attaque de l'acide, etc.)
- Propriétés mécaniques: (la résistance en compression, en traction, en flexion, torsion etc.)
- Propriétés thermiques: (la dilatation, la résistance et comportement au feu, etc.)

Les caractéristiques et propriétés mécaniques principales d'un matériau sont: la résistance à la compression, la résistance à la traction, le module d'élasticité, le fluage, la fatigue, ... etc.

- Les propriétés mécaniques qui reflètent le comportement des matériaux déformés par un les forces.
- Les propriétés physiques qui mesurent le comportement de matériaux à l'action de la température, des champs électriques ou magnétiques ou la lumière.
- Les propriétés chimiques qui caractérisent le comportement des matériaux dans un environnement réactif.

2. Propriétés des matériaux

2.1 Les propriétés physiques

1. La densité.

En sens physique ; c'est le degré de remplissage de la masse d'un corps par la matière solide.

Elle est calculée par le rapport de la masse volumique de ce matériau à celle de l'eau à une température

Elle est exprimée sans unité.

2. La masse volumique apparente

C'est la masse d'un corps par unité de volume apparent en état naturel (y compris les vides et les capillaires).

Elle est exprimée en (gr/cm³ ; kg/m³ ; T/m³).



$$\gamma_a = \frac{M_s}{V_a}$$

γ_a - Masse volumique apparente (kg/m³).

M_s - Masse d'un corps sèche.

V_a - Volume apparent.

3. La masse volumique absolue

C'est la masse d'un corps par unité de volume absolu de matière pleine (volume de matière seule sans tenir compte les vides et les pores).

Elle est exprimée en (g/cm³, kg/m³ ou T/m³).

Masses volumique typiques

| Matériau | ρ (kg/m ³) | d |
|----------------------------------|-----------------------------|-------------|
| Bois | 450 - 1 170 | 0,45 - 1,17 |
| Alcool | 789 | 0,789 |
| Huile | 900 | 0,9 |
| Eau | 1 000 | 1 |
| Polymères | 850 - 1 410 | 0,85 - 1,41 |
| Roches, verre, béton, céramiques | 1 250 - 2 800 | 1,25 - 2,8 |
| Métal | 1 750 - 23 000 | 1,75 - 23 |

4. La porosité et compacité

- **Porosité**: La porosité est le rapport du volume vide au volume total.

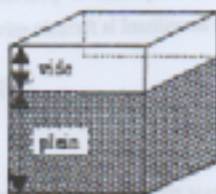


Fig: Volume quelconque

On peut aussi définir la porosité comme le volume de vide par unité de volume apparent.

$$p = \frac{\text{volume de vide}}{\text{volume total}}$$

- **Compacité**:

La compacité est le rapport du volume des pleins au volume total.



Fig: Volume unitaire

Cu volume des pleins par unité de volume apparent.

$$p = \frac{\text{volume plein}}{\text{volume total}}$$

La porosité et la compacité sont liées par la relation suivante:

$$p + c = 1$$

La porosité et la compacité sont souvent exprimées en %. La somme des deux est alors égale à 100%.

L'humidité :

L'humidité est une des propriétés importante des matériaux (les matériaux de construction). C'est un la teneur en eau réelle d'un matériau qui contient dans les pores. En général l'humidité est notée W et s'exprimée en pourcentage (%). On peut déterminer l'humidité de matériaux quelconques en utilisant la formule suivante:

$$W = \frac{G_h - G_s}{G_s} \cdot 100\%$$

où

G_s - est la masse sèche d'échantillon (après passage à l'étuve)

G_h - est la masse humide d'échantillon.

Le degré de l'humidité des matériaux dépend de beaucoup de facteurs, surtout de l'atmosphère où ils sont stockés, le vent, la température et de la porosité du matériau.

L'absorption de l'eau :

L'absorption de l'eau du matériau est la capacité de conserver et de retenir de l'eau quand il est immergé au sein de l'eau à température de 20,5 °C et à la pression atmosphérique. A cette condition l'eau peut pénétrer dans la plupart des vides interstitiels du matériau. Si la porosité du matériau est importante, l'absorption de l'eau est plus grande, mais l'absorption est toujours inférieure à la porosité du matériau.

On peut déterminer le degré d'absorption la formule suivante:

L'absorption calculée suivant la masse de l'échantillon notée H_a (%)

où

G_h - est la masse absorbante.

G_s - est la masse sèche d'échantillon.

V_1 - est le volume apparent du matériau.

$$H_a = \frac{G_h - G_s}{G_s} \cdot \%$$

2.2. Les propriétés chimiques

Les propriétés chimiques déterminent la stabilité chimique d'un matériau qui est un pouvoir de ce matériau en service de résister à l'action chimique des acides ou à l'action des facteurs atmosphériques comme l'humidité, température, ... etc.

2.3. Les propriétés mécaniques

Les propriétés mécaniques des matériaux sont caractérisées par la capacité de résister à toute sollicitation extérieure (compression traction, flexion, fluage.).

La résistance mécanique : est le pouvoir d'un matériau de résister à la destruction sous l'action des contraintes dues à une charge.

La résistance mécanique à la compression (à la traction) : La résistance à la compression (à la traction) correspond à la contrainte maximale d'un matériau soumis à une charge axiale et elle est calculée par la formule suivante :

$$\sigma = \frac{P}{S}; \text{KN/cm}^2$$

Où:

- P : La charge appliquée ;
- S : La surface de la section de l'éprouvette.

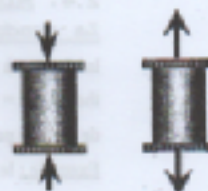


Fig. 3: Essai de compression de traction axiale

Exemple :

- La propriété principale du béton est sa résistance à la compression. Pour pouvoir évaluer la résistance à la compression, on procède à l'essai de compression. L'essai de compression est l'essai le plus connu des essais mécaniques. Il s'effectue sur des éprouvettes cylindriques de diamètre 16 cm et de hauteur 32 cm ou cubiques (10x10x10 cm). La résistance à la rupture par compression est mesurée par compression axiale des éprouvettes (voir fig. N°3).
- L'acier aussi sa principale propriété mécanique est la résistance à la traction. L'essai de traction s'effectue sur un échantillon normalisé en acier. La barre en acier est soumise à une charge de traction sur un appareil dite « machine de traction ».

La résistance à la flexion : C'est la résistance d'un matériau soumis aux charges de flexion. L'essai de flexion simple consiste à faire écharser une éprouvette prismatique (ex : 4x4x16cm pour mortiers, 7x7x28 pour le béton) sur deux appuis. (Voir fig. N°4)

Le résultat exprime la résistance à la traction par flexion. La résistance à la traction (par flexion) correspond à la contrainte maximale calculée par la formule suivante :

$$\sigma_t = \frac{1,8P}{a^2}; \text{KN/cm}^2$$

P : La charge appliquée ;
a : Le côté de l'éprouvette
prismatique.

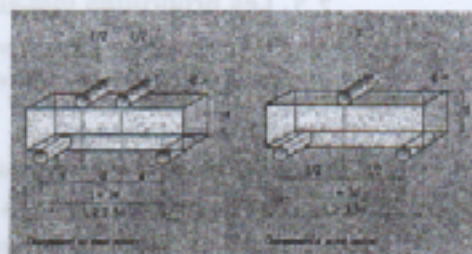


Fig. N°4: Essais de traction par flexion.

2.4. Autres propriétés :

La conductibilité thermique : c'est la capacité d'un matériau de laisser passer la chaleur à travers son épaisseur. Elle est appréciée au moyen du coefficient de conductibilité thermique = la quantité de chaleur traversant un échantillon du matériau de 1 m d'épaisseur 1m^2 de surface pendant 1 heure et la $\Delta T = 1^\circ\text{C}$.

Exemple: le coefficient de conductibilité thermique du

- Acier ; $\lambda = 58 \text{ W/m.}^\circ\text{C}$
- Béton ; $\lambda = 2,9 \text{ à } 3,3 \text{ W/m.}^\circ\text{C}$

La dureté : est la capacité d'un matériau de résister à la pénétration d'un corps plus dur que lui. La dureté ne correspond pas toujours à la résistance d'un matériau. Plusieurs méthodes sont utilisées pour déterminer la dureté d'un corps. En matériaux de pierre de construction, la dureté est déterminée à l'aide des minerais de l'échelle Mohs. Tandis que pour les aciers, on utilise la dureté Brinell ou Rockwel.

Exemple: - les verres : on utilise le minerai ; le diamant ou le quartz ;
- l'acier : sur un échantillon d'acier le nombre de dureté Brinell HB = 150

Propriétés élastiques et plastiques : les matériaux sollicités par une charge se déforment, c à d ils changent de dimensions et formes ;

- L'élasticité d'un corps est la propriété du matériau de rétablir sa forme et ses dimensions initiales après l'enlèvement de la charge.
- La plasticité d'un corps est la propriété du matériau de changer sa forme sans se fissurer et garder cette forme même après l'enlèvement de la charge. Ex. aciers, cuivre, pâtes d'argile...etc.

Module d'élasticité et coefficient de poisson :

Module d'élasticité (module de Young) : est l'aptitude d'un matériau à l'allongement pendant le service. Ce coefficient caractérise l'élasticité d'un matériau lorsqu'il travaille en extension ou compression. D'une manière générale, le module d'élasticité caractérise la rigidité des matériaux.

Le module d'élasticité statique en compression est déterminé graphiquement, en exploitant la courbe contrainte - déformation. Le module d'élasticité statique noté par E, est la valeur de la pente à l'origine de cette courbe.

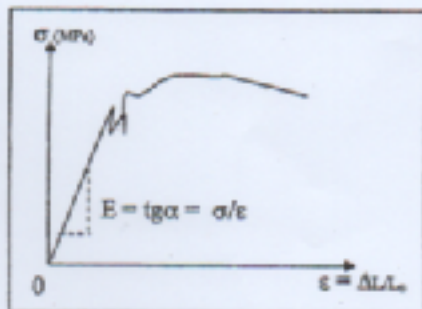
Il s'exprime par la relation suivante :

$$E_{ST} = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

Où:

σ : La contrainte en MPa.

ϵ : La déformation.



Le coefficient de poisson, qui exprime le rapport de la déformation transversale à la déformation longitudinale est donné par l'expression suivante :

$$\nu = \frac{\epsilon_t}{\epsilon_L}$$

Exemple:

Pour : - Les aciers : $E = 2.10^5$ à $2,2.10^5$ N/mm²;

- Les fontes : $E = 0,9.10^5$ à 10^5 N/mm².