

LES MATERIAUX ET LEURS COMPORTEMENTS

I- Généralité :

A- Amiante et Ciment :

1- Définition :

Matériau minéral de densité **1,2 à 2**, issu d'un mélange homogène de **ciment** et de fibres d'**amiante** (tirée de la roche amiantifère), résiste au feu, aux agents chimiques et aux **moisissures**, assez résistant à la flexion et à la traction, légèrement élastique, incombustible, imperméable, inaltérable, sujet à certaines variations dimensionnelles (**humidité, température**).

Selon les utilisations, le matériau peut comporter également de la **cellulose** ou de la **silice** en mélange. L'amiante-ciment peut être peint, mais nécessite un isolant préalable (**caoutchouc chloré**) pour certaines peintures.

2- Utilisations :

Couvertures colorées ou non (**plaques ondulées** et **ardoises** de formats et formes diverses), faitières, **plaques de rives** et **raccords**, etc. ; **bardages** ou **revêtements** décoration de murs extérieurs (isolation humidité et thermique), cloisons, plafonds, lambris, dessus de meubles de cuisine ou de jardin, habillage de baignoires, étagères, marches d'escalier, dessus de radiateur, rayonnages, selon épaisseurs (**3 à 25 mm**, plaques de 2 à 3 m de longueur en **1,20 m** de largeur). Les plaques décoratives, reliefs ou coloris, rainures, etc., s'utilisent en décoration, salles de séjour, restaurants, bars, etc.

B- L'Acier :

1- Définition :

Alliage de fer et de carbone avec une teneur en carbone inférieure à **1,8%**. Les avec un pourcentage plus grand, pouvant aller jusqu'à **6%**, sont appelés **fontes**.

Souvent se trouvent dans l'acier d'autres éléments qui ont pour but de conférer au matériau des propriétés particulières.

2- Caractéristiques mécaniques :

Parmi les nombreuses propriétés qui expliquent l'énorme consommation actuelle en acier, on peut rappeler : la grande résistance mécanique, aussi bien à la traction qu'à la compression, qui reste importante, pour certains types spéciaux, même à haute température ; la facilité avec laquelle on peut donner à l'acier les formes les plus diverses grâce aux **machines-outils** ; la possibilité de souder différentes pièces avec une grande précision.

D'autres caractéristiques sont l'**élasticité** limitée ($21\ 000\ \text{k/N/cm}^2$), le faible quotient de dilatation linéaire (12×10^{-6}), la **malléabilité**, la **ductilité** et la **plasticité**, alliés à la capacité des aciers de subir des déformations permanentes par l'action d'efforts de traction et de compression.

En outre, une de leurs propriétés spécifiques est de pouvoir être trempée, ce qui leur donne la capacité d'acquérir une particulière résistance mécanique, la **dureté** et la **finesse du grain cristallin**, par l'effet d'un rapide refroidissement après avoir été portés à une température très élevée.

En effet, avec une telle opération, on parvient à rendre stables, à la température ambiante, des structures du métal qui autrement ne pourraient exister qu'à une température élevée et qui donnent justement à l'acier les propriétés ci-dessus mentionnées.

C- Le Béton :

1- Définition :

Le béton est un mélange de ciment, d'eau et de sable employé dans les constructions. Son poids volumique est de l'ordre de $2\ 300$ à $2\ 400\ \text{daN/m}^3$. S'il est armé, son poids volumique est égal à $2\ 500\ \text{daN/m}^3$, son coefficient de **dilatation thermique** est identique à celui de l'acier : 10^{-5} , son coefficient de retrait est de l'ordre de 2.10^{-4} .

2- Résistance caractéristique :

Dans les calculs du béton armé, on caractérise le béton par sa résistance en compression à **j** jour d'âge. C'est une contrainte qui est notée : **fcj** qui signifie résistance du béton en compression à **j** jour. Son unité est le **mégapascal**.

3- Résistance caractéristique en traction :

Elle est notée f_{tj} qui signifie résistance à la traction du béton à j jour.

- Relation entre f_{cj} et $f_{tj} = f_{tj} = 0,6 + 0,06 f_{cj}$
- Avant 28 jours, le béton a une résistance f_{cj}

j

- Inférieure à f_{c28} : ----- . f_{c28} pour $f_{c28} \leq 40 \text{ Mpa}$.

$$4,76 + 0,53 j$$

4- Notations :

σ_{bc} : signifie béton en compression

ϵ_{bc} : contrainte du béton en compression

ϵ_{bc} : déformation du béton en compression

E_{ij} : module de déformation longitudinale instantanée du béton à jour

E_{vj} : module de déformation différée du béton à j jour

Phase1 : - - - -

ϵ_{bc} est proportionnelle à ϵ_{bc}

Les déformations sont réversibles, le béton a un comportement élastique.

La loi de **Hooke** s'applique : $\epsilon_{bc} = E_{ij} \cdot \epsilon_{bc}$

Phase 2 : -----

Les déformations augmentent plus vite que les contraintes jusqu'à la rupture. Les déformations sont irréversibles, le béton a un comportement plastique.

5- Déformations longitudinales

Le béton est un matériau qui, sous l'application de charges de longue durée, va opérer une modification de sa structure interne afin de mieux accepter les sollicitations. C'est le phénomène de **fluage**. Le BAEL définit donc deux modules d'élasticité :

- **Module de déformation longitudinale instantanée** (durée d'application des charges < 24 heures) : $E_{ij} = 11\ 000$.
- **Module de déformation différée** (instantanée + fluage) : $E_{vj} = 3\ 700$ fcj.

D- Le Fer :

1- Définition :

Elément chimique (Fe); n. at. 26; p. at. 55,847; p.f. 1 536°C ; p. éb. 3 000 °C, dens. 7, 86 g/cm³, réseau cristallin cubique centre.

C'est le métal de très loin le plus utilisé. En dehors de petits gisements au **Groenland**, on ne trouve le fer à l'état natif que dans les météorites, qui en contiennent **90%**.

Le fer est extrêmement répandu sous forme de minerais, comme les **oxydes (hématite Fe₂O₃ et magnétite Fe₃O₄)**, les **oxydes hydratés (limonite Fe₂O₃, H₂O)**, les **sulfures (pyrites FeS₂)**, les **carbonates (sidérite FeCO₃)**, les **silicates**.

Le fer est extrait des oxydes par **réduction** et **carburation** avec du charbon dans les hauts fourneaux, où se forme d'abord de la **fonte** qui peut être convertie en **acier** ; le fer peut aussi être tiré des produits solides (**oxydes de fer**) obtenus comme résidu dans le grillage des pyrites.

2- Caractéristiques chimiques :

Le fer existe sous trois formes cristallines appelées **fer x**, **fer o** et **fer y** (cubiques centrées pour les deux premières, cubique à faces centrées pour la troisième). Au moment où il se solidifie, il est sous la forme o, stable jusqu'à **1 401°C**. A cette température, il se transforme en fer y, stable jusqu'à **906°C** ; au-dessous de cette température, c'est la forme x qui est stable (**ferrite**), **magnétique** au-dessous de **768°C**. A l'air, le fer réagit lentement en présence d'eau, se recouvrant de **rouille (carbonate basique hydraté)**, alors qu'il reste inaltéré dans l'air sec. Chauffé au rouge, il peut décomposer l'**eau** en libérant de l'**hydrogène** ; il est facilement attaqué par l'**acide chlorhydrique** et

par l'**acide sulfurique** dilués ; il ne se dissout pas dans l'**acide nitrique** concentré, car il se forme une couche compacte et protectrice d'oxyde.

Le fer donne deux séries principales de composés : les **composés ferreux (degré d'oxydation +2)** et les **composés ferriques (degré d'oxydation +3)**. Il existe aussi des composés où le fer est présent avec pour degrés d'oxydation **0** (par exemple : les **fer-carbonyles**) et **+ 6 (les ferrates)**. Les composés ferriques sont généralement plus stables que les composés ferreux : la valeur du potentiel normal d'**oxydoréduction** du couple **Fe³⁺ / Fe²⁺**, égale à **0,77 volt**, montre en effet que le fer+2 a une certaine tendance à s'oxyder en donnant du fer+3.

E- Le Sable :

Matériau clastique dérivé de la **désagrégation** des **roches**, en général **siliceuses** ou **quartziques**, sous l'action mécanique des **agents atmosphériques**, des **fleuves** ou des **vagues**.

Le sable se présente sous forme de **granules fins**, dont les dimensions sont comprises entre **0,02 mm** et **2 mm**.

Selon la quantité de **grenat** ou de **magnétite** et d'**ilménite** contenue, on a des **sables rouges** ou **noirs** ; en présence de **glauconite**, on a des sables de couleur **verdâtre**.

Le sable peut être produit artificiellement en moulinant des roches ; dans ce cas, les granules présentent des **arêtes** plus nettes et irrégulières, surtout par rapport à celles des sables marins.