

# MATERIAUX

## 1. familles de matériaux

**Différencier les grandes familles de matériaux (céramiques, métaux et alliages, verres, matières plastiques, composite, matériaux naturels, etc.).**

*Il existe 4 grandes familles de matériaux : les matériaux métalliques, les matériaux organiques, les matériaux minéraux et les matériaux composites.*

### **1.1. Les matériaux métalliques. Ce sont des métaux ou des alliages de métaux. (fer, acier, aluminium, cuivre, bronze, fonte, etc.)**

- Un métal est un élément chimique qui peut perdre des électrons pour former des cations et former des liaisons métalliques ainsi que des liaisons ioniques dans le cas des métaux alcalins.
- Un alliage est une combinaison d'un métal avec un ou plusieurs autres éléments chimiques. Ces autres éléments peuvent être des métaux comme le laiton (cuivre et zinc) ou des non métaux comme l'acier (fer et carbone)
- Souvent pour améliorer les propriétés du matériau on ajoute d'autres éléments exemple du chrome à l'acier pour le rendre inoxydable.

### **1.2. Les matériaux organiques. Ce sont des matériaux d'origine animale, végétale ou synthétiques. (bois, coton, laine, papier, carton, matière plastique, le caoutchouc, le cuir, etc.)**

- Un matériau organique est un matériau qui **contient du carbone**. Le bois, les végétaux, le charbon, le pétrole, les êtres vivants possèdent tous cet élément chimique.
- Les matières plastiques, au sens le plus large, sont des matériaux organiques constitués de macromolécules et produits par transformation de substances naturelles, ou par synthèse directe, à partir de substances extraites du pétrole, du gaz naturel, du charbon ou d'autres matières minérales.
- Il existe 3 familles de matières plastiques : les thermodurcissables (ne pouvant être remis en forme), les thermoplastiques (pouvant être remis en forme sous l'action de la chaleur) et les élastomères (qui peuvent se déformer sous l'effet d'efforts).

### **1.3. Les matériaux minéraux. Ce sont des roches, des céramiques ou des verres. (céramique, porcelaine, pierre, plâtre, verre, etc.)**

- La céramique est fabriquée à l'aide d'une pâte qui est chauffée, leurs propriétés dépendent des constituants de la pâte et du mode de cuisson
  - Céramique classique : issues de matériaux naturels type argilo siliceux (argile, feldspath, Kaolin, Quartz)
  - Céramiques techniques : (associations métal - métalloïde), obtenues le plus souvent par frittage (traitement thermomécanique qui, dans un premier temps, provoque la cohésion de granulés de poudre avec un « aggloméré » préparé par compression à froid, cette ébauche étant ensuite chauffée dans des fours spéciaux) ou électro fusion (les oxydes sont coulés directement dans un moule). Les métalloïdes sont les 6 éléments de la classification périodique qui séparent les métaux des non métaux : le bore, le silicium, le germanium, l'arsenic, l'antimoine et le tellure.
- Le verre est donc un matériau solide, qui n'a, contrairement aux matériaux cristallins, pas d'ordre atomique à longue distance. Généralement dur, fragile, souvent transparent et isolant électrique, imputrescible, ininflammable, la plupart des verres utilisés par l'homme sont issus d'une des matières premières les plus abondantes sur la Terre : le sable.

### **1.4. Les matériaux composites. Ce sont des assemblages d'au moins deux matériaux non miscibles. (fibres de verre, fibres de carbone, contreplaqué, béton, béton armé, kevlar, etc.)**

- Un matériau composite est un assemblage d'au moins deux matériaux non miscibles (mais ayant une forte capacité d'adhésion). Le nouveau matériau ainsi élaboré possède des performances supérieures à celles des éléments pris séparément.
- Il est généralement constitué de deux composants, une ossature appelée **renfort** qui assure la tenue mécanique et d'une protection appelée **matrice** qui assure la cohésion de la structure et le transfert de charges entre les renforts. A ces deux composants principaux peuvent s'ajouter des additifs qui permettent de modifier l'aspect, ou les caractéristiques du matériau.
- Il y en a trois familles en fonction de la nature de la matrice :
  - les **composites à matrices organiques (CMO)** qui constituent, de loin, les volumes les plus importants aujourd'hui à l'échelle industrielle ;

- les **composites à matrices céramiques (CMC)** réservés aux applications de très haute technicité et travaillant à haute température comme le spatial, le nucléaire et le militaire, ainsi que le freinage (freins carbone) ;
- les **composites à matrices métalliques (CMM)**.

## 2. Propriétés physico-chimiques des matériaux :

**Citer quelques propriétés physiques et chimiques d'un matériau utilisé dans un système : résistance mécanique, tenue en température et inertie chimique, densité, dureté, conductivités, porosité et état de surface, perméabilité, propriétés optiques.**

### *a. Propriétés mécaniques*

- **Dureté** : résistance d'un matériau à la pénétration, à la rayure
- **Fragilité** : propriété d'un matériau risquant de se rompre/ ductilité : capacité d'un matériau à se déformé plastiquement sans se rompre.
- **Résistance à la traction** : capacité d'un matériau à résister à la rupture ou à la déformation lors d'un étirement
- **Résistance à la compression** : capacité d'un matériau à ne pas se déformer lorsqu'il est comprimé.
- **Résistance à la torsion** : capacité d'un matériau à ne pas se déformer lors d'une torsion
- **Résistance au cisaillement** : capacité d'un matériau à ne pas se déformer sous l'action d'un cisaillement.
- **Résistance à la flexion** : capacité d'un matériau à ne pas se déformer lors d'une flexion.

### *b. Propriétés thermiques*

- **Conductivité thermique** ( $\lambda$ ) : propriété d'un matériau à transmettre un flux de chaleur par unité de surface.
- **Résistance au choc thermique** : elle se fait si le coefficient de dilatation du matériau est le plus faible possible
- **Résistance pyroscopique** : La résistance pyroscopique indique jusqu'à quelle température on peut utiliser un matériau sans difficultés. La fusion du matériau réfractaire aura lieu à une température beaucoup plus élevée, mais en dessous de cette température, il peut y avoir des déformations (fluage : déformation irréversible) et un retrait supplémentaire (ne pas retrouver son état normal après

une élévation de température). La résistance pyroscopique tient compte de ces phénomènes.

- **Inertie thermique** : L'inertie thermique d'un matériau représente la résistance au changement de sa température lorsqu'intervient une perturbation de l'équilibre thermique. Si la perturbation l'amène vers une nouvelle température d'équilibre, l'inertie thermique est mise en évidence par la « lenteur » avec laquelle ce nouveau point d'équilibre est atteint.
- **Capacité thermique massique** d'un matériau c'est la quantité de chaleur qu'il faut fournir à 1 kg pour élever sa température de 1K. elle est liée à la quantité d'énergie thermique stockable dans le matériau.

**c. Propriétés chimiques :**

- **Inertie chimique** : capacité à résister aux attaques chimiques par exemple la corrosion, l'oxydation (oxydant, réducteur, acide, base etc...)

**d. Propriétés optiques des matériaux :**

- **Effet photoélectrique** : faire passer les électrons de la bande de valence à la bande de conduction.
- **Transparence au rayonnement électromagnétique** (la zone de transparence dépend de la longueur d'onde).

**e. Propriété électrique :**

- **La conductivité électrique** : capacité d'un matériau à laisser passer le courant électrique, inversement la résistivité.
- **La polarisation diélectrique (permittivité)** : capacité à créer des dipôles électriques lorsqu'il est placé dans un champ électrique.

**f. Propriété physique :**

- **La porosité** est l'ensemble des interstices (connectés ou non) d'une roche ou d'un autre matériau pouvant contenir des fluides (liquide ou gaz).
- Etat de surface d'un matériau : définit la qualité de la surface en fonction de sa rugosité.
- **La perméabilité** d'un matériau (une roche, un tissu, etc.) correspond à son aptitude à se laisser traverser par un fluide de référence sous l'effet d'une différence de pression.

- **La densité d'un corps** : est le rapport de sa masse volumique à la masse volumique d'un corps pris comme référence (en général l'eau).

**Proposer, en argumentant à partir d'une documentation, un matériau adapté à une partie d'un système donné, en fonction d'un cahier des charges (propriétés d'usage, capacités de durabilité, durée de vie, recyclage, impact économique, impact environnemental et sociétal).**

**Etre capable d'extraire des informations, les relier entre elles et avec vos connaissances afin de rédiger un argumentaire.**