

# Chapitre 2

## Introduction sur les matériaux

### 1. Introduction

Le choix des matériaux pour une application industrielle donnée exige une connaissance et une maîtrise de ses caractéristiques mécaniques. A ce stade, la caractérisation mécanique des matériaux repose sur l'étude de son comportement vis-à-vis les sollicitations extérieures qui engendrent des contraintes et des déformations. Pour cela, on recourt à un certain nombre d'essais normalisés. Ces derniers, permettent de déterminer les grandeurs physiques caractérisant le comportement mécanique des matériaux testés.

### 2. Rappel sur les grandes familles des matériaux

Un matériau est une matière d'origine naturelle ou artificielle que l'Homme façonne pour en faire des objets. On distingue quatre grandes familles de matériaux.

- **Les matériaux métalliques.** Ce sont des métaux ou des alliages de métaux. (fer, acier, aluminium, cuivre, bronze, fonte, etc.)
- **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.)
- **Les matériaux minéraux.** Ce sont des roches, des céramiques ou des verres. (Céramique, porcelaine, pierre, plâtre, verre, etc.)
- **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.) Les membres de la même famille ont des traits communs : propriétés, méthodes de mise en œuvre et souvent applications.

#### 2.1. Les métaux

Les métaux (liaisons métalliques). On les obtient soit par réduction à haute température de leurs oxydes en présence de carbone (ex. fer) ou par électrolyse à haute température (ex. aluminium). Ce sont les matériaux les plus employés pour les applications structurales et pour l'essentiel des métaux ferreux (90% ferreux, les non-ferreux étant des alliages de Al, Cu, Ni et Ti). Ils sont capables de se déformer de manière permanente

(ductiles) ce qui permet de réaliser des opérations de mise en forme par déformation plastique (emboutissage, forge, estampage...) ou d'assemblage par déformation plastique.

Par ailleurs les matériaux métalliques sont denses, et bons conducteurs thermiques et électriques.



Fig . 1.Exemple de métaux et alliages

## 2.2. Les polymères et les élastomères

Ils possèdent des modules faibles (environ 50 fois inférieures à ceux des métaux) mais ils peuvent être résistants, et ils peuvent se déformer d'une façon importante, des pièces compliquées possèdent plusieurs fonctions peuvent être moulées en une seule opération. Leurs propriétés dépendent fortement de la température, ils résistent à la corrosion et ont des coefficients de frottements faibles. Un élastomère est un polymère présentant des propriétés « élastiques », obtenues après réticulation à différentes échelles. Il supporte de très grandes déformations avant rupture. Le terme de caoutchouc est un synonyme usuel d'élastomère.



Fig . 2. Exemple de polymères et les élastomères

### 2.3. Les céramiques et les verres

Cette famille de matériau possède également des modules élevés. Mais contrairement aux métaux, les céramiques et les verres sont fragiles et possèdent une faible tolérance aux concentrations des contraintes (comme les trous et les fissures). Leur résistance à la traction signifie la résistance à la rupture. Ce sont des matériaux rigides et durs et résistent à l'abrasion, elles conservent leurs résistances à haute températures et résistent bien à la corrosion.



Fig . 3. Exemple de céramiques



Fig . 4. Exemple de verre

## 2.4. Les composites

Ces matériaux combinent des propriétés intéressantes des autres familles sans en avoir leurs inconvénients. Ils sont légers, rigides et résistants et peuvent être tenace. La majorité des composites disponibles aujourd'hui sont à matrice polymère (en général époxyde ou polyester) renforcés des fibres de verre, carbone, ou kevlar (Le Kevlar est une fibre synthétique qui possède de très bonnes propriétés mécaniques en traction (résistance à rupture, de 3100 MPa et module entre 70 et 125 GPa) mais ils ne peuvent pas être utilisés audessous de 250°C à cause de la matrice en polymère mais leurs performance à température ambiante sont exceptionnelle. Les pièces en composite coutent chères et difficiles à mettre en forme et à assembler c'est pourquoi le concepteur ne les utilisera que lorsque le surcroît de la performance justifie le surcoût.



Fig . 5. Exemple de composite