

### **3.1 Introduction :**

Le comportement mécanique d'un matériau est fonction des forces extérieures exercées et traduit les évolutions de la cohésion des atomes. Les propriétés mécaniques d'un matériau dépendent de la température d'utilisation, l'état de surface et la vitesse de déformation.

Les principales propriétés mécaniques sont :

- ✓ **La résistance** : caractérise la contrainte maximale que peut supporter un matériau avant de se rompre.
- ✓ **La dureté** : résistance d'un matériau à la pénétration.
- ✓ **La ductilité** : capacité du matériau à se déformer de manière irréversible avant de rompre.
- ✓ **La rigidité** : fonction de l'intensité des liaisons entre atomes ou molécules (module d'Young).
- ✓ **La ténacité** : capacité d'un matériau à emmagasiner de l'énergie avant sa rupture.

### **3.2 Milieu isotrope :**

Un milieu isotrope est un milieu dont les propriétés physiques sont identiques quelle que soit la direction d'observation.

### **3.3 Contraintes :**

Quand un corps est soumis à l'action des forces extérieures, des contraintes s'établissent, par réaction, à l'intérieur de ce corps, d'où les atomes du matériau sont écartés les uns des autres ou comprimés les uns des autres.

#### **3.3.1 Contraintes normales : (traction simple)**

On appelle contrainte normale en un point d'une surface, la projection de la contrainte en ce point (parallèle à **x**) sur un axe perpendiculaire à la surface «  $dS$  » (et perpendiculaire à **y**) passant par ce point. La surface  $S$  est soumise à une contrainte normale  $\sigma$  de traction :

$$\sigma = \frac{dF}{dS} \text{ (Pa)}, F = \iint F \cdot dS$$

où,

$F$  : effort normal (N),

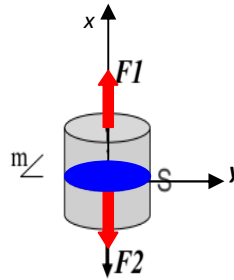
$S$  = aire de la section supportant l'effort ( $m^2$ ).

Pour une traction simple,  $\sigma$  est la même sur toute la surface  $S$ .

d'où,

$$\sigma = \frac{F}{S},$$

Une contrainte normale de traction  $\Rightarrow$  contrainte **perpendiculaire** à la surface.



**Fig. 1** : Représentation de la contrainte normale.

### 3.3.2 Contraintes Tangentielles : (traction simple)

On appelle contrainte tangentielle en un point d'une surface la projection en ce point sur la surface (parallèle à **y** et perpendiculaire à **x**) passant par ce point.

$$\tau = \frac{dF}{dxdy}$$

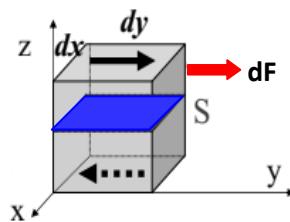
avec,

$dF$  : Force élémentaire sur le volume  $dx dy dz$ .

La contrainte élémentaire sur la surface  $S$  est :

$$\tau = \frac{F}{S}$$

Une contrainte tangentielle de cisaillement  $\Rightarrow$  une contrainte **parallèle** à la surface.



**Fig. 2** : Représentation de la contrainte tangentielle.

### 3.4 Déformations :

La déformation indique dans quelles proportions les liaisons interatomiques (à l'échelle microscopique) et la structure elle-même (macroscopique) ont été déformées.

### 3.4.1 Déformation de traction :

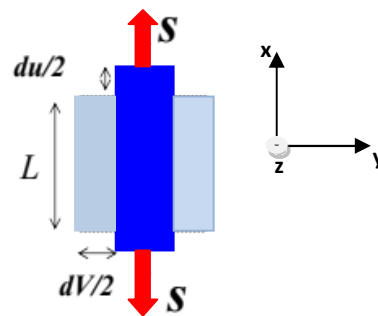
Considérons un élément de matière cubique de côté  $L$ , après application de la contrainte  $\sigma$ , le cube sera déformé selon les trois directions, Dans le sens  $Ox$  il y a un allongement, dans les sens  $Oy$  et  $Oz$  il y a raccourcissement.

- ✓ allongement ( $du$ ) parallèle à la traction :

$$\varepsilon_{\parallel} = \frac{du}{L} \rightarrow \text{déformation **longitudinale**,$$

- ✓ allongement ( $dV$ ) perpendiculaire à la traction :

$$\varepsilon_{\perp} = \frac{dV}{L} \rightarrow \text{déformation **latérale**,$$



**Fig. 3** : Représentation de la déformation de traction.

Les deux déformations sont reliées par le coefficient de poisson  $\nu$  :

$$\nu = -\frac{\varepsilon_{\perp}}{\varepsilon_{\parallel}}$$

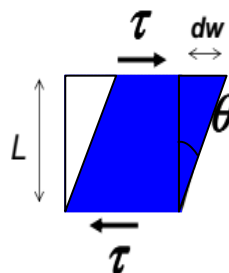
### 3.4.2 Déformation de cisaillement :

Après application de la contrainte  $\tau$ , le cube de côté  $L$  est déformé en cisaillement  $\gamma$  tel que :

$$\gamma = \frac{dW}{L} = \tan \theta$$

$\theta$  = angle de déformation.

Si les déformations sont faibles, on a :  $\gamma = \theta$ .



**Fig. 4** : Représentation de la déformation de cisaillement.