



1 – RAPPEL : DÉFINITION D'UNE ACTION MÉCANIQUE

« Un matériau à l'état solide ne résiste à une force appliquée qu'en se déformant sous l'action de cette force » (Robert HOOKE).



Une action mécanique crée un mouvement, empêche un mouvement, **créé une déformation.**



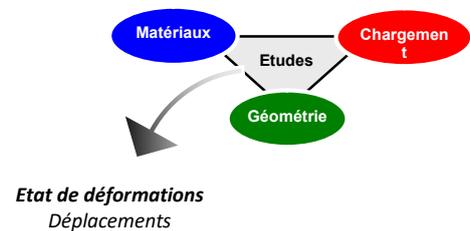
Robert HOOKE
(1635 – 1703)

2 – DÉFINITION D'UNE DÉFORMATION PLASTIQUE

Une déformation est la **modification** de la **géométrie** d'un solide à cause d'efforts qu'elle doit supporter. Elle se manifeste par des **déplacements** de tout ou partie des **points** constituant la matière du solide.

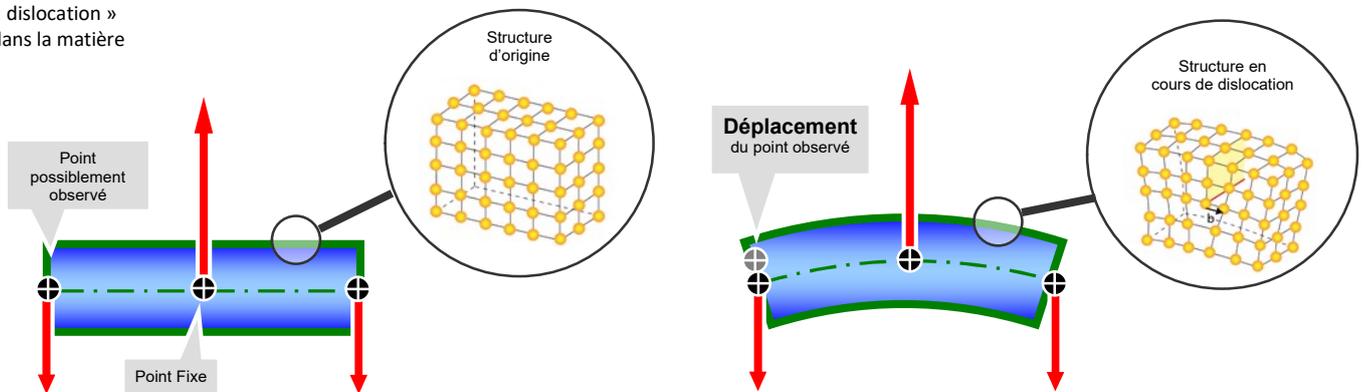
On retrouve les trois aspects qui ensemble, ont une influence sur la nature et les proportions des déformations :

- Les natures et les intensités des efforts agissant sur la géométrie d'origine.
- La taille et la forme des géométries existantes face aux efforts.
- Les caractéristiques de résistance mécanique du ou des matériaux employés.

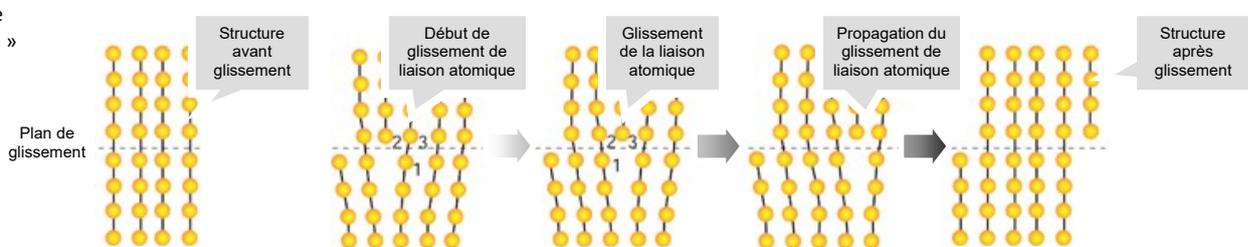


La déformation plastique (permanente) résulte d'une « dislocation » des liaisons inter atomiques (à l'échelle microscopique) et la structure elle-même (le solide, à l'échelle macroscopique). Le processus de dislocation s'effectue dans des plans de glissement, créant ainsi au final les déplacements globaux observés sur la géométrie de la pièce. La déformation élastique (réversible) résulte d'un éloignement ou rapprochement entre atomes dans la structure (cote **b**).

« dislocation » dans la matière



Processus de « dislocation »



3 – DÉPLACEMENT => Validation de l'Etat Limite de Service

L'ingénieur dans sa démarche de conception, souhaite donc modéliser puis mesurer le **déplacement** de points particuliers de la géométrie du solide qu'il étudie (voir figure ci-dessus). Le choix de ce ou ces points est conduit par des critères d'expérience ou de logique : pire des déplacements probables, déplacement de points sur la ligne neutre pour une poutre, déplacements de point en rapport avec la validation de critère technologique de cahier des charges (création de serrage dans une liaison à cause de déformation par exemple)...

Unité usuelle : (mm) (au regard des ordres de grandeur couramment rencontrés).

4 – RELATION SOLLICITATION SIMPLE - CONTRAINTE - DÉFORMATION

Sollicitation : **TRACTION – COMPRESSION**

Action de cohésion concernée : **N**

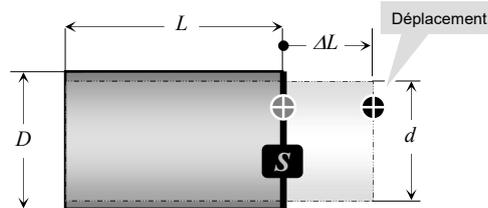
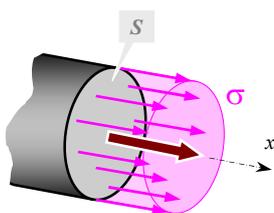
Contrainte concernée : **σ**

Loi de HOOKE

$$\sigma = E \cdot \frac{\Delta L}{L}$$

Coefficient de poisson

$$\frac{\Delta L}{L} \nu = - \frac{\Delta d}{D}$$



Le solide s'allonge ou se raccourci. Pour les matériaux élastiques, la diminution de section est proportionnelle à l'allongement relatif, ce coefficient est noté ν .

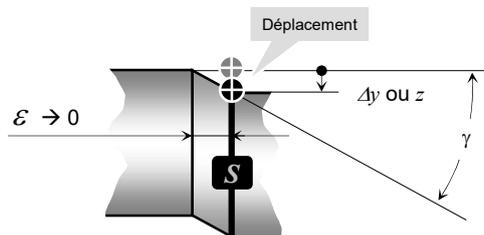
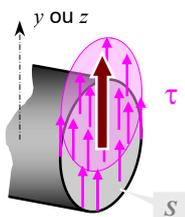
Sollicitation : **CISAILEMENT**

Action de cohésion concernée : **T_y et/ou T_z**

Contrainte concernée : **τ_y et/ou τ_z**

$$\tau_{moy} = G \cdot \gamma$$

$$\tan \gamma = \frac{\Delta y}{\varepsilon} \text{ ou } \frac{\Delta z}{\varepsilon}$$



Les sections « glissent » les unes par rapport aux autres. Un décalage Δy ou Δz apparaît dans le plan des sections droites. $\varepsilon \rightarrow 0$, sinon le cisaillement peut introduire de la flexion.

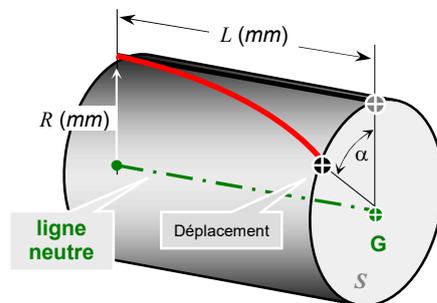
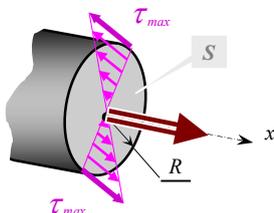
Sollicitation : **TORSION**

Action de cohésion concernée : **M_t**

Contrainte concernée : **τ**

$$\tau_{max} = G \cdot \theta \cdot R$$

$$\alpha = \theta \cdot L$$



La torsion fait « tourner » les sections droites les unes par rapport aux autres. Ceci fait apparaître un « décalage angulaire », un angle de torsion α dans le plan des sections droites.

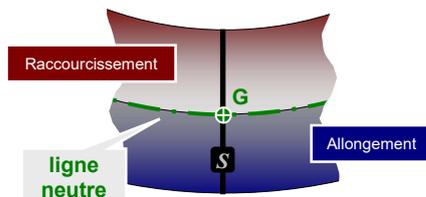
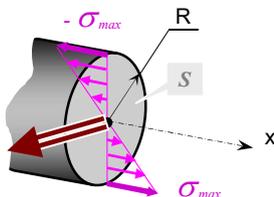
Sollicitation : **FLEXION**

Action de cohésion concernée : **M_{fy} et/ou M_{fz}**

Contrainte concernée : **σ**

Loi de HOOKE

$$|\sigma_{max}| = E \cdot \frac{\Delta L_{max}}{L}$$



La flexion produit des effets similaires à la traction - compression. Toutefois, de par son inconstance, pour un même chargement mécanique, la poutre est à la fois allongée et raccourcie. La loi de Hooke s'applique mais les variations ΔL de longueur sont différentes selon l'endroit considéré dans le solide. Ainsi il n'y a pas de variation de longueur de la ligne neutre car la contrainte normale γ est nulle.

- E** Module d'Young (élasticité longitudinale) du matériau (MPa)
- G** Module de Coulomb (élasticité transversale) du matériau (MPa)
- γ** Angle de glissement (rad)
- θ** Angle unitaire de torsion (rad . mm⁻¹)
- α** Angles de torsion (rad)

(voir section **MATÉRIAUX**)
(voir section **MATÉRIAUX**)