



MATÉRIAUX

Propriétés mécaniques des matériaux Essai de traction $\Rightarrow E, Re, Rpe, Rm, Rr, \nu$

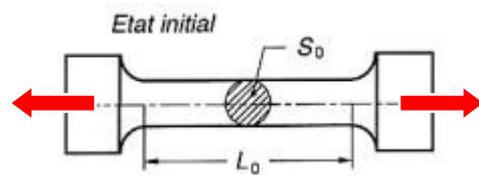
4

1 – CONDUITE DE L'ESSAI DE TRACTION

Il s'agit de prendre un échantillon d'un matériau donné (solide) et de tirer dessus lentement jusqu'à sa rupture. L'essai de traction est donc un essai destructif (contrairement à d'autres).

Durant l'essai, on mesure à chaque instant l'allongement ΔL de l'échantillon (en mm) et la force F appliquée (en N). On est donc capable de tracer la courbe de la force en fonction de l'allongement : $F(\Delta L)$.

Dans la pratique on préfère tracer en fait la contrainte σ (voir fiches R.D.M. et M.M.C.) (en MPa) en fonction de la déformation ε (sans unité) : $\sigma(\varepsilon)$.



Les dimensions de l'éprouvette sont normalisées : section initiale S_0 et longueur initiale L_0 .

On utilise une machine spéciale pour réaliser l'essai (voir ci-contre).

\Rightarrow La **contrainte** σ est le rapport de la force exercée F par la surface S_0 sur laquelle elle s'applique :

$$\sigma = \frac{F}{S_0}$$

Unités pratiques : F en (N) ; S_0 en (mm^2) ; σ en (MPa) ($1 \text{ MPa} = 1 \text{ N} \cdot mm^{-2}$).

\Rightarrow La **déformation** ε est le rapport de l'allongement ΔL par la longueur initiale de l'éprouvette :

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

Unités pratiques : ΔL en (mm) ; L_0 en (mm) ; ε sans unité



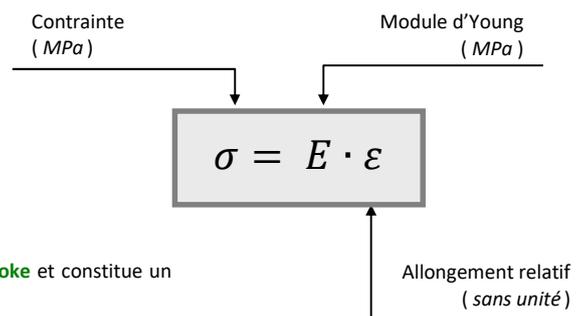
2 – RÉSULTATS DE L'ESSAI DE TRACTION

Sur la courbe page suivante, on observe deux domaines : le **domaine élastique** et le **domaine plastique**.

* Le domaine élastique

Il est caractérisé par une **proportionnalité** entre la contrainte σ et la déformation ε . Si la pièce est sollicitée dans ce domaine et qu'on arrête l'effort, elle reprendra ses dimensions initiales comme si rien ne s'était passé. La linéarité du domaine élastique s'exprime à l'aide d'une équation de droite : $\sigma(\varepsilon) = a \cdot \varepsilon + b$.

Comme la droite passe par l'origine (car pas de déformation si pas d'effort), alors $b = 0$ et on a : $\sigma(\varepsilon) = a \cdot \varepsilon$. Dans la pratique, le coefficient directeur de la droite a , est en fait noté E et s'appelle « **module d'élasticité longitudinal** » ou encore « **module d'Young** ». Plus E est grand, plus le matériau est « raide », plus il s'oppose à ce qu'on le déforme :

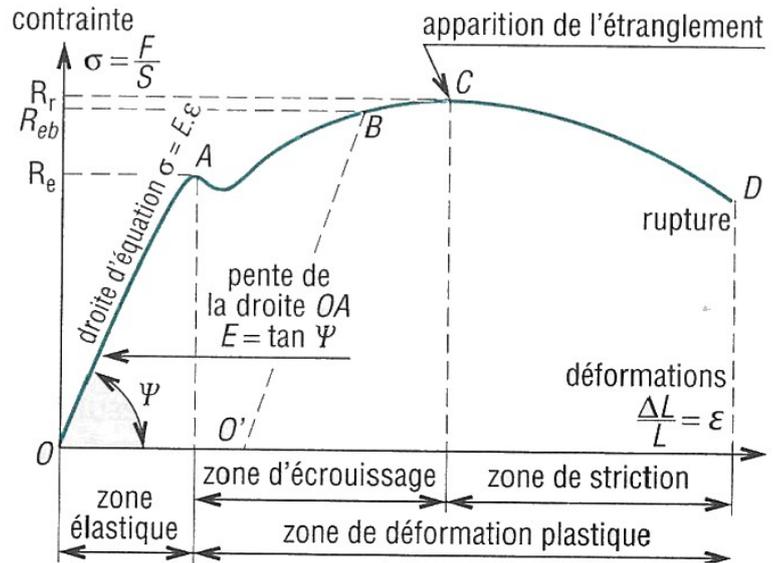
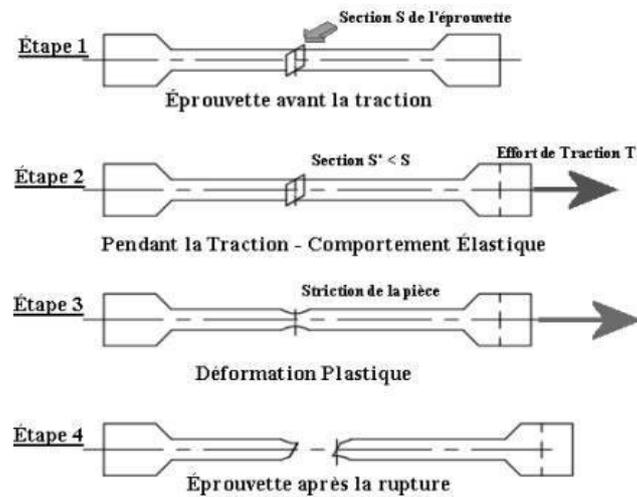


Cette formule, importante, s'appelle la **loi de Hooke** et constitue un élément de base en R.D.M.

La fin du domaine élastique se caractérise par la limite R_e appelée « **Résistance élastique** » ; chaque matériau possède sa propre limite R_e (voir tableau). On distingue aussi la limite R_r ; il s'agit de la « **Résistance à la rupture** », notée aussi R_m pour « **Résistance mécanique** ». On a logiquement toujours $R_m > R_e$.

* Le domaine plastique

Il est caractérisé par une non linéarité entre la contrainte σ et la déformation ε ; ici, la pièce commence à casser ; si on arrête l'effort, on observera une déformation permanente ; la pièce est fragilisée. Selon son étendu, on parle de matériaux **ductiles** ou **fragiles**.

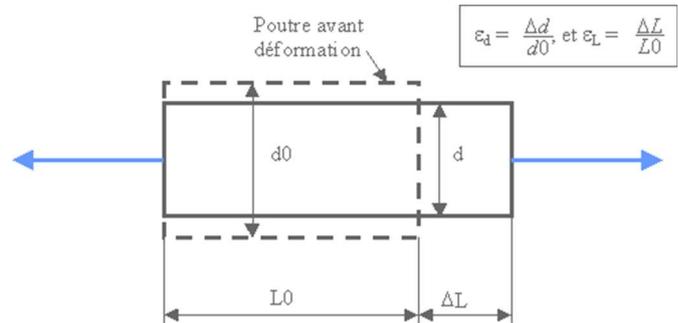


Coefficient de Poisson

Sous l'effort de traction, l'éprouvette s'allonge de ΔL mais on observe aussi un rétrécissement transversal Δd plus ou moins marqué selon le matériau testé.

On note alors ν (nu) le coefficient de Poisson tel que :

$$\nu = \frac{\frac{\Delta d}{d_0}}{\frac{\Delta L}{L_0}}$$



Les résultats de l'essai de traction sont fondamentaux en R.D.M. pour dimensionner les pièces : la condition de résistance est $\sigma \leq R_{pe}$ où R_{pe} est la « **Résistance Pratique à l'Extension** » ; ce n'est rien de plus que la limite élastique R_e mais affectée d'un coefficient de sécurité s : $R_{pe} = R_e/s$.
 ⇒ Voir section R.D.M. et M.M.C. pour plus d'informations.