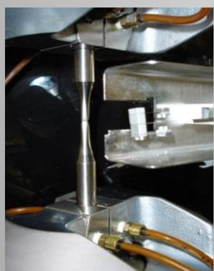
Loi de comportement – L'essai de traction

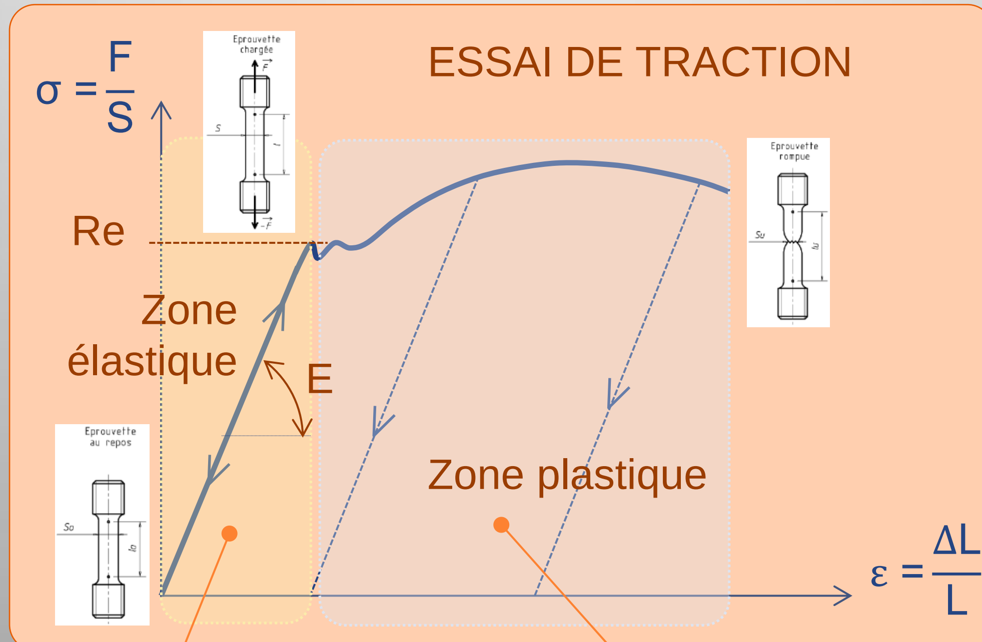
Les caractéristiques principales des matériaux sont définies à partir de **l'essai de traction**

Une machine d'essai permet de tirer avec un effort progressif F sur une éprouvette de forme normalisée. Un enregistrement de l'effort F et de l'allongement correspondant est effectué.



Eprouvette en cours d'essai

Eprouvettes



Machine d'essai

<u>Zone élastique linéaire</u> :
-le comportement s'apparente à celui d'un ressort ;
-la loi correspond à l'équation d'une droite passant par l'origine

<u>Zone plastique</u> :
lorsque l'on relâche l'effort, l'éprouvette reste déformée. C'est une zone de déformation permanente

Loi de comportement – Hypothèses d'étude et caractéristiques

Quelles sont les hypothèses liées au comportement ?

- ✓ On se situe dans le domaine élastique linéaire du matériau
- ✓ Les matériaux sont homogènes : tous les points ont mêmes caractéristiques
- ✓ Les matériaux sont isotropes : les caractéristiques sont les mêmes dans toutes les directions

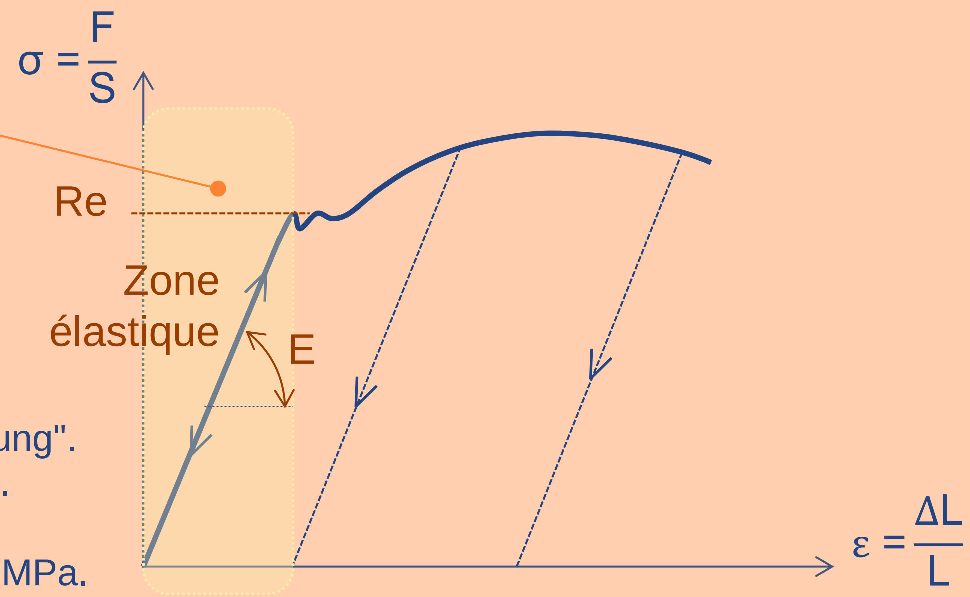
Quelles sont les caractéristiques d'un matériau homogène isotrope ?

Zone d'étude

Comportement linéaire (équation d'une droite)

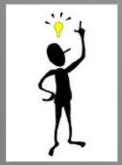
$$\frac{F}{S} = E.\frac{\Delta L}{L}$$

Contrainte — Déformation



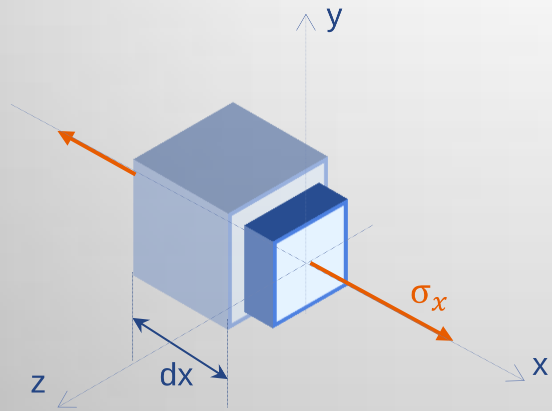
E est appelé "module d'élasticité" ou "module d'Young".
Il caractérise le matériau. Son unité est le MPa.

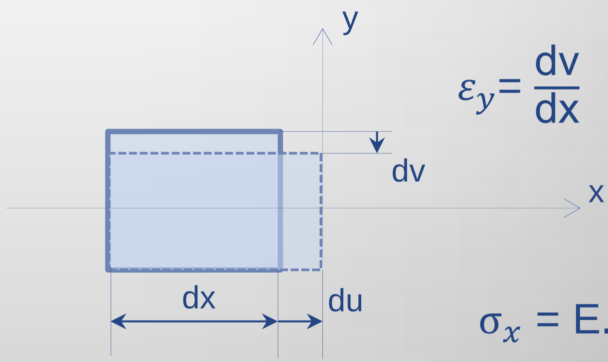
Acier : E_{acier}=210000MPa - Aluminium, E_{alu}=80000MPa.



Un matériau n'a pas **UN** mais **DES COMPORTEMENTS** (influence de la température, des chocs, …)
Les limites d'étude varient pour une même famille de matériaux
(éléments d'alliages, conditions de fabrication, …)

Loi de comportement – Coefficient de poisson





$$\varepsilon_y = \frac{dv}{dx}$$

$$\sigma_x = E.\varepsilon_x \qquad \varepsilon_x = \frac{du}{dx}$$

Définition du coefficient de poisson

Le coefficient de Poisson ν est le rapport avec un signe négatif des déformations transversales à la déformation longitudinale lors d'un chargement uni-axial.

$$\nu = -\frac{\varepsilon_y}{\varepsilon_x} = -\frac{\varepsilon_z}{\varepsilon_x}$$

Il est toujours inférieur à 0,5.

Exemples : pour les alliages d'aluminium ou l'acier 0,3

CONTRAINTES

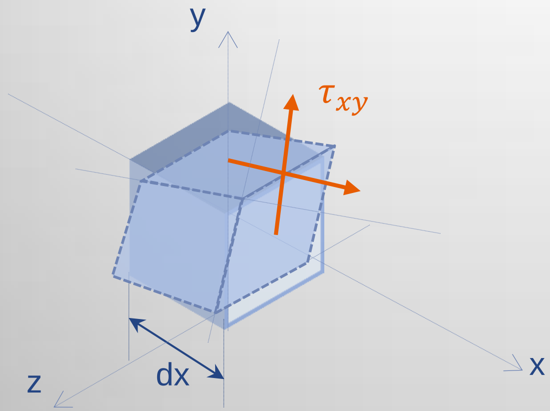
$$\begin{cases} \sigma_x \neq 0 \\ \sigma_y = 0 \\ \sigma_z = 0 \end{cases} \qquad \begin{cases} \tau_{xy} = 0 \\ \tau_{xz} = 0 \\ \tau_{yz} = 0 \end{cases}$$

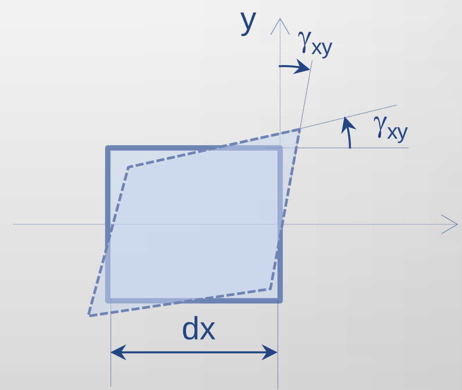
Lois de comportement

DEFORMATIONS

$$\begin{cases} \varepsilon_x = \dfrac{\sigma_x}{E} \\ \varepsilon_y = -\nu.\dfrac{\sigma_x}{E} \\ \varepsilon_z = -\nu.\dfrac{\sigma_x}{E} \end{cases} \qquad \begin{cases} \gamma_{xy} = 0 \\ \gamma_{xz} = 0 \\ \gamma_{yz} = 0 \end{cases}$$

Loi de comportement – Module d’élasticité transversal





$$\varepsilon_{xy} = \gamma_{xy}$$

$$\tau_{xy} = \mathrm{G}.\gamma_{xy}$$

Définition du module d’élasticité transversal

Pour un élément soumis à une contrainte de cisaillement τ_{xy} $\quad \tau_{xy} = \mathrm{G}.\gamma_{xy}$

G est une constante propre à chaque matériau : son unité est le Mpa.

Les trois constantes E, G et u ne sont pas indépendantes : $\mathrm{G} = \dfrac{\mathrm{E}}{2(1+\nu)}$

CONTRAINTES

$$\begin{cases} \sigma_x = 0 \\ \sigma_y = 0 \\ \sigma_z = 0 \end{cases} \qquad \begin{cases} \tau_{xy} \neq 0 \\ \tau_{xz} = 0 \\ \tau_{yz} = 0 \end{cases}$$

Lois de comportement

DEFORMATIONS

$$\begin{cases} \varepsilon_x = 0 \\ \varepsilon_y = 0 \\ \varepsilon_z = 0 \end{cases} \qquad \begin{cases} \gamma_{xy} = \dfrac{\tau_{xy}}{G} \\ \gamma_{xz} = 0 \\ \gamma_{yz} = 0 \end{cases}$$

Loi de comportement généralisé (Lois de Hooke généralisé)

CONTRAINTES

$$\begin{cases}\sigma_x \\ \sigma_y \\ \sigma_z\end{cases} \qquad \begin{cases}\tau_{xy} \\ \tau_{xz} \\ \tau_{yz}\end{cases}$$

Lois de comportement

DEFORMATIONS

$$\begin{cases}\varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \varepsilon_z\end{cases} \qquad \begin{cases}\gamma_{xy} \\ \gamma_{xz} \\ \gamma_{yz}\end{cases}$$

Déformations en fonction des contraintes

$$\begin{cases}\varepsilon_x = \dfrac{\sigma_x}{E} - \nu.\dfrac{(\sigma_y+\sigma_z)}{E} \\ \varepsilon_y = \dfrac{\sigma_y}{E} - \nu.\dfrac{(\sigma_x+\sigma_z)}{E} \\ \varepsilon_z = \dfrac{\sigma_z}{E} - \nu.\dfrac{(\sigma_x+\sigma_y)}{E}\end{cases}$$

$$\begin{cases}\gamma_{xy} = \dfrac{\tau_{xy}}{G} \\ \gamma_{xz} = \dfrac{\tau_{xz}}{G} \\ \gamma_{yz} = \dfrac{\tau_{yz}}{G}\end{cases}$$

Contraintes en fonction des déformations

$$\begin{cases}\sigma_x = \dfrac{E}{(1+\nu)(1-2\nu)}.\{(1-\nu).\varepsilon_x + \nu.(\varepsilon_y+\varepsilon_z)\} \\ \sigma_y = \dfrac{E}{(1+\nu)(1-2\nu)}.\{(1-\nu).\varepsilon_y + \nu.(\varepsilon_x+\varepsilon_z)\} \\ \sigma_z = \dfrac{E}{(1+\nu)(1-2\nu)}.\{(1-\nu).\varepsilon_z + \nu.(\varepsilon_x+\varepsilon_y)\}\end{cases}$$

$$\begin{cases}\tau_{xy} = G.\gamma_{xy} \\ \tau_{xz} = G.\gamma_{xz} \\ \tau_{yz} = G.\gamma_{yz}\end{cases}$$