

1 Présentation

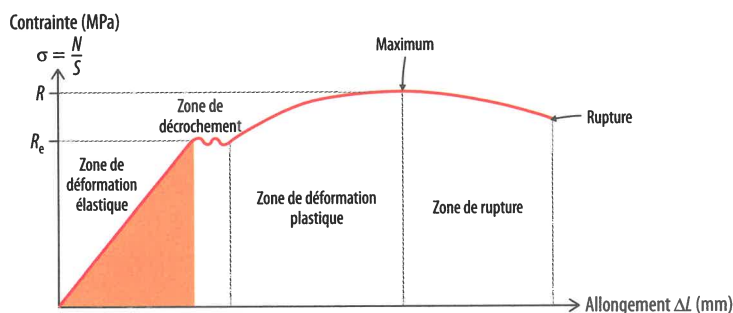
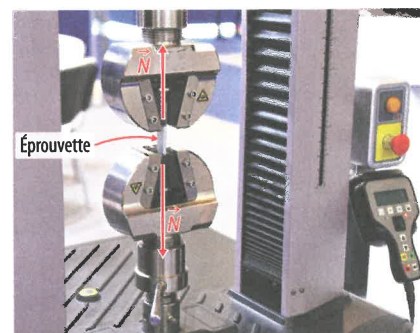


- Dans la construction et l'industrie, les matériaux subissent différents types de **déformations**. Un pont doit supporter le poids des véhicules, les murs d'une maison doivent soutenir le poids de la charpente, un arbre de transmission doit supporter le couple d'un moteur, etc.
- Chaque matériau possède des caractéristiques qui lui permettent de **résister jusqu'à un certain niveau** à des sollicitations.

2 Comportement des matériaux

● Essai de traction

- La machine de traction permet de définir le comportement mécanique d'un matériau en réalisant un essai de traction.
- La machine tire sur une éprouvette normalisée du matériau jusqu'à la rupture. Elle enregistre la force exercée N pour différents allongements ΔL . On obtient ainsi la **courbe de déformation : contrainte** (force par unité de surface) en fonction de l'**allongement**.

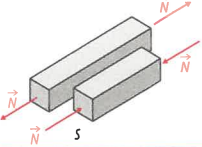
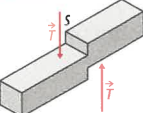
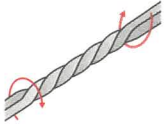


- Chaque matériau est caractérisé par :
 - sa **limite d'élasticité R_e** : contrainte à ne pas dépasser sous peine de déformation irréversible ;
 - sa **résistance maximale R** : contrainte à ne pas dépasser sous peine de rupture.

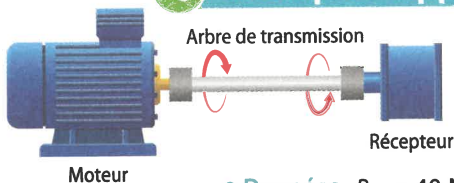
● Condition de résistance

- Une pièce casse si la contrainte exercée sur elle est **supérieure à la résistance maximale R** .
- Elle conserve ses dimensions après déformation si la contrainte est **inférieure à la limite d'élasticité R_e** .
- Elle se déforme de manière irréversible si la contrainte est **supérieure à la résistance pratique (R_{pe} ou R_{pg})** qui dépend de R_e et d'un coefficient de sécurité s .

3 Sollicitations simples

Sollicitation	Calcul de la contrainte	Condition de résistance
Traction et compression 	$\text{MPa} \rightarrow \sigma = \frac{N}{S}$ $\begin{matrix} \text{N} \\ \text{mm}^2 \end{matrix}$	$\sigma \leq R_{pe}$ avec : $\text{MPa} \rightarrow R_{pe} = \frac{R_e}{s}$ sans unité s : coefficient de sécurité.
Cisaillement 	$\text{MPa} \rightarrow \tau = \frac{T}{S}$ $\begin{matrix} \text{N} \\ \text{mm}^2 \end{matrix}$	$\tau \leq R_{pg}$ avec : $\text{MPa} \rightarrow R_{pg} = \frac{R_{eg}}{s}$ sans unité
Flexion Flexion simple Flexion plane 	$\text{MPa} \rightarrow \sigma = \frac{Mf_z}{\frac{I_{Gz}}{Y}}$ $\begin{matrix} \text{N.mm} \\ \text{mm}^3 \end{matrix}$ Mf_z : moment de flexion $\frac{I_{Gz}}{Y}$: module de flexion	$\sigma \leq R_{pe}$ avec : $\text{MPa} \rightarrow R_{pe} = \frac{R_e}{s}$ sans unité
Torsion 	Contrainte tangentielle : $\text{MPa} \rightarrow \tau = \frac{Mt}{\frac{I_{GO}}{r}}$ $\begin{matrix} \text{N.mm} \\ \text{mm}^3 \end{matrix}$ Mt : moment de torsion $\frac{I_{GO}}{r}$: module de torsion	$\tau \leq R_{pg}$ avec : $\text{MPa} \rightarrow R_{pg} = \frac{R_{eg}}{s}$ sans unité

4 Exemple d'application



Un arbre moteur de section cylindrique constante doit transmettre une puissance P de 20 kW avec une fréquence de rotation N de 1 500 tr/min. On cherche le diamètre D minimum de l'arbre de transmission pour qu'il résiste à la torsion.

• **Données** : $R_{pg} = 40 \text{ MPa}$; module de torsion pour une section cylindrique pleine : $\frac{I_{GO}}{r} = \frac{\pi \times D^3}{16}$; moment de torsion : $Mt = \frac{P}{\omega}$.

• **Condition de résistance** : $\frac{Mt}{\frac{I_{GO}}{r}} \leq R_{pg}$.

$$\omega = \frac{\pi \times N}{30} = \frac{\pi \times 1\,500}{30} = 157,1 \text{ rad/s} \text{ donc } Mt = \frac{20\,000}{157,1} = 127,3 \text{ N.m} = 127\,300 \text{ N.mm.}$$

$$\text{On en déduit : } \frac{127\,300}{\frac{\pi \times D^3}{16}} \leq 40 \text{ soit : } D \geq \sqrt[3]{\frac{127\,300 \times 16}{\pi \times 40}} \geq 25,3 \text{ mm.}$$

On choisit un diamètre d'au moins 26 mm.

hachette-clic.fr/23elec08



exercice interactif

L'essentiel

- Les contraintes sont le résultat des forces exercées sur une pièce par unité de surface.
- La résistance est la limite que peut supporter une pièce, donnée par le fabricant du matériau.
- La limite de bon fonctionnement est la résistance pratique à l'extension R_{pe} (en MPa).