

Résistance des matériaux

La résistance des matériaux suppose la maîtrise du principe de la statique. En statique, l'idéalisation d'un corps réel en corps rigide permet de déterminer les forces externes et internes s'exerçant sur les structures porteuses uniquement à l'aide des conditions d'équilibre. Dans la pratique ultérieure du travail d'ingénieur, pour pouvoir calculer et prévoir avec exactitude le comportement mécanique d'un composant, c'est-à-dire sa solidité, sa rigidité, sa stabilité, sa résistance à la fatigue et sa déformabilité, les conditions d'équilibre ne suffisent pas. Des

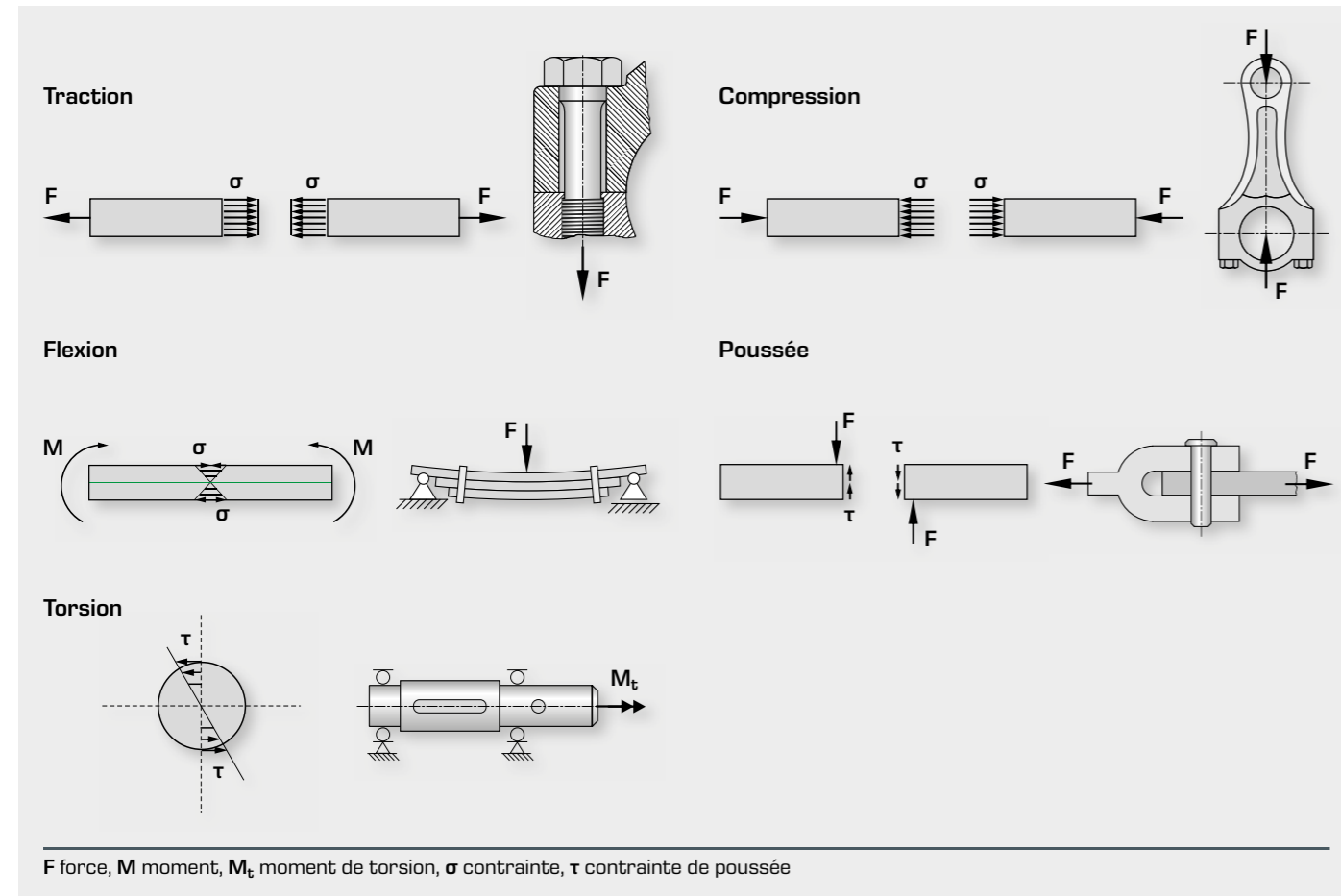
connaissances sur la déformabilité des corps matériels sont alors requises, indépendamment du matériau.

La résistance des matériaux étudie les effets des forces sur les corps déformables. Des paramètres dépendant des matériaux sont également observés. L'introduction à la résistance des matériaux clarifie donc les notions de contrainte et de déformation, et enseigne la loi de Hooke, qui sera ensuite appliquée aux problèmes de traction, de compression, de torsion et de flexion.

Termes fondamentaux de la résistance des matériaux

Types de sollicitations

Les composants peuvent être soumis à différents types de sollicitations: sollicitations de traction, de compression, de poussée et de cisaillement, de torsion, de flambement et sollicitation composée.



Contraintes mécaniques

Aussitôt que des charges, des moments ou des forces s'exercent de l'extérieur sur un composant, des flux de forces apparaissent à l'intérieur de ce dernier. La répartition de ces différentes

charges est qualifiée de contrainte mécanique. La contrainte mécanique est par conséquent une force qui se rapporte à la surface. On distingue alors deux cas:

Action de la force perpendiculaire à la surface de coupe, contrainte normale σ

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

Action de la force parallèle à la surface de coupe, contrainte de cisaillement τ

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

F force, A surface de coupe, σ contrainte, τ contrainte de cisaillement

Déformation élastique, loi d'élasticité

Sous l'action de forces, les pièces de machine et les composants se déforment de manière élastique. Tant que la charge est insuffisante, la déformation reste exclusivement élastique. La loi

d'élasticité décrit la déformation élastique des corps solides lorsque cette déformation est proportionnelle à la force exercée.

Méthodes énergétiques

Dans les méthodes énergétiques, les considérations géométriques jouent un rôle secondaire. Au lieu des conditions d'équilibre utilisées jusqu'alors, on détermine ici le travail généré par les forces externes lors de la déformation d'un système, la forme de cette énergie et l'endroit où ce travail est stocké.

Pour le calcul général de systèmes et l'étude de stabilité de structures élastiques, on utilise différentes méthodes énergétiques: p.ex. le principe des déplacements virtuels; le principe des forces virtuelles, les théorèmes de Maxwell-Betti ou le théorème de Castigliano.

Les méthodes énergétiques en résistance des matériaux reposent sur l'équation de conservation de l'énergie, et utilisent le principe selon lequel toute énergie transférée depuis l'extérieur à un corps ou à un système est transformée en énergie interne sous la forme par exemple d'une déformation, d'une modification de la vitesse ou de chaleur.

Le point de départ de toutes les méthodes énergétiques est le **principe du travail virtuel**. Ce dernier exprime une condition d'équilibre; il est formulé de la façon suivante: Lorsqu'un système mécanique est soumis à l'action de forces externes et internes en équilibre, la somme de tout le travail virtuel généré par des forces externes et internes et n'importe quels déplacements virtuels est égale à zéro.

Principe du travail virtuel

$$\delta W = F \cdot \delta x = 0; \delta W = M \cdot \delta \phi = 0$$

$$\delta W = \sum \delta W = \sum F \cdot \delta x = 0$$

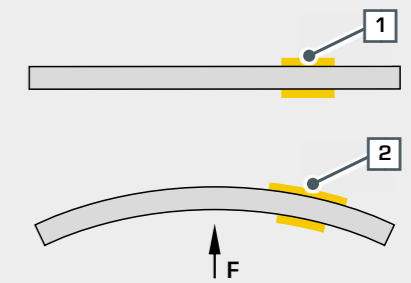
$$\delta W = \sum \delta W = \sum M \cdot \delta \phi = 0$$

δW travail virtuel,
 δx déplacement virtuel,
 $\delta \phi$ angle de torsion virtuel,
M moment, F force

Analyse expérimentale des contraintes pour la démonstration des contraintes

Jauge de contrainte

L'analyse expérimentale des contraintes se sert de la contrainte mécanique présente dans un composant soumis à une charge pour étudier la sollicitation du matériau. Une méthode de détermination expérimentale de la contrainte mécanique se base sur la relation entre la contrainte et la déformation qui dépend d'elle. Cette déformation, ou allongement, se produit également à la surface des composants, ce qui permet de la mesurer. Le principe de la mesure de la déformation est une branche importante de l'analyse des contraintes.



F force, 1 jauge de contrainte avec composant non soumis à une charge, 2 jauge de contrainte avec composant soumis à une charge

Photoélasticimétrie (polariscope de lumière transmise)

La photoélasticimétrie est une méthode optique de détermination expérimentale de la répartition des contraintes dans des corps de remplacement transparents et en général plats. La photoélasticimétrie offre une image complète du champ de contraintes. Elle permet ainsi de visualiser de manière claire les zones ayant une concentration de contraintes élevée avec la déformation qui en résulte, ainsi que les zones où les contraintes sont plus faibles.

La photoélasticimétrie est une méthode éprouvée de vérification d'observations de contraintes réalisées de manière analytique et numérique (p.ex.: MÉF). Elle est utilisée aussi bien pour effectuer des mesures quantitatives, que pour démontrer des états de contrainte complexes.

