

Équilibre et Élasticité

L'équilibre statique Un corps rigide qui demeure au repos est dit en **équilibre statique**. La somme vectorielle des forces qui agissent sur un tel corps est nulle :

$$\vec{F}_{\text{rés}} = 0 \quad (\text{l'équilibre de translation}). \quad (13.3)$$

Si toutes les forces se trouvent dans le plan xy , cette équation vectorielle équivaut à deux équations scalaires écrites en fonction de ses composantes :

$$F_{\text{rés},x} = 0 \quad \text{et} \quad F_{\text{rés},y} = 0 \quad (\text{l'équilibre de translation}). \quad (13.7, 13.8)$$

L'équilibre statique implique également que la somme vectorielle des moments de force agissant sur le corps par rapport à *n'importe quel point* est nulle, ou

$$\vec{\tau}_{\text{rés}} = 0 \quad (\text{l'équilibre de rotation}). \quad (13.5)$$

Si toutes les forces se trouvent dans le plan xy , tous les vecteurs moments de force sont parallèles à l'axe des z , et l'équation 13.5 équivaut à une seule équation scalaire faisant intervenir les composantes z des moments de force :

$$\tau_{\text{rés},z} = 0 \quad (\text{l'équilibre de rotation}). \quad (13.9)$$

Le centre de gravité La force gravitationnelle agit sur chacun des éléments du corps. On peut déterminer l'effet résultant de toutes ces actions en imaginant une force gravitationnelle résultante \vec{F}_g agissant à un point particulier nommé **centre de gravité**. Si l'accélération gravitationnelle \vec{g} est la même pour tous les éléments du corps, le centre de gravité se trouve au centre de masse.

Les modules d'élasticité On emploie trois **modules d'élasticité** pour décrire la déformation élastique des objets qui réagissent à des forces extérieures (contrainte). Le module d'élasticité approprié met directement en relation la **déformation** (mesure relative de la variation d'une quantité géométrique) et la **contrainte** (force par unité de surface), selon la relation générale suivante :

$$\text{contrainte} = \text{module d'élasticité} \times \text{déformation}. \quad (13.24)$$

La traction et la compression Quand un objet subit une traction ou une compression, l'équation 13.24 s'écrit ainsi :

$$\frac{F}{A} = E \frac{\Delta L}{L}. \quad (13.25)$$

où $\Delta L/L$ est la déformation due à une traction ou à une compression de l'objet, F est le module de la force extérieure \vec{F} provoquant la déformation, A est l'aire de la section transversale sur laquelle \vec{F} est appliquée (perpendiculaire à A , comme à la figure 13.11 a) et E est le **module de Young** de l'objet. La contrainte est F/A .

Le cisaillement Quand un objet subit une contrainte de cisaillement, l'équation 13.24 s'écrit ainsi :

$$\frac{F}{A} = G \frac{\Delta x}{L}, \quad (13.26)$$

où $\Delta x/L$ est la déformation due au cisaillement, Δx est le déplacement d'une extrémité de l'objet dans la direction de la force extérieure \vec{F} (comme à la figure 13.11 b) et G est le **module de cisaillement** de l'objet. La contrainte de cisaillement est F/A .

La contrainte hydraulique Quand un objet subit une *compression hydraulique* en raison d'une contrainte exercée par un liquide environnant, l'équation 13.24 s'écrit ainsi :

$$\Delta p = -B \frac{\Delta V}{V}, \quad (13.27)$$

où Δp est la variation de pression (*contrainte hydraulique*) qu'exerce le liquide sur l'objet, $\Delta V/V$ (la déformation) est la fraction de la variation du volume de l'objet causée par cette variation de pression et B est le **module de compressibilité** de l'objet.