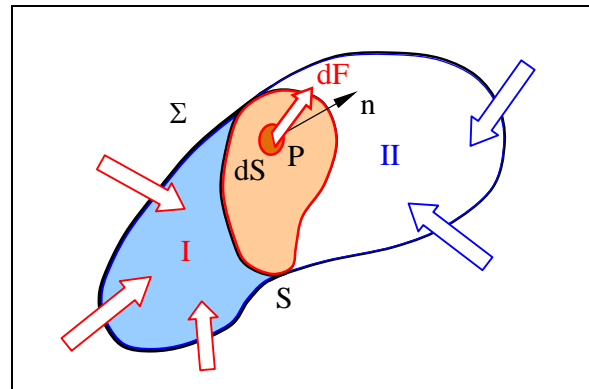


Objectifs : Définir ce qu'est une contrainte, une contrainte normale, une contrainte tangentielle.  
En donner les unités les plus utilisées.

Considérons un solide de forme quelconque soumis à un ensemble de forces extérieures appliquées, soit par contact sur sa frontière  $\Sigma$  soit à distance :

Les conditions d'équilibre d'une partie isolée du solide permettent d'établir un lien entre ces forces extérieures et des forces internes au solide (forces de cohésion de la matière).



Equilibre de I (ou équilibre de II)  $\Rightarrow$  forces d'interaction entre I et II.

Par nature : forces interatomiques  $\Rightarrow$  forces à distance,

mais de très petits rayons d'action  $\Rightarrow$  assimilables à des forces de surface.

En conclusion : Forces exercées au travers de S  $\Leftrightarrow$  forces exercées sur S.

Définition d'une contrainte :

$$\vec{t}(P, \vec{n}) = \lim_{dS \rightarrow 0} \left( \frac{d\vec{F}}{dS} \right)$$

avec :  $d\vec{F}$  : résultante des forces exercées en P sur un élément de surface d'aire  $dS$  et de normale  $\vec{n}$ .

Remarques :

- La condition  $dS \rightarrow 0$  signifie que l'on considère une surface suffisamment petite pour que le moment en P des forces exercées sur cette surface soit nul.

- La contrainte en un point P est fonction de l'orientation de la surface :  $\vec{t}(P, \vec{n}) = \vec{t}_P(\vec{n})$

Contrainte normale et contrainte tangentielle :

$\vec{n}$  : normale extérieure à la matière isolée en P.

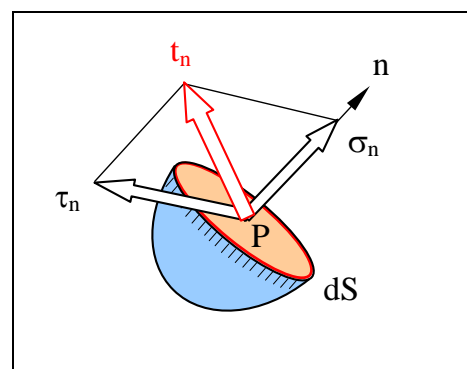
$$\vec{t}_n = \vec{\sigma}_n + \vec{\tau}_n :$$

$$\sigma_n = \vec{t}_n \cdot \vec{n} : \text{contrainte normale,}$$

$$\sigma_n > 0 \Rightarrow \text{matière en traction}$$

$$\sigma_n < 0 \Rightarrow \text{matière en compression}$$

$$\vec{\tau}_n = \vec{t}_n - \sigma_n \vec{n} : \text{contrainte tangentielle.}$$



Unités :

Une contrainte est homogène à une pression. L'unité SI est le Pascal (Pa). Mais vu les valeurs usuelles des contraintes, on utilise par commodité : le Méga Pascal (MPa) et le déca Newton par millimètre carré (daN/mm<sup>2</sup>) :

$$1 \text{ daN/mm}^2 = 10 \text{ N/mm}^2 = 10 \text{ MPa} = 10^7 \text{ Pa}$$

Exemple :

Le poids d'une masse de 20 Kg réparti sur une section carrée de 1 mm de coté correspond à une contrainte normale de module sensiblement égal à :  $20 \text{ daN/mm}^2 = 200 \text{ MPa} = 2 \cdot 10^8 \text{ Pa}$ .