PLAN

1. **Introduction**
2. **Rappel : La Statique**
3. **Théories élémentaires de la Résistance Des Matériaux « RDM »**
4. **Torseur des efforts intérieurs-Notion de contraintes**
5. **Traction simple – Compression simple**
6. **Cisaillement simple**
7. **Torsion des poutres circulaires**
8. **Flexion simple**
9. **Flambement**

CISAILLEMENT SIMPLE

- La sollicitation de cisaillement pur est un cas très particulier de la RDM car elle est impossible à réaliser expérimentalement. D'autre part le cisaillement simple concerne une section de la poutre et non la poutre entière.

I-Définition

- Une section droite (S) d'une poutre (E) est sollicitée au cisaillement simple si les éléments de réduction au centre de surface G de (S) du torseur des efforts de cohésion sont:

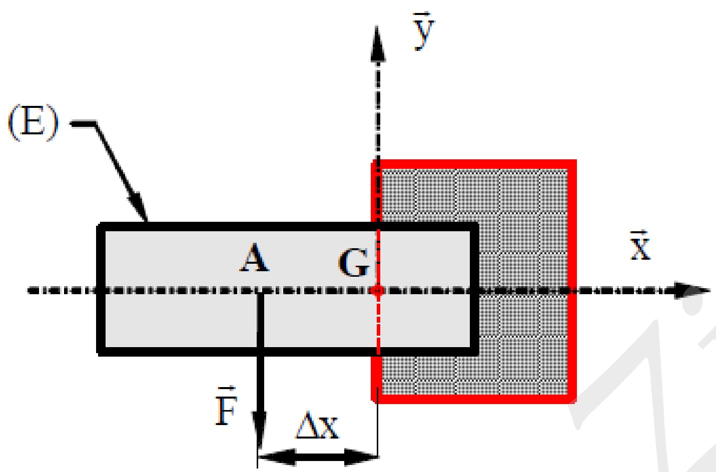
$$\boxed{\{\tau_{int}\} = \begin{Bmatrix} \vec{R} \\ \overrightarrow{M_G} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \vec{T} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}}$$

avec

$\vec{T}$: effort tranchant dans la section S

II-Etude des déformations

- La réalisation du cisaillement simple est difficile → un modèle qui s'en approche.
- Considérons une poutre encastrée à une extrémité.



- Soit (S) de centre G la section d'encastrement.
- Appliquons un effort F dans une section (S') distante de Δx de (S).

- Le torseur des efforts de cohésion se réduit en G

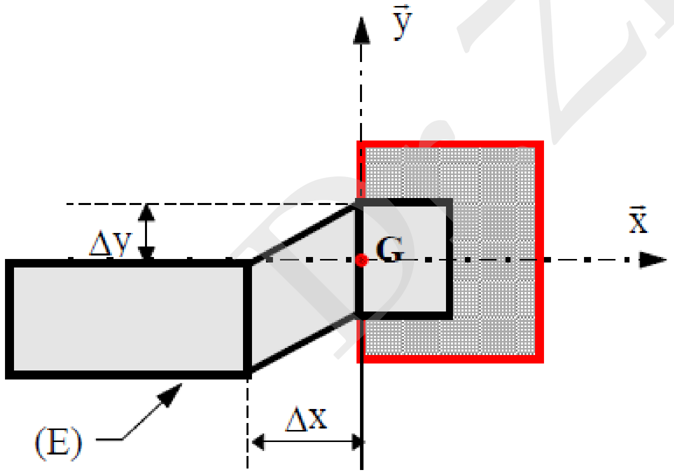
$$\boxed{\{\tau_{int}\} = \begin{Bmatrix} \vec{R} \\ \overrightarrow{M_G} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} -\vec{F} \\ -\overrightarrow{GA} \wedge \vec{F} \end{Bmatrix}}$$

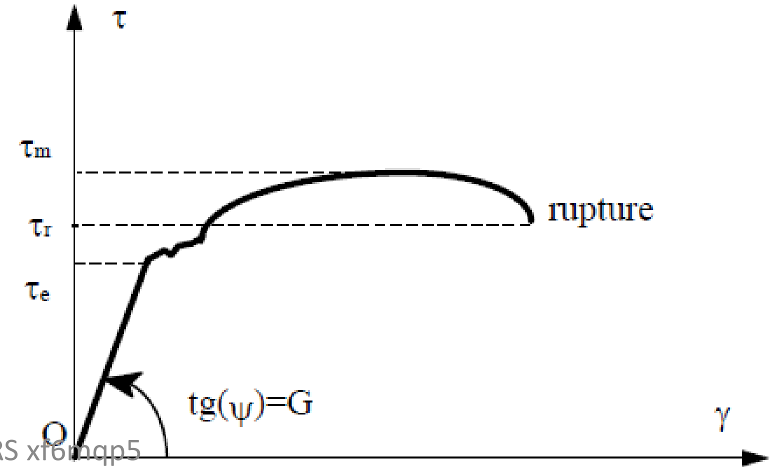
- En projection dans le repère $R(G, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$ lié à (S) on obtient :

$$\boxed{\{\tau_{int}\} = \begin{Bmatrix} N & M_t \\ T_y & M_{fy} \\ T_z & M_{fz} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ F & 0 \\ 0 & -F\Delta x \end{Bmatrix}}$$

➡ le moment de flexion n'est pas identiquement nul.

- Si Δx tend vers zéro, on peut négliger ce moment.
- Si on trace la variation du glissement Δy en fonction de l'effort F, on obtient une courbe dont l'allure est la suivante:





- La déformation $\gamma = \frac{\Delta y}{\Delta x}$ est appelée glissement relatif ou déviation (sans unité).
- $\tau = \frac{F}{S}$ est appelé effort unitaire de cisaillement.
- Dans la zone élastique, la pente de la droite est le module d'élasticité transversale ou ***module de Coulomb G*** (exprimé en MPa).

III-Etude des contraintes

- Du fait que $\mathbf{N = M_{fy} = 0}$ et $\lim\limits_{\Delta x \to 0} \mathbf{M_{fz} = 0}$, on peut admettre que la composante normale du vecteur contrainte est nulle en tout point de (S) ; ainsi $\vec{\mathbf{T}}(\mathbf{M}, \vec{\mathbf{x}}) = \vec{\boldsymbol{\tau}} = \boldsymbol{\tau}_y \vec{\mathbf{y}} + \boldsymbol{\tau}_z \vec{\mathbf{z}}$
- Hypothèse simplificatrice : on ignore la répartition de la contrainte tangentielle (seul un calcul par élément fini peut donner une idée de cette répartition). La valeur moyenne de la contrainte tangentielle τ vaut :

$$\boxed{\boldsymbol{\tau}_{moy} = \frac{\|\boldsymbol{\tau}\|}{S} \text{ avec } \|\boldsymbol{\tau}\| = \sqrt{\boldsymbol{\tau}_y^2 + \boldsymbol{\tau}_z^2}}$$

IV-Conditions de résistance

1. Caractéristiques des matériaux en cisaillement

- Contrainte tangentielle limite élastique τ_e tel que $\boldsymbol{\tau_e = \frac{k_0}{1+k_0}}$ avec $\boldsymbol{k_0 = \frac{\sigma_e}{\sigma_{ec}}}$
- Contrainte limite de rupture au cisaillement τ_r (ou R_{rg})
- Module de Coulomb G tel que $\boldsymbol{G = \frac{E}{2(1+\nu)}}$, ν étant le coefficient de Poisson
- La loi de Hook s'écrit $\boldsymbol{\tau = G.\gamma}$

2. Condition de résistance

- On adopte un coefficient de sécurité s par rapport à la limite élastique et de définir une contrainte admissible τ_{adm}, ainsi :

$$\boxed{\tau_{moy} \leq \tau_{adm} = \frac{\tau_e}{s} = \tau_p}$$

Avec τ_p est appelée contrainte pratique de cisaillement (elle est parfois notée : R_{pg})

CISAILLEMENT SIMPLE

Matériau	Module de cisaillement G en 10^6 MPa	Limite pratique de glissement R_{pg} en MPa
Acier	80 000	250
Aluminium	26 000	200
Verre	24 000	--
Polystyrène	10 500	--