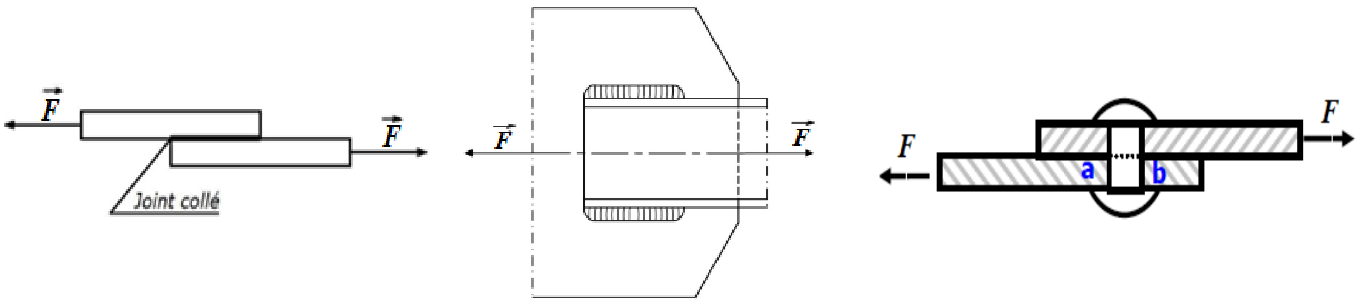
1. Introduction

Le cisaillement d'une barre se produit chaque fois que les efforts exercés sur deux tronçons différents se réduisent à deux forces T égales et opposées perpendiculaires à la ligne moyenne.

Figure 1 :

Sous l'action de ces deux forces les deux tronçons 1 et 2 de la barre glissant l'un par rapport à l'autre dans le plan de la section droite (P).
Le cisaillement surgis dans beaucoup d'autres problèmes pratiques : Figure 2



Collage Assemblage par Soudure Assemblage par Rivet

Figure 2

2. Relation Contrainte – Déformation

2.1 Contrainte de cisaillement

La force agissant dans le plan de la section droite de la barre est appelée ***effort tranchant*** (T). Cet effort se distribue sur la section pour générer des contraintes tangentielles de cisaillement (τ). En considérant une distribution uniforme (τ = constante) (Figure 3), on pourra définir la contrainte τ dans une section droite A_{cis} par la relation suivante :

$$\tau = \frac{T}{A} \quad (1) \qquad \begin{cases} T : \text{Effort tranchant en N} \\ A : \text{Section cisaillée en mm}^2 \\ \tau : \text{Contrainte tangentielle ou de cisaillement en N/mm}^2 \end{cases}$$

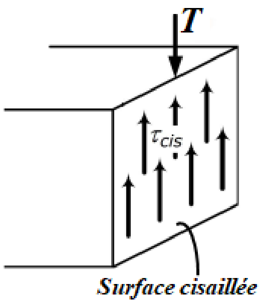


Figure 3

2.2 Essai de cisaillement

Sous l'action de la force F , dans le plan P il ya glissement de la section A par rapport à A_0. Dans la zone OA (Fgure 4b) le comportement du matériau est linéaire élastique.

(a) (b)

Figure 4

La déformation γ, appelée glissement relatif ou déviation (sans unité) reste faible dans le domaine élastique ; on écrit : $\boldsymbol{\gamma} = {}^{\Delta \boldsymbol{y}}/_{\Delta \boldsymbol{x}}$.

2.3 Loi de Hook pour le cisaillement

Dans le domaine élastique (Figure 4b) élastique, la contrainte de cisaillement $\boldsymbol{\tau}$ est proportionnelle à l'angle de glissement γ, on introduit alors le module de Coulomb $\boldsymbol{G}$ tel que :

$$\boldsymbol{\tau} = \boldsymbol{G\gamma} \qquad (2) \qquad \begin{cases} \boldsymbol{\tau}: \text{Contrainte tangentielle ou de cisaillement en } \mathrm{N/mm^2} \\ \boldsymbol{\gamma}: \text{angle de glissement en rad} \\ \boldsymbol{G}: \text{module d'élasticité transversale en } \mathrm{N/mm^2} \text{ou MPa} \end{cases}$$

En réalité $\boldsymbol{G}$ est une caractéristique du matériau qui dépend des deux constantes élastiques vues précédemment, module de Young $\boldsymbol{E}$ et coefficient de Poisson $\boldsymbol{\nu}$.

$$\boldsymbol{G} = \frac{\boldsymbol{E}}{2(1+\boldsymbol{\nu})} \qquad (3)$$

Exemple de valeurs de $\boldsymbol{G}$

Matériau	Fontes	Aciers	Cuivre	Aluminium	Tungstène
E (Mpa)	160000	200000	120000	70000	400000
G (Mpa)	64000	80000	48000	28000	160000

3. Condition de résistance au cisaillement

Le même raisonnement qu'en traction est utilisé pour la plupart des constructions. La contrainte tangentielle doit toujours rester inférieure à la contrainte admissible au cisaillement du matériau $\boldsymbol{R_{pg}}$:

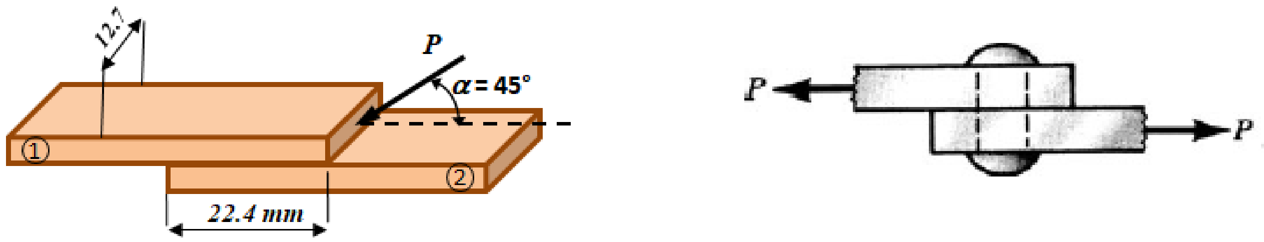
$$\boldsymbol{\tau} = \frac{\boldsymbol{T}}{\boldsymbol{A}} \leq \boldsymbol{R_{pg}} \qquad \boldsymbol{avec\ R_{pg}} = \frac{\boldsymbol{R_{eg}}}{\boldsymbol{s}} \qquad (4)$$

Pour la plupart des matériaux est alliages, en considérera comme première approximation $\boldsymbol{R_{eg}} = \frac{\boldsymbol{R_e}}{2}$, $\boldsymbol{R_e}$ étant la limite élastique du matériau en $\mathrm{N/mm^2}$.

4. Applications

a- Deux plaques 1 et 2 sont collées comme montré sur la figure 5a. Calculer la contrainte tangentielle moyenne due à l'effort $\boldsymbol{P}$= $\boldsymbol{40kN}$.

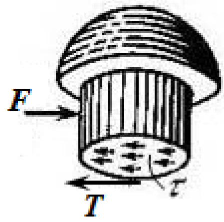
b- Un seul rivet est utilisé pour assembler deux plaques, comme indiqué sur la figure 5b. Si le diamètre du rivet est de 20 mm et la charge $\boldsymbol{P}$ est de 30 kN, quelle est la contrainte de cisaillement moyenne développée dans le rivet ?



(a) (b)

Figure 5

Solution



a- $\boldsymbol{\tau = \frac{T}{A} = \frac{Pcos(\propto)}{A}} \rightarrow \boldsymbol{\tau = \frac{2.10^3}{22.4\times 12.7}}$ =**87.88 MPa**

b- $\boldsymbol{\tau = \frac{T}{A} = \frac{P}{A}} \rightarrow \boldsymbol{\tau = \frac{30000}{(\pi/4)(20mm)^2} = 95\ MPa}$

5. Analogie Traction – Cisaillement

TRACTION	CISAILLEMENT
Effort Normal: $N = F$	**Effort Tranchant:** $T = F$
Contrainte Normale: $\sigma = \frac{N}{S}$	**Contrainte Tangentielle:** $\tau = \frac{T}{S}$
Déformation: $\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$	**Glissement:** $\tan\gamma \approx \gamma$
Loi de Hooke: $\sigma = E.\varepsilon$	**Loi de Hooke:** $\tau = G.\gamma$
Module de Young: E	**Module de Coulomb:** $G = 0,4.E$
Résistance élastique: R_e	**Résistance élastique:** $R_{eg} \approx \frac{R_e}{2}$
Condition de résistance: $\sigma = \frac{N}{S} \leq R_{pe} = \frac{R_e}{s}$	**Condition de résistance:** $\tau = \frac{T}{S} \leq R_{pg} = \frac{R_{eg}}{s}$