Chapitre 6 : Cisaillement pure

6.1 Introduction

Quand deux forces sont opposés d'une façon perpendiculaire par rapport à une structure, produisant une déformation de cette dernière suivant le plan AB (Voir figure 6.1).

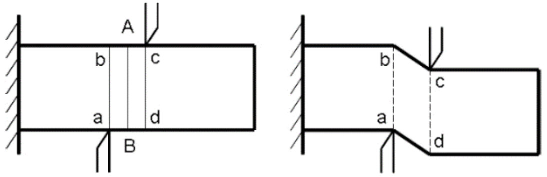


Figure. 6.1: Le cisaillement pur

La déformation d'un élément plan rectangulaire abcd découpé dans un solide dans lequel les forces agissant sur l'élément produisant des contraintes de cisaillement τ dans les directions indiquées dans la figure 6.2, la déformation engendrée est appelée glissement transversal, Le cisaillement absolu est le glissement de la section cd par rapport à la section ab.

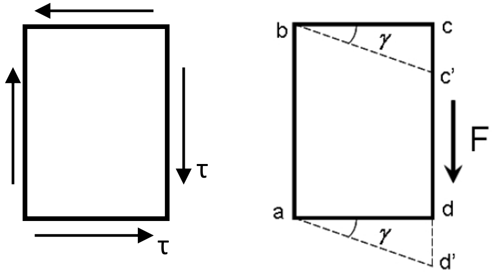


Figure. 6.1: Le glissement transversal

La déformation γ est égal à la tangente de γ d'où :

$$\gamma = \frac{c\acute{c}}{bc} = \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

6.2 La contrainte de cisaillement

En considère une poutre, où deux forces opposées sont appliquées sur un de ces tronçons, comme le montre la figure 6.3

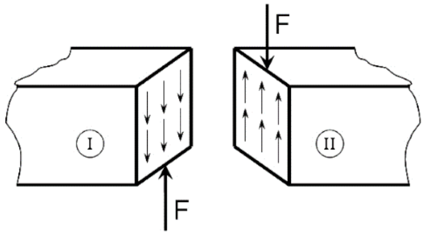


Figure. 6.3: Forces extérieures et intérieures agissant sur poutre

La contrainte de cisaillement τ est égale au rapport de la force par la surface sur laquelle elle agit, ainsi :

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

Le module de cisaillement transversal est le rapport de la contrainte de cisaillement τ à la déformation de cisaillement γ, il est habituellement noté G, est par conséquent :

$$G = \frac{\tau}{\gamma}$$

6.3 Contrainte admissible au cisaillement

La contrainte admissible pour le cisaillement est déterminée à partir des considérations théoriques, qui sont vérifiées expérimentalement, donc la contrainte admissible en cisaillement, est déterminée à partir de la contrainte normale admissible de traction, en pratique τ_{admi} est donnée par :

Pour les matériaux fragiles

$$\tau_{admi} = (0.8 \text{ à } 1)\sigma_{tr}$$

Pour les matériaux plastiques

$$\tau_{admi} = (0.5 \text{ à } 0.6)\sigma_{tr}$$

La condition de résistance pour le cisaillement s'écrit donc :

La condition de résistance pour le cisaillement s'écrit donc :

$$\tau = \frac{F}{S_c} \leq \tau_{admi}$$

S_c : l'aire de la section de cisaillement.

6.4 Applications sur les assemblages

6.4.1 Goupilles

Une goupille est une cheville métallique sert à immobiliser une pièce par rapport à une autre, ou à assurer la position relative de deux, la figure 6.4 représente deux plaques assemblées par une goupille de diamètre de *d=8mm*, et la force *F* a pour valeur *F=2000 N*. Calculer la valeur moyenne de la contrainte de cisaillement.

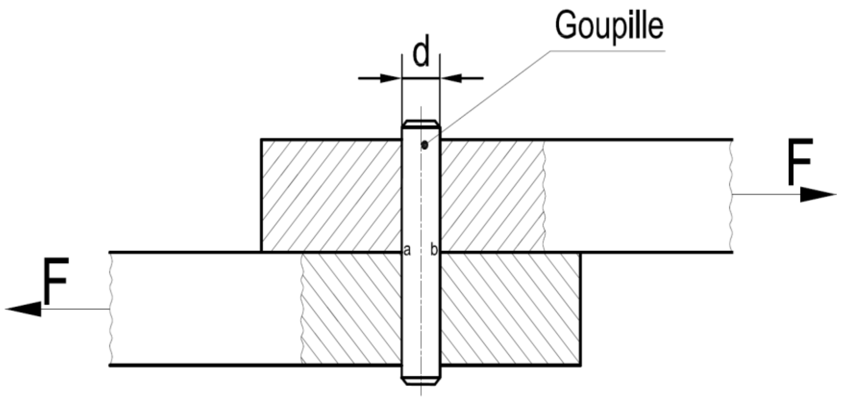


Figure. 6.4 : Assemblage par goupille

La surface cisaillée est a-b, elle est calculée par la relation suivante

$$S_c = \pi\left(\frac{d}{2}\right)^2 = \pi\left(\frac{8}{2}\right)^2 \times 10^{-2} = 0.503\ cm^2$$

La contrainte de cisaillement est calculée par :

$$\tau = \frac{F}{S_c} = \frac{2000}{0.503} = 3976.14\ N/cm^2$$

6.4.2 Boulon

La figure 6.5 représente un assemblage de deux pièces mécaniques par boulon, l'ensemble est soumis à une force F comme il est indiqué dans la figure 6.5, et son point d'application et sur l'axe de symétrie des deux pièces, déterminer le diamètre de boulon si la force

$F = 7 \times 10^4 N$, et la contrainte de cisaillement $\tau = 16 \times 10^3\ N/cm^2$.

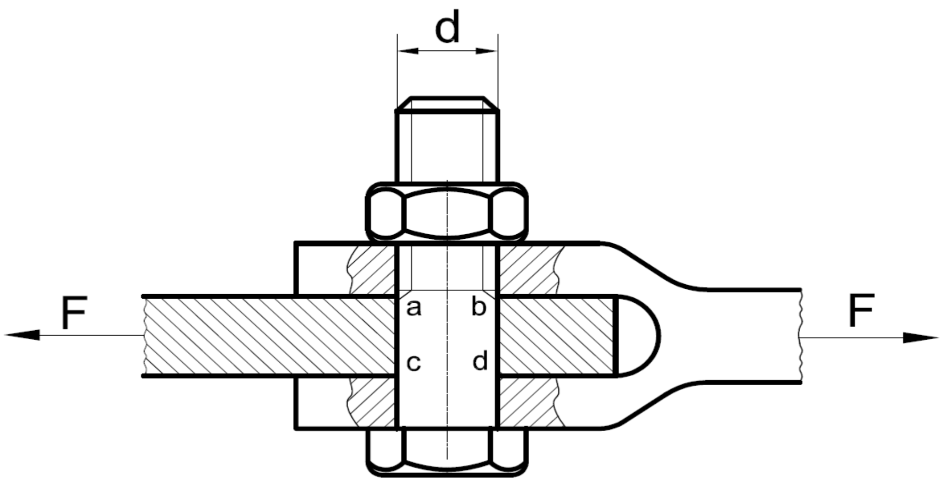


Figure. 6.5 : Assemblage par boulonnage

La contrainte de cisaillement est calculée par :

$$\tau = \frac{F/2}{S_c} \Rightarrow S_c = \frac{F/2}{\tau} \Rightarrow S_c = \frac{7 \times 10^4}{16 \times 10^3} = 4.375\ cm^2$$

$$S_c = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 \Rightarrow d^2 = \frac{S_c\ 4}{\pi} \Rightarrow d = \left(\frac{4.75 \times\ 4}{\pi}\right)^{\frac{1}{2}} \Rightarrow d = 2.36\ cm$$

6.4.3 Soudage

Deux pièces mécaniques sont assemblées par quatre cordons de soudure (voir figure 6.6), l'ensemble est soumis à une force P comme il est indiqué dans la figure 6.6, et son point d'application et sur l'axe de symétrie des deux pièces, déterminer la contrainte de cisaillement maximal dans les soudures

$P = 7 \times 10^4 N,\ L_1 = 15\ cm\ , L_2 = 10\ cm$ et $h = 1\ cm$

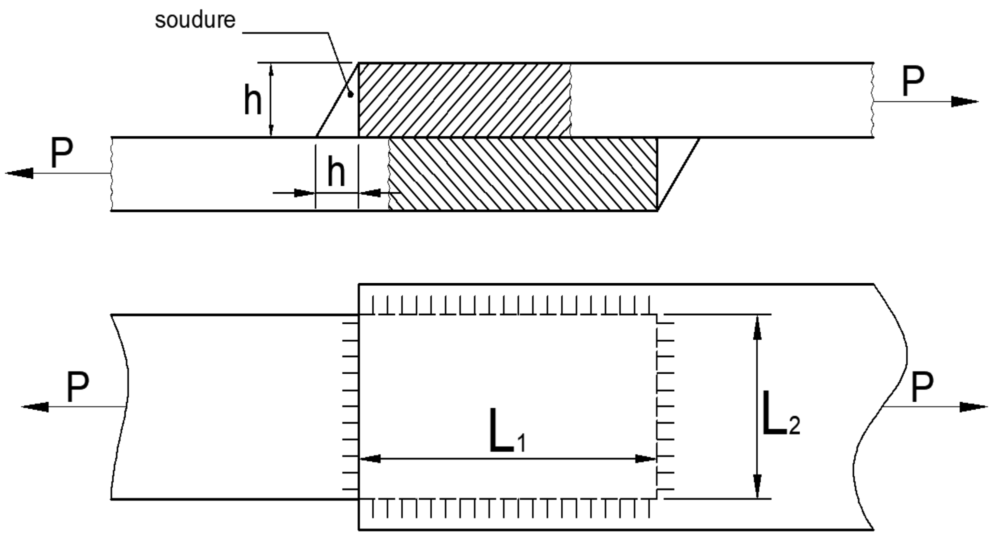


Figure. 6.6 : Assemblage par soudure

La surface cisailler dans le cas d'un assemblage par soudure est donnée par la relation suivante :

$$S_c = 0.7\,h\,(2\,L_1 + 2\,L_2) \Rightarrow d^2 = \frac{S_c\,4}{\pi} \Rightarrow S_c = 0.7 \times\ 1 \times (2 \times 15 + 2\ \times 10) \Rightarrow S_c = 35\,cm^2$$

$$\tau = \frac{P/2}{S_c} \Rightarrow \frac{3.5 \times 10^4}{35} \Rightarrow \tau = 10^3\,N/c\,m^2$$

Exercice 6.1

Un pignon est monté sur un arbre tournant (voir figure 6.7) par une clavette de dimensions (10 x 10 x 80 mm), la force applique sur la clavette est F= 6 kN, calculer la contrainte de cisaillement.

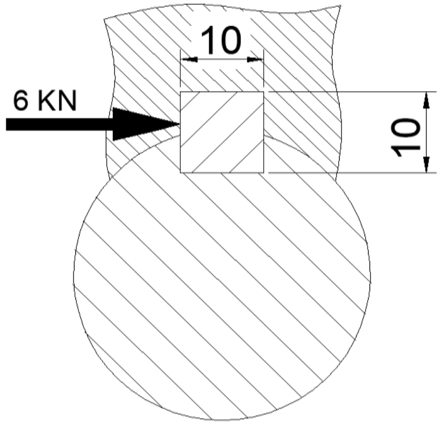
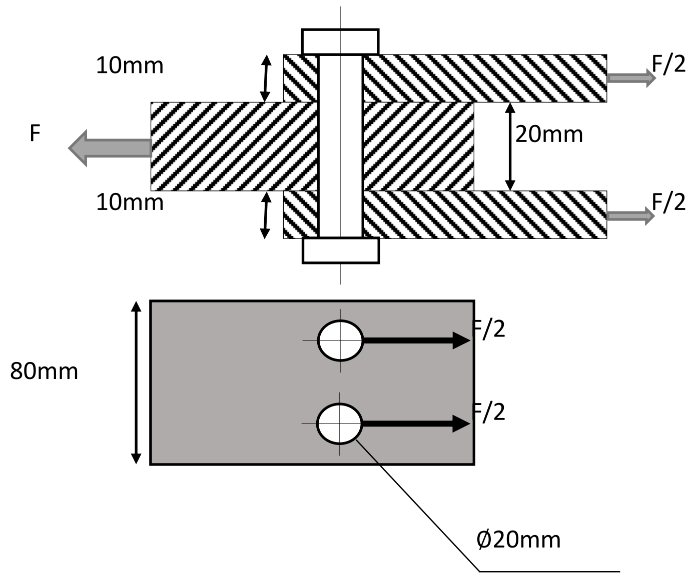


Figure. 6.7 : montage pignon arbre

$$\tau = \frac{F}{S_c} \Rightarrow \frac{6 \times 10^3}{10 \times 80} \Rightarrow \tau = 7.5\ N/m\,m^2$$

Exercice 6.2



Deux bandes d'acier par deux rivets (**Fig.1**). Vérifier la résistance de l'assemblage.

$F = 5.^{10^4}\ N\ \ [\sigma] = 100\ N/mm^2$ (**rivet**) $[\sigma_{plaque}] = 80\ N/mm^2$ (**plaque**)

Solution

La plaque

Pour la section pleine de la barre centrale et extérieurs $F = 5.^{10^4}\ N$.

La section cisaillée de la plaque est : $S_{cp} = (80 - 40) \times 20 = 800\ mm^2$

Contrainte de traction $\sigma = \frac{F}{S_{cp}} = \frac{5.^{10^4}}{800} = 62.5\ N/mm^2$

Cette contrainte est acceptable : $62.5 < 80\ N/mm^2$ acceptable

Les rivets

Effort tranchant : $\acute{F} = \frac{F}{2} = \frac{5.^{10^4}}{2} = 2.5.^{10^4}\ N/mm^2$

Section cisaillée de rivet $S_{cr} = \pi\left(\frac{d}{2}\right)^2 = \pi\left(\frac{20}{2}\right)^2 = 314\ mm^2$

Contrainte tangentielle :

$\acute{\tau}$: Contrainte tangentielle supportée par un seule rivet :

$$\acute{\tau} = \frac{\tau}{2} \Rightarrow \frac{79.61}{2} \Rightarrow \tau = 39.8 \;\; N/mm^2$$

Limite élastique au cisaillement du rivet :

$$\tau_e = \frac{\sigma_e}{2} \Rightarrow \frac{100}{2} \Rightarrow \tau = 50 \;\; N/mm^2$$

D'où $39.5 \; < 50 \; N/mm^2$ acceptable

Exercice 6.3

Un assemblage de deux cornières (1) et (2) avec un gousset (3), représenté dans la figure 6.9. F est la force appliqué sur les cornières, les rivets utilisés pour l'assemblage sont en aciers et ont pour diametre d et une résistance pratique τ_p.

Déterminer le nombre rivets *n* nécéssaire si la force $F = \; 420 \; kN$ et $\tau_p = 70 \; N/mm^2$, et $d = \; 20 \; mm$.

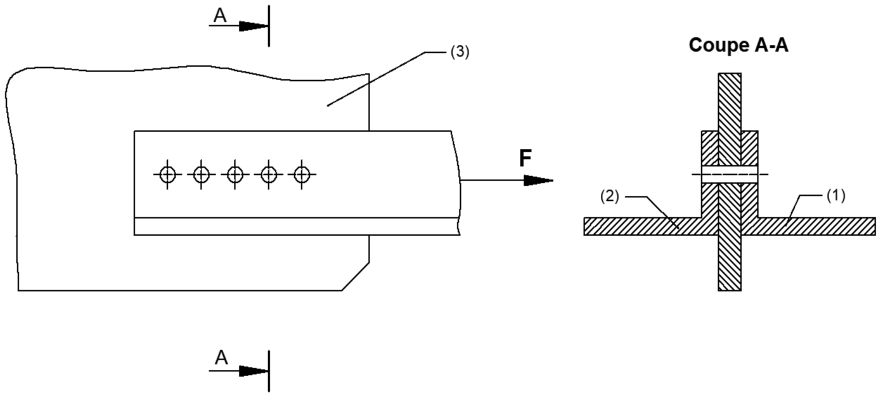


Figure. 6.9 : Assemblage cornières-gousset

$$\tau = \frac{F}{S_c} \leq \tau_p$$

$$S_c = 2 \times n \times \pi \times \left(\frac{d}{2}\right)^2 = 2 \times n \times \pi \times \left(\frac{20}{2}\right)^2 = 400\,\pi \times n$$

$\frac{F}{400\,\pi \times n} \leq \tau_p \Rightarrow n \geq \frac{F}{400\,\pi \times \tau_p} \Rightarrow n \geq \frac{420 \times 10^3}{400\,\pi \times 70} \Rightarrow n \geq 4.78$ On prendra donc cinq rivets $n = 5$