Chapitre 3 : Cisaillement Pur

Dr. BOUARICHA Leyla

Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de Technologie

émail : l.bouaricha@univ-dbkm.dz

2.0 Juin 2022

Table des matières

I - Objectifs 3

II - Pré-requis 4

III - Introduction 5

IV - Définition 6

V - Contrainte de cisaillement 7

VI - Exercice : Choisir la bonne réponse 8

VII - Déformation de cisaillement 9

VIII - Loi de HOOKE 10

IX - Condition de résistance au cisaillement 11

X - Série d'exercices N°3 12

Objectifs

- Déterminer la répartition des contraintes dans une section de poutre sollicitée au cisaillement.
- Vérifier la condition de résistance pour une poutre sollicitée au cisaillement.
- Dimensionner une poutre sollicitée au cisaillement.

Pré-requis

Pour pouvoir suivre ce chapitre, l'étudiant a besoin d'avoir des connaissances sur :

Torseur de cohésion.

Contrainte tangentielle.

Introduction

Considérons un bloc matériel mince (Fig. 3.1), collé à une table; supposons qu'une plaque mince est maintenant collée à la surface supérieure du bloc. Si une force horizontale F est appliquée à la plaque, celle-ci tendra à glisser le long de la surface du bloc, et le bloc lui-même tendra à glisser le long de la table. Si les surfaces collées demeurent intactes, la table résiste au glissement du bloc, et le bloc résiste au glissement de la plaque sur sa surface. Si nous supposons que le bloc soit divisé en n'importe quel plan horizontal imaginaire, tel que le plan ab, la partie du bloc au-dessus de ce plan tendra à glisser au-dessus de la pièce au-dessous du plan. Chacune des deux parties du système divisé tendra à glisser par rapport à l'autre au niveau du plan ab. Chaque partie sera donc soumise à une action de cisaillement; les contraintes résultantes de ces actions s'appellent les contraintes de cisaillement. Les contraintes de cisaillement agissent tangentiellement par rapport à la surface.

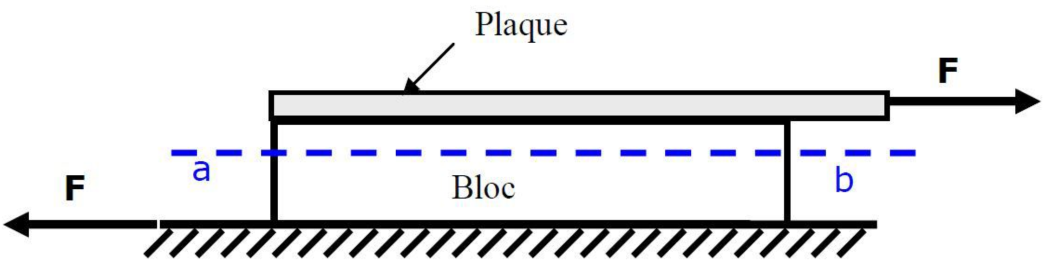


Fig. 3.1- Contraintes de cisaillement provoquées par des forces de cisaillement.

Les contraintes de cisaillement surgissent dans beaucoup d'autres problèmes pratiques. La figure 3.2 montre deux plaques liées par un rivet simple, soumise à une force de traction F. Nous imaginons que le rivet est divisé en deux parties au niveau du plan ab; alors la moitié supérieure du rivet tend à glisser au-dessus de la moitié inférieure, et une contrainte de cisaillement est établie dans le plan ab (Fig. 3.3).

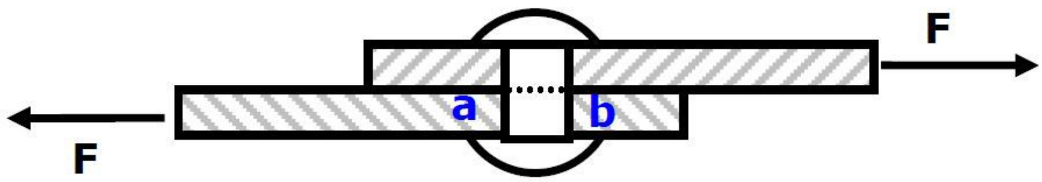


Fig. 3.2- Contraintes de cisaillement dans un rivet;

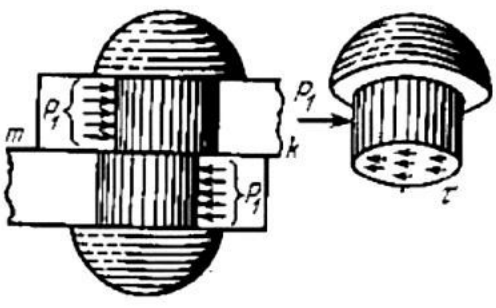


Fig. 3.3- Section du rivet soumise à une contrainte de cisaillement.

Définition

IV

Il y a cisaillement lorsqu'une pièce est sollicitée par deux forces égales, de même droite d'action mais de sens contraires qui tendent à faire glisser l'une sur l'autre des deux parties de la pièce (exemple: action d'une paire de ciseaux sur une feuille de papier, action d'un poinçon sur une tôle, ...).

Contrainte de cisaillement

On considère une tôle de section S encastrée dans un massif rigide fixe (Fig. 3.4). Le long de ce massif, on applique verticalement la lame d'une cisaille avec une force **T** appelée **effort tranchant**. Le principe de l'action et de la réaction fait que le massif exerce une force de réaction égale et opposée à T. La tôle est alors soumise au cisaillement. Si la cisaille est suffisamment tranchante, elle fait glisser les sections immédiatement voisines l'une sur l'autre au niveau de l'encastrement. En supposant que toutes les fibres de la tôle supportent la même tension τ, celle-ci vaut:

$$\tau = T / S$$

τ est appelée contrainte de cisaillement: c'est l'intensité de l'effort tranchant par unité de surface. Elle se mesure en Newton/m² (ou Pascal).

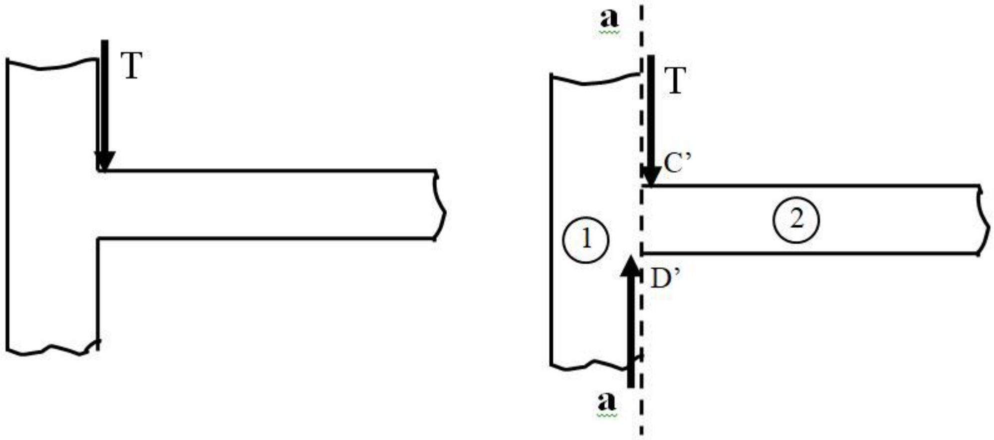
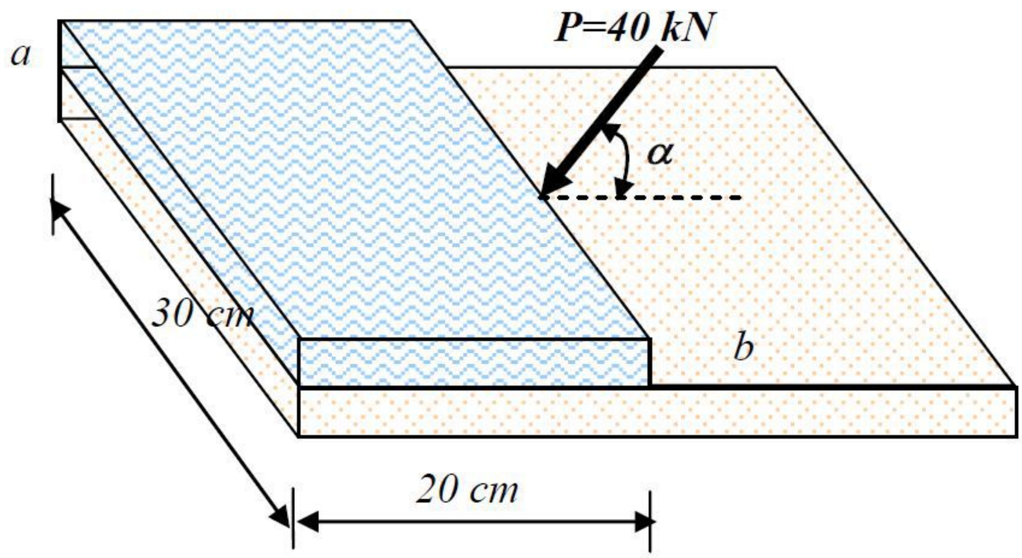


Fig. 3.4- Système soumis à un effort tranchant.

Exercice : Choisir la bonne réponse

La contrainte moyenne sur le plan **ab** représenté sur la figure ci-dessous pour le cas (α =45°) est :



- $\tau = T/S = (40\sqrt{2})/2(20 \times 30) = 0{,}047\, kN/cm^2$
- $\tau = T/S = 40/(20 \times 30) = 0{,}067\, kN/cm^2$

Déformation de cisaillement

VII

On considère la section cisaillée dans la figure 3.4 et on la montre par la figure 3.5. La section -C'D'- glisse par rapport à la section -CD-. La déviation :

$$\frac{\overline{C'C'_1}}{dx} = tg\gamma \approx \gamma$$

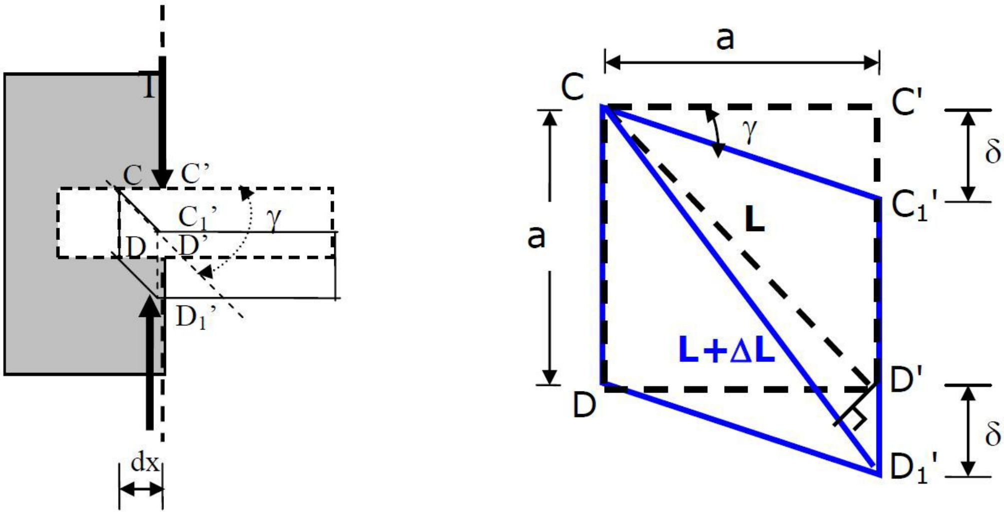


Fig. 3.5- Déformation de cisaillement.

Ou bien

$$\gamma \approx tg\gamma = \frac{\delta}{a} \tag{2}$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} = \frac{\delta \cos 45°}{a/\sin 45°} = \frac{\delta}{2a}$$

D'où

$$\varepsilon = \frac{\gamma}{2} \tag{3}$$

γ s'appelle "distorsion" ou "déformation de cisaillement".

Loi de HOOKE

VIII

Pour beaucoup de matériaux, la déformation de cisaillement est linéairement proportionnelle à la contrainte de cisaillement dans certaines limites (glissement faible). Cette dépendance linéaire est semblable au cas de la traction et de la compression directe. Dans les limites de la proportionnalité, on a

$$\tau = G\gamma \qquad (4)$$

Le coefficient de proportionnalité G est appelé module d'élasticité transversale ou de cisaillement et est semblable au module de Young E, pour la traction et la compression. Pour la plupart des matériaux E est environ 2.5 fois plus grand que G. Pour les métaux G ≈ 0.4 E.

La relation (a) s'appelle la **loi de HOOKE** pour le cisaillement.

Exemple

La contrainte de cisaillement dans un corps métallique est égale à 1050 kg/cm^2. Si le module de cisaillement vaut 8400 kN/cm^2, déterminer la déformation de cisaillement.

- Solution de l'exemple 3.1

De l'équation (4), on a:

$$\gamma = \tau / G = 1050/840000 = 0{,}00125\, rad = 0{,}225^{\circ}$$

Condition de résistance au cisaillement

IX

Dans certains cas, il peut être important qu'une pièce sollicitée en cisaillement doive résister en toute sécurité à celui-ci (exemple: assemblage par rivets).

Pour qu'une pièce sollicitée en cisaillement résiste en toute sécurité, il faut que la contrainte de cisaillement ne dépasse pas une valeur critique [τ] appelée contrainte admissible en cisaillement:

$$\tau \leq [\tau] \qquad (5)$$

[τ] est une caractéristique du matériau, elle ne dépend pas des dimensions de la pièce sollicitée en cisaillement. Elle représente généralement (éventuellement à un coefficient de sécurité près) la limite d'élasticité transversale de la pièce, c'est-à-dire la contrainte au-delà de laquelle la pièce ne reprend pas sa forme initiale après annulation de l'application de l'effort tranchant.

$$[\tau] = \frac{\tau_e}{n} \qquad (6)$$

Où τ_e est la limite élastique en cisaillement; n est le coefficient de sécurité.

- **Limite élastique**

Pour les aciers la limite élastique en cisaillement τ_e est égale à la moitié de la limite élastique en traction et compression

Série d'exercices N°3

[cf. TDN°3_Chap3_RDM_2021-2022_DBKM]