

Section en I

Les questions posées au CTICM dans le cadre de l'assistance technique montrent que le calcul des contraintes de cisaillement dans une section transversale de poutre n'est pas toujours bien maîtrisé par les calculateurs des bureaux d'études.

Nous proposons donc de présenter la formule générale permettant de calculer les contraintes de cisaillement dans une section et d'en tirer les formules pratiques pour les cas suivants :

- [section rectangulaire pleine](#)
- [section circulaire pleine.](#)

Dans cet article, nous vous présentons la formule générale permettant de calculer les contraintes de cisaillement dans une section et d'en tirer les formules pratiques pour les cas des sections en I.

Rappel de l'expression générale

La contrainte de cisaillement élastique (ou contrainte tangentielle) τ peut être déterminée en un point d'une section quelconque soumise à un effort tranchant suivant l'axe z-z, en utilisant l'expression suivante (voir figure n°1) :

$$\tau(z') = \frac{V_z S_y(A')}{b I_y}$$

Où :

- z' est la distance du bord supérieur de la section au point considéré ;
- V_z est l'effort tranchant agissant sur la section étudiée ;
- b est la largeur de la section au niveau du point considéré ;
- S_y est le moment statique par rapport à l'axe y-y de la zone A' de la section située au-dessus du point considéré ;
- I_y est le moment d'inertie de flexion par rapport à l'axe y-y de la section **complète**.

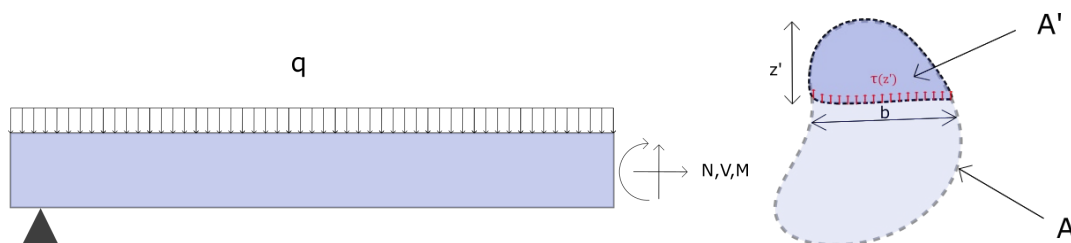


Figure n°1

Remarque : à largeur de section égale, la contrainte de cisaillement est maximale au niveau du centre de gravité.

Principe de réciprocité – Théorème de Cauchy

Par application du principe de réciprocité, ou théorème de Cauchy, on déduit que la contrainte de cisaillement perpendiculaire aux bords de la section est nulle (figure n°2).



Figure n°2

Cas d'un profilé en I

Hypothèses

Considérons un IPE 120 soumis à un effort tranchant dans le plan de l'âme :

$$V_z = 80 \text{ kN.}$$

Les caractéristiques de la section sont les suivantes :

$$h = 120 \text{ mm}$$

$$t_w = 4,4 \text{ mm}$$

$$b = 64 \text{ mm}$$

$$t_f = 6,3 \text{ mm}$$

$$I_y = 317,8 \times 10^4 \text{ mm}^4$$

Contraintes de cisaillement dans la semelle

Effectuons une coupe verticale dans la semelle à une distance y' du bord gauche de la semelle (figure n°3).

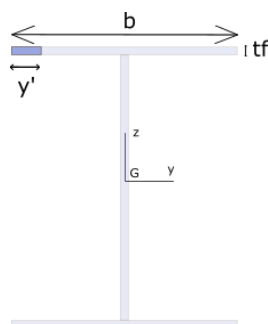


Figure n°3 : Coupe dans la semelle d'une section transversale en I

Nous obtenons :

$$S_y(A') = \begin{cases} y't_f\left(\frac{h}{2} - \frac{t_f}{2}\right) \text{ pour } y' < \frac{b}{2} \\ (b - y')t_f\left(\frac{h}{2} - \frac{t_f}{2}\right) \text{ pour } y' > \frac{b}{2} \end{cases}$$

$$\tau(x) = \frac{V_z S_y(A')}{t_f I_y}$$

$$\tau_{max} = \tau\left(y' = \frac{b}{2}\right) = \frac{V_z b(h - t_f)}{4I_y} = \frac{80 \times 10^3 \times 64 \times (120 - 6.3)}{4 \times 317,8 \times 10^4} = 45,8 \text{ MPa}$$

Contraintes de cisaillement dans l'âme

Effectuons une coupe dans l'âme à une distance z' du bord supérieur de la semelle (figure n°4).

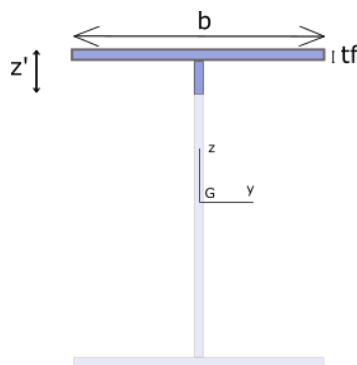


Figure n°4 : Coupe dans l'âme d'une section transversale en I

Nous obtenons :

$$S_y(A') = bt_f\left(\frac{h}{2} - \frac{t_f}{2}\right) + t_w(z' - t_f)\left(\frac{h}{2} - \frac{z' + t_f}{2}\right) \text{ pour } t_f < z' < h - 2t_f$$

$$\tau(x) = \frac{V_z S_y(A')}{t_w I_y}$$

Contrainte de cisaillement maximale dans l'âme

$$\tau_{max} = \tau\left(z' = \frac{h}{2}\right) = \frac{V_z \left(bt_f\left(\frac{h}{2} - \frac{t_f}{2}\right) + t_w\left(\frac{h}{2} - t_f\right)\left(\frac{h}{4} - \frac{t_f}{2}\right) \right)}{t_w I_y}$$

$$= \frac{80 \times 10^3 \left(64 \times 6,3 \left(\frac{120}{2} - \frac{6,3}{2} \right) + 4,4 \left(\frac{120}{2} - 6,3 \right) \left(\frac{120}{4} - \frac{6,3}{2} \right) \right)}{4,4 \times 317,8 \times 10^4}$$

$$= 167 \text{ MPa}$$

Le diagramme des contraintes de cisaillement est représenté à la figure n°5.

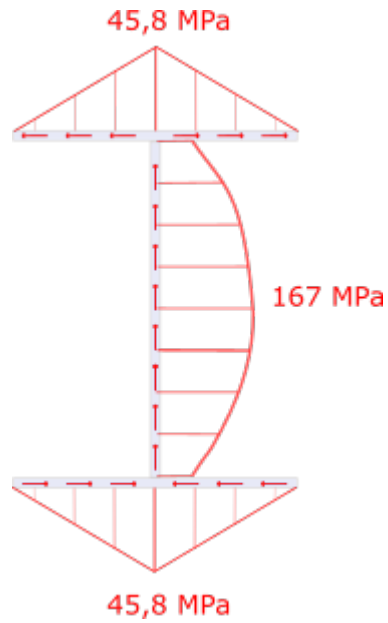


Figure n°5 : Diagramme des contraintes de cisaillement