

Faculté de technologie

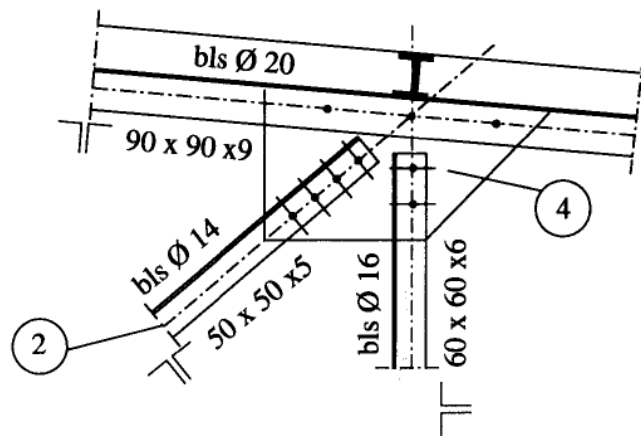
Département de Génie mécanique

Mastère2, S3, option Construction mécanique (2020/2021)

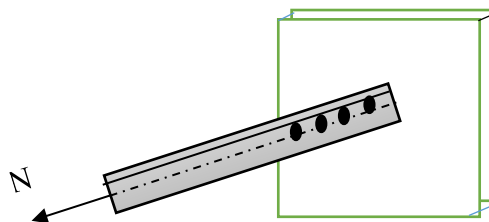
Le chef de département Mansour rokbi, le chef de filière Said Zerguane et le chef d'option Ali debih

***Exemples d'application charpente métallique
« Assemblages par rivets ou boulons ordinaires »***

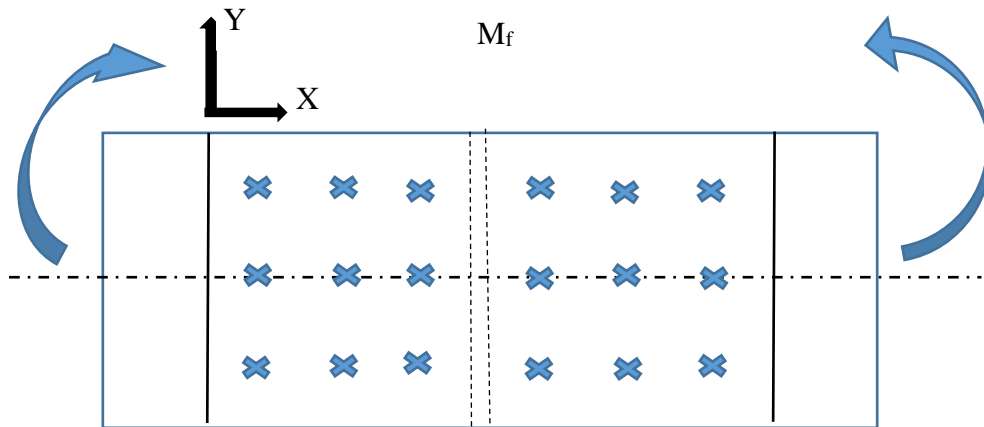
Exercice n°1 : Soit par exemple, à vérifier l'assemblage de la barre (2) qui est composée de deux cornières assemblées par 4 rivets sur le gousset (4) d'épaisseur 6mm. La barre est soumise à un Effort maxi pondéré de traction de $N = 18\ 000$ daN. Sachant que la nuance de l'acier (rivets) est estimée à $\sigma_{en} = 24$ daN/mm²



Exercice n°2 : Calculer les rivets d'attache d'une barre tendue par un effort pondéré de traction $N = 55$ t et la section de la barre est une double cornière $\overline{\overline{110 \times 110 \times 10}}$ le gousset a une épaisseur de 12 mm

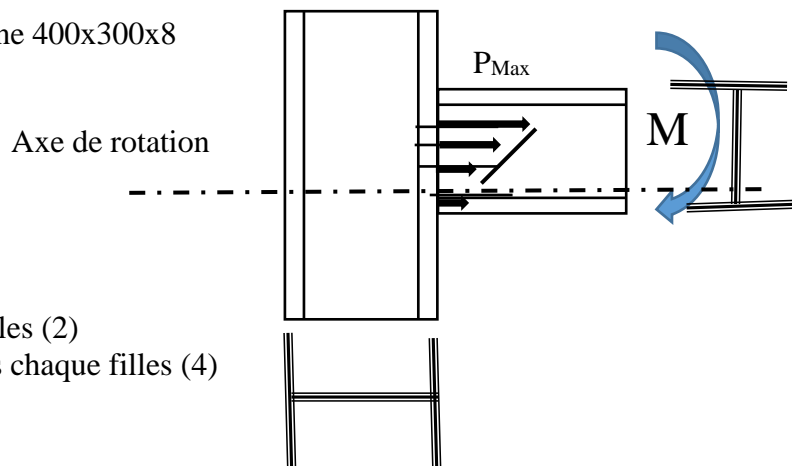


Exercice n°3 : Calculer l'attache de deux plaques de même section (hauteur) $h = 1200 \text{ mm}$ d'épaisseurs $e = 12 \text{ mm}$, assemblées par deux couvre joint d'épaisseur 8 mm , soumis à un moment fléchissant $M_f = 52 \text{ tm}$



Exercice n°4 : soit à vérifier l'assemblage (poteau-poutre), la poutre est assemblée au poteau par une platine d'épaisseur de 10 mm avec 4 rivets de diamètre $d = 24 \text{ mm}$ cet assemblage est soumis à un moment fléchissant de 8 tm .

les dimensions de la platine $400 \times 300 \times 8$



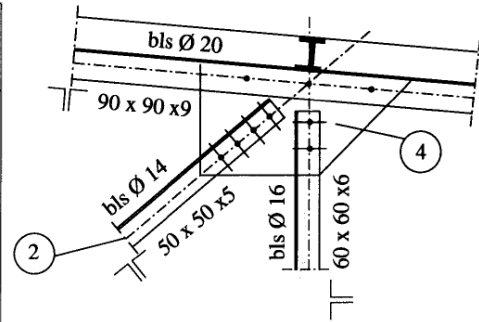
n : nombre de files verticales (2)

m : nombre de rivets dans chaque files (4)

Solution, Exemples d'application « Charpente métallique »
« Assemblages par rivets ou boulons ordinaires »

Exercice n°1 : On remarque que la barre (2) formée par une double cornière de dimension $\square 50 \times 50 \times 5$ est assemblée au gousset (4) par quatre rivets de diamètre $d = 14$ mm déterminés dans le tableau ci-dessous

Rivets et boulons \varnothing mm	Tôles et ames de profilés d'épaisseur mm	Cornières de largeur d'aile mm	Ailes de fers U de hauteur mm	Ailes de poutrelles H de profil mm
8	2	30		
10	3	35		
12	4	40 - 45	80	
14	5	50	100 à 130	10 et 12
16	6	60	140 à 160	14
18	7	70	175 et 180	15 et 16
20	8	80 - 90	200 et 220	18
22	10 à 14	100 - 120	210 à 300	20 à 24
24	> 14	> 120		> 24



Donc le diamètre du trou percé $\Phi = d + 2\text{mm}$ pour permettre au rivet une mise en place aisée
 On doit vérifier $\sum e_i \leq 4\varnothing$, $\sum 5 + 6 + 5 \leq 4 \times 16$ donc c'est vérifier, alors la section à du

rivet n'admet pas d'abattement $A = \frac{\pi \varnothing^2}{4} = \frac{3.14 \times 16^2}{4} = 201.06 \text{ mm}^2$

L'effort repris par chaque rivet $F = \frac{N}{4} = \frac{18000}{4} = 4500 \text{ dan}$

On calcul l'effort admissible du rivet $\frac{F}{A} \leq \sigma_{en}$ donc

$F \leq A \times \sigma_{en} = 201.06 \times 24 = 4825.44 \text{ dan}$

On remarque que la capacité portante n'est pas dépassée

On vérifie le rivet au cisaillement double

$$\frac{1.54 F}{2 A} \leq \sigma_{en} \text{ alors } \frac{1.54 \times 4500}{2 \times 201.06} = 17.23 \text{ dan/mm}^2 \leq \sigma_{en} \text{ ok}$$

Vérification de la pression diamétrale

$\frac{F}{d.e} \leq 3.5 \sigma_{en}$, $\frac{4500}{16 \times 6} = 46.87 \text{ dan} \leq 3.5 \times 24 = 84 \text{ dan}$ ok. L'assemblage est donc vérifié.

Disposition des rivets : d'après le règlement

La pince transversale est déterminée par la position de la ligne de trusquage figurant sur les caractéristiques géométrique établie par le constructeur $\gamma_t = 12\text{mm}$ donner par tableau (CM66)

La pince (distance entre rivets intermédiaire)

$$3d \leq \gamma \leq 7d \quad 3 \times 16 \leq \gamma \leq 7 \times 16 \quad 48 \leq \gamma \leq 112$$

Alors $\gamma = 50\text{mm}$

la pince longitudinale est donnée par

$$\gamma_l \geq \sup \left\{ \begin{array}{l} 1,5d \\ \frac{0,8T}{e \cdot \sigma_{en}} \end{array} \right. , \quad \gamma_l \geq \sup \left\{ \begin{array}{l} 1,5d = 1,5 \times 16 = 24mm \\ \frac{0,8T}{e \cdot \sigma_{en}} = \frac{0,8 \times 4500}{6 \times 24} = 25mm \end{array} \right.$$

La pince longitudinale est prise égale à 30mm.

Exercice n°2 : on commence par la détermination du diamètre des rivets d'après le tableau ci-dessous la barre est formée d'une double cornière $\overline{\text{C}} 110 \times 110 \times 10$, le diamètre des rivets est pris $d = 22mm$. le calcul de la section A du rivet dépend de la condition

$$\sum e_i \leq 4\phi \quad , \quad \sum 10 + 12 + 10 \leq 4 \times 23 \text{ ok donc } A = \frac{\pi \phi^2}{4} = \frac{3,14 \times 23^2}{4} = 415,47 \text{ mm}^2$$

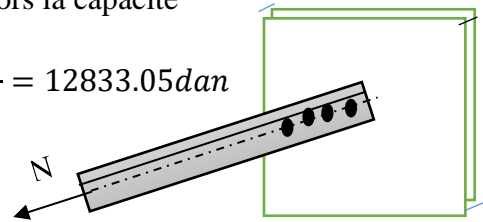
Le rivet est soumis à un cisaillement double alors la capacité

Portante du rivet est déterminée par

$$\frac{1,54 F}{2 A} \leq \sigma_{en} \quad \text{alors } F \leq \frac{2A \times \sigma_{en}}{1,54} = \frac{2 \times 415,47 \times 24}{1,54} = 12833,05 \text{ dan}$$

alors le nombre de rivets nécessaire

$$n = \frac{55000}{12833,05} = 4,28 \quad \text{on choisit alors } n = 5$$



On dispose les rivets comme suite :

La pince transversale est déterminée par la position de la ligne de trusquinage figurant sur les caractéristiques géométrique établie par le constructeur $\gamma_t = 60mm$ donner par tableau (CM66)

$$3d \leq \gamma \leq 7d \quad 3 \times 22 \leq \gamma \leq 7 \times 23 \quad 66 \leq \gamma \leq 161 \quad \gamma = 80mm \text{ (distance entre rivets)}$$

$$\gamma_l \geq \sup \left\{ \begin{array}{l} 1,5d \\ \frac{0,8T}{e \cdot \sigma_{en}} \end{array} \right. , \quad \gamma_l \geq \sup \left\{ \begin{array}{l} 1,5d = 1,5 \times 23 = 34,5mm \\ \frac{0,8T}{e \cdot \sigma_{en}} = \frac{0,8 \times 12833,05}{12 \times 24} = 35,65mm \end{array} \right.$$

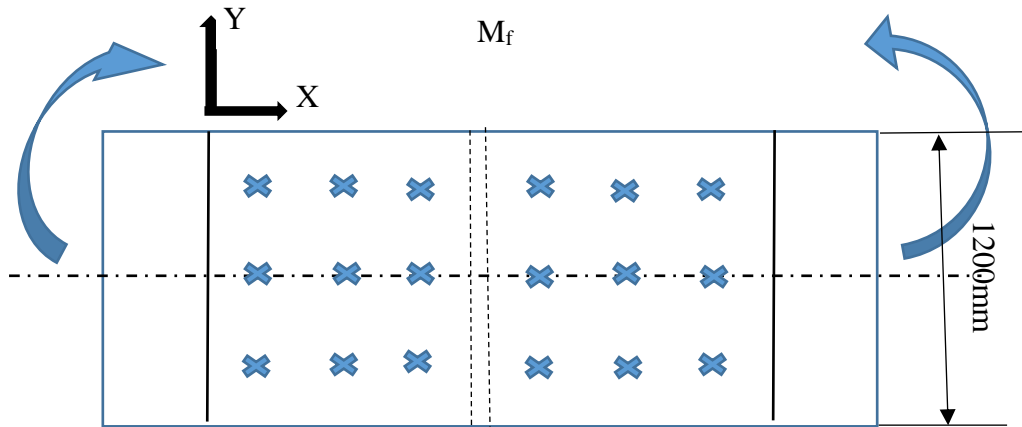
La pince longitudinale est prise $\gamma_l = 40mm$

Vérification de la pression diamétrale

Rivets et boulons ϕ mm	Tôles et ams de profilés d'épaisseur mm	Cornières de largeur d'aile mm	Ailes de fers U de hauteur mm	Ailes de poutrelles H de profil mm
8	2	30		
10	3	35		
12	4	40 - 45	80	
14	5	50	100 à 130	10 et 12
16	6	60	140 à 160	14
18	7	70	175 et 180	15 et 16
20	8	80 - 90	200 et 220	18
22	10 à 14	100 - 120	210 à 300	20 à 24
24	> 14	> 120		> 24

$$\frac{F}{d \cdot e} \leq 3,5 \sigma_{en} \quad , \quad \frac{12833,05}{23 \times 12} = 46,5 \text{ dan} \leq 3,5 \times 24 = 84 \text{ dan ok. L'assemblage est donc vérifié.}$$

Exercice n°3 :



D'après le tableau (ci-dessous) donnant le diamètre des boulons et rivets en fonction des épaisseurs des pièces assemblées, e_1, e_2, e_3 , on prend $d = 22\text{mm}$ donc le rivet mis en place qui occupe le trou $\Phi = d + 1\text{mm}$ on calcule la section du rivet comme suite :

On doit vérifier $\sum e_i \leq 4\phi$, $\sum 10 + 12 + 10 \leq 4 \times 23$ donc c'est vérifier, alors la section A du rivet n'admet pas d'abatement $A = \frac{\pi \phi^2}{4} = \frac{3.14 \times 23^2}{4} = 415.47 \text{ mm}^2$

Disposition des rivets :

La pince (distance entre les rivets)

$$3d \leq \gamma \leq 7d \quad 3 \times 23 \leq \gamma \leq 7 \times 23 \quad 69 \leq \gamma \leq 161 \quad \gamma = 140\text{mm} \text{ (distance entre rivets)}$$

Le nombre de pinces est déterminé : $m = \frac{1200}{140} = 8.57$ on choisit alors le nombre de rivets $n = m + 1 = 8 + 1 = 9$

On prend la pince transversale

$$2\gamma_t = 1200 - 8 \times 140 = 80$$

$$\gamma_t = 40\text{mm}$$

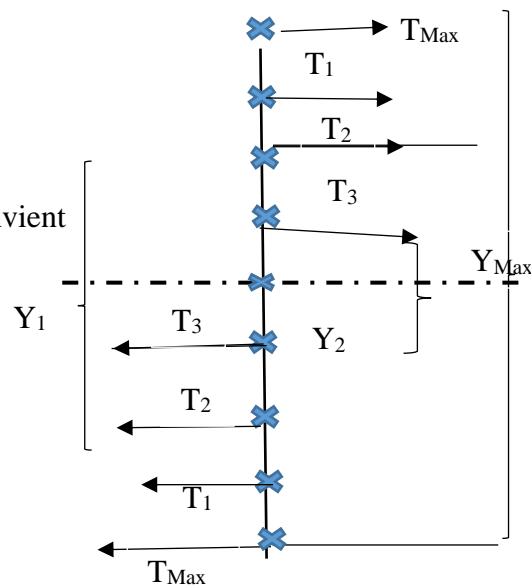
Vérification $1.5d \leq \gamma_t \leq 2.5d$

$$1.5 \times 23 \leq \gamma_t \leq 2.5 \times 23$$

$34.5 \leq \gamma_t \leq 57.5$ donc la pince transversale convient

Calcul de T_{Max}

$$T_{Max} = \frac{M_f \cdot Y_{Max}}{n \sum Y_i^2}$$



Détermination des Y_i

$$y_{Max} = 8 \times 140 = 1120\text{mm} \quad , y_1 = 6 \times 140 = 840\text{mm}$$

$$y_2 = 4 \times 140 = 560\text{mm} \quad , y_3 = 2 \times 140 = 280\text{mm}$$

$$T_{Max} = \frac{M_f \cdot Y_{Max}}{n \sum Y_i^2} = \frac{112 \times 52 \times 10^5}{5 \times (112^2 + 84^2 + 56^2 + 28^2)} = 12380\text{dan}$$

On vérifie le cisaillement double par

$$\frac{1,54 T_{Max}}{2 \times A} \leq \sigma_{en} , \frac{1,54 \times 12380}{2 \times 3.415.47} = 22.94 \text{ dan/mm}^2 < 24 \text{ dan/mm}^2 \text{ ok}$$

Vérification de la pince longitudinale

$$\gamma_l \geq \sup \left\{ \begin{array}{l} 1,5d = 1,5 \times 23 = 34,5 \text{ mm} \\ \frac{0,8T}{e \cdot \sigma_{en}} = \frac{0,8 \times 12380}{12 \times 24} = 34,38 \text{ mm} \end{array} \right. \quad \gamma_l = 50 \text{ mm} \quad \text{ok}$$

Rivets et boulons Ø mm	Tôles et ames de profilés d'épaisseur mm	Cornières de largeur d'aile mm	Ailes de fers U de hauteur mm	Ailes de poutrelles H de profil mm
8	2	30		
10	3	35		
12	4	40 – 45	80	
14	5	50	100 à 130	10 et 12
16	6	60	140 à 160	14
18	7	70	175 et 180	15 et 16
20	8	80 – 90	200 et 220	18
22	10 à 14	100 – 120	210 à 300	20 à 24
24	> 14	> 120		> 24

Vérification de la pression diamétrale :

$$\frac{F}{d \cdot e} \leq 3,5 \sigma_{en} , \frac{12380}{23 \times 12} = 44.85 \text{ dan} \leq 3,5 \times 24 = 84 \text{ dan/mm}^2 \text{ ok. L'assemblage est donc vérifié.}$$

Exercice n°4 :

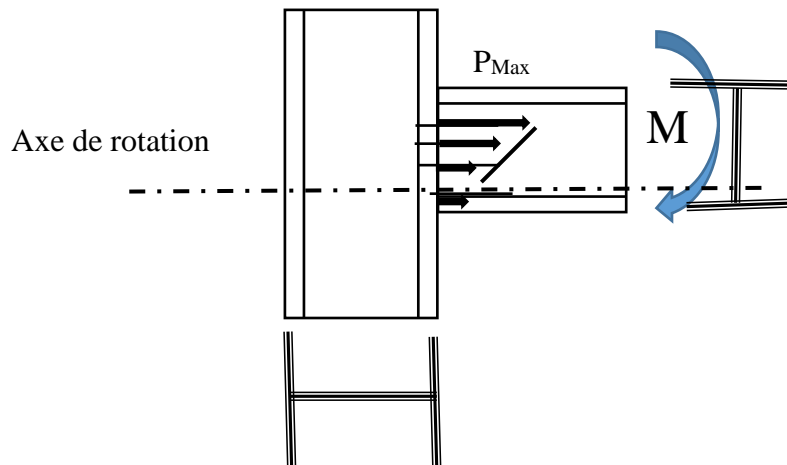
Cet assemblage (poteau-poutre) doit être vérifié à l'arrachement pour cela on doit déterminer l'effort maximum appliqué sur le rivet le plus sollicité qui est le plus éloigné du centre de rotation. L'effort max est donné par la relation suivante :

$$P_{Max} = \frac{M \cdot Y_{Max}}{n \sum Y_i^2}$$

La platine de dimensions 400x300x8

n: nombre de files verticales (2)

m : nombre de rivets dans chaque filles (4)



On détermine la section du rivet $A = \frac{\pi \phi^2}{4} = \frac{3.14 \times 25^2}{4} = 490.87 \text{ mm}^2$

On détermine la pince (distance entre rivets) donnés par :

$$3d \leq \gamma \leq 7d \quad 3 \times 25 \leq \gamma \leq 7 \times 25$$

$$75 \leq \gamma \leq 175 \quad \text{alors } \gamma = 100 \text{ mm}$$

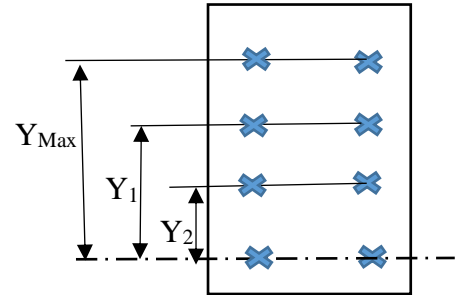
$$2\gamma_t = 400 - 3 \times 100 = 100 \text{ mm} \quad \gamma_t = 50 \text{ mm}$$

$$1,5d \leq \gamma_t \leq 2,5d$$

$$1,5 \times 25 \leq \gamma_t \leq 2,5 \times 25$$

$$37.5 \leq \gamma_t \leq 62.5$$

La pince transversale est bien choisie



Pour la pince longitudinale il n'est pas nécessaire de la calculée car la largeur de la platine (300mm) est largement suffisante pour disposer deux files de rivets.

Détermination des Y_i :

$$Y_{Max} = 3 \times 100 = 300 \text{ mm}, \quad Y_1 = 2 \times 100 = 200 \text{ mm}, \quad Y_2 = 100 \text{ mm}.$$

$$P_{Max} = \frac{M \cdot Y_{Max}}{n \sum Y_i^2} = \frac{30 \times 8 \times 10^5}{2(30^2 \times 20^2 \times 10^2)} = 8571.43 \text{ dan}$$

Alors on vérifie

$$\frac{1,25 P_{Max}}{A} \leq \sigma_{en} \quad , \quad \frac{1,25 \times 8571.43}{490.87} = 21.83 \text{ dan/mm}^2 \leq \sigma_{en} = 24 \text{ dan/mm}^2 \text{ ok}$$

Vérification de la pression diamétrale :

$$\frac{F}{d \cdot e} \leq 3,5 \sigma_{en} \quad , \quad \frac{8571.43}{25 \times 8} = 42.86 \text{ dan} \leq 3,5 \times 24 = 84 \text{ dan/mm}^2 \text{ ok.}$$

L'assemblage est donc vérifié