

**Exercice 1:** Assemblage poutre-poteau (boulonné)

-Détermination des efforts dans les boulons.

Nous considérons uniquement les boulons tendus, c'est-à-dire les rangées supérieures de boulons. Soit :

$$N_1 = \frac{M \cdot d_1}{\sum d_i^2}$$

$$\left. \begin{array}{l} -d_1 = 410\text{mm} \\ -d_2 = 290\text{mm} \\ -d_3 = 210\text{mm} \end{array} \right\} \longrightarrow \sum_{i=1}^3 d_i^2 = 2963 \text{ cm}^2 = 2963 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$N_1 = 320 \times 0.41 / 2963 \times 10^{-4} = 442.7 \text{ KN}$$

$$N_2 = 320 \times 0.29 / 2963 \times 10^{-4} = 313.2 \text{ KN}$$

$$N_3 = 320 \times 0.21 / 2963 \times 10^{-4} = 226.8 \text{ KN}$$

Il faut que :  $N_1 \leq n F_p$  avec  $F_p = 0.7 f_{ub} \cdot A_s$

$F_p$  = Force de précontrainte ;  $n$  = nombre de rangées de boulons ( $n=2$ )

$$\text{Soit } A_s \geq N_1 / 0.7 f_{ub} \cdot n = 442.7 \times 10^3 / 0.7 \times 1000 \times 2 = 316 \text{ mm}^2$$

Soit un boulon de diamètre  $d = 24 \text{ mm}$  ( $A_s = 353 \text{ mm}^2$ )

-Moment résistant effectif de l'assemblage .

$$M_R = N_1 \cdot \sum d_i^2 / d_1$$

$$\text{Avec } N_1 = (0.7 f_{ub} \cdot A_s) \cdot n = 0.7 \times 1000 \times 353.2 = 494200 \text{ N} = 494.2 \text{ KN} \quad (\text{pour 2 boulons}) \dots$$

$$M_R = 494 \times 0.2963 / 0.41 = 357 \text{ KN.m} \quad \searrow \quad M_s = 320 \text{ KN.m}$$

- Résistance de l'assemblage sous l'effort tranchant .

$$\text{Par boulon : } V_1 = V/n = 80/10 = 8 \text{ KN} \quad (n = 10 \text{ boulons})$$

Il faut vérifier que :

$$V_1 \leq F_s = K_s \cdot m \cdot \mu \cdot (F_p / \gamma_{MS})$$

$K_s$  : fonction de la dimension des trous de perçage, :

trous a tolérances normales .

Boulons  $\Phi 24 \longrightarrow$  trous  $\Phi 26$

$$K_S = 1.0$$

$m = 1$  nombre d'interfaces de frottements

$$\mu = 0.3$$

$\gamma_{MS} = 1.25$  a l'E.L.U pour trous a tolérances normales (Boulons  $\Phi 24 \longrightarrow$  trous  $\Phi 26$ )

$$F_P = 0.7 \cdot f_{ub} \cdot A_S = 0.7 \times 1000 \times 353 = 247 \text{ KN}$$

$$V_1 \leq F_S = 1 \times 1.0 \times 0.3 \times (247/1.25) = 59 \text{ KN}$$

$$V_1 = 8 \text{ KN} < F_S = 59 \text{ KN} \quad (\text{C.V})$$

■ Résistance de l'âme du poteau en traction . ( zone tendue ).

$$F_t = f_y \cdot t_{wc} \cdot b_{eff} / \gamma_{M0}$$

$t_{wc}$  = épaisseur de l'âme du poteau

poteau IPE 400  $\longrightarrow t_w = 8.6 \text{ mm}$

$b_{eff}$  = entraxe rangées boulons = 80 mm

$\gamma_{M0}$  = facteur partiel de sécurité pour le calcul des sections transversales .

Section brute de classe 1,2 ou 3  $\longrightarrow \gamma_{M0} = 1$

Poteau IPE 400  $\longrightarrow$  section de classe 3  $\longrightarrow \gamma_{M0} = 1$

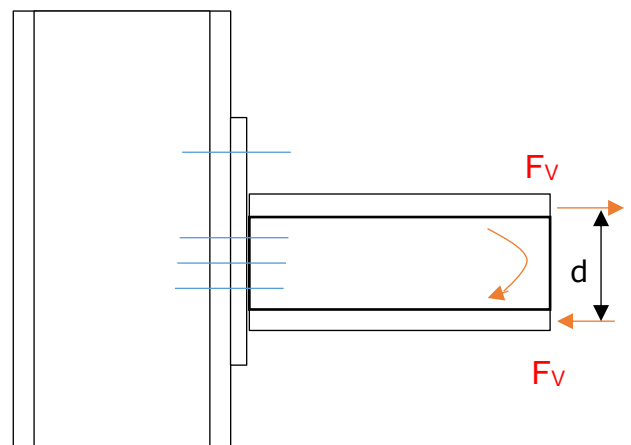
$$F_t = (235 \times 8.6 \times 80) / 1 = 1.6 \times 10^5 \text{ N} = 160 \text{ KN}$$

L'assemblage est sollicité par un moment :

$$M = F_V \cdot d \longrightarrow F_V = \frac{M}{d}$$

$$d = h - t_f = 360 - 12.7 = 347 \text{ mm}$$

$$F_V = \frac{M}{h - t_f} = \frac{320}{0.347} = 922 \text{ KN} > F_t$$



Poutre IPE 360  $\longrightarrow t_f = 12.7 \text{ mm}$

$h = 360 \text{ mm}$

$F_V > F_t \longrightarrow$  nécessité de raidissage ( raidisseur d'épaisseur  $e = 14 \text{ mm}$  )

Poutre IPE 360  $\longrightarrow$   $t_f = 12.7$  mm

■ Résistance de l'âme du poteau au cisaillement .

Poteau IPE 400  $\longrightarrow$   $t_{wc} = 8.6 \text{ mm}$

$$V_R = 0.58 f_y x_h x_{t_{wc}} / y_{M0}$$

$$V_R = 0.58 \times 235 \times 400 \times 8.6 = 469 \text{ KN}$$

L'effort de cisaillement vaut .

$$F_V = \frac{M}{h-t_f} = \frac{320}{0.347} = 922 \text{ KN}$$

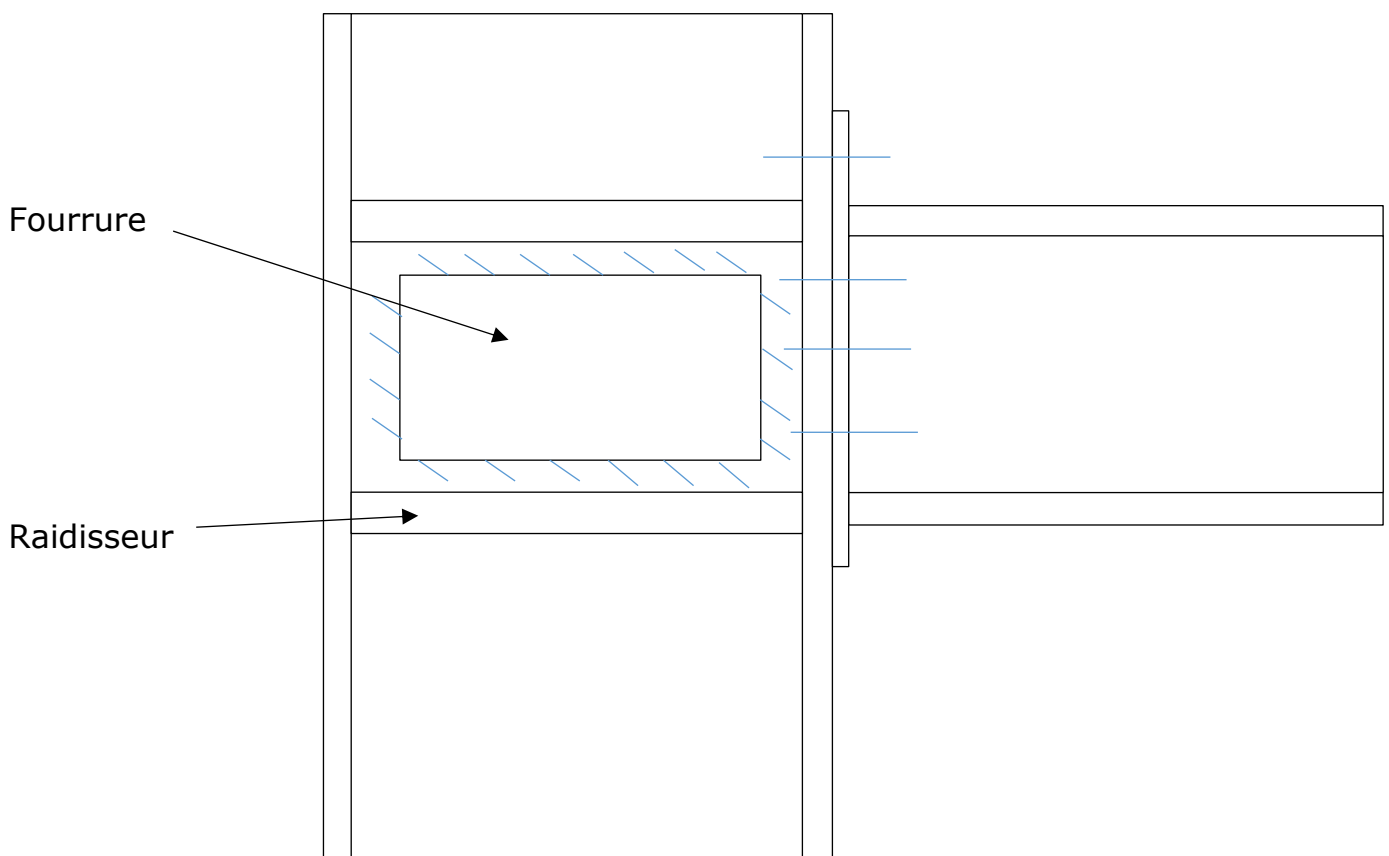
$F_V > V_R \longrightarrow$  nécessité de poser une fourrure d'âme ( épaisseur 10 mm )

d'où  $t_w = 8.6 + 10 = 18.6 \text{ mm}$

$$V_R = 0.58 \times 235 \times 400 \times 18.6 = 1014 \text{ KN} > F_V = 922 \text{ KN}$$

- Résistance de l'âme du poteau en compression.

On place un raidisseur d'épaisseur supérieure ou égale à celle des semelles de la poutre, soit **e = 14 mm** et ça ne nécessite aucune vérification.



## **Exercice 2** : Assemblage soude

Le moment **M** est repris par les cordons de semelle de la poutre IPE 400

$$M = F.d = F.(h-t_f) \longrightarrow F = M / (h-t_f)$$
$$F = 180 / (400 - 13.5) \times 10^{-3}$$
$$F = 491 \text{ KN}$$

$$\Sigma l_i = (2b - t_w) = 2 \times 180 - 8.6 = 351.4 \text{ mm}$$

$$\text{Acier S.235} \longrightarrow f_u = 360 \text{ MPa}$$

$$a \geq \beta_w . \gamma_{MW} . F \sqrt{2} / \left[ f_u (2b - t_w) \right] = 1.25 \times 0.8 \times 491 \times 10^3 \sqrt{2} / 360 \times 351.4$$
$$= 5.48 \text{ mm}$$

Soit  $a = 6 \text{ mm}$

- **Cordon d'âme :**

L'effort de cisaillement est repris par les cordons d'âme.

$$\text{IPE 400} \longrightarrow d = 331 \text{ mm} \longrightarrow \Sigma l_i = 2d$$

Il faut vérifier :

$$a \geq \beta_w . \gamma_{MW} . v \sqrt{3} / 2d.f_u$$

$$a \geq 1 \times 400 \times 10^3 \sqrt{3} / 2 \times 331 \times 360 = 2.9 \text{ mm}$$

soit  $a = 4 \text{ mm}$