

Assemblages poteaux-poutres et poutres-poutres en acier



D'après l'Eurocode 3

- > Calcul des assemblages par platines d'about, par double cornières d'âme ou par éclisses de semelles et d'âme.



SOMMAIRE

1.	OBJET	3
2.	DOMAINE D'APPLICATION.....	5
3.	GUIDE D'APPLICATION POUR LE CALCUL DES ASSEMBLAGES PAR PLATINE BOULONNÉE	7
3.1	Généralités.....	7
3.2	Domaine d'application	7
3.3	Attaches poutre-poutre – Résistance	9
3.4	Attaches poteau-poutre – Résistance	30
3.5	Analyse globale.....	45
3.6	Attaches poutre-poutre – Rigidité	49
3.7	Attaches poteau-poutre – Rigidité	53
3.8	Tables	57
3.9	Notations	68
3.10	Exemple de calcul n° 1 : assemblage poutre-poutre non raidie.....	69
3.11	Exemple de calcul n° 2 : assemblage poutre-poutre raidie	92
3.12	Exemple de calcul n° 3 : assemblage poutre-poteau non raidi	109
3.13	Exemple de calcul n° 4 : assemblage poteau-poutre raidie	139
4.	GUIDE D'APPLICATION POUR LE CALCUL DES ASSEMBLAGES ARTICULÉS PAR CORNIÈRES D'ÂME.....	165
4.1	Généralités.....	165
4.2	Domaine d'application	165
4.3	Fonctionnement de l'assemblage	166
4.4	Cas étudiés	168
4.5	Cas d'un élément porteur ayant une rigidité de rotation nulle.....	169
4.6	Cas d'un élément porteur infiniment raide en rotation	195
4.7	Exemples.....	222
4.8	Tables de capacité d'attaches types.....	264
5.	GUIDE D'APPLICATION POUR LE CALCUL DES ASSEMBLAGES DE CONTINUITÉ PAR ÉCLISSAGE D'ÂME ET DE SEMELLES	339
5.1	Objet	339
5.2	Domaine d'application	339
5.3	Généralités.....	340
5.4	Assemblage de catégorie C : résistant au glissement à l'ELU	348
5.5	Assemblage de catégorie A : résistant en pression diamétrale.....	369
5.6	Assemblage de catégorie B : résistant au glissement à l'ELS.....	379
5.7	Tables	381
5.8	Exemples d'application	426
6.	RÉFÉRENCES	461

3.10.5.3 Rigidité en rotation initiale $S_{j,ini}$ (cf. clause 6.3.1 (4) de la norme NF EN 1993-1-8)

$$S_{j,ini} = E \times Z_{\text{éq}}^2 \times K_{\text{éq}}$$

$$S_{j,ini} = 210\,000 \times (453,85)^2 \times 16,175 = 699\,662 \text{ kN.m/rad.}$$

3.10.5.4 Classification (cf. clause 5.2.2.5 (1) de la norme NF EN 1993-1-8)

$$I_b = 48\,200 \text{ cm}^4 \text{ (IPE 500).}$$

$$E I_b / S_{j,ini} = 10^6 \times 210\,000 \times 48\,200 \times 10^{-8} / (699\,662 \times 10^3) = 144,66 \text{ mm.}$$

Zone 3 : assemblage nominalemment articulé : $S_{j,ini} \leq 0,5 E I_b / L_b$.

Pour être articulé, il faudrait : $L_b \leq 72,33 \text{ m}$.

Zone 1 : assemblage rigide $S_{j,ini} > k_b E I_b / L_b$ avec :

$k_b = 8$ pour les ossatures contreventées : $L_b \geq 1,16 \text{ m}$;

$k_b = 25$ sinon $L_b \geq 3,62 \text{ m}$.

Pour $L_b \geq 3,32 \text{ m}$ (réaliste avec une section en IPE 500), l'assemblage est considéré rigide.

3.11 Exemple de calcul n° 2 : assemblage poutre-poutre raidie

3.11.1 Données

■ Géométrie

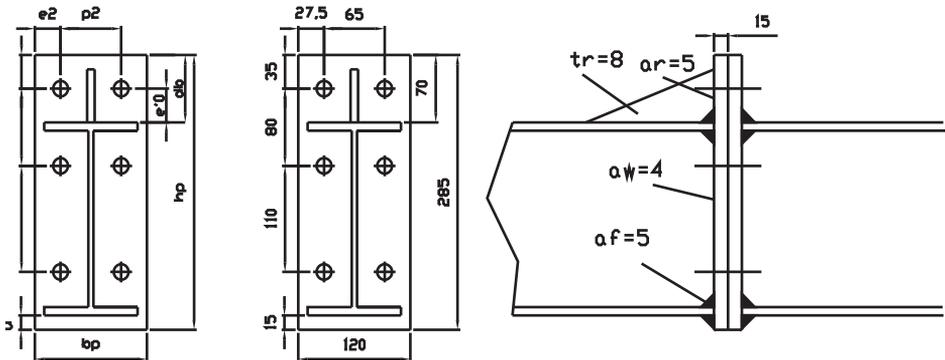
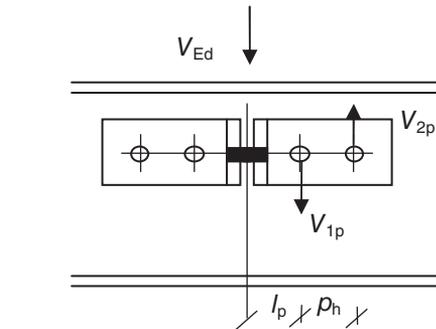


Figure 3.43 : Schéma de l'assemblage poutre-poutre à vérifier.

■ Efforts côté poutre porteuse



$$V_{1p} = \frac{V_{Ed}}{2} \left(1 + \frac{L_p}{p_h} \right) \approx \frac{V_{1s}}{2}$$

$$V_{2p} = -\frac{V_{Ed}}{2} \frac{L_p}{p_h}$$

Dans tous les cas : $V_{1p} > V_{2p}$

Figure 4.22 : Efforts côté poutre porteuse.

4.5.2.3 Résistance des boulons

■ Poutre portée

$$\frac{V_{1s}}{2F_{V,Rd}} \leq 1 \Rightarrow V_{\text{boul},s,Rd} = 2F_{V,Rd} / \left(1 + \frac{L}{p_h} \right)$$

■ Poutre porteuse

$$\frac{V_{1p}}{F_{V,Rd}} \leq 1 \Rightarrow V_{\text{boul},p,Rd} = F_{V,Rd} / \left(1 + \frac{L_p}{p_h} \right)$$

4.5.2.4 Vérification de la poutre porteuse

Pression diamétrale composante verticale seule :

$$- \alpha_d = 1 ; \alpha_b = \text{Min} \left(\alpha_d ; \frac{f_{ub}}{f_{u,p}} ; 1,0 \right) ;$$

$$- k_1 = \text{min} \left(2,5 ; 1,4 \frac{p_h}{d_0} - 1,7 \right) ;$$

$$- F_{b,p,Rd} = \frac{K_1 \alpha_b f_{u,p} d t_{w,p}}{\gamma_{M2}}$$

On vérifie que : $\frac{V_{1p}}{F_{b,p,Rd}} \leq 1$.

On peut aussi en déduire l'épaisseur minimale de l'âme de la poutre en fonction de sa nuance :

$$t_{w,p} \geq \frac{V_{Ed} \gamma_{M2}}{2k_1 \alpha_b f_{u,p} d} \left(1 + \frac{L_p}{p_h} \right)$$

4.8 Tables de capacité d'attaches types

4.8.1 Assemblages à plusieurs lignes de boulons

4.8.1.1 Tables de capacité

Les tables de capacité des assemblages fournissent la valeur minimale V_{Rd} de tous les modes de rupture ou d'instabilité étudiés couvrant une utilisation sur support souple ou raide :

$$V_{Rd} = \text{Min} [V_{Rd,art} ; V_{Rd,rig}]$$

Elles sont établies par attaches types en doubles cornières de la manière suivante :

- les attaches types ont une hauteur variant de 80 à 440 mm adaptée aux hauteurs droites des profils selon le tableau suivant :

Lc							
80	IPE 140		HEA 160			HEB 160	
95	IPE 160		HEA 180			HEB 180	
110	IPE 180		HEA 200			HEB 200	
130	IPE 200	IPE 220	HEA 220	HEA 240		HEB 220	
150	IPE 240		HEA 260			HEB 240	HEB 260
180	IPE 270		HEA 280	HEA 300	HEA 320	HEB 280	HEB 300
220	IPE 300	IPE 330	HEA 340	HEA 360		HEB 320	HEB 340
260	IPE 360		HEA 400			HEB 360	HEB 400
310	IPE 400		HEA 450			HEB 450	
360	IPE 450	IPE 500	HEA 500			HEB 500	
440	IPE 550	IPE 600	HEA 550	HEA 600		HEB 550	HEB 600

Tableau 4.17 : Tableau d'utilisation des cornières.

- les boulons utilisés et les conditions de leur utilisation avec les cornières sont définis comme suit :

d boulon (mm)	12	16	20	24
Pince e_c (mm)	18	24	30	36
Ø trou d_o (mm)	13	18	22	26

Tableau 4.18 : Pincés et diamètres des trous en fonction des diamètres de boulons (6.8 et 8.8).

■ Boulons de semelles

d27 HR 10.9.

$d = 27 \text{ mm.}$

$d_{of} = 30 \text{ mm.}$

$f_{ub} = 1\ 000 \text{ MPa.}$

$A_{sf} = 459 \text{ mm}^2.$

$r_f = 4.$

■ Boulons d'âme

d24 HR 10.9.

$d = 27 \text{ mm.}$

$d_{ow} = 30 \text{ mm.}$

$f_{ub} = 1\ 000 \text{ MPa.}$

$A_{sw} = 459 \text{ mm}^2.$

$r_{wv} = 2.$

$r_{wh} = 3.$

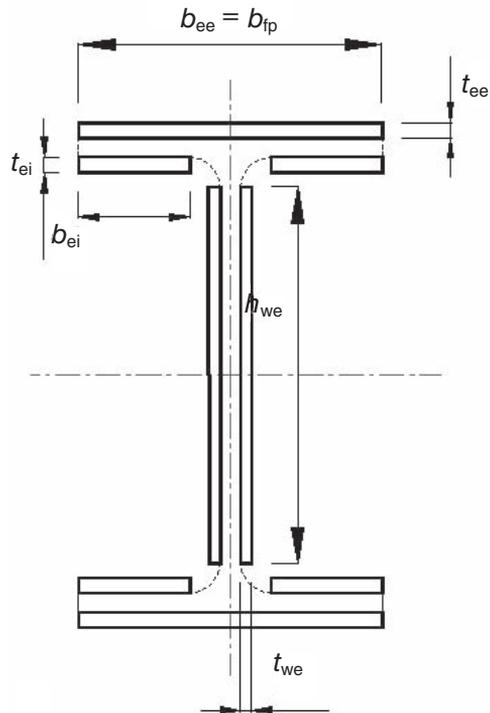


Figure 5.36 : Coupe sur l'éclissage.

■ Éclisses extérieures (ee)

$e_{1,ee} = 45 \text{ mm.}$

$p_{1,ee} = 90 \text{ mm.}$

$t_{ee} = 14 \text{ mm.}$

$f_{y,ee} = 275 \text{ MPa.}$

$f_{u,ee} = 430 \text{ MPa.}$

$e_{2,ee} = 58 \text{ mm.}$

$p_{2,ee} = 184 \text{ mm.}$

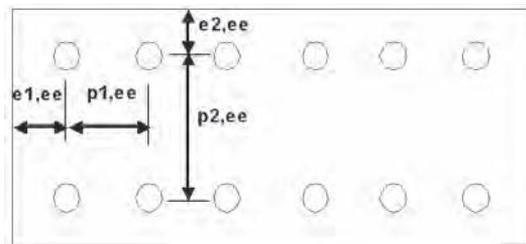


Figure 5.37: Pincès sur l'éclisse extérieure.

5.8.4 Vérifications en catégorie A : analyse plastique

5.8.4.1 Section Σ_1 : vérification en section nette

Condition pour que l'assemblage transmette la pleine capacité de la

$$\text{section : } A_{\text{net}} \geq \frac{A}{K} ;$$

$$\text{avec : } K \geq \frac{f_{u,p}}{1,389 f_{y,p}} \text{ pour un profil en S275 : } K = 1,073.$$

On remplace alors A_{net} par KA_{net} dans les parties tendues.

Le profil HEB 400 est de classe 1 en flexion pure, il est donc possible de mener une analyse plastique.

■ Effort tranchant

$$V_{\text{Ed}} \leq V_{\text{pl,Rd}} = \frac{A_v f_{y,p}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}}.$$

$$V_{\text{pl,Rd}} = \frac{A_v f_{y,p}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = \frac{7000 \times 275}{\sqrt{3}} = 1\,111,4 \text{ kN} \geq V_{\text{Ed}} = 278 \text{ kN}.$$

Critère = 0,25.

$$\frac{V_{\text{pl,Rd}}}{2} = \frac{1\,111,4}{2} = 555,7 \text{ kN} > V_{\text{Ed}} = 278 \text{ kN}.$$

Pas d'interaction entre effort tranchant et moment fléchissant.

■ Moment fléchissant

$$M_{\text{Ed}} + \Delta_1 V_{\text{Ed}} \leq M_{\text{pl,Rd,net}} = \frac{W_{\text{pl,net,Min}} f_{y,p}}{\gamma_{M0}}.$$

$$M_{\text{Ed}} + V_{\text{Ed}} \Delta_1 = 570 + 278 \times 0,32 = 659 \text{ kN}.$$

Calcul de $W_{\text{pl,net}}$: la position de l'axe neutre plastique est modifiée par rapport au calcul en catégorie C :

$$- b_p t_{\text{fp}} + (v_{\text{min}} - t_{\text{fp}}) t_{\text{wp}} = (b_p - 2d_{\text{of}}) t_{\text{fp}} + (h_p - v_{\text{min}} - t_{\text{fp}}) t_{\text{wp}} ;$$

$$- 2d_{\text{of}} t_{\text{fp}} + 2v_{\text{min}} t_{\text{wp}} = h_p t_{\text{wp}} ;$$

$$- v_{\text{min}} = \frac{h_p}{2} - \frac{d_{\text{of}} t_{\text{fp}}}{t_{\text{wp}}} ;$$

$$- v_{\text{min}} = \frac{400}{2} - \frac{30 \times 24}{13,5} = 146,67 \text{ mm} ;$$

$$- v_{\text{max}} = h_p - v_{\text{min}} = 400 - 146,67 = 253,33 \text{ mm}.$$