

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

CONSTRUCTIONS METALLIQUES

SESSION 2011

U 4 .2 Note de Calculs

Durée : 4h – Coefficient : 3

ELEMENTS DE CORRECTION

CODE ÉPREUVE : 1206CME4CAL	EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR	SPÉCIALITÉ : Constructions Métalliques	
SESSION 2012	CORRIGÉ- BARÈME	ÉPREUVE : U4 .2 Note de Calculs	Autorisation ou non de la calculatrice
Durée : 4h	Coefficient : 3	Corrigé N°BTS/VP/12/6	Page :1/13

11 Neige

111

• Neige au sol

- zone A1 $\rightarrow S_{k0} = 0,45 \text{ kN/m}^2$

- $H < 200 \text{ m} \rightarrow$ pas d'influence de l'altitude
 $S_k = S_{k0}$

- Neige accidentelle S_A sans objet.

• Neige sur toiture

- 1 seul versant $\alpha = 9^\circ$

$\rightarrow \mu_1 = \mu = 0,8$

pas d'accumulation

$\rightarrow S = \rho \cdot c_e \cdot c_t \cdot S_k = 0,8 \times 0,45$

$$S = 0,36 \text{ kN/m}^2$$

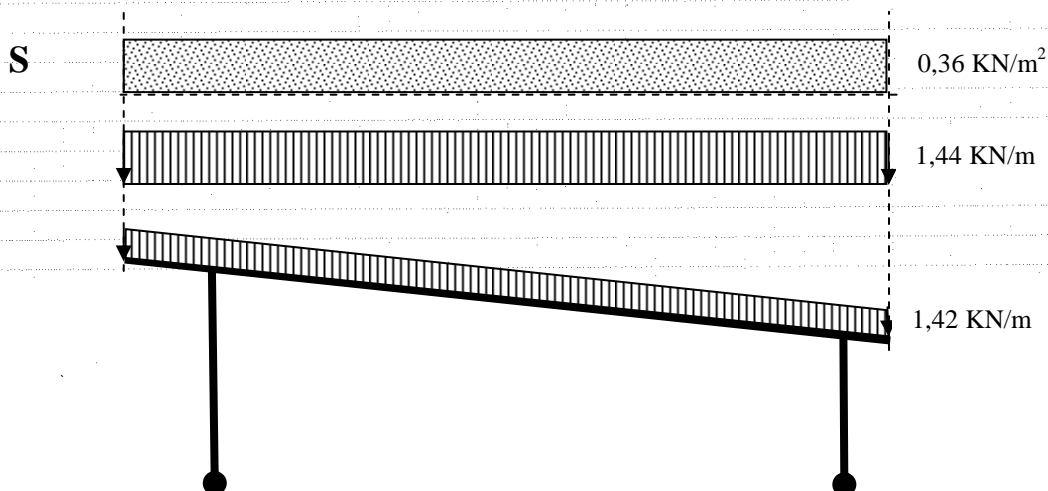
112

• Charge linéique sur portique

largeur de reprise : 4m.

proy. horizontale : $S = 0,36 \times 4$
 $= 1,44 \text{ kN/m}$

sur traverse : $S = 1,44 \cdot \cos 9^\circ$
 $S = 1,42 \text{ kN/m}$



12

Vent V_{T1} 121 Terrain plat - catégorie IIIb - Région 3

$$V_{b0} = 26 \text{ m/s}$$

$$V_b = 1 \times 1 \times V_{b0} = 26 \text{ m/s}$$

$$q_b = \frac{1}{2} \times 1,225 \times 26^2 = 414 \text{ Pa}$$

$$C_e(z = 7,5 \text{ m}) = 1,42$$

$$\rightarrow q_p(z = 7,5) = 1,42 \times 414 = 588 \text{ Pa}$$

1221 * C_{pe} parois verticales

$$C_{pe} = C_{pe10} \quad \text{zone D : } +0,7$$

$$\text{zone E : } -0,4$$

* C_{pe} toiture (y compris départ de toiture). Ici toiture à versant - pente 9° . Pour $V_{T1} \rightarrow \alpha = 180^\circ$

$$C_{pe} = C_{pe10} \quad \text{zone G : } -1,3$$

$$\text{zone H : } -0,8$$

1222 Construction fermée

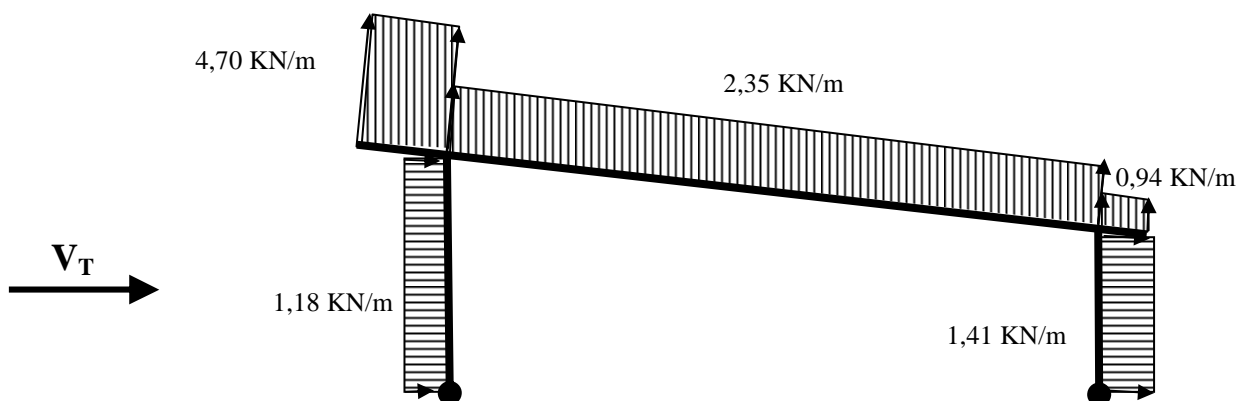
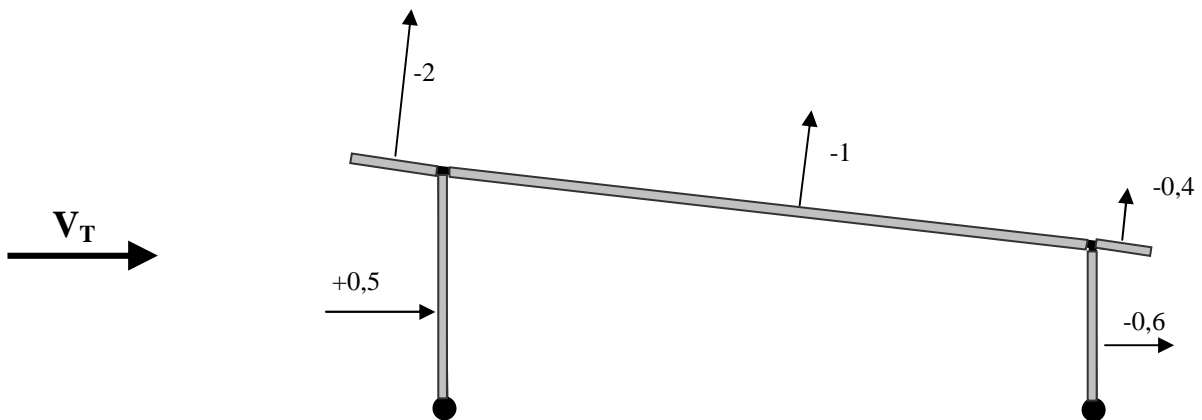
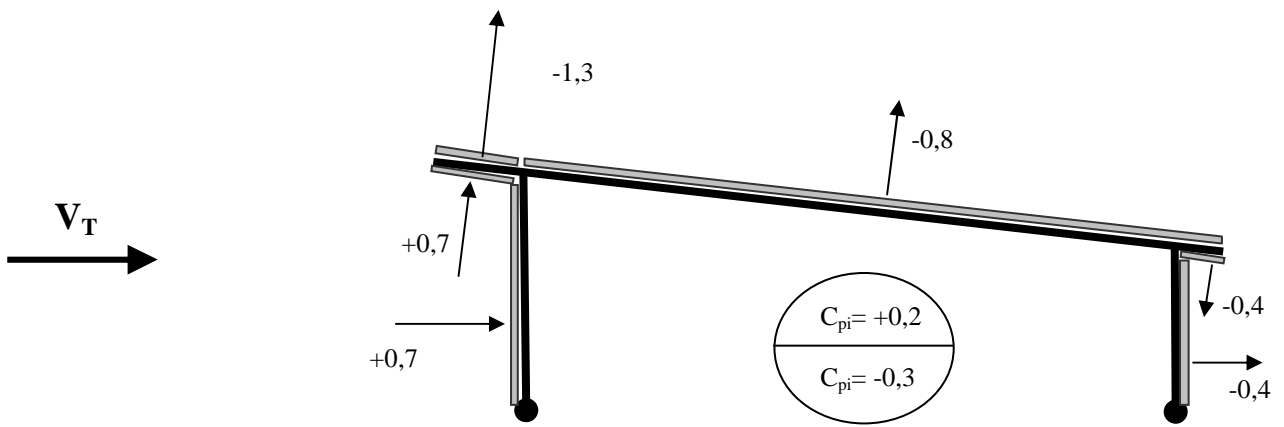
$$C_{pi} = +0,2$$

$$\text{et } C_{pi} = -0,3$$

1223 $C_{pnet} = C_{pe} - C_{pi} \rightarrow$ Doc. réponse1224 Charge linéique:

largeur de reprise 4m.

$$q = C_{pnet} \times q_p(z) \times l$$
$$= 2,352 \times C_{pnet} \text{ kN/m}$$



Partie II : Lisse

211 - Charge de vent : largeur de reprise 1,49 m

$$q_w = q_{\text{net}} \cdot q_p(z) \cdot l = 1,588 \cdot 1,49$$
$$= 0,876 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Charge permanente :

$$G = 0,12 \times 1,49 + 0,098 \quad \text{kN/m}$$

bardage lisse

$$G = 0,277 \text{ kN/m}$$

212 - La charge horizontale de vent est très supérieure à la charge verticale permanente, il est logique de faire travailler la poutre selon son axe fort relatif à une flexion de plan horizontal, soit un axe fort vertical.

221 Combinaison ELU : $1,35G + 1,5W$

vertical : $1,35G = 0,373 \text{ kN/m}$

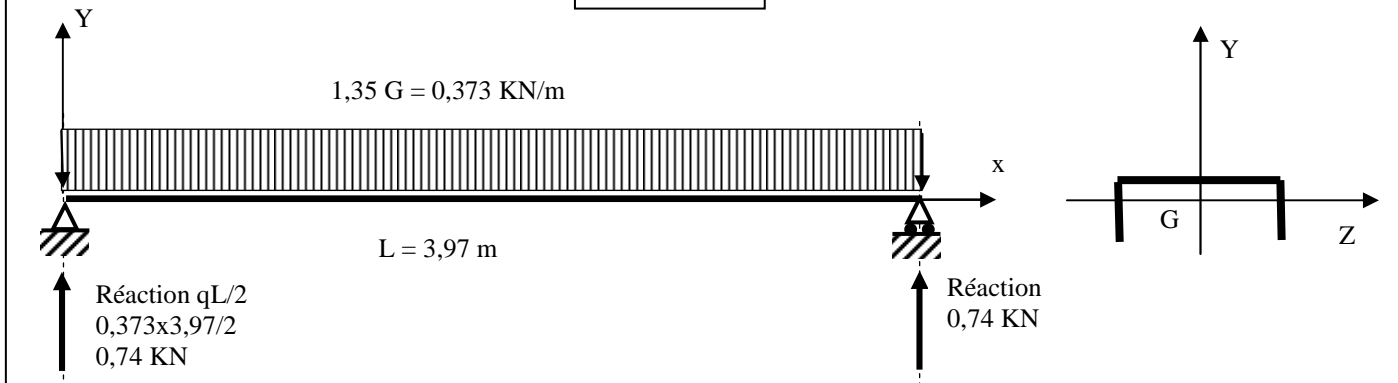
horizontal $1,5W = 1,314 \text{ kN/m}$.

→ Flexion bi axiale.

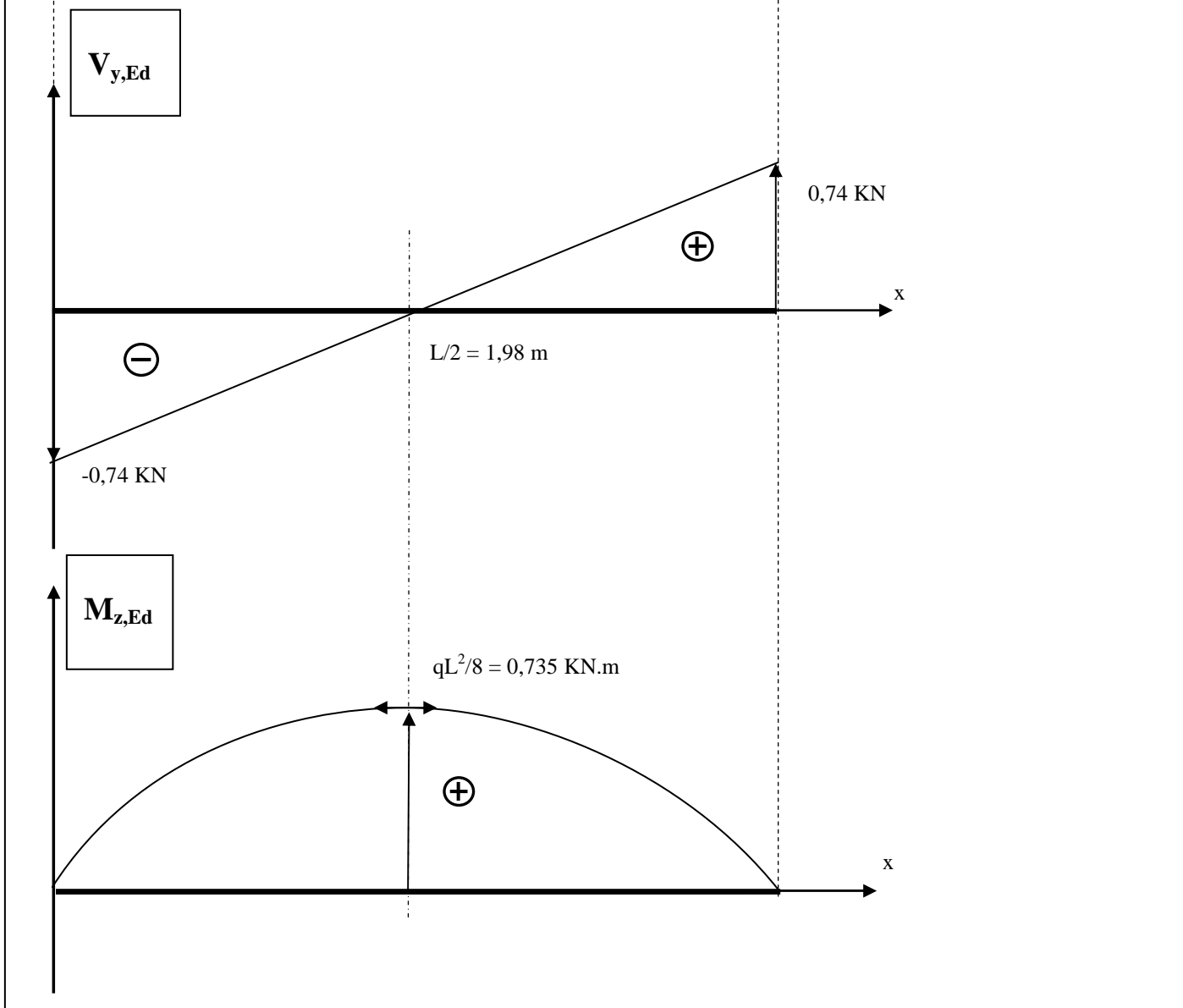
222 Sollicitat° avec | poutre isostatique
| charge linéique uniforme.

$$\left| \begin{array}{l} V_{\text{appui}} = R_{\text{act}}/2 \\ M_{\text{max}} = qL^2/8 \\ \text{milieu.} \end{array} \right.$$

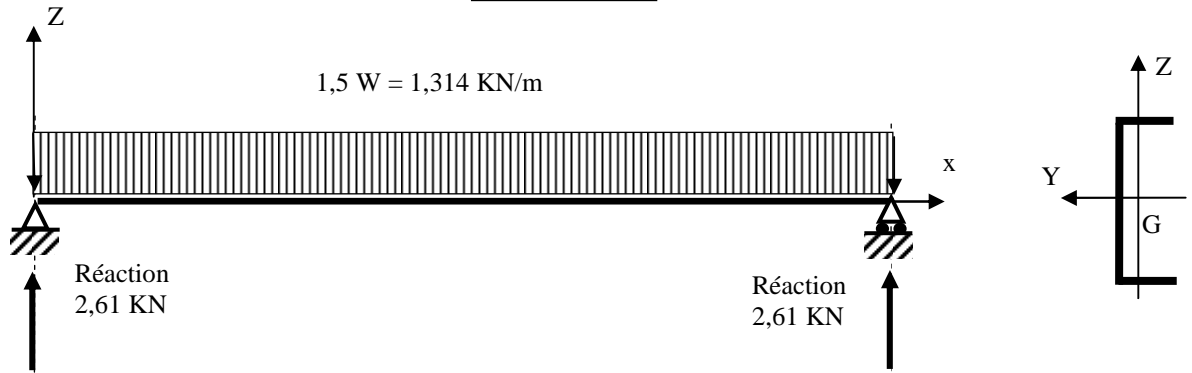
Modélisation



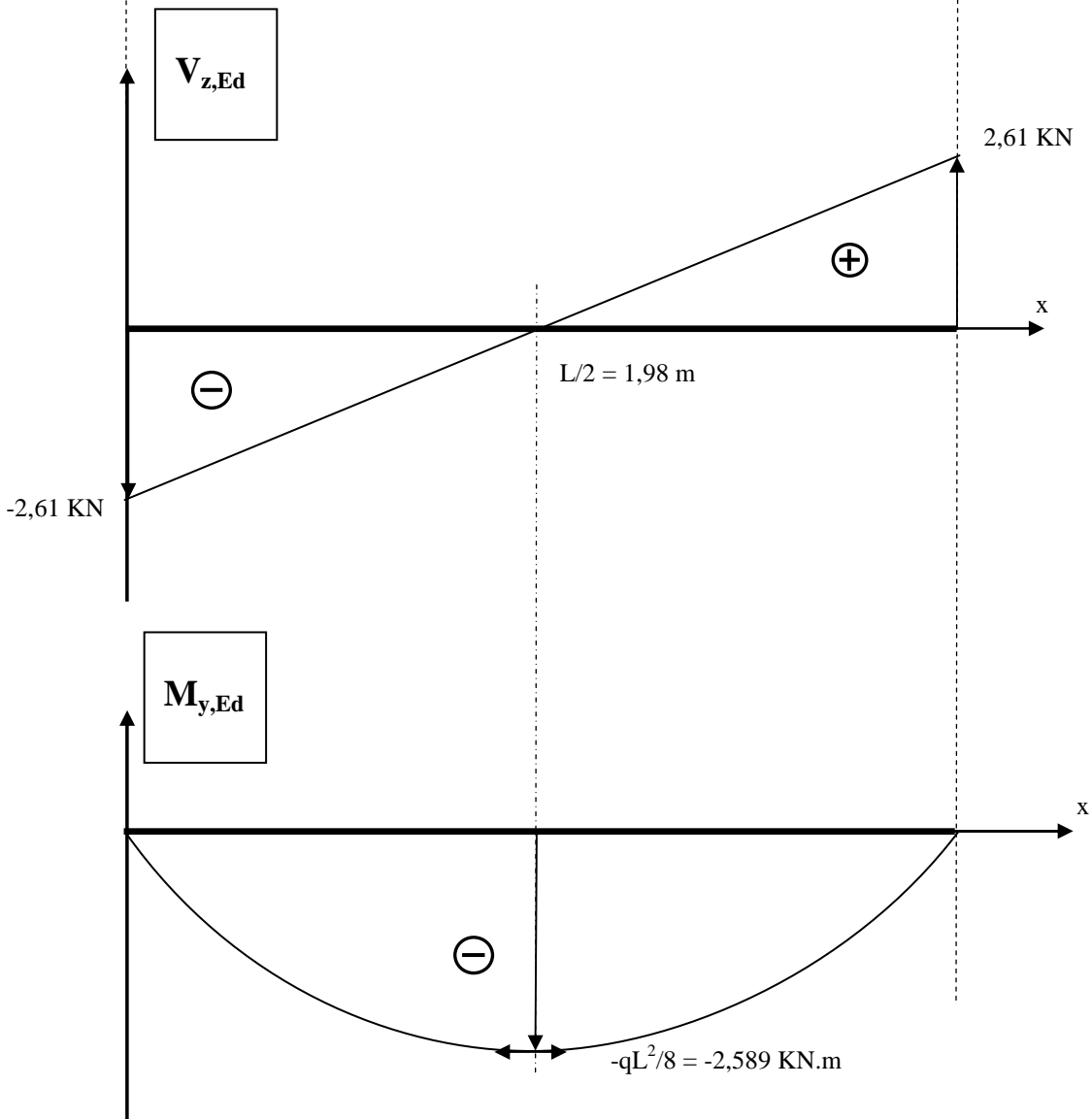
Sollicitations



Modélisation



Sollicitations



223.

Influence de l'effort tranchant

$$\bullet V_{ply,Rd} = \frac{A_{ov} \cdot F_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} \quad \text{ou } A_{ov} = A - 2h_w \cdot t_w$$

$$= 1338 - 2 \cdot 66 \cdot 5,5$$

$$= 612 \text{ mm}^2$$

Annulée

$$V_{ply,Rd} = \frac{612 \cdot 235}{\sqrt{3}}$$

$$= 83,03 \text{ kN}$$

$$V_{y,Ed} \text{ négligeable si } V_{y,Ed} \leq \frac{V_{ply,Rd}}{2}$$

$$\text{Ici aux appuis : } 9,76 \ll \frac{83}{2}$$

$$\bullet V_{plz,Rd} = \frac{A_{ovz} \cdot F_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} \quad \text{ou } A_{ovz} = 6,07 \text{ cm}^2$$

$$\text{catalogue}$$

$$= \frac{607 \cdot 235}{\sqrt{3}}$$

$$= 82,35 \text{ kN}$$

$$\text{Ici aux appuis : } 2,61 \ll \frac{82,35}{2}$$

→ Effort tranchant négligeable dans les 2 directions.

224.

Condition de résistance

$$\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right)^{\alpha} + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right)^{\beta} \leq 1$$

- $N = 0$ et sect° de classe 1 → $\begin{cases} M_{N,y,Rd} = M_{ply,Rd} \\ M_{N,z,Rd} = M_{plz,Rd} \end{cases}$
- $\alpha = \beta = 1$ (section en L)

$$\text{Soit à vérifier : } \frac{M_{y,Ed}}{M_{ply,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{plz,Rd}} \leq 1$$

Sections à vérifier : une seule, au milieu de la poutre où les moments $M_{y,Ed}$ et $M_{z,Ed}$ sont tous deux au maxi.

$$M_{pl,y,Ed} = \frac{W_{ply} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 11,28 \text{ kN.m}$$

$$M_{pl,z,Ed} = \frac{W_{plz} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 4,54 \text{ kN.m}$$

$$\frac{2,589}{11,65} + \frac{0,735}{4,54} = \frac{0,384}{\text{Vérifié}} \leq 1$$

23 : **ELS Lisse**

231 : Une seule action variable

ELS \rightarrow 1 seule combinaison : **G + W**

232 : Flèche verticale admissible : $L/250 = 1,588 \text{ cm}$
 Flèche horizontale " : $L_i/150 = 2,64 \text{ cm}$

233 : Flèche de calcul verticale :

$$F_V = \frac{5 \cdot G \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_z} = 1,11 \text{ cm}$$

$F_V \leq L/250$ est vérifiée

Flèche de calcul horizontale :

$$F_H = \frac{5 \cdot W \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_y} = 0,65 \text{ cm}$$

$F_H \leq L_i/150$ est vérifiée

Calculé avec les
valeurs exactes de
G et W

Partie III **Portique ELS**

- 31 - Flèche maxi traverse vers le bas.

ou $G + S$
 $G + S + 0,6 \cdot V_{T2}$ | si V_{T2} en
 surpression sur
 traverse.

- 32 - Déplacement max en tête de poteau

V_{T1} ou $V_{T1} + 0,5 S$

Partie IV **Portique ELU**

- 41 - **Classificat° IPE 330** avec $N_{ed} = -20 \text{ kN}$.

o Classe de la semelle

paroi comprimée

classe 1 si $c/t \leq 9 \epsilon$

Tableau 4 ANNEXE 1 :
 La section d'un IPE 330 S235 fléchi et comprimé d'un effort de 20 kN est de classe 1.
 La valeur limite en compression pour la classe 1 est de 401 kN.

$c = \frac{b}{2} - \left(\frac{t_w}{2} + r \right) = 58,25$

$t = t_w = 7,5$

$\epsilon = 1$

$7,76 \leq 9 \rightarrow$ Semelle de classe 1

o Classe de l'âme

paroi interne fléchie et comprimée.

$\alpha = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{N_{ed}}{t_w \cdot f_y \cdot c} \right) = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{20000}{7,5 \cdot 235 \cdot 271} \right)$

$$\rightarrow \alpha = 0,52 > 0,5$$

$$\text{Classe 1 si } \rho/E \leq \frac{396 \epsilon}{13\alpha - 1}$$

$$\frac{271}{7,5} \leq \frac{396 \cdot 1}{13 \cdot 0,52 - 1}$$

$$36,1 \leq 68,75 \quad \text{vrai}$$

\rightarrow la section est de classe 1 \rightarrow âme de classe 1

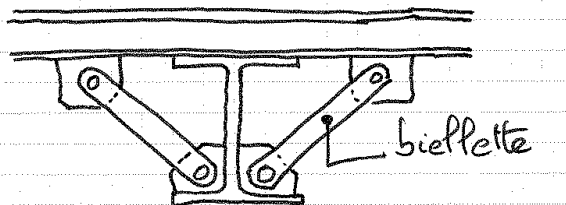
- 42 - Efforts résistants

$$\bullet N_{pl,rd} = \frac{F \cdot F_y}{\gamma_{M0}} = \frac{6261 \times 235}{1} = 1471 \text{ kN}$$

$$\bullet M_{ply,rd} = \frac{W_{ply} \cdot F_y}{\gamma_{M0}} = \frac{804,3 \times 235}{1} = 189 \text{ kN.m}$$

$$\bullet V_{plz,rd} = \frac{A_{0z} \cdot F_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{3081 \cdot 235}{\sqrt{3}} = 418 \text{ kN}$$

- 43 - Système anti dévers



- 44 - Flambement dans le plan

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}}$$

$$\phi_y = 0,5 \left(1 + \alpha (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2 \right)$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1}$$

$$\lambda_1 = 93,9$$

$$\lambda_y = L_{\text{cr}y} / i_y = \frac{14,50}{13,71} = 105,76$$

$$\bar{\lambda}_y = 1,126$$

• Courbe de flambement

$$\frac{h}{b} = 2,06 > 1,2$$

$$t_f < 40 \text{ mm}$$

flamb^o/y → courbe a

$$\rightarrow \alpha = 0,21$$

$$\phi_y = 1,231$$

$$\chi_y = 0,579$$

- 45 - **Flambement hors plan**

$$\bullet L_{\text{cr}z} = 5,54 \text{ m}$$

$$\bullet \chi_z = ?$$

$$\bullet \lambda_z = L_{\text{cr}z} / i_z = \frac{5,54}{3,55} = 156$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 1,662$$

• Courbe de flambement : flamb^o/z
→ courbe b → $\alpha = 0,34$

$$\bullet \phi_z = 2,130$$

$$\bullet \chi_z = 0,289$$

- 46 - **Déversement.**

• $\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot F_t}{M_{cr}}}$ Classe 1 $W_y = W_{ply}$

$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{804,3 \times 235}{145000}} = 1,142$

• Courbe de déversement

$\frac{h}{b} = 3,06 > 2 \rightarrow$ courbe b

$\rightarrow \alpha_{LT} = 0,34$

• $\phi_{LT} = 0,5 \left[1 + 0,34 (1,142 - 0,2) + 1,142^2 \right]$
 $= 1,312$

• $\chi_{LT} = \frac{1}{1,312 + \sqrt{1,312^2 - 1,142^2}} = 0,511$

- 47 - **Vérificat° du tronçon**

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{pl,Ed}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,y,Ed}} \leq 1 \\ \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{pl,Ed}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,y,Ed}} \leq 1 \end{array} \right.$$

$0,0235 + 0,4800 \leq 1$

$0,0470 + 0,2516 \leq 1$

$\left[\begin{array}{l} 0,503 \leq 1 \\ 0,299 \leq 1 \end{array} \right]$ Vérifié.