

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

Constructions Métalliques

SESSION 2015

E4. ANALYSE ET CALCUL DES STRUCTURES

U4 .2 Note de calculs

Éléments indicatifs de corrigé

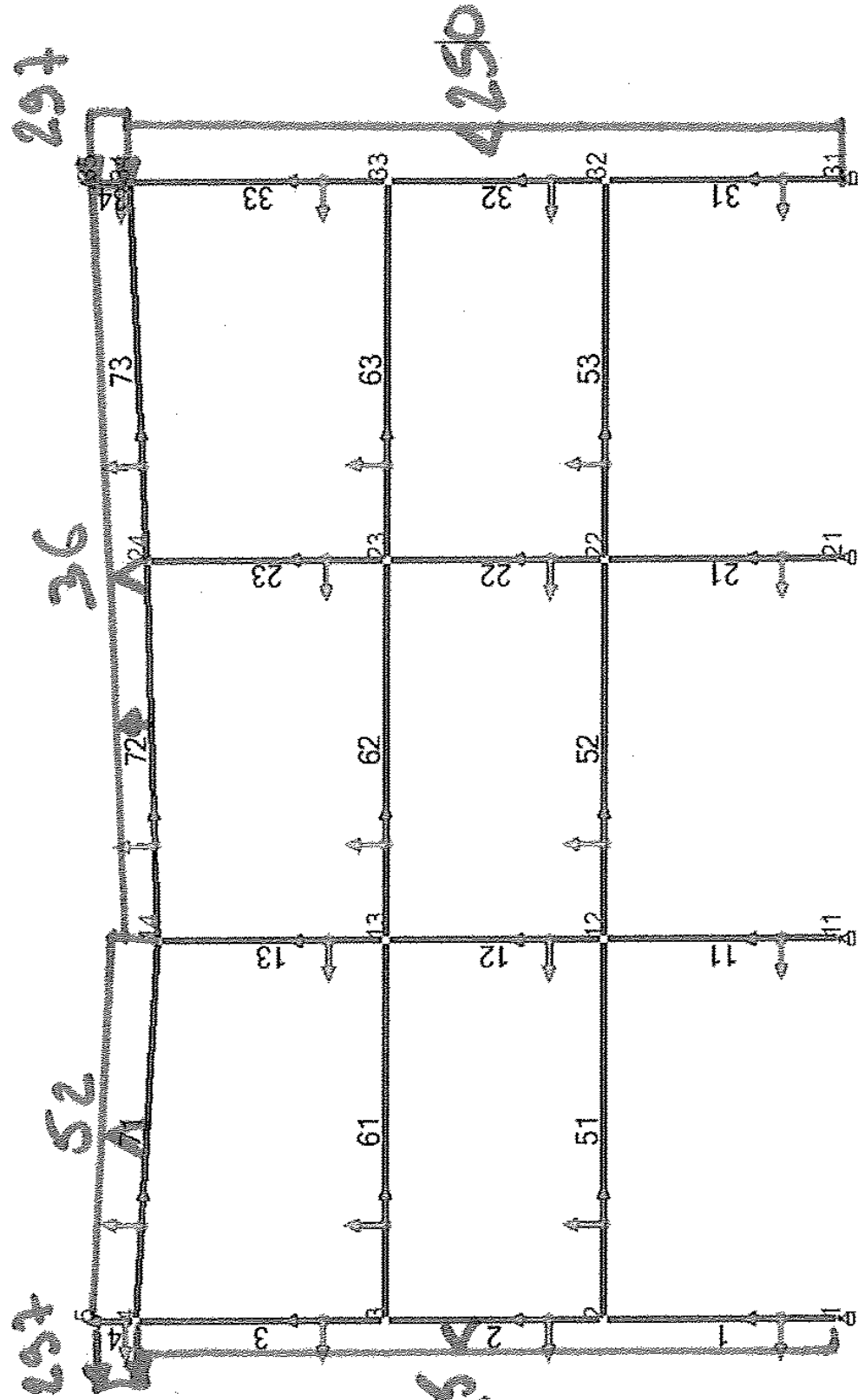
BAREME INDICATIF :

Exercice 1 : 5 points
Exercice 2 : 6 points
Exercice 3 : 9 points

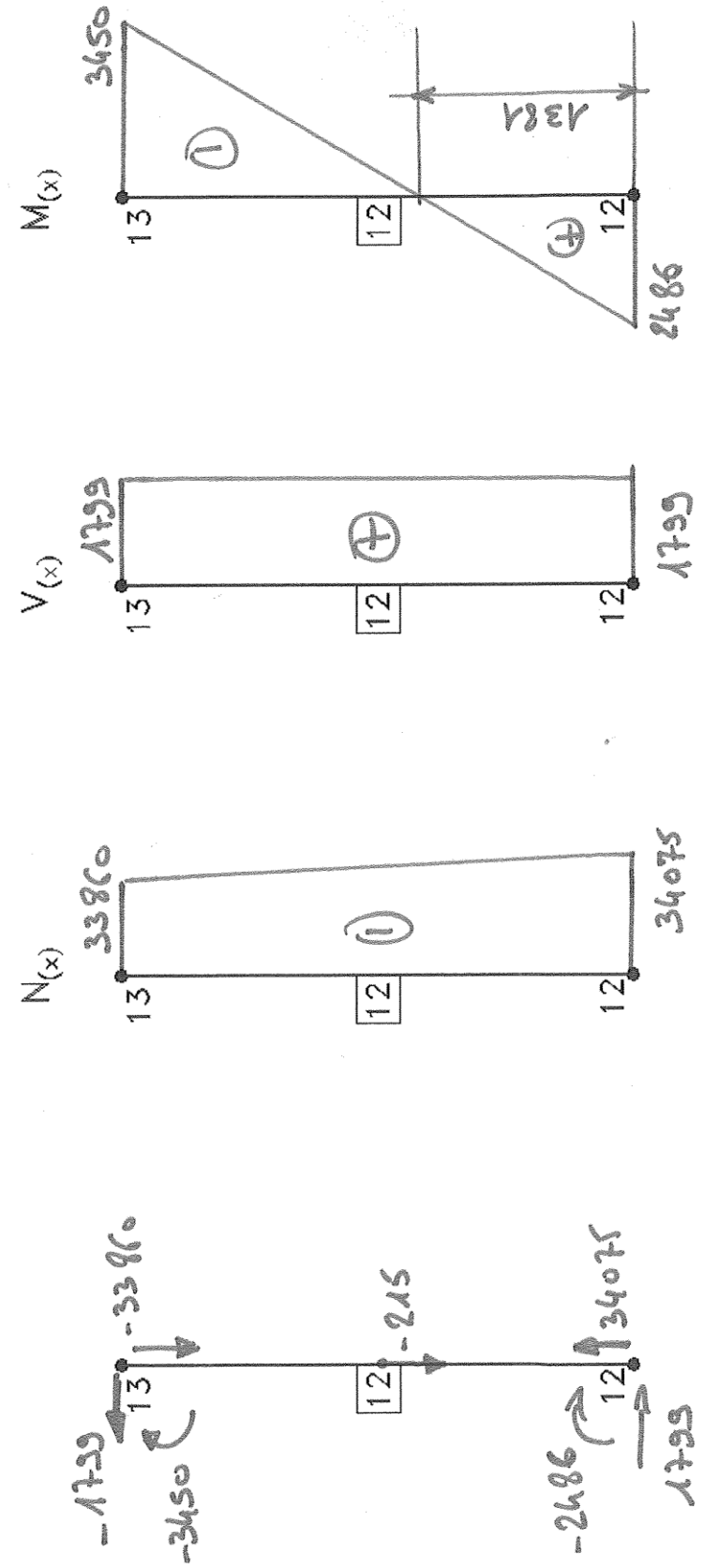
CODE ÉPREUVE : CME4CAL	EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : CONSTRUCTIONS METALLIQUES
SESSION 2015	SUJET	Epreuve U4.2 NOTE DE CALCULS	Calculatrice autorisée : oui
Durée : 4h	Coefficient : 3	SUJET N°VP - 14 - 02	Page : 1/6

DOCUMENT RÉPONSE DR3

Cas 6 : Wtg dep

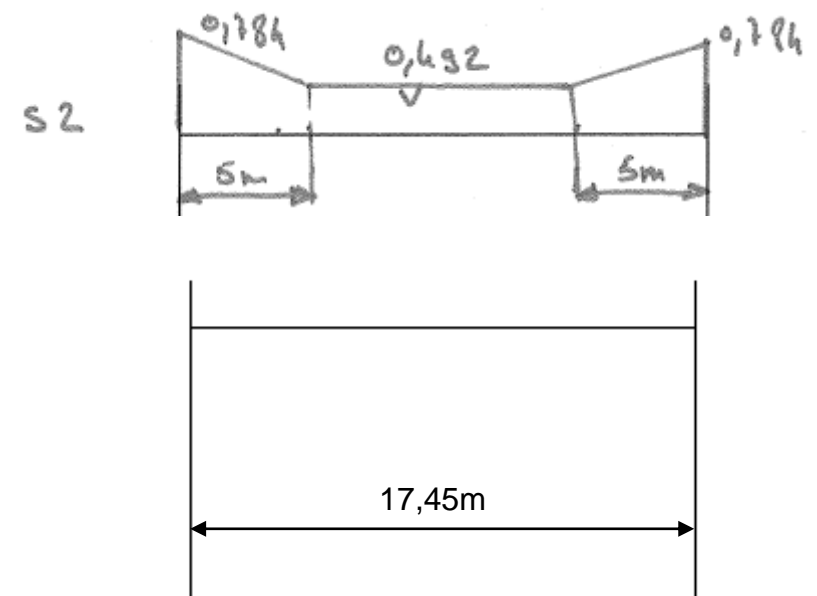
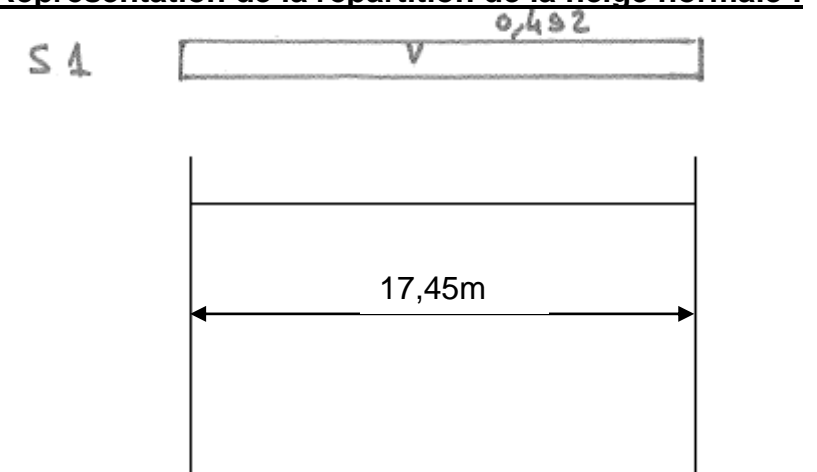


DOCUMENT RÉPONSE DR4

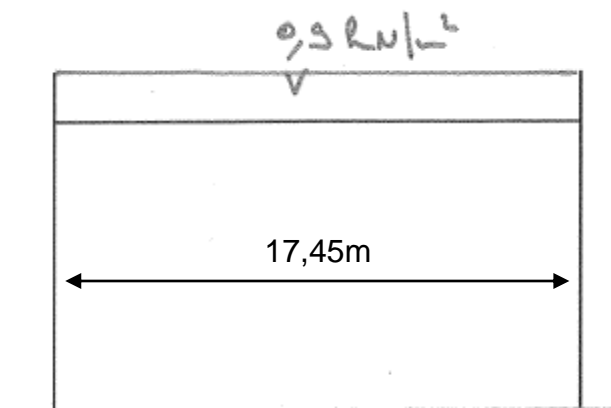


DOCUMENT REPONSE DR1

Représentation de la répartition de la neige normale :

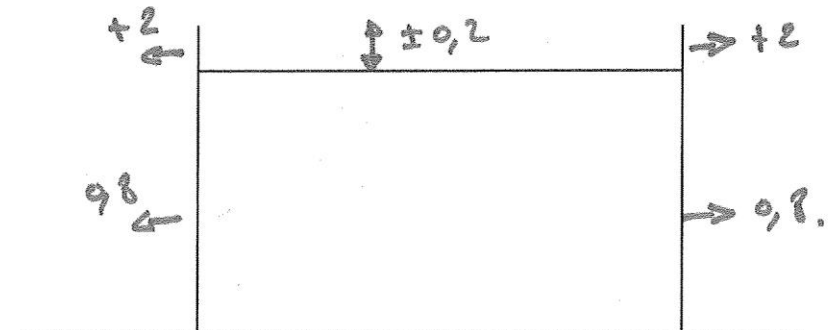


Représentation de la répartition de la neige accidentelle :

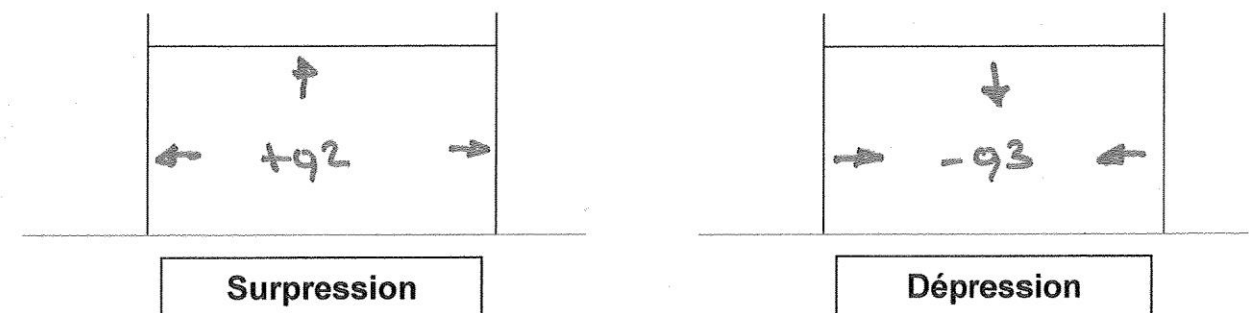


DOCUMENT REPONSE DR2

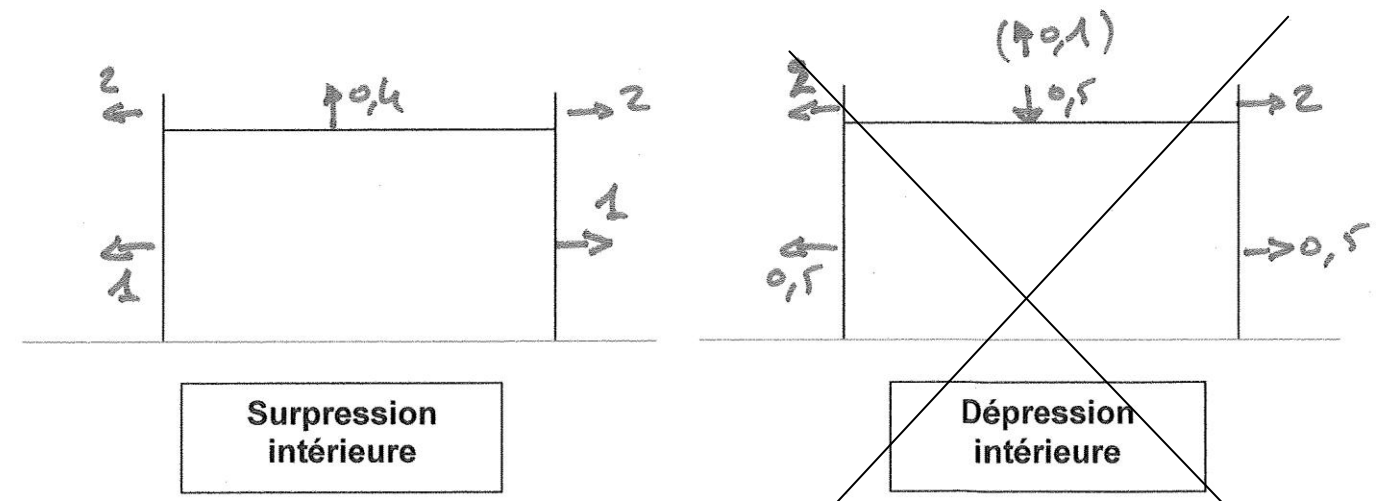
Représentation des coefficients de pression extérieure : C_{pe}



Représentation des coefficients de pression intérieure : C_{pi}



Représentation des coefficients de pression nette : C_{pnet}



3.2.3. Vérification du poteau 11

3.2.3.1. Vérification en section transversale

$$V_{pIRD} = \frac{2518 \times 27,5}{\sqrt{3}} = 39979 \text{ daN}$$

$$V_{ED} = 1800 < \frac{39379}{2} = 19989 \text{ daN} \rightarrow V_{ED} \text{ est négligé.}$$

$$hw \cdot tw \cdot fy = (230 - 2 \times 12) \times 7,5 \times 27,5 = 42487,5 \text{ daN.}$$

$$N_{pIRD} = 7684 \times 27,5 = 211310 \text{ daN.} \rightarrow 0,25 \times N_{pIRD} = 52827,5 \text{ daN}$$

$$N_{ED} > 0,25 N_{pIRD} \cdot \text{et } N_{ED} > 0,5 \times 42487,5 = 21244 \text{ daN}$$

Donc N_{ED} est non négligé

$$M_{NyRD} = M_{plyRD} \times \frac{1-n}{1-0,5a}$$

$$\text{avec } n = \frac{N_{ED}}{N_{pIRD}} = \frac{64550}{52827,5} = 0,305 \quad \text{et} \quad a = \frac{64550 - 2 \times 240 \times 12}{7684} = 0,25$$

$$M_{NyRD} = 744,6 \times 27,5 \left(\frac{1-0,305}{1-0,5 \times 0,25} \right) = 16264 \text{ mdaN} \quad 3896 \text{ mdaN} < 16264 \text{ mdaN}$$

Donc le HEA 240 convient pour ce qui est de la section transversale.

3.2.3.2. Coefficient de réduction χ_{LT}

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{744,6 \times 27,5}{109395}} = 0,433$$

$$\frac{h}{b} = \frac{230}{240} < 2 \rightarrow \text{courbe a} \rightarrow \alpha_{LT} = 0,21$$

$$\bar{\phi}_{LT} = 0,5(1 + 0,21(0,433 - 0,2) + 0,433^2) = 0,618$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{0,618 + \sqrt{0,618^2 - 0,433^2}} = 0,944$$

3.2.3.3. Justification du déversement

$$\bar{\lambda}_{LT} > 0,2 \quad \text{mais} \quad \frac{3896}{109395} = 0,0356 < 0,04$$

Donc le déversement est négligeable.

3.2.3.4. Vérification du poteau

$$\lambda_y = \frac{1161}{10,05} = 115,52$$

$$\lambda_z = \frac{360}{6} = 6$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{115,52}{86,8} = 1,33$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{60}{86,8} = 0,691$$

$$\frac{h}{b} = \frac{230}{240} = 0,958 < 1,2 \quad \text{et} \quad tf < 100 \text{ mm}$$

$$\text{courbe b} \quad \alpha = 0,34$$

$$\text{courbe a} \quad \alpha = 0,21$$

$$\phi_y = 1,577$$

$$\phi_z = 0,859$$

$$\chi_y = 0,41$$

$$\chi_z = 0,73$$

$$\frac{64545}{0,41 \times 211310} + 1,297 \times \frac{3896}{20476,5} = 0,745 + 0,247 = 0,992 < 1$$

$$\frac{64545}{0,73 \times 211310} + 1,654 \times \frac{3896}{20476,5} = 0,387 + 0,315 = 0,702 < 1$$

Le profil HEA 240 convient

2. Etude de l'ossature de plancher

2.1. Etude de la solive DE file 3

2.1.1. $G = \left(\frac{1,915+2,85}{2}\right) \times 220 + 36,1 = 560,3 \text{ daN/m}$

$I = \left(\frac{1,915}{2}\right) \times 500 + \left(\frac{1,915}{2}\right) \times 350 = 977,5 \text{ daN/m}$

$q_{ELS} = 560,3 + 977,5 = 1537,8 \text{ daN/m}$ ou $15,38 \text{ kN/m}$

2.1.2. $q_{ELU} = 1,35 G + 1,5 I = 1,35 \times 560,3 + 1,5 \times 977,5 = 2222,7 \text{ daN/m}$
ou $22,23 \text{ kN/m}$

2.1.3. $M_{ED} = \frac{2230 \times 4^2}{8} = 8128 \text{ mdaN}$ ou $81,28 \text{ m.kN}$

$M_{pIRD} = 484 \times 27,5 = 13310 \text{ mdaN}$ ou $133,10 \text{ m.kN}$

$\frac{M_{ED}}{M_{pIRD}} = \frac{8128}{13310} = 0,611 < 1$ IPE 270 vérifié

2.2. Etude de la poutre 2-3 file D

2.2.1. Réaction de la solive pour les charges permanentes :

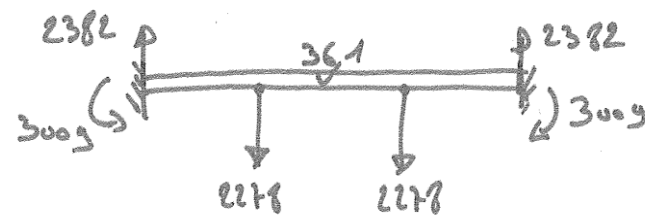
$R_G = \frac{(1,915+1,92) \times 0,5 \times 220 \times 5,4}{2} = 1139 \text{ daN}$

2 solives $\rightarrow R_G = 2 \times 1139 = 2278 \text{ daN}$

2.2.2. Pour G :

$M_A = M_B = \frac{36,1 \times 5,75^2}{12} + \frac{2278 \times 1,915 \times 3,835}{5,75} = 3009 \text{ mdaN}$

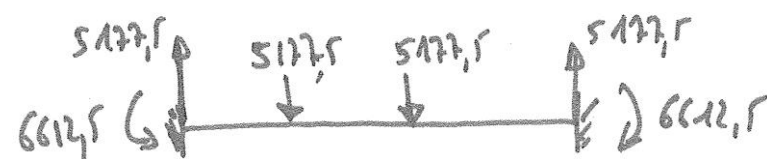
$R_A = R_B = \frac{36,1 \times 5,75}{2} + 2278 = 2382 \text{ daN}$



Pour I :

$M_A = M_B = \frac{5177,25 \times 1,915 \times 3,835}{5,75} = 6612,5 \text{ mdaN}$

$R_A = R_B = 5177,25 \text{ daN}$



2.2.3. à l'ELU : $M_{\text{maxi}} = M_{ED} = 1,35 \times 1139 + 1,5 \times 6612,5 = 13891 \text{ mdaN}$

$M_{pIRD} = 484 \times 27,5 = 13310 \text{ mdaN}$ ou $133,10 \text{ m.kN}$

$\frac{M_{ED}}{M_{pIRD}} = \frac{13891}{13310} = 1,05 > 1$ IPE 270 non vérifié

2.2.4.

Le profilé n'est pas vérifié sur les appuis, mais en travée. Sur les appuis, la présence des jarrets augmente l'inertie et le module de flexion du profil et lui permet de vérifier les conditions à l'ELU.

3. Etude du portique

3.1. Modélisation informatique

3.1.1. Voir DR3

3.1.2. Voir DR4

3.1.3. $\sum F_x = 34705 - 215 - 3386 = 0$

$\sum F_y = -1799 + 1799 = 0$

$\sum M_{12} = -2486 + 1799 \times 3,3 - 3450 = 0$

Donc l'équilibre est vérifié.

3.1.4. $M_{(x)} = -(-2486 + 1799x) = 2486 - 1799x$

pour $x = 3,3 \rightarrow M = 3450$

$M_{(x)} = 0$ pour $x = 1,381 \text{ m}$

3.2. Etude des poteaux 1 et 11.

3.2.1. facteur de distribution

$\eta_1 = \frac{11770/360 + 11770/330}{11770/360 + 11770/330 + 3892/570} = 0,909$

$\eta_2 = 1$ articulation en pied de poteau

Longueur de flambement : $\frac{L_{cr}}{L} = \sqrt{\frac{1 - 0,2(0,909+1) - 0,12 \times 0,909 \times 1}{1 - 0,8(0,909+1) + 0,6 \times 0,909 \times 1}} = 5,294$

$L_{cr} = 5,294 \times 360 = 1905,9 \text{ cm} = 19,06 \text{ m}$

3.2.2. $L_{cr} = L_0 = 3,3 \text{ m}$ structure à nœuds fixes (bi-articulé)

1. Etude des actions climatiques

1.1. Etudes des charges de neige

- 1.1.1. Saint Priest (69) → zone A2
 → $S_{ko}=0,45 \text{ kN/m}^2$
 $S_{AD}=1 \text{ kN/m}^2$

$$A=240\text{m} \rightarrow \Delta_{s1} = \frac{0,1 \times 240 - 20}{100} = 0,04 \text{ kN/m}^2$$

Donc $S_k = 0,45 + 0,04 = 0,49 \text{ kN/m}^2$
 $S_{AD} = 1 \text{ kN/m}^2$

- 1.1.2. $\alpha < 30^\circ \rightarrow \mu_1 = 0,8$

$$\mu_2 = \frac{\gamma \cdot h}{S_k} = \frac{2 \times 0,67}{0,49} = 2,734 \text{ par limitation } \mu_2 = 1,6$$

$$l_s = 2 \cdot h = 2 \times 0,67 = 1,34 \text{ par limitation } l_s = 5\text{m}$$

majoration de $0,1 \text{ kN/m}^2$ pour pente comprise entre 3 et 5%.

$$S_1 = 0,8 \times 0,49 + 0,1 = 0,492 \text{ kN/m}^2$$

$$S_2 = 1,6 \times 0,49 = 0,784 \text{ kN/m}^2$$

$$S_{AD} = 0,8 \times 1 + 0,1 = 0,9 \text{ kN/m}^2$$

1.2. Etudes des charges de vent

- 1.2.1. Saint Priest (69) → région 2
 → $V_{bo} = 24 \text{ m/s}$
 → $q_b = 1,225 \times 0,5 \times 24^2 = 352,8 \text{ Pa} = 0,353 \text{ kN/m}^2$

Facteur de terrain : $K_r = 0,19 \left(\frac{0,5}{0,05}\right)^{0,07} = 0,223$

Coefficient de rugosité : $C_{r(z)} = 0,223 \times \ln\left(\frac{11}{0,5}\right) = 0,69$

Coefficient d'exposition : $C_{e(z)} = 0,69 \times \left[1 + 7 \left(\frac{0,223}{0,69}\right)\right] = 2,32$

Pression de pointe : $q_{p(z)} = 2,32 \times 0,353 = 0,82 \text{ kN/m}^2$

1.2.2. coefficient de pression

$$\frac{h}{d} = \frac{11}{27,28} = 0,4$$

→ zone D → $c_{pe10} = 0,7 + \left(\frac{0,8-0,7}{1-0,25}\right)(0,4 - 0,25) = 0,72$

→ zone E → $c_{pe10} = -0,3 + \left(\frac{-0,5+0,3}{1-0,25}\right)(0,4 - 0,25) = -0,34$

1.2.3. Action d'ensemble :

Zone D → $C_{pnet} = (c_{pe} - c_{pi}) = 0,72 - 0,2 = 0,52$

Zone E → $C_{pnet} = -0,34 - 0,2 = -0,54$

$$F_w = A_{ref} \times q_p \times c_{pnet}$$

$$F_{wD} = \frac{11 \times 17,45}{4} \times 0,82 \times 0,52 = 20,46 \text{ kN}$$

$$F_{wE} = \frac{11 \times 17,45}{4} \times 0,82 \times 0,54 = 21,24 \text{ kN}$$

$$F_w = F_{wD} + F_{wE} = 20,46 + 21,24 = 41,71 \text{ kN}$$

Force de frottement :

$$AS_{\perp} = (17,45 \times 11) \times 2 = 383,9 \text{ m}^2$$

$$AS_{//} = (11 + 27,28) \times 2 + 17,45 \times 27,28 = 1076,196 \text{ m}^2$$

$$4 AS_{\perp} = 1535,6 > AS_{//} \rightarrow F_{FR} \text{ est négligée.}$$

Donc l'action d'ensemble sur une palée est de **41,71 kN**.

1.2.4. Portique file D

- 1.2.4.1. → zone B et zone I $\frac{h_p}{h} = 0,05$

Zone B : $c_{pe10} = -0,8$

Zone I : $c_{pe10} = \pm 0,2$

- 1.2.4.2. $c_{pi} = +0,2$ ou $-0,3$ car on ne peut pas définir μ

- 1.2.4.3. voir document réponse

- 1.2.4.4. $q_w = c_{pnet} \times q_p \times 5,4$ (largeur de reprise d'un portique)

