

# BTS CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES

## ÉPREUVE U 42 NOTE DE CALCULS

### ELEMENTS DE CORRECTION

#### Question 1 : CHARGES CLIMATIQUES

##### 1.1 Étude de la neige

Le bâtiment est situé à Limoges en Haute-Vienne (87), donc en région A<sub>2</sub> à une altitude de 350 m.

$$S_{ko} = 0,45 \text{ kN/m}^2$$

$$S_k = 0,45 + \frac{0,1 \times 350 - 20}{100} = 0,6 \text{ kN/m}^2$$

$$S_{AD} = 1 \text{ kN/m}^2$$

L'angle du toit est de 2° donc pour les cas de neige :

$$S_1 \text{ et } S_A \quad \mu_1 = 0,8$$

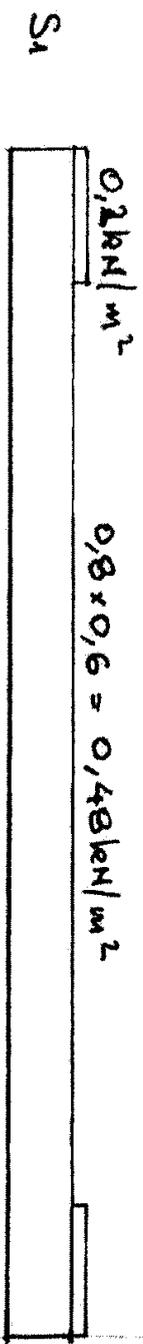
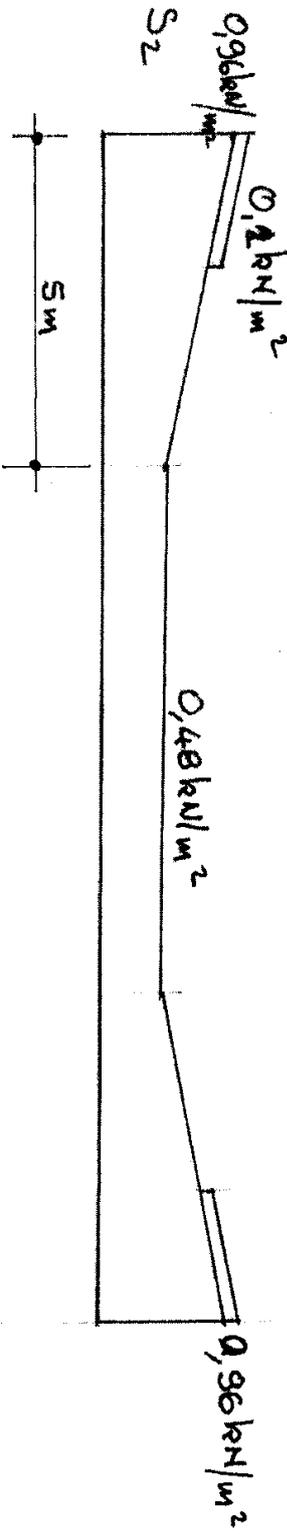
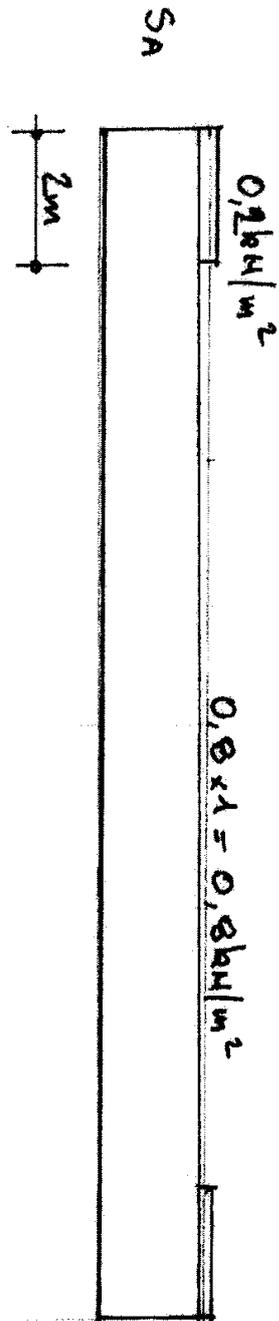
Après redistribution, l'accumulation se fait le long des acrotères de long pan avec :

$$\mu_2 = \frac{\gamma_h}{S_k} = \frac{2 \times 0,83}{0,6} = 2,76$$

$$\mu_2 = 1,6 \text{ (limitation)}$$

La longueur de congère = 5 m

La pente du toit étant faible, une majoration de 0,2 kN/m<sup>2</sup> peut être envisagée le long des chéneaux.



## 1.2 Étude de vent

Le bâtiment est en région de vent 1.

### 1.2.1

$$V_{b,0} = V_b = 22 \text{ m/s}$$

$$q_b = 0,5 \times \rho \times V_b^2 = 0,5 \times 1,225 \times 22^2 = 297 \text{ Pa}$$

$C_e(z)$  lecture sur diagramme pour catégorie de terrain IIIb et  $h = 5,8 \text{ m}$

$$C_e(z) = 1,19$$

Calcul de  $C_e(z)$

$$k_r = 0,19 \times \left(\frac{0,5}{0,05}\right)^{0,07} = 0,223$$

$$C_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{6}{0,5}\right) = 0,5547$$

$$C_e(z) = 0,5547^2 \left(1 + 7 \times \frac{0,223}{0,5547}\right) = 1,175$$

$$q_p(z) = 1,19 \times 297 = 350 \text{ Pa}$$

### 1.2.2

Pour le vent de direction  $W_1$  :

la pente du toit  $< 5^\circ$  toiture terrasse

les dimensions du bâtiment sont :

$$b = 36$$

$$d = 18$$

$$h = 5,8$$

$$e = 11,6$$

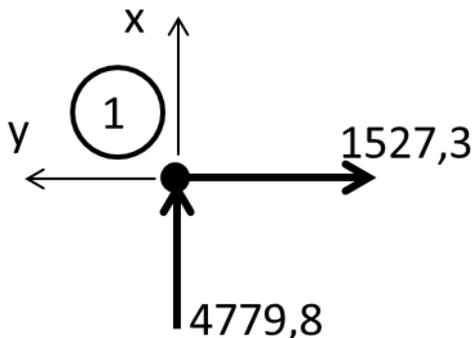
$$h/d = 0,32$$

$$h_p/h > 0,1$$

Voir le zonage sur DR1.

## Question 2 : ETUDE INFORMATIQUE D'UN PORTIQUE COURANT

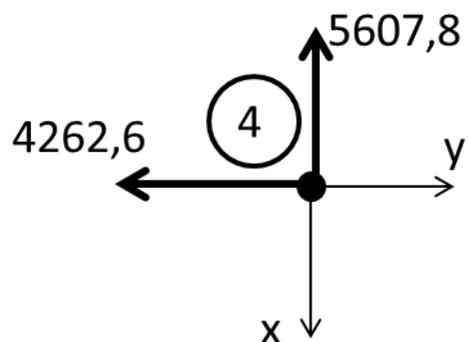
2.1 Le nœud ① est l'origine de l'élément 1, les actions extérieures exercées sur ce nœud sont opposées aux composantes du torseur de cohésion.

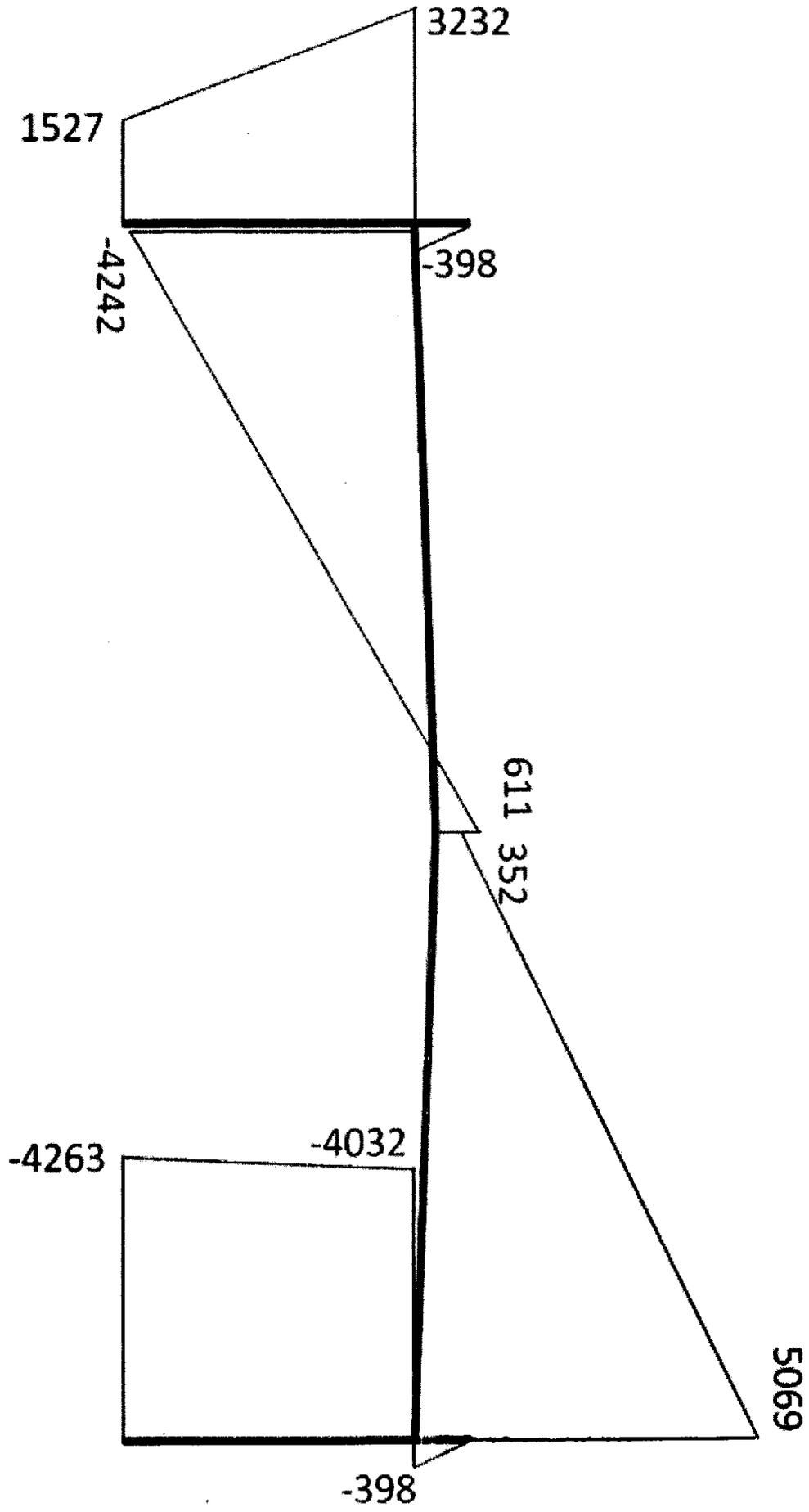


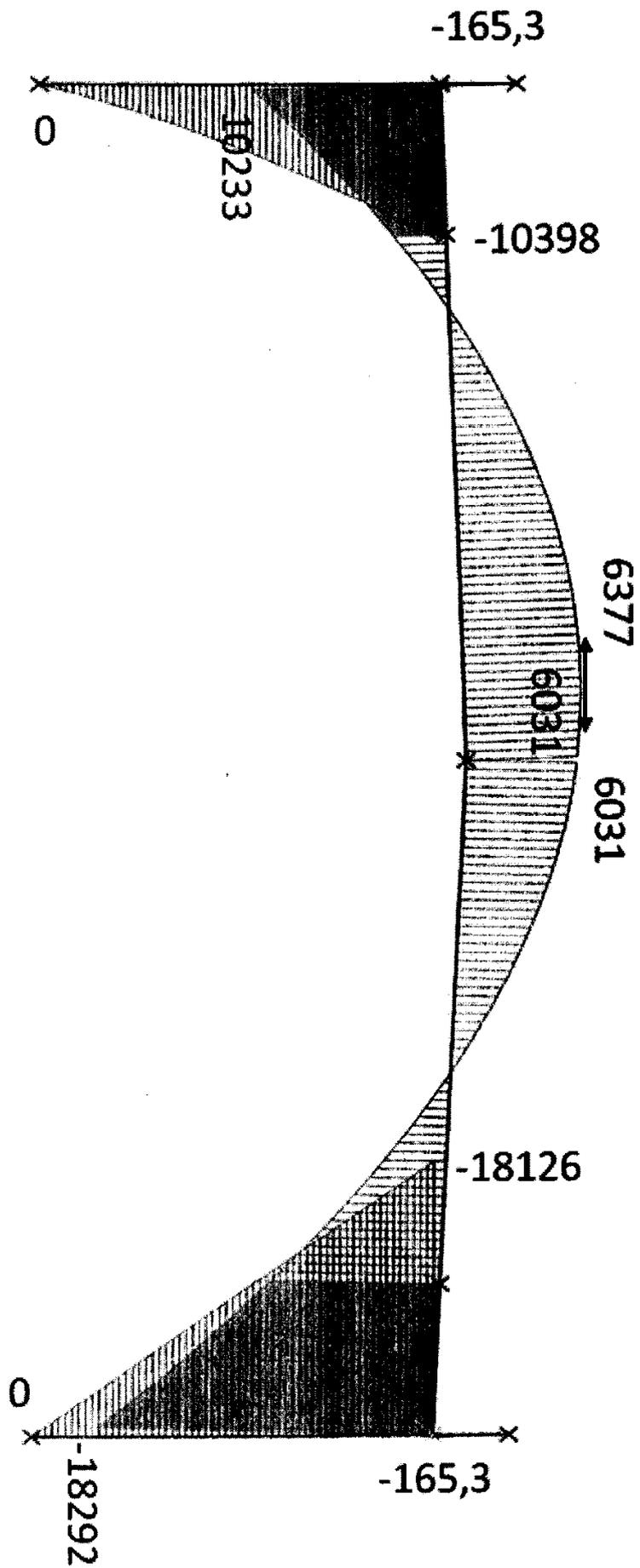
x,y repère local de la barre 1  
actions exercées sur le nœud ①

Le nœud ④ est l'extrémité de l'élément 2, les actions extérieures exercées sur ce nœud sont les mêmes que les composantes du torseur de cohésion.

x,y repère local de la barre 4







### Question 3 : ÉTUDE DE LA PANNE

**3.1**  $p_G = 45 \times 2,25 + 15,8 = 117,05 \text{ daN/m}$

**3.2** Au droit de la panne ② le taux de charge de neige est  
 $0,48 + \frac{0,48 \times 2,75}{5} = 0,744 \text{ kN/m}^2$   
 $= 74,4 \text{ daN/m}^2$

Soit  $p_S = 74,4 \times 2,25 = 167,4 \text{ daN/m}$

### **3.3** Chargement ELU de la panne

$p_{\text{ELU}} = 1,35 p_G + 1,5 p_S = 409,12 \text{ daN/m}$

Ce chargement induit un moment fléchissant maxi dans la section médiane de la panne.

$M_{\text{Ed}} = \frac{pL^2}{8} = 1841 \text{ daN.m}$

Résistance de la section de classe 1.

$M_{\text{Ed}} < M_{\text{C,Rd}}$

avec  $M_{\text{C,Rd}} = W_{\text{ply}} \cdot f_y / \gamma_{\text{Mo}}$

avec  $f_y = 235 \text{ MPa}$

$W_{\text{ply}} = 123,9 \text{ cm}^3$

$\gamma_{\text{Mo}} = 1$

Soit  $M_{\text{C,Rd}} = 2911,65 \text{ daN.m}$

### **3.4** Chargement ELS de la panne

$p_{\text{ELS}} = 117,05 + 167,4 = 284,45 \text{ daN/m}$

Flèche maxi au milieu  $\frac{5pL^4}{384 E I_y}$

$f_{\text{maxi}} = \frac{5 \times 2,8445 \times 6000^4}{384 \times 21 \cdot 10^4 \times 869,3 \times 10^4}$

$y_{\text{maxi}} = 26,3 \text{ mm}$

Cette flèche doit être comparée à la flèche admissible  $= \frac{L}{200} = 30 \text{ mm}$

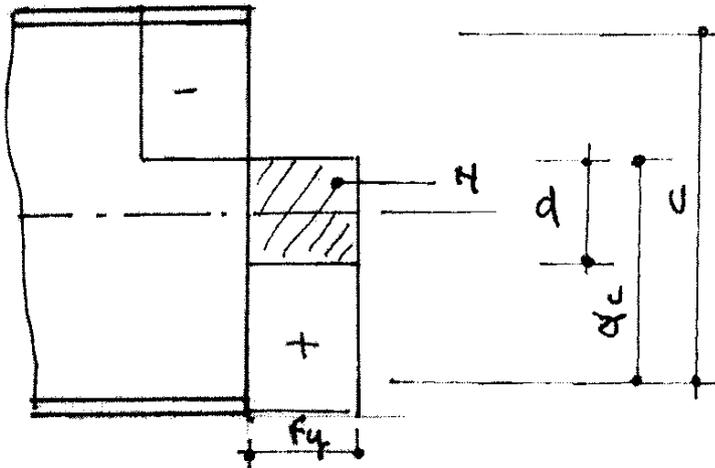
Soit pour la panne

ratio ELU  $= \frac{1841}{2911,65} = 0,63$

ratio ELS  $= \frac{26,3}{300} = 0,87$

**Question 4 : ÉTUDE DU JARRET**

**4.1**



Classement en classe 1 ou 2

$$d = \frac{N}{f_y \times tw} = \frac{64000}{235 \times 6} = 45,4 \text{ mm}$$

$$C = 580 - 2 \times 4\sqrt{2} = 568,7 \text{ mm}$$

$$\alpha C = C/2 + d/2 = 307,05 \text{ mm}$$

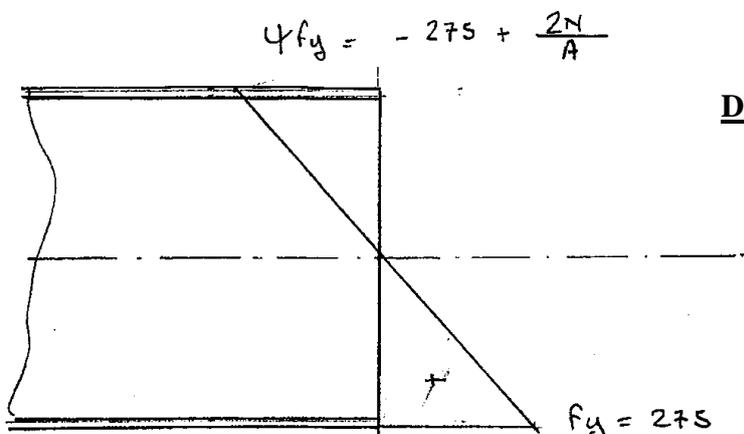
Soit  $\alpha = 0,54$

La section en S 235 sera en classe 2 si  $\frac{c}{t} < \frac{456\epsilon}{13\alpha-1}$

$$\frac{568,7}{6} = 94,8 < \frac{456 \times 0,92}{13 \times 0,54-1} = 69,7$$

La section n'est pas en classe 2.

Classement de la section en classe 3



**Diagramme de la contrainte normale**

$$\Psi f_y = -f_y + \frac{2N}{A}$$

avec  $N = 64000 \text{ N}$

$$A = 64,8 \text{ cm}^2$$

$$\Psi f_y = -275 + 19,75 = -255,25 \text{ Pa}$$

Soit  $\varphi = -0,928$

La section sera en classe 3 si

$$\frac{c}{t} = 94,8 \leq \frac{42\varepsilon}{0,67 + 0,33\psi} = 106,24$$

La section est donc : classe 3.

#### **4.2** Vérification de la section M + N.

On doit vérifier  $\sigma_{xEd} < \frac{f_y}{\gamma_{Mo}}$

$$\text{avec } \sigma_{xEd} = \frac{N_{Ed}}{A} + \frac{M_{Ed}}{W_{ely}}$$

$$\text{Calcul de } A = 2 \times 150 \times 10 + 580 \times 6 = 6480 \text{ mm}^2$$

$$W_{ely} = \frac{I_y}{v_y}$$

$$\text{avec } I_y = \frac{15 \times 60^3}{12} - \frac{14,4 \times 58^3}{12} = 35865,6 \text{ cm}^4$$

$$v_y = 30 \text{ cm}$$

$$W_{ely} = 1195,52 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_{xEd} = \frac{64000}{6480} + \frac{28300 \times 10^4}{1195,52 \cdot 10^3} = 246,6 \text{ MPa}$$

$$246,6 < 275$$

### **Question 5 : ÉTUDE DU POTEAU D'UN PORTIQUE COURANT**

**5.1** Le portique est une ossature plane à nœuds déplaçables.

$$\eta_2 = \frac{\frac{23130}{4,37}}{\frac{23130}{4,37} + \frac{8356}{18}} = 0,92 \quad \eta_1 = 1 \text{ pied articulé}$$

$$\frac{l_{cry}}{L} = \left( \frac{1 - 0,2(1,92) - 0,12 \times 0,92}{1 - 0,8(1,92) + 0,6 \times 0,92} \right)^{0,5} = 5,62$$

$$l_{cry} = 24,565 \text{ m}$$

$$\mathbf{5.2} \quad \lambda_y = \frac{l_{cry}}{i_y \cdot \lambda_1} = \frac{2456,5}{16,55 \times 86,8} = 1,71$$

$$\text{Pour la section } \frac{h}{b} = \frac{400}{180} = 2,22 > 1,2$$

Acier S275 courbe a

$$\chi_y = 0,29$$

$$\overline{\lambda}_z = \frac{\ell_{crz}}{i_z \times \lambda_1} = \frac{437}{3,95 \times 86,8} = 1,28$$

pour la section  $\frac{h}{b} > 1,2$

acier S275 courbe b

$$\chi_z = 0,4$$

### 5.3 Calcul de $M_{cry}$

$$M_{cry} = C_1 \times \frac{\pi^2 E I_z}{L^2} \sqrt{\frac{I_w}{I_z} + \frac{L^2 G I_t}{\pi^2 E I_z}}$$

$$M_{cry} = 1,77 \times \frac{\pi^2 \times 21 \cdot 10^4 \times 1318 \cdot 10^4}{4370^2} \sqrt{\frac{490 \cdot 10^9}{1318 \cdot 10^4} + \frac{43702 \times 51,0 \dots}{\pi^2 \times 21 \times 1318}}$$

$$M_{cry} = 6,51 \cdot 10^8 \text{ N.mm} = 65095 \text{ daN.m}$$

$$5.4 \quad \overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{ply} f_y}{M_{cry}}} \quad \text{Section en classe 1}$$

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{1307 \times 275 \times 10^3}{6,51 \cdot 10^8}} = 0,743$$

Courbe de déversement b

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

Soit sur le tableau 6.4 :

$$\chi_{LT} = 0,75$$

### 5.5 Vérification de la stabilité du poteau

$$NR_k = A \times f_y = 232 \, 265 \text{ daN}$$

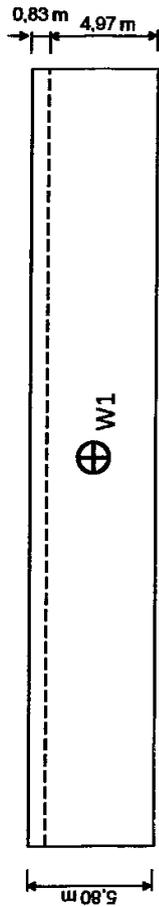
$$M_y R_k = W_{ply} \times f_y = 1307 \times 27,5 = 35942,5 \text{ daN}$$

$$\frac{9600}{0,29 \times 232265} + 0,80 \times \frac{28300}{0,75 \times 35942,5} = 0,98$$

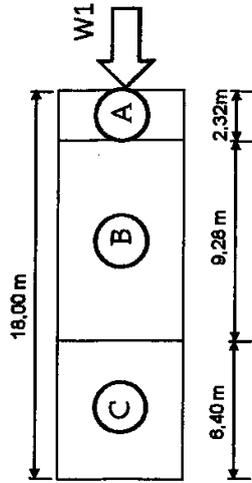
$$\frac{9600}{0,4 \times 232265} + 0,6 \times \frac{28300}{0,75 \times 35942,5} = 0,73$$

**DOCUMENT REPONSE DR1 : Hauteur de l'acrotère : 830 mm**

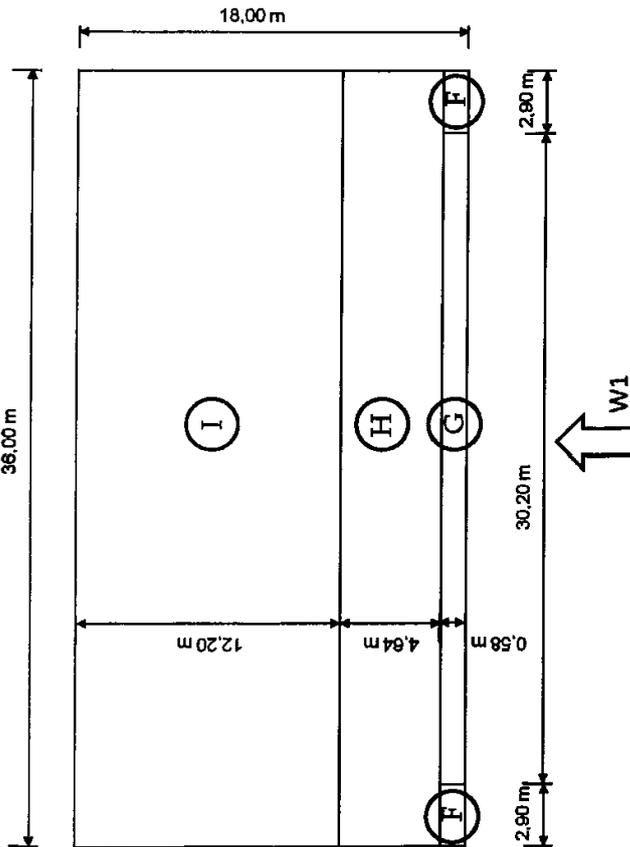
**VUE DE FACE**



**VUE DE GAUCHE**



**VUE EN PLAN**



Vent transversal : W1  $C_{pi} = -0,3$

Zone	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Acrotère
Aire (m <sup>2</sup> )	13,45	53,83	37,12	208,80	208,80	3,36	35,00	167,00	439,20	
$C_{pe}$	-1,2	-0,8	-0,5	0,71	-0,32	-1,49	-0,8	-0,7	+0,2 -0,2	
$C_{pnet}$	-0,9	-0,5	-0,2	+1,01	-0,02	-1,19	-0,5	-0,4	+0,5 +0,1	2

Zone D et E interpolation pour  $h/d = 0,32$   
pour la zone F  $A = 3,36 \text{ m}^2$   
 $C_{pe} = -1,8 - (-1,8+1,2) \text{ Log } 3,36 = -1,49$

**ECH. : 1/200**