

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

CONSTRUCTIONS METALLIQUES

SESSION 2016

E4 : Analyse et Calcul des structures

U4.2 Note de calculs

Durée : 4h – Coefficient : 3

Contenu du dossier

1 page de garde 1/17
3 pages de sujet 2 à 4/17
2 pages d'annexes 5 et 6/17
11 pages de documents réponses 7 à 17/17

Barème indicatif

1 / 2 points
2 / 6 points
3 / 2 points
4 / 4 points
5 / 6 points

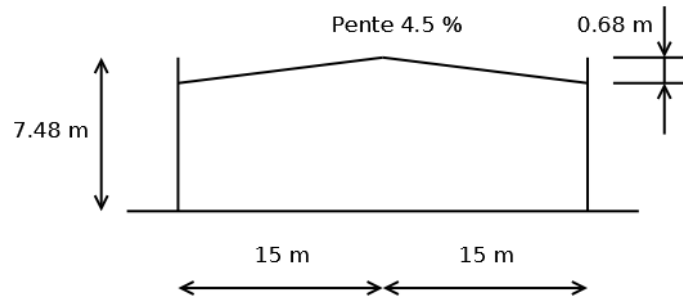
Recommandations

Les 5 parties sont indépendantes
Les 11 documents réponses sont à rendre avec votre copie classés dans l'ordre même si vous n'avez apporté aucune réponse.

CODE ÉPREUVE :	EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : Constructions Métalliques	
SESSION 2016	SUJET	ÉPREUVE : U4 .2 Note de calculs		Calculatrice autorisée
Durée : 4 h	Coefficient : 3		SUJET N°	Page : 1/17

1. Action de la neige

On donne le schéma simplifié suivant en coupe sur portique courant (travées n° 2 à 13)



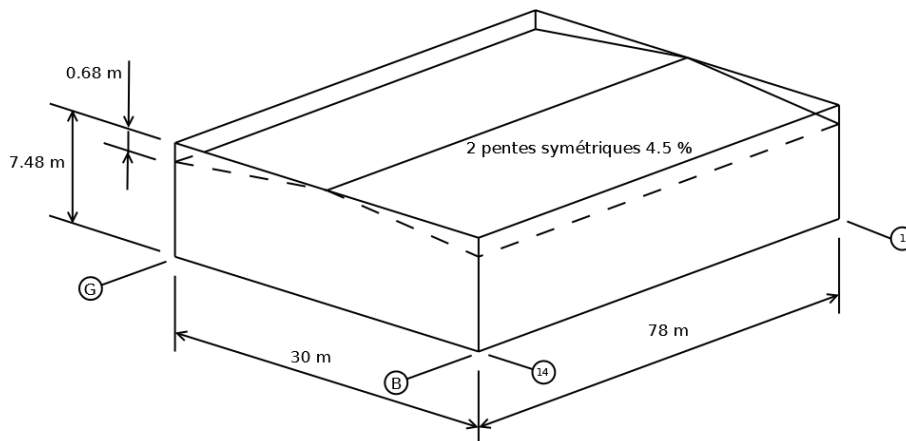
1-1 Compléter le document réponse 1/1 page 7

1-2 Compléter le document réponse 2/1 page 8 pour le/les cas de neige uniformément répartie

1-3 Compléter le document réponse 3/1 page 9 pour le/les cas de neige redistribuée

2. Action du vent

On donne la vue schématique du bâtiment en perspective pour l'ensemble des questions concernant le vent.



2-1 Action du vent

Compléter le document réponse 1/2 page 10 afin de déterminer $q_p(z)$

2-2 Vent sur pignon travée 14

2-2-1 Action sur les parois verticales

a) Compléter le document réponse 2/2 page 11 en faisant apparaître :

- les zones A, B, C D et E

- les valeurs de c_{pe10} pour les zones A, B, C D et E et les reporter sur la vue en précisant le sens (surpression/dépression). On donne $c_{pe10,D}$ comme exemple.

b) Compléter le document réponse 2/2 page 11 en donnant les longueurs des zones A, B et C.

c) Calculer c_{pe} moyen sur le long pan.

2-2-2 Actions intérieures

On considère que les longs pans files B et G ainsi que le pignon travée 1 sont fermés. Le pignon travée 14 est ouvert, l'ouverture étant constituée de 3 portes sectionnelles de 3 x 4 m soit une ouverture totale de 36 m². On considère que la perméabilité de fond est de 0.1 % de l'aire de la face.

a) Montrer que le pignon 14 est une face dominante.

b) Lorsque ce pignon 14 est au vent déterminer c_{pi} .

c) En considérant un coefficient c_{pe} moyen sur les longs pans $c_{pe,moyen} = -0.57$, une pression dynamique de pointe $q_p(z) = 0.593$ KN/m² et $c_{pi} = +0.63$ (ces valeurs ne sont pas forcément les résultats des questions précédentes) quelle est la charge linéique totale de vent sur un poteau de portique.

2-3 Vent sur long pan file G, toiture avec les deux versants en dépression

a) Compléter le document réponse 3/2 page 12 en faisant apparaître :

- les zones F, G, H et I

- les valeurs de c_{pe10} pour les zones F, G, H et I et les reporter sur la vue en précisant le sens. On donne $c_{pe10,F}$ comme exemple.

b) Déterminer la valeur de $c_{pe,net}$ sur l'acrotère au vent.

3. Combinaisons

On fait l'hypothèse des charges suivantes sur la couverture (sans rapport avec les questions précédentes).

- Charge de neige uniformément distribuée $S_1=0.54 \text{ KN/m}^2$

- Charge de neige accidentelle $S_a=0.8 \text{ KN/m}^2$

- Charge de vent soulèvement $W_s=0.5 \text{ KN/m}^2$

- Poids propre de la couverture + isolation + structure $G=0.4 \text{ KN/m}^2$

Pour la couverture seule :

3-1 Déterminer la/les combinaisons ELU relatives au soulèvement et en déduire la plus défavorable

3-2 Déterminer la/les combinaisons ELS relatives aux charges descendantes et en déduire la plus défavorable

4. Étude de la palée cadre file G travée 7-8

Les données et les résultats du traitement informatique sont donnés en annexe 1/2

4-1 Sur le document réponse 1/4 page 13 positionner les numéros des nœuds, des barres et les repères locaux. Représenter le chargement avec sa valeur et la nature des appuis.

4-2 Sur les documents réponses 2/4a,b,c tracer les diagrammes des sollicitations N sur le DR 2/4a page 14 (5 mm pour 10 000 N), V sur le DR 2/4b page 15 (5 mm pour 10 000 N) et M sur le DR 2/4c page 16 (2 cm pour 100 000 mN) puis indiquer les points particuliers.

4-3 En fonction d'un critère que vous choisirez vérifier cette palée à l'état limite de service.

4-4 Vérification de la traverse à l'état limite ultime

4-4-1) Quelle est la classe de la traverse (prendre la valeur dans un catalogue de profilés ou dans l'EC3)

4-4-2) Avec $N_{Ed}=27\,984 \text{ N}$ (compression) à l'origine de la traverse, montrer que l'on peut négliger l'influence de l'effort normal.

4-4-3) Avec $V_{Ed}=65\,333 \text{ N}$ à l'origine de la traverse, montrer que l'on peut négliger l'influence de l'effort tranchant.

4-4-4) Avec $M_{Ed}=196\,112 \text{ mN}$ vérifier la section à l'ELU à l'origine de la traverse.

5. Étude d'un poteau portique courant

5-1 Caractéristiques mécaniques du poteau PRS

5-1-1 Sur un schéma représentant le PRS en coupe transversale, montrer les cotes b , h , t_f , t_w et donner leurs valeurs respectives.

5-1-2 Montrer que $I_z = \frac{1}{12}(2t_f b^3 + (h - 2t_f)t_w^3)$

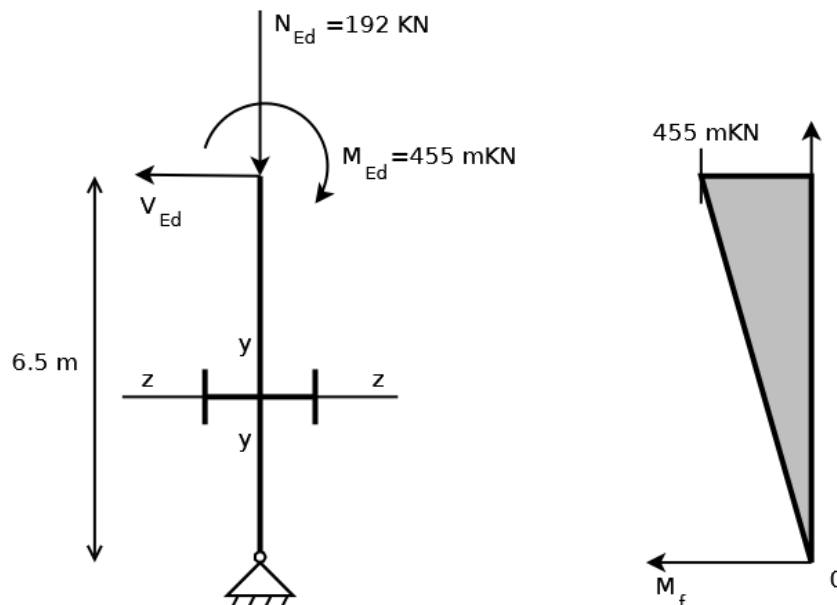
5-1-3 Montrer que $I_y = 128\,516\text{ cm}^4$

5-2 Classe d'un poteau de portique courant

On donne les caractéristiques mécaniques du PRS suivantes

Section	A	14 840	mm ²
Moment quadratique / axe fort	I_y	$128\,516 \times 10^4$	mm ⁴
Moment quadratique /axe faible	I_z	$5\,128 \times 10^4$	mm ⁴
Module plastique / axe fort	$W_{Pl,y}$	$4\,024 \times 10^3$	mm ³
Module plastique / axe faible	$W_{Pl,z}$	566×10^3	mm ³
Rayon de giration / axe fort	i_y	294	mm
Rayon de giration /axe faible	i_z	59	mm
Module de torsion	I_w	$6\,528 \times 10^3$	mm ⁶

On donne le schéma mécanique suivant à l'ELU :



5-2-1 Pour tenir compte des soudures de l'âme sur l'aile on prendra, pour la partie droite de l'âme, $c=680\text{mm}$ et pour la partie droite de l'aile $c=125\text{mm}$

- Déterminer la classe de l'âme. Vous montrerez préalablement que $\alpha_c=0.551$
- Déterminer la classe de l'aile et en déduire la classe du poteau.

5-2-2 Avec une longueur de flambement dans le plan du portique $l_{iy}=16.4\text{ m}$ et dans le plan du long pan $l_{iz}=6.5\text{m}$, en complétant le document réponse 1/5 page 17 vérifier que le poteau convient.

NOTA Les valeurs de M_{cr} , k_{yy} et k_{zy} sont sur le document réponse

Annexe 1/2 (Données du calcul informatique)

```
+-----+
| Données du problème |
+-----+
```

```
4 Noeuds
3 Poutres(s)
1 Matériau(x)
1 Section(s) droite(s)
2 Liaison(s) nodale(s)
1 Cas de charge(s)
```

```
+-----+
| Noeud(s) [ m ] |
+-----+
```

Noeud	x	y	Noeud	x	y
1	0.000	0.000	2	0.000	7.000
3	6.000	0.000	4	6.000	7.000

```
+-----+
| Poutres(s) [ m , rad ] |
+-----+
```

Poutre	Ori	-> Ext	Orient	Sect	Long	Type
1	1	2	0.0000	11	7.000	Rigide - Rigide
2	3	4	0.0000	11	7.000	Rigide - Rigide
3	2	4	0.0000	11	6.000	Rigide - Rigide

```
+-----+
| Section(s) droite(s) |
+-----+
```

```
Section droite 11 :
  IPE - 550
```

```
+-----+
| Liaison(s) nodale(s) |
+-----+
```

```
Noeud 1 : dx = dy = 0
Noeud 3 : dx = dy = 0
```

```
+-----+
| Cas de charge(s) 1 |
+-----+
```

```
1 Charge(s) nodale(s) [ N , N.m ]
Noeud 2 : Fx = 56000.00 Fy = 0.00
```

Annexe 2/2 (Résultats du calcul informatique)

```

+-----+
| Résultats : Cas 1 |
+-----+

```

```

+-----+
| Déplacements nodaux [ m, rad ] |
+-----+

```

Noeud	dx	dy	rotz
1	0.000E+00	0.000E+00	-6.317E-03
2	3.286E-02	1.620E-04	-1.447E-03
3	0.000E+00	0.000E+00	-6.307E-03
4	3.280E-02	-1.620E-04	-1.442E-03

```

+-----+
| Action(s) de liaison [ N N.m ] |
+-----+

```

Noeud	1	-	Rx =	-28016.0	Ry =	-65333.3	Mz =	0.0
Noeud	3	-	Rx =	-27984.0	Ry =	65333.3	Mz =	0.0

```

+-----+
| Efforts intérieurs [ N N.m ] |
+-----+

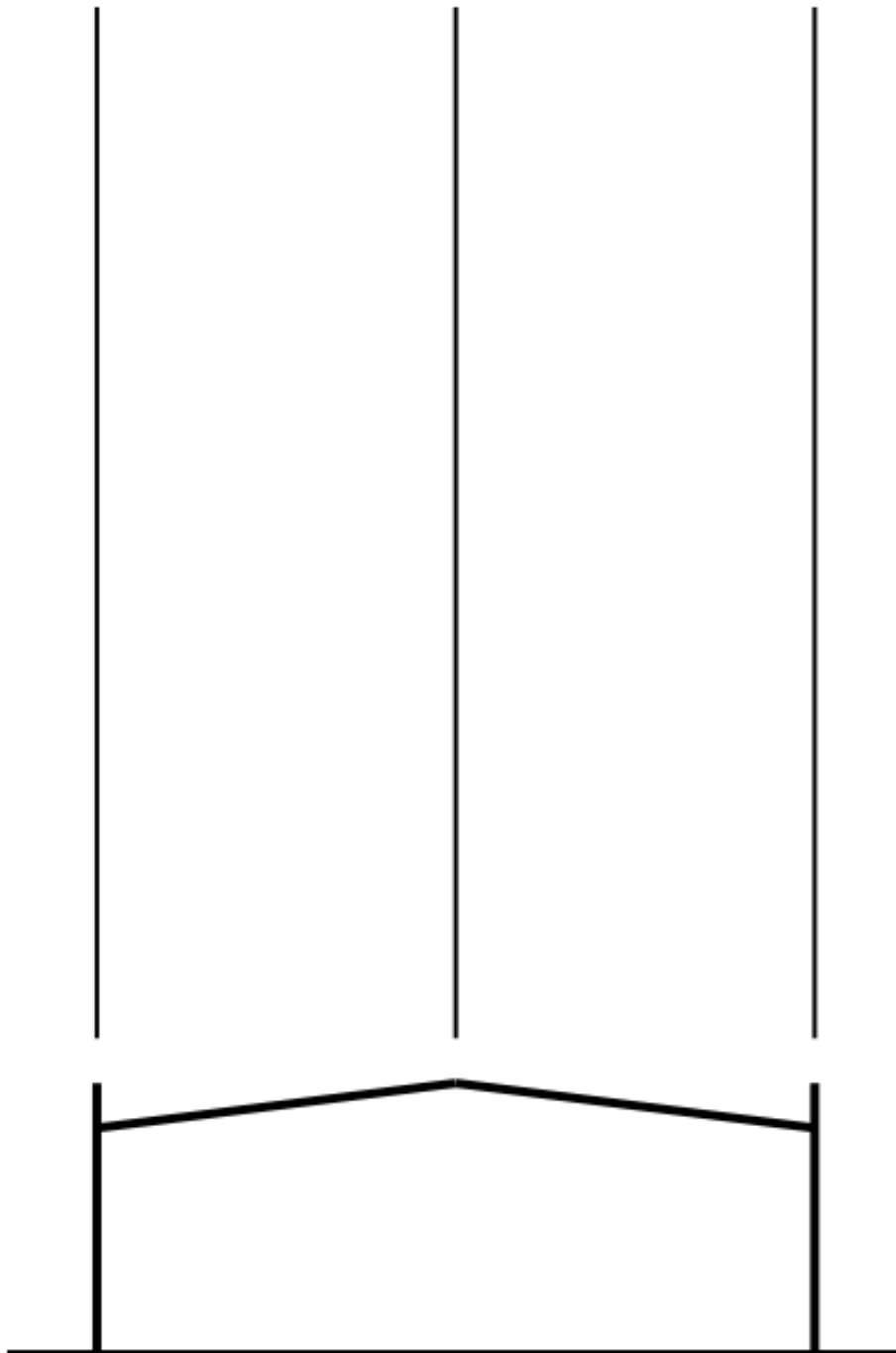
```

N = Effort normal		TY = Effort tranchant		MfZ = Moment fléchissant	
ELE	ori	No	TYo	MfZo	dL (m)
	ext	Ne	TYe	MfZe	
			TYmax	MfZmax	
1	1	65333.3	-28016.0	0.0	1.620E-04
	2	65333.3	-28016.0	196112.3	
2	3	-65333.3	-27984.0	0.0	-1.620E-04
	4	-65333.3	-27984.0	195887.7	
3	2	-27984.0	65333.3	196112.3	-5.948E-05
	4	-27984.0	65333.3	-195887.7	
			65333.3	196112.3	

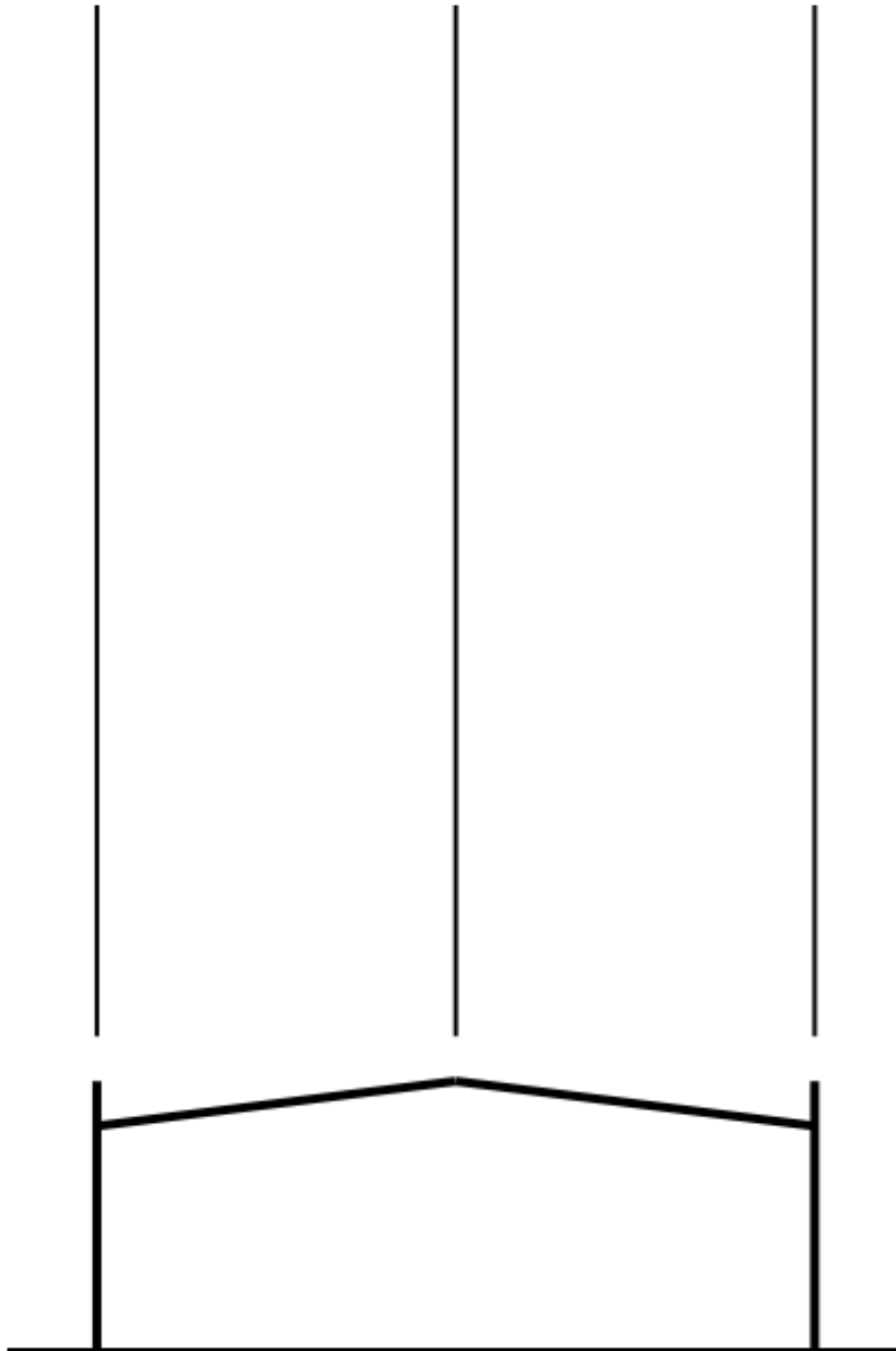
Document réponse 1/1 (données de la neige)

Valeur caractéristique	$S_{k,0}$		KN/m ²
Influence de l'altitude (s'il y a lieu)	ΔS_i		KN/m ²
Charge de neige sur le sol	S_k		KN/m ²
Valeur accidentelle	S_{Ad}		KN/m ²
Coefficient de forme	μ_1		
Accumulation au droit de l'acrotère	μ_2		
Longueur d'accumulation	l_s		m

Document réponse 2/1 (Neige uniformément distribuée)
Nommer chaque cas conformément à l'EC3



Document réponse 3/1 (Neige redistribuée)
Nommer chaque cas conformément à l'EC3

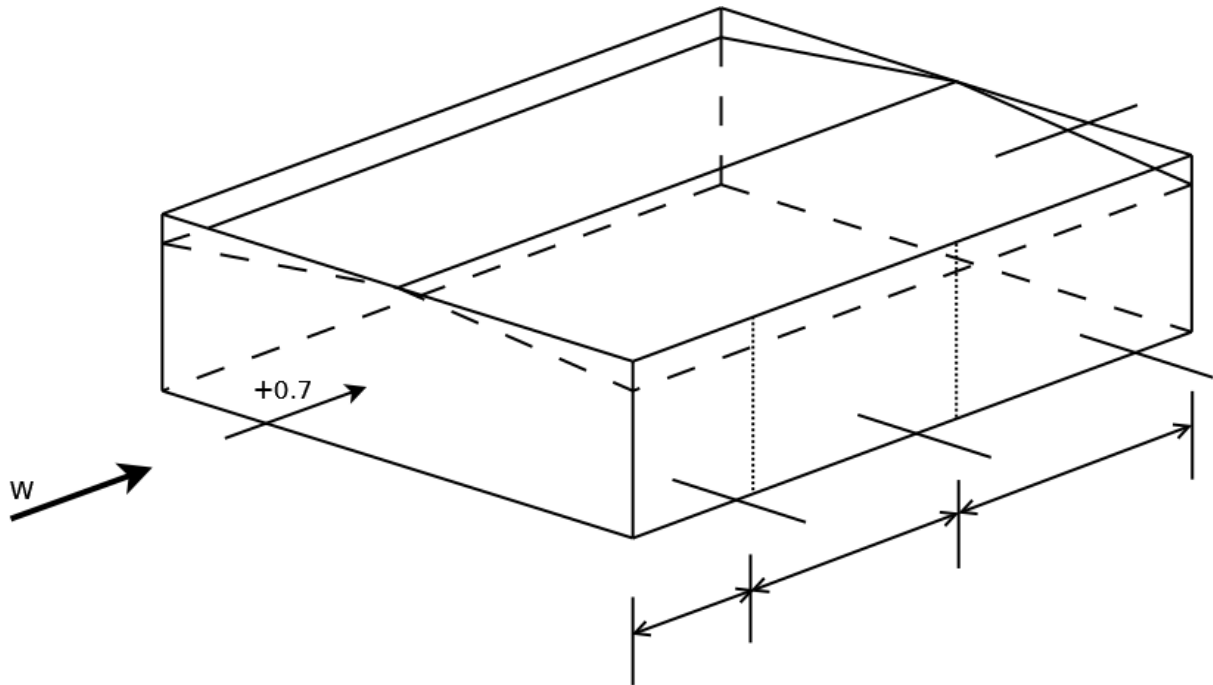


Document réponse 1/2 (données du vent)

Vitesse de base	$v_{b,0}$		m/s
Coefficient de saisonnalité	C_{season}		
Coefficient de direction	C_{dir}		
Vitesse de référence	v_b		m/s
Masse volumique de l'air	ρ		Kg/m ³
Pression dynamique de référence	q_b		N/m ²
Longueur de rugosité	z_0		m
Longueur de rugosité II	$z_{0,II}$		m
Longueur de rugosité mini	z_{min}		m
Hauteur de la construction	z		m
Facteur de terrain	k_r		
Coefficient de rugosité	$c_r(z)$		
Coefficient d'exposition	$c_e(z)$		
Pression dynamique de pointe	$q_p(z)$		N/m ²

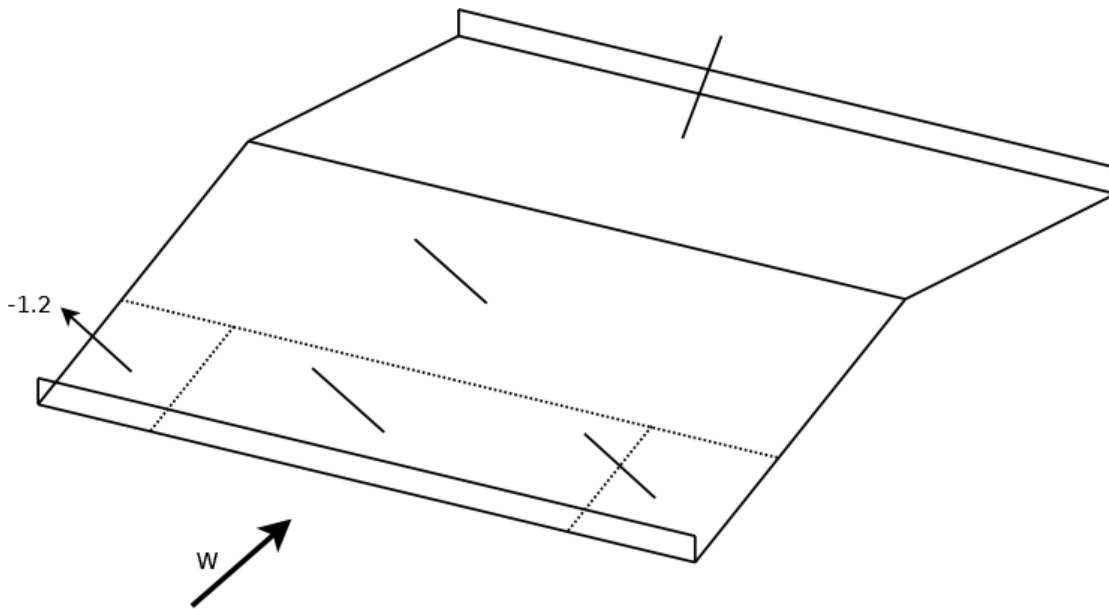
Document réponse 2/2 (vent sur pignon travée 14)

h		m
b		m
d		m
e		m
h/d		

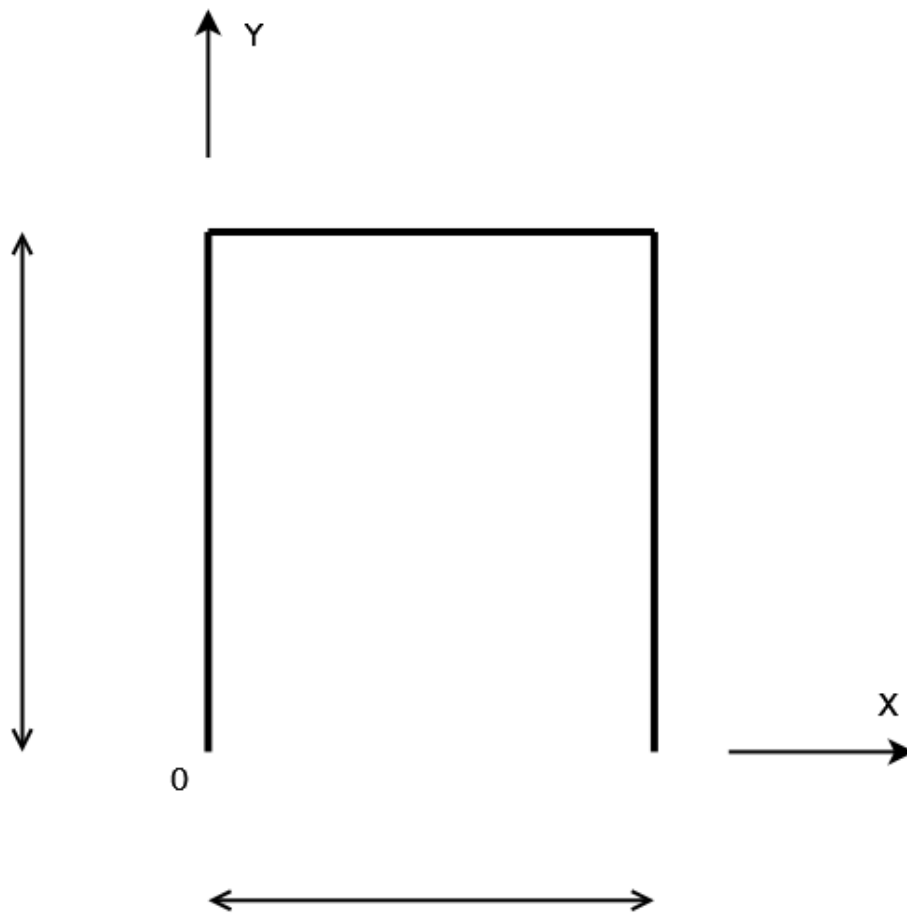


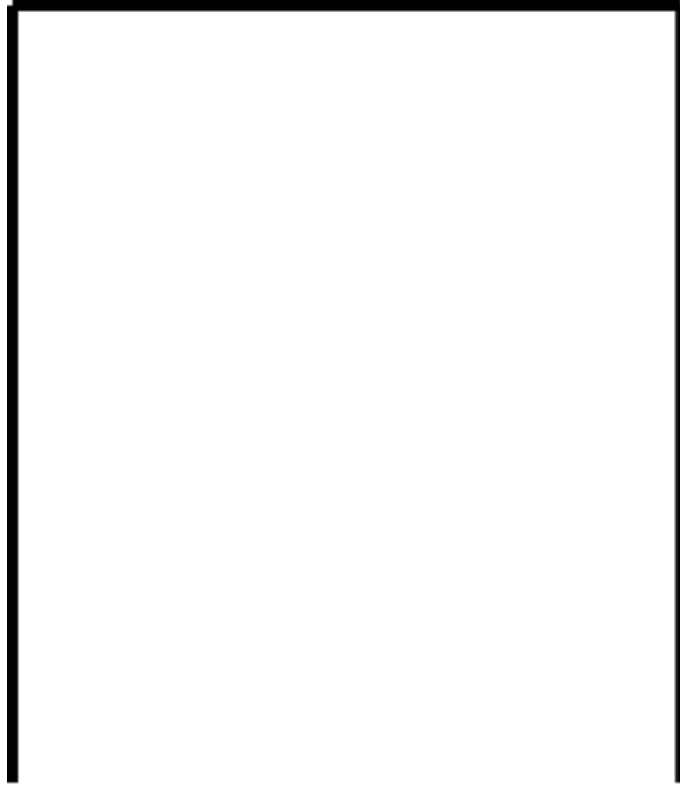
Document réponse 3/2 (vent sur long pan file G)

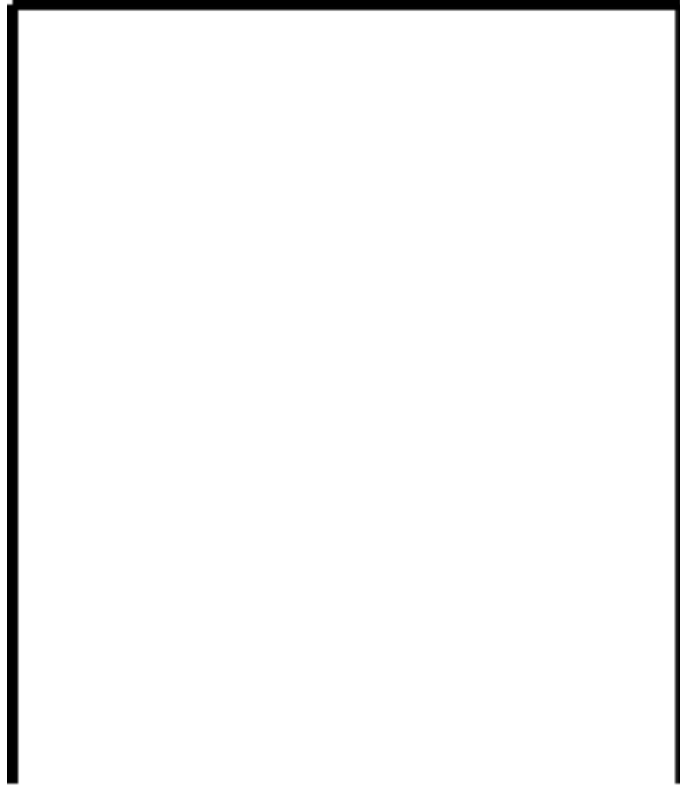
h		m
h_p		m
z_e		m
b		m
d		m
e		m
h_p/h		

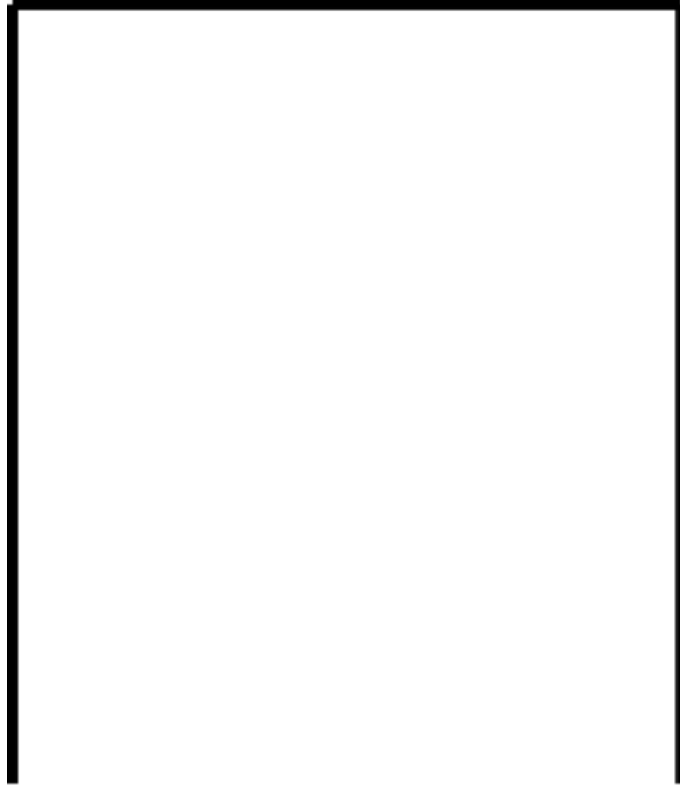


Document réponse 1/4 (données palée cadre)









Document réponse 1/5 (Vérification du poteau)

$$\begin{cases} \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Pl,Rd}} + k_{yy} \frac{M_{yEd}}{\chi_{LT} M_{Ply,Rd}} \leq 1 \\ \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Pl,Rd}} + k_{zz} \frac{M_{yEd}}{\chi_{LT} M_{Ply,Rd}} \leq 1 \end{cases}$$

Caractéristiques communes	
E Mpa =	
f_y Mpa =	
$\gamma_{m1}=1$	
Profilé	
$\frac{h}{b}$ =	
t_f mm =	
A mm ² =	
N_{Ed} KN =	
$N_{Pl} = \frac{A f_y}{\gamma_{m1}}$ KN =	
Effort normal	
Caractéristiques suivant l'axe y	
I_y mm ⁴ =	
L_{cry} mm =	
$N_{cry} = \pi^2 \frac{E I_y}{L_{cry}^2}$ KN =	
$\bar{\lambda}_y = \sqrt{\frac{A f_y}{N_{cry}}}$	
$\alpha_y =$	
$\chi_y =$	
$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Pl,Rd}} =$	
Moment fléchissant / y	
M_{yEd} mKN =	
$k_{yy} = 1.001$	
$k_{zy} = 0.489$	
W_{ply} mm ³ =	
$M_{Ply,Rd} = \frac{W_{ply} f_y}{\gamma_{m1}}$ mKN =	
M_{cr} mKN = 1 731	
$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{ply} f_y}{M_{cr}}}$	
$\alpha_{LT} =$	
$\chi_{LT} =$	
$\frac{M_{yEd}}{\chi_{LT} M_{Ply,Rd}} =$	
Vérification	
$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Pl,Rd}} + k_{yy} \frac{M_{yEd}}{\chi_{LT} M_{Ply,Rd}} =$	
$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Pl,Rd}} + k_{zz} \frac{M_{yEd}}{\chi_{LT} M_{Ply,Rd}} =$	

Caractéristiques suivant l'axe z
I_z mm ⁴ =
L_{crz} mm =
$N_{crz} = \pi^2 \frac{E I_z}{L_{crz}^2}$ KN =
$\bar{\lambda}_z = \sqrt{\frac{A f_y}{N_{crz}}}$
$\alpha_z =$
$\chi_z =$
$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Pl,Rd}} =$