

I. Caractéristiques du candélabre et équipements :

1. Mât :

Hauteur hors sol	10 m
Poids total du mât	124 Kg
Ø base	200 mm
Ø tête	60 mm
Epaisseur tôle	4 mm
Matériaux	S 235 JR avec $\rho=7850 \text{ Kg/m}^3$
Forme	cylindro-conique

2. Equipements :

	Surface / volume	Poids
Crosse	$S = 0,054\text{m}^2$	12 Kg
Luminaire	$S = 0,08\text{m}^2$	12 Kg
Semelle	$V=1,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$	12 g

3. Lieu de pose :

Le cahier des prescriptions communes applicables au calcul des surcharges dues au vent montre que le lieu de pose est située en région II donc la vitesse du vent est de :

Zone	Vitesse du vent
2	149 km/h ou 41,40m/s

II. La pression dynamique :

1. La pression dynamique de base extrême q :

$$q = V^2 / 16,3 = (41,40)^2 / 16,3 = \underline{105,15 \text{ daN/m}^2}$$

2. La pression dynamique Q :

2.1. Effet de la hauteur au-dessus du sol :

$$K_h = 2,5 \times (H + 18) / (H + 60)$$

Hauteur	K_h
0 à 2m	0,806
2 à 4m	0,859
4 à 6m	0,909
6 à 8m	0,956
8 à 10m	1

2.2. Effet de site :

En région II Normal et en site exposé, nous avons :

$$K_s = 1,30$$

2.3. Effet de masque :

Les mâts ne sont pas masqués d'où

$$K_m = 1$$

2.4. Effet des dimensions :

Le mât doit être affecté d'un coefficient de réduction en fonction de la plus grande dimension de la surface offerte au vent : Nous avons pour $H = 10m$

$$\delta = 0,83$$

2.5. Action dynamique exercée par le vent :

Cas des surcharges normales, Le coefficient de majoration est donné par :

$$\beta = \theta (1 + \xi \times \zeta)$$

Dans lequel : ξ est le coefficient de réponse fonction de ζ

ζ est le coefficient de pulsation fonction de H

θ est le coefficient global

a. le coefficient global θ :

Le mât à une forme cylindrconique régulière d'où

$$\theta = 0,70$$

b. coefficient de réponse ξ :

Il est donné en fonction de la période d'oscillation T

$$T = (2\pi H^2 \div \Omega) \times [P \div (9,81 \times E \times I)]^{1/2}$$

Ω étant déterminé sur l'abaque en fonction des rapports : $\lambda = e_s / e$ et $\mu = d_s / d$

$$\left\{ \begin{array}{l} \lambda = e_s / e = 4 / 4 = 1 \\ \mu = d_s / d = 60 / 200 = 0,30 \end{array} \right. \longrightarrow \Omega^2 / 10 = 1,625 \text{ d'où } \underline{\Omega = 4,03}$$

P est le poids par unité de hauteur au niveau de la section de base.

Il est donné par la relation

$$P = \pi \times D \times e \times \rho$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho : \text{densité de l'acier} = 7,85 \cdot 10^3 \text{ Kg/m}^3 \\ e : \text{épaisseur de la base} = 4 \cdot 10^{-3} \\ D : \text{diamètre à la base} = 0,20 \text{ m} \end{array} \right.$$

$$P = 19,73 \text{ Kg / m}$$

Le moment d'inertie est donné par $I = \pi \times R^3 \times e \Rightarrow I = \pi \times 0,1^3 \times 4 \cdot 10^{-3}$

$$I = 1,257 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$$

Finalement $T = (2\pi \times 10^2) [19,73 \div (9,81 \times 210000 \cdot 10^5 \times 1,257 \cdot 10^{-5})]^{1/2}$

D'où $T = 0,43\text{s}$

$$\xi = 0,7$$

a. Coefficient de pulsation :

A 10m

$$\zeta = 0,36$$

b. Coefficient de majoration :

Valeurs de ζ et $\beta = \theta \times (1 + \xi \times \zeta)$

Hauteur	ζ	β
0 à 2m	0,36	0,876
2 à 4m	0,36	0,876
4 à 6m	0,36	0,876
6 à 8m	0,36	0,876
8 à 10m	0,36	0,876

c. Coefficient de traînée CT :

$$CT = \gamma CT^\circ \text{ et } CT^\circ = 0,55$$

Le mât est en contact avec le sol

$$\lambda = H / D = 10 / 0,2 = 50$$

Alors

$$\gamma = 1,3$$

$$CT = \gamma CT^\circ = 1,3 \times 0,55 = 0,715$$

$$CT = 0,715$$

2.6. la pression dynamique de base:

$$Q = q \times Kh \times Ks \times Km \times \delta \times \beta \times CT \text{ (Kg/ m}^2\text{)}$$

Hauteur	$q(\text{daN/m}^2)$	Kh	Ks	Km	δ	β	CT	$Q(\text{Kg/m})$
0 à 2m	105,15	0,81	1,30	1,00	0,83	0,88	0,72	57,28
2 à 4m	105,15	0,86	1,30	1,00	0,83	0,88	0,72	61,04
4 à 6m	105,15	0,91	1,30	1,00	0,83	0,88	0,72	64,60

6 à 8m	105,15	0,96	1,30	1,00	0,83	0,88	0,72	67,94
8 à 10m	105,15	1,00	1,30	1,00	0,83	0,88	0,72	71,06

III. Calcul de l'effort tranchant et moment fléchissant :

$M_f = T \times [(H + \Delta H) \div 2]$ où T est l'effort tranchant $T = Q \times S$

1. Effort tranchant et moment fléchissant du mât seul :

1.1. Effort tranchant du mât seul :

a. Calcul de la surface attaquée par le vent :

La conicité du mât est $C = (D - d) \div H = (200 - 60) \div 10 = 14 \text{ ‰}$

Hauteur (m)	Diamètre (mm)	Surface (m ²)
0	200	
2	172	0,372
4	144	0,316
6	116	0,260
8	88	0,204
10	60	0,148

Effort tranchant du au mât seul :

Hauteur	Q	S	T
0 à 2m	57,28	0,372	21,31
2 à 4m	61,04	0,316	19,29
4 à 6m	64,60	0,260	16,79
6 à 8m	67,94	0,204	13,86
8 à 10m	71,06	0,148	10,52

Effort T =81,77 daN

1.1. Moment fléchissant du mât seul :

Hauteur	T	(H + ΔH)/2	Mf
0 à 2m	21,31	1,00	21,31
2 à 4m	19,29	3,00	57,87
4 à 6m	16,79	5,00	83,97
6 à 8m	13,86	7,00	97,01
8 à 10m	10,52	9,00	94,66

$$\underline{Mf = 354,82 \text{ daN.m}}$$

2. Effort tranchant et moment fléchissant dus à la crosse :

La surface de la crosse est $Sc = 0,054\text{m}^2$

$$Tc = 0,054 \times 71,06 = 3,837 \text{ daN}$$

$$\underline{Tc = 3,837 \text{ daN}}$$

Moment fléchissant dû à la crosse :

$$Mfc = 3,837 \times 10 = 38,37 \text{ Kg.m}$$

$$\underline{Mfc = 38,37 \text{ daN.m}}$$

2. Effort tranchant et moment fléchissant dus au luminaire :

La surface du luminaire est $SCx = 0,08\text{m}^2$

$$TL = 71,06 \times 0,08 = 5,685 \text{ daN}$$

$$\underline{TL = 5,685 \text{ daN}}$$

Moment fléchissant dû au luminaire :

$$MfL = 5,685 \times 10 = 56,85 \text{ daN.m}$$

$$\underline{MfL = 24,50 \text{ daN.m}}$$

3. Effort tranchant et moment fléchissant dus aux mât + crosse + luminaire :

	Effort tranchant (daN)	Moment fléchissant (daN.m)
Mât	81,77	354,82
Crosse	3,837	38,37
Luminaire	5,685	24,50
Ensemble	91,292	450,04

$$T = 5,685 + 81,77 + 3,837 = 91,292 \text{ daN}$$

$$\underline{Et = 91,292 \text{ daN}}$$

$$Mf = 354,82 + 56,85 + 38,37 = 450,04 \text{ daN.m}$$

$$\underline{Mf = 450,04 \text{ daN.m}}$$

IV. Calcul de la contrainte à la base du mât :

1. La contrainte à la base du mât :

$$\sigma = N / 2\pi Re + Mf / 2\pi R^2e$$

Avec N est le poids total du mât + luminaire + crosse + semelle

$$\underline{N = 160 \text{ Kg}}$$

$$\sigma = [160 / (2\pi \times 0,1 \times 0,004)] + [450,04 / (\pi \times 0,1^2 \times 0,004)]$$

$$\sigma = 3\,644\,966,5 \text{ daN} / \text{m}^2$$

$$\underline{\sigma = 3,65 \text{ daN} / \text{mm}^2}$$

2. La validation :

Tôle utilisée S 235 - Résistance à la flexion = 23,5 Kg / mm²

Donc on n'a pas dépassé la contrainte limite de flexion puisque :

$$\sigma = 3,65 \text{ daN} / \text{mm}^2 \lll 23,5 \text{ Kg} / \text{mm}^2$$