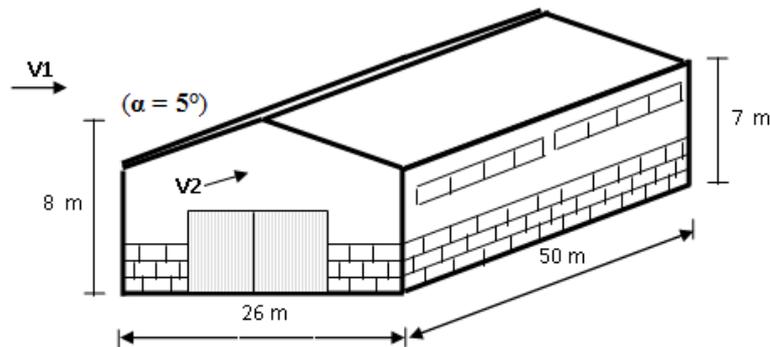


Faculté du Génie de la Construction
Département de Génie Civil
S1 M1 Professionnel (Option CM)
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou

EXEMPLE DE VERIFICATION AUX INSTABILITES DUES AU VENT



Pour les directions du vent V1 et V2 :

Calculer les quantités suivantes :

- 1- La pression aérodynamique du vent $W(z)$ pour les parois D,E et la toiture.
- 2- L'action d'ensemble.
- 3- Le moment de renversement M_r et le moment stabilisant M_s

Données :

$$q_{ref} = 50.0 \text{ daN} / \text{m}^2 \quad ; \quad C_d = 1.0 \quad ; \quad C_{ex} = 1.65 \quad ; \quad C_{fr} = 0.04 \quad ; \quad e = \min(b; 2h)$$

Parois verticales : (direction du vent V1 et V2)

Coefficients de pressions extérieures C_{pe} :

Parois D « au vent » $C_{pe} = + 0.8$

Parois E « sous le vent » $C_{pe} = - 0.3$

Coefficients de pressions intérieures C_{pi} :

$C_{pi} = + 0.2$

Versants de toitures :

Direction V1 :

Zone F : $C_e = -1.7$; Zone G : $C_e = -1.2$; Zone H : $C_e = -0.6$;

Zone I : $C_e = -0.6$; Zone J : $C_e = -0.6$

Direction V2 :

Zone F : $C_e = -1.6$; Zone G : $C_e = -1.3$; Zone H : $C_e = -0.7$; Zone I : $C_e = -0.6$

Poids propre approximatif de la construction : $W = 90 \text{ daN} / \text{m}^2$

$$F_{fr} = \sum q_p(z) \times C_{fr} \times A_{fr} \quad ; \quad F_w = \sum W(z) \times A_{ref} \quad ; \quad q_p(z) = q_{ref} \times C_{ex}$$

Solution :

1. Calcul de la pression aérodynamique du vent :

La pression aérodynamique du vent $W(z)$ est donnée par la formule suivante :

$$W(z) = q_p(z) \times (C_{pe} - C_{pi}) \quad [daN / m^2]$$

$q_p(z) = q_{ref} \times C_{ex}$ est la pression dynamique de pointe.

Direction du vent V1 :

• Parois verticales

Les résultats sont donnés dans le tableau 1 ci-après.

Tableau 1 : Pressions sur les parois verticales - Direction du vent V1

Zone	q_{ref} (daN / m ²)	C_{ex}	$q_p(z)$ (daN / m ²)	C_{pe}	C_{pi}	$C_{pe} - C_{pi}$	$W(z)$ (daN / m ²)
D	50.0	1.65	82.5	+0.8	+0.2	+0.6	+49.5
A	50.0	1.65	82.5	-1.0	+0.2	-1.2	-99.0
B	50.0	1.65	82.5	-0.8	+0.2	-1.0	-82.5
C	50.0	1.65	82.5	-0.5	+0.2	-0.7	-57.75
E	50.0	1.65	82.5	-0.3	+0.2	-0.5	-41.25

• Versants de toiture :

Les résultats sont donnés dans le tableau 2 ci-après.

Tableau 2 : Pressions sur la toiture - Direction du vent V1

Zone	q_{ref} (daN / m ²)	C_{ex}	$q_p(z)$ (daN / m ²)	C_{pe}	C_{pi}	$C_{pe} - C_{pi}$	$W(z)$ (daN / m ²)
F	50.0	1.65	82.5	-1.7	+0.2	-1.9	-156.75
G	50.0	1.65	82.5	-1.2	+0.2	-1.4	-115.5
H	50.0	1.65	82.5	-0.6	+0.2	-0.8	-66.0
I	50.0	1.65	82.5	-0.6	+0.2	-0.8	-66.0
J	50.0	1.65	82.5	-0.6	+0.2	-0.8	-66.0

2. Calcul de l'action d'ensemble :

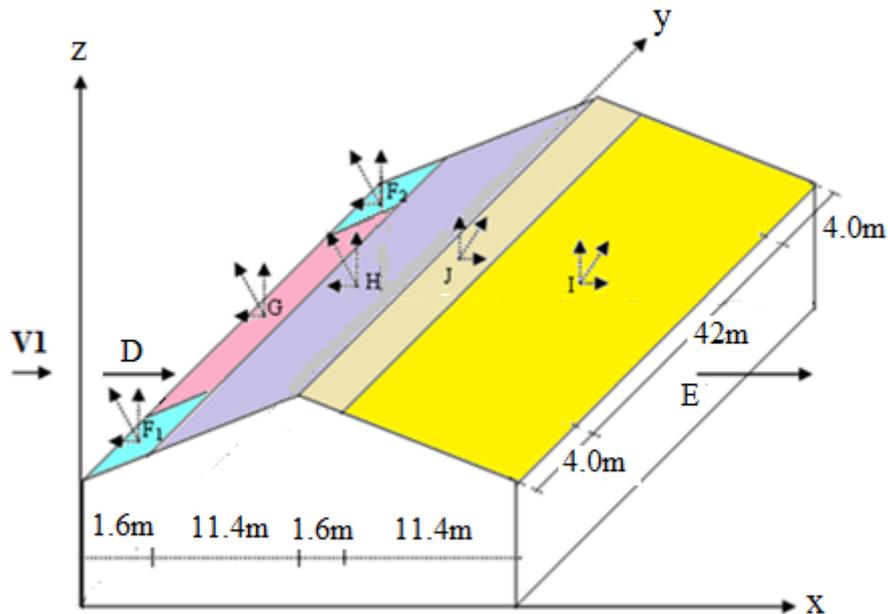
$$F_w = C_d \sum W(z) \times A_{ref} + \sum F_{fr}$$

C_d : est le coefficient dynamique ; une valeur conservatrice de $C_d = 1$ peut être considérée dans les cas des bâtiments dont la hauteur est inférieure à 15 m; (RNV2013 – Chapitre 3, § 3.1).

EXEMPLE DE VERIFICATION AUX INSTABILITES DUES AU VENT

A_{ref} : est l'aire de référence de la surface élémentaire.

$$F_w = \sum W(z) \times A_{ref} + \sum F_{fr}$$



$$e = \min (b ; 2h) = \min (50 ; 2 \times 8) = 16m$$

$$e/4 = 16/4 = 4.0m$$

$$e/10 = 16/10 = 1.6 m$$

Composante horizontale :

$$F_{wx} = W(z) \times \sin \alpha \times A_{ref} = W(z) \times \sin \alpha \times e/4 \times \frac{e/10}{\cos \alpha} = W(z) \times e/4 \times e/10 \tan \alpha$$

Composante verticale :

$$F_{wz} = W(z) \times \cos \alpha \times A_{ref} = W(z) \times \cos \alpha \times e/4 \times \frac{e/10}{\cos \alpha} = W(z) \times e/4 \times e/10$$

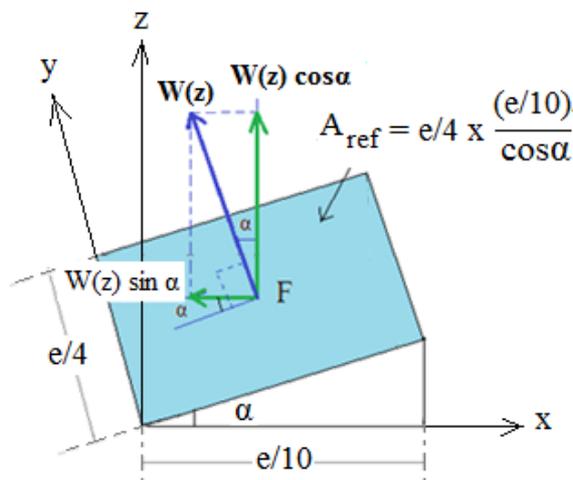
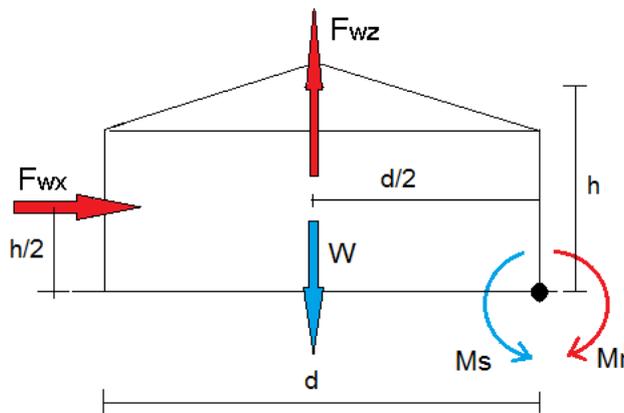


Tableau 3 : Composantes horizontale et verticale de l'action du vent.

Zone	Composante Horizontale (daN)	Composante verticale (daN)
D	$49.5 \times 7 \times 50 = 17325 \rightarrow$	0
E	$41.25 \times 7 \times 50 = 14437.5 \rightarrow$	0
F ₁	$156.75 \times 4.0 \times 1.6 \text{tg} 5 = 87.76 \leftarrow$	$156.75 \times 4.0 \times 1.6 = 1003.2 \uparrow$
F ₂	$156.75 \times 4.0 \times 1.6 \text{tg} 5 = 87.76 \leftarrow$	$156.75 \times 4.0 \times 1.6 = 1003.2 \uparrow$
G	$115.5 \times 42 \times 1.6 \text{tg} 5 = 679.1 \leftarrow$	$115.5 \times 42.0 \times 1.6 = 7761.6 \uparrow$
H	$66.0 \times 50 \times 11.4 \text{tg} 5 = 3291.32 \leftarrow$	$66.0 \times 50 \times 11.4 = 37620 \uparrow$
I	$66.0 \times 50 \times 11.4 \text{tg} 5 = 3291.32 \rightarrow$	$66.0 \times 50 \times 11.4 = 37620 \uparrow$
J	$66.0 \times 50 \times 1.6 \text{tg} 5 = 461.94 \rightarrow$	$66.0 \times 50 \times 1.6 = 5280 \uparrow$
Total	$F_{wx} = 31369.82 \rightarrow$	$F_{wz} = 90288.0 \uparrow$

Remarque :

Pour simplifier les calculs on suppose que les points d'applications des composantes horizontales et verticales comme indiquées sur la figure ci-dessous.



Calcul du moment de renversement :

$$M_r \approx F_{wx} \times h / 2 + F_{wz} \times d / 2$$

$$M_r = 31369.82 \times 4.0 + 90288.0 \times 13.0 = 1299223.28 \text{ daN.m} \approx 12992.23 \text{ kN.m}$$

Calcul du moment stabilisant :

$$M_s = W \times 12.0$$

avec :

$W = 90 \text{ daN} / \text{m}^2$: Poids approximatif par m^2 de la surface en plan du bâtiment.

$$W = 90 \times 26 \times 50 = 140400.0 \text{ daN} = 1404.0 \text{ kN}$$

$$M_s = 1404.0 \times 13.0 = 18252.0 \text{ kNm}$$

$M_r < M_s$ La stabilité au vent dans le sens transversal est vérifiée.

Direction du vent V2 :

$$W(z) = q_p(z) \times (C_{pe} - C_{pi}) \quad [daN / m^2]$$

$$q_p(z) = q_{ref} \times C_{ex}$$

Tableau 4 : Pressions sur les parois verticales - Direction du vent V2

Zone	q_{ref} (daN / m ²)	C_{ex}	$q_p(z)$ (daN / m ²)	C_{pe}	C_{pi}	$C_{pe} - C_{pi}$	$W(z)$ (daN / m ²)
D	50.0	1.65	82.5	+0.8	+0.2	+0.6	+49.5
A	50.0	1.65	82.5	-1.0	+0.2	-1.2	-99.0
B	50.0	1.65	82.5	-0.8	+0.2	-1.0	-82.5
C	50.0	1.65	82.5	-0.5	+0.2	-0.7	-57.75
E	50.0	1.65	82.5	-0.3	+0.2	-0.5	-41.25

• **Versants de toiture**

Les résultats sont donnés dans le tableau ci-après.

Tableau 5 : Pressions sur la toiture - Direction du vent V2.

Zone	q_{ref} (daN / m ²)	C_{ex}	$q_p(z)$ (daN / m ²)	C_{pe}	C_{pi}	$C_{pe} - C_{pi}$	$W(z)$ (daN / m ²)
F	50.0	1.65	82.5	-1.6	+0.2	-1.8	-148.5
G	50.0	1.65	82.5	-1.3	+0.2	-1.5	-123.75
H	50.0	1.65	82.5	-0.7	+0.2	-0.9	-74.25
I	50.0	1.65	82.5	-0.6	+0.2	-0.8	-66.0

2- Calcul de la force de frottement F_{fr} :

$$F_{fr} = q_p(z) \times c_{fr} \times A_{fr}$$

où :

$q_p(z)$: (en daN/m²) est la pression dynamique de pointe à la hauteur z considérée.

A_{fr} : (en m²) est l'aire de l'élément de surface balayé par le vent.

c_{fr} : est le coefficient de frottement pour l'élément de surface considérée.

EXEMPLE DE VERIFICATION AUX INSTABILITES DUES AU VENT

La force de frottements est négligeables si : $S_2 + S_1 \leq 4 S_3$

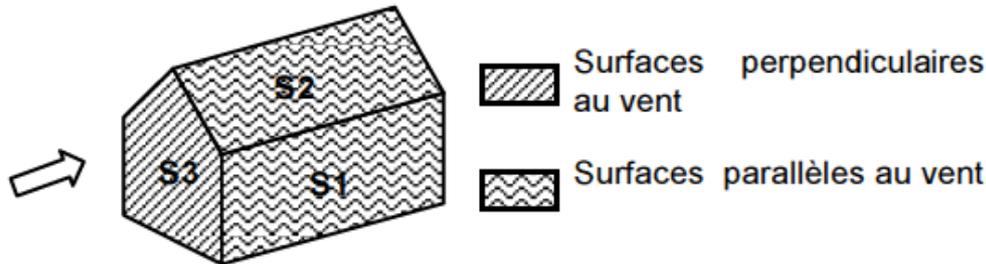
Σ Aire totale des surface // au vent $\leq 4 \Sigma$ Aire totale des surfaces \perp au vent

$$S_1 + S_2 = 50 \times 7 + 13 / \cos 5 \times 50 = 1002.48 \text{ m}^2$$

$$S_3 = 26 \times 7 + (26 \times 13 \text{tg} 5) / 2 = 196.78 \text{ m}^2$$

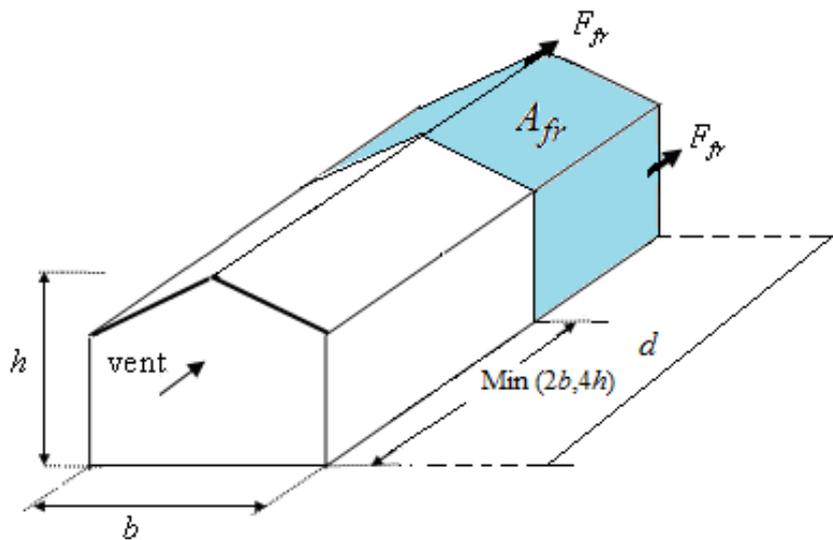
$$4S_3 = 4 \times 196.78 = 787.12 \text{ m}^2$$

$S_1 + S_2 > 4 S_3 \rightarrow$ Force de frottement n'est pas négligeable



Calcul de l'air de frottement A_{fr} :

$$\text{Min}(2b, 4h) = \text{Min}(2 \times 26, 4 \times 8) = 32 \text{ m}$$



$$A_{fr} = [(26 / \cos 5^\circ) + (7 \times 2)] \times (50 - 32) = 721.78 \text{ m}^2$$

On prendra le cas d'un bardage en toiture et au niveau des parois verticales dont les ondulations sont perpendiculaires à la direction du vent ($c_{fr} = 0.04$).

$$F_{fr} = 82.5 \times 0.04 \times 721.78 = 2381.87 \text{ daN}$$

3- Action d'ensemble :

$$F_w = \sum W(z) \times A_{ref} + \sum F_{fr}$$

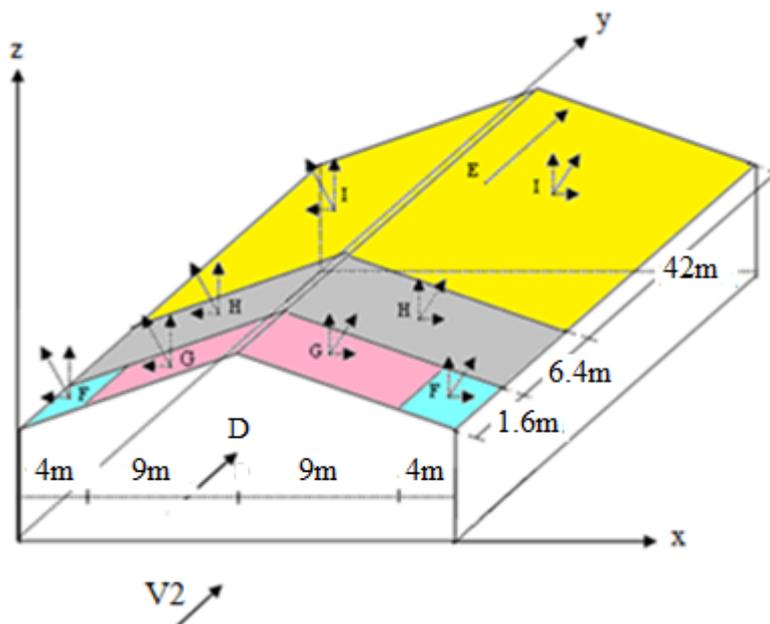


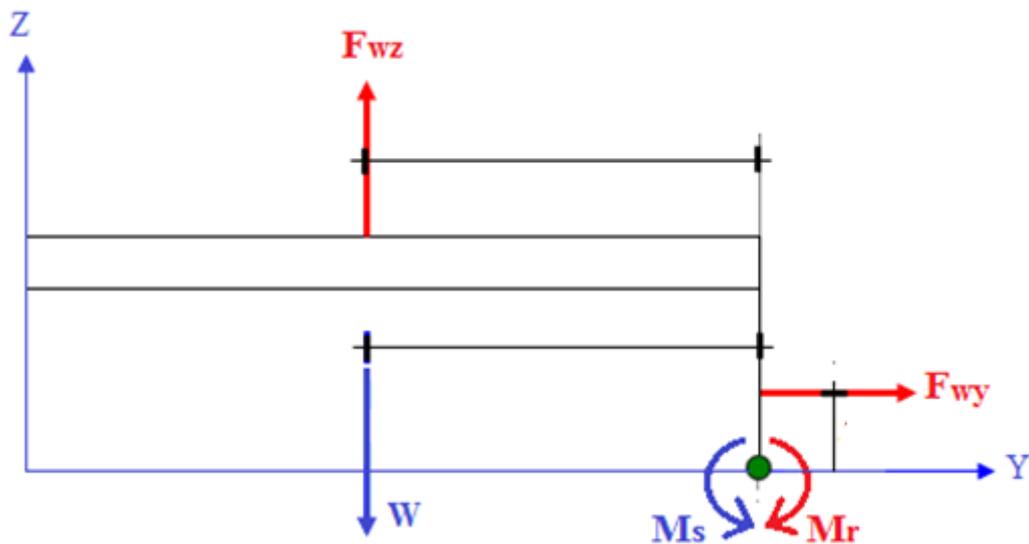
Tableau 6 : Composantes horizontale et verticale de l'action du vent.

Zone	Composante Horizontale (daN)	Composante verticale (daN)
D	$49.5 \times [26 \times 7 + 26 \times 13 \text{tg} 5/2] = 9740.88 \rightarrow$	0
E	$41.25 \times [26 \times 7 + 26 \times 13 \text{tg} 5/2] = 8117.4 \rightarrow$	0
F ₁	0	$148.5 \times 4.0 \times 1.6 = 950.4 \uparrow$
F ₂	0	$148.5 \times 4.0 \times 1.6 = 950.4 \uparrow$
G	0	$123.75 \times 18 \times 1.6 = 3564.0 \uparrow$
H	0	$74.25 \times 26 \times 6.4 = 12355.2 \uparrow$
I	0	$66 \times 26 \times 42 = 72072.0 \uparrow$
F _{fr}	$2381.87 \rightarrow$	0
	F_{wy} = 20240.15 →	F_{wz} = 89892.0 ↑

Remarque :

Pour simplifier les calculs on suppose que les points d'applications des composantes horizontales et verticales comme indiquées sur la figure ci-dessous.

Stabilité longitudinale :



Calcul du moment de renversement :

$$M_r = F_{wy} \times h / 2 + F_{wz} \times d / 2 \quad \text{avec : } h \text{ (Hauteur totale).}$$

$$M_r = 20240.15 \times 8 / 2 + 89892 \times 25 = 2328260.6 \text{ daNm} \approx 23282.6 \text{ kNm}$$

Calcul du moment stabilisant :

$$M_s = W \times d / 2$$

avec :

$W = 90 \text{ daN} / \text{m}^2$: Poids approximatif par m^2 de la surface en plan du bâtiment.

$$W = 90 \times 50 \times 26 = 117000 \text{ daN} = 1170.0 \text{ kN}$$

$$M_s = 1170.0 \times 25 = 29250.0 \text{ kNm}$$

$M_r < M_s$ La stabilité au vent dans le sens longitudinal est vérifiée.