

TP Projet Construction métallique (Chapitre 2)

Année 2022/2023



Dr. TABET-DERRAZ Moulay Idriss

Département de génie civil

Faculté de Technologie

Université de Tlemcen

Table des matières



I - Chapitre 2 : Évaluation des charges et surcharges	3
1. Introduction	3
2. Charges permanentes	3
3. Charges d'exploitation	3
4. Charges de la neige	4
4.1. Calcul de la charge de neige sur le sol (S_k)	4
4.2. Coefficient de forme (μ)	4
5. Surcharge du vent	5
5.1. Coefficient dynamique (C_d)	6
5.2. Pression dynamique (Q_{dyn})	6
5.3. Coefficient de pression extérieure C_{pe}	9
5.4. Coefficient de pression intérieure C_{pi}	12
Bibliographie	14

Chapitre 2 : Évaluation des charges et surcharges

I

1. Introduction

Dans ce chapitre les différentes charges agissantes sur un hangar métallique sont exposées, elles se résument dans l'action des charges **permanentes** et **d'exploitation**, les actions **climatiques** et **accidentelles**, ces dernières ont une grande influence sur la stabilité de l'ouvrage pour cela, il faut examiner obligatoirement la forme et la grandeur des charges et des actions suivantes :

- Poids propres (éléments porteurs et secondaires)
- Charges utiles dans le bâtiment (charges d'exploitations)
- Actions climatiques et indirectes (neige, vent)
- Actions accidentelles (les séismes, chocs ...)

2. Charges permanentes

Ce terme désigne le **poids propre** de tous les éléments permanents constituant l'ouvrage fini, et qui **ne varient pas dans le temps**. Il s'agit du **poids propre de l'ossature** elle-même (c-à-d tout les éléments qui compose la structure), ainsi tous les éléments constitutants tels que : la couverture, le bardage, les revêtements et autre. Elles sont données dans les documents techniques réglementaires (**DTR BC 2.2 charges permanentes et charges d'exploitation**^{10[p.14]}). par exemple pour le cas du bardage en panneau sandwich LL35, le poids propre est égale à $G=0.109 \text{ kN/m}^2$.

3. Charges d'exploitation

Les surcharges d'exploitation sont déterminées suivant le document technique réglementaire charges et surcharges d'exploitations (D.T.R-B.C-2.2^{10[p.14]}). Pour la toiture sans accès autre que le nettoyage et l'entretien nécessaire, les **surcharges d'entretien** sont prisent comme deux charges ponctuelles de 1 kN au 1/3 et 2/3 de la portée de la panne sur la toiture (voir la **Figure 2.1**).

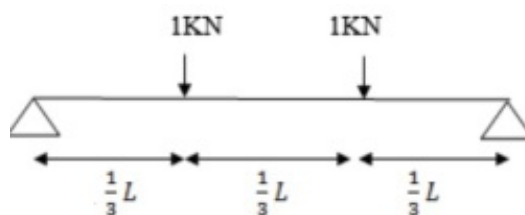


Figure 2.1 : Cas de charges ponctuelles des pannes

4. Charges de la neige

le règlement algérien « Règlement Neige et Vent » –RNV– version 2013^{9[p.14]} définit les valeurs représentative de la charge statique de neige sur toute surface situé au-dessus du sol est soumise à l'accumulation de la neige et notamment sur les toitures il s'applique à l'ensemble des constructions en Algérie situé à une altitude inférieure à 2000 mètres au-delà de 2000 mètres le marché doit préciser la valeur de la charge de la neige à prendre en compte.

La charge caractéristique de neige « **S** » par unité de surface en projection **horizontale de toitures** ou de toute autre surface soumise à l'accumulation de la neige s'obtient par la formule suivante :

$$S = \mu S_k$$

Avec :

S_k: est la charge de neige sur le sol, donnée au paragraphe 4 (RNV 2013^{9[p.14]}), en fonction de l'altitude et la zone de neige.

μ : est un coefficient d'ajustement des charges, en fonction de la forme de la toiture, appelé coefficient de forme (RNV 2013^{9[p.14]} 0138^{1[p.14]})

4.1. Calcul de la charge de neige sur le sol (S_k)

la charge de la neige sur le sol « **S_k** » par unité de surface et en fonction de la **localisation géographique** et de l'altitude du lieu considéré la valeur est déterminé par les lois de variation suivantes en fonction de l'altitude du point considéré

Pour la ZONE A :

$$S_k = \frac{0.07 H + 15}{100}$$

Pour la ZONE B :

$$S_k = \frac{0.04 H + 10}{100}$$

Pour la ZONE C :

$$S_k = \frac{0.0325 H}{100}$$

Pour la ZONE D : Pas de neige car cela concerne le Sahara

4.2. Coefficient de forme (μ)

les valeurs de **coefficient de forme** (μ) concerne **les toitures** de forme courante pour des formes particulières de toiture le cahier de charges doit **préciser** la valeur à prendre en compte pour le cas d'une toiture simple à **deux versants sans obstacle** de retenue comme illustré sur la **Figure 2.2**, il est recommandé par le règlement (RNV 2013^{9[p.14]} 0138^{1[p.14]}) de prendre la valeur du coefficient de forme en s'appuyant sur le **Tableau 2.1**

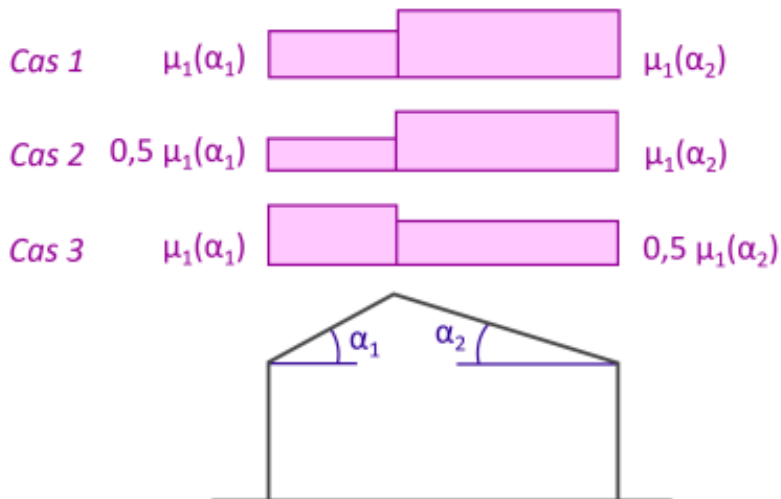


Figure 2.2 : La charge de la neige sur une toiture à deux versants

« α » angle du versant considéré	$0^\circ < \alpha < 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$60^\circ < \alpha$
Coefficient μ_1	0.8	$0.8(60-\alpha/30)$	0.0
Coefficient μ_2	$0.8+0.8(\alpha/30)$	1.6	-

Tableau 2.1 : Valeurs du coefficient de forme μ

5. Surcharge du vent

Les effets du vent sont étudiés conformément à la réglementation « Règlement neige et vent » - RNV-version 2013.^{9[p.14]} L'effet du vent sur une construction est assez prépondérant et à une grande influence sur la stabilité de l'ouvrage. Les actions du vent appliquées aux parois, dépendent de :

- La direction.
- L'intensité.
- La région.
- Le site d'implantation de la structure et leur environnement.
- La forme géométrique et les ouvertures de la structure.

L'effet du vent par unité de surface est donné par la formule suivante :

$$q_j = C_d \times Q_{dyn}(z_j) \times (C_{pe} - C_{pi})$$

Avec :

- Q_{dyn} : Pression dynamique du vent.
- C_d : Coefficient dynamique.
- C_{pe} : Coefficient de pression extérieure.
- C_{pi} : Coefficient de pression intérieure.
- Z_j : Hauteur de référence

5.1. Coefficient dynamique (Cd)

Le coefficient dynamique « C_d » tient compte des **effets de réduction** dus à l'imparfaite **corrélation** des pressions exercées sur les parois ainsi que des effets d'**amplification** dus à la partie de turbulence ayant une fréquence proche de la **fréquence fondamentale d'oscillation** de la structure. Le coefficient est déterminé à l'aide des abaques qui correspondent à des bâtiments ou cheminées de moins de 200 m de hauteur. Pour les valeurs intermédiaires, il y a lieu d'interpoler ou d'extrapoler linéairement.

C_d est donné en fonction de :

- b (en m) qui désigne la dimension horizontale perpendiculaire à la direction du vent prise à la base de la construction. b
- h (en m) qui désigne la hauteur totale de la construction.

5.2. Pression dynamique (Qdyn)

La pression dynamique Q_{dyn} qui s'exerce sur un élément de surface j est donnée par la formule suivante :

$$Q_{dyn} = q_{réf} \times C_e$$

Avec :

- $q_{réf}$: La pression dynamique de référence pour les constructions permanentes est donnée en fonction de la zone du vent, $q_{réf} = 375 \text{ N/m}^2$ car notre structure se trouve dans la Zone I
- C_e : Coefficient d'exposition au vent

5.2.1. Coefficient d'exposition du vent (C_e)

Le coefficient d'exposition du vent $C_e(z)$ tient compte des effets de la rugosité du terrain, de la topographie du site et de la hauteur au-dessus du sol. « C_e » est calculé selon la loi suivante :

$$C_e = C_t^2(z_j) \times C_r^2(z_j) \times [1 + 7 I_v(z_j)]$$

Avec :

C_t : Coefficient de topographie

C_r : Coefficient de rugosité.

I_v : Intensité de la turbulence.

Z_j : Hauteur de référence.

a) Coefficient de topographie C_t

Selon le règlement RNV-version 2013^[p.14], le coefficient de topographie « C_t » prend en compte l'**accroissement de la vitesse du vent** lorsque celui-ci souffle sur **des obstacles** tels que les collines, les dénivellations isolées, etc. Il est donné dans le **Tableau 2.2** ci-dessous en fonction de la nature du site.

Site	Ct
Site plat	1
Site aux alentours des vallées oued sans effet d'entonnoir	1
Site aux alentours des vallées avec effet d'entonnoir	1.3
Site aux alentours des plateaux	1.15
Site aux alentours des collines	1.15
Site montagneux	1.5

Tableau 2.2 : Valeurs du coefficient de topographie « Ct »

b) Coefficient de rugosité Cr (z)

Le coefficient de rugosité Cr(z) traduit l'influence de la rugosité et de la hauteur sur la vitesse moyenne du vent. Il est défini par la loi suivante :

$$C_r(z_e) = \begin{cases} K_T \times \ln\left(\frac{z_{min}}{z_0}\right) & \text{pour } z_e < z_{min} \\ K_T \times \ln\left(\frac{z_e}{z_0}\right) & \text{pour } z_{min} \leq z_e < 200 \text{ m} \end{cases}$$

Avec

- K_T : Facteur du terrain.
- Z₀ (m) : Paramètre de rugosité (en m).
- Z_{min}(m) : Hauteur minimale (en m).
- Z_e : hauteur considérée (en m).

Les valeurs de ces paramètres sont données en s'appuyant sur la catégorie du terrain (voir le **Tableau 2.3**) suivant pris du règlement RNV-version 2013

- C_t : Le coefficient de topographie
- Z_0 (m) : Paramètre de rugosité (en m).
- Z_{min} (m) : Hauteur minimale (en m).
- Z_e : hauteur considérée (en m).

5.2.2. Valeur de la pression dynamique de référence (q_{ref})

la pression dynamique de référence pour les constructions permanentes sont données par le **Tableau 2.4** ci-dessous en fonction de la zone du vent.

Zone	Pression dynamique « q_{ref} » (daN /m ²)
I	37.5
II	47
III	57.5

Tableau 2.4 : Valeurs de la pression dynamique

5.3. Coefficient de pression extérieure C_{pe}

Les coefficients de pressions extérieures « C_{pe} » des constructions à base rectangulaire et de leurs éléments constitutifs individuels dépendent **de la dimension de la surface chargée**. Pour des surfaces chargées de 10 m² et plus le coefficient C_{pe} est donné par les Tableaux ci-dessous :

5.3.1. Parois verticales :

La charge de la pression extérieure peut-être appliquer sur **3 sections ou sur 2 sections** des parois verticales selon les dimensions du hangar métallique comme présentée sur la **Figure 2.3**.

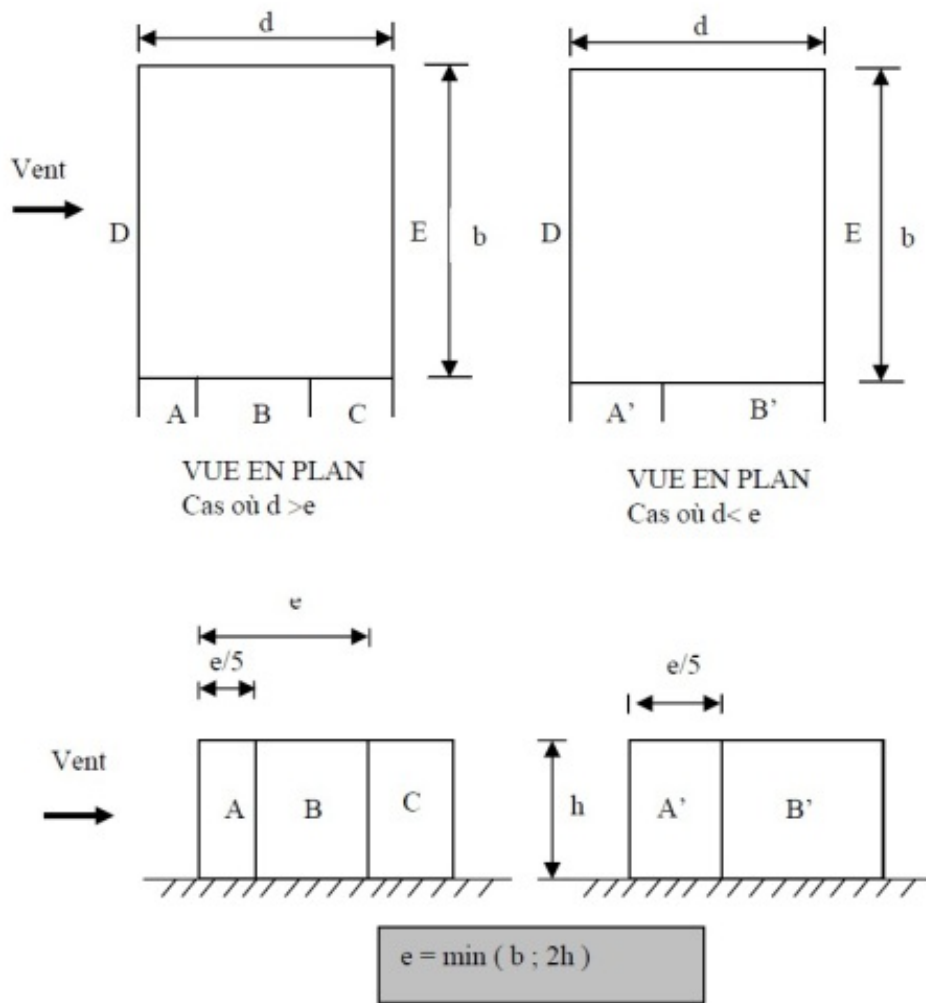


Figure 2.3 : Coefficients de pressions extérieures C_{pe} sur la paroi verticale

Les valeurs du coefficient de pression extérieure C_{pe} sur la paroi verticale sont présentés dans le **Tableau 2.5**

A, A'	B, B'	C	D	E
-1.0	-0.8	-0.5	+0.8	-0.3

Tableau 2.5 : Valeurs du coefficients de pressions extérieures C_{pe}

5.3.2. Toitures à deux versants :

La direction du vent est définie par un angle θ .

- $\theta = 0^\circ$ pour un vent dont la direction est perpendiculaire aux génératrices.
- $\theta = 90^\circ$ pour un vent dont la direction est parallèle aux génératrices.

Il convient de diviser la toiture comme indiquée sur la **Figure 2.4** ci-dessous.

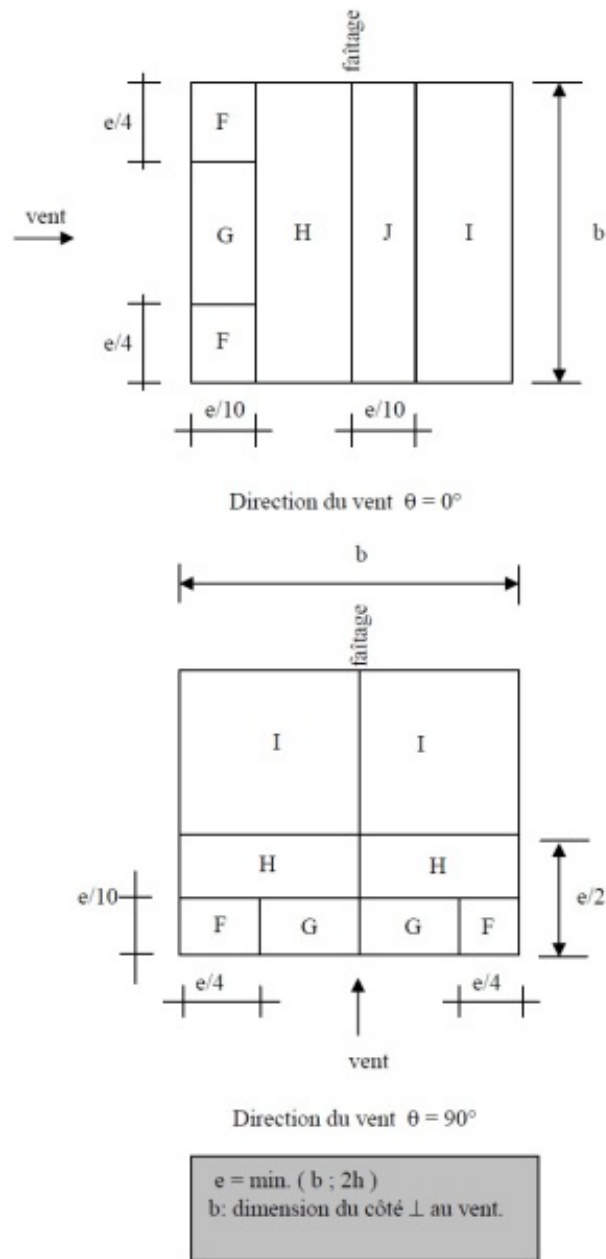


Figure 2.4 : Coefficients de pressions extérieures C_{pe} sur la toiture

Les coefficients de pressions extérieures pour la toiture sont donnés dans les **Tableau 2.6** et **Tableau 2.7** suivants :

Pente α	Zone pour vent de direction $\theta=0^\circ$				
	F	G	H	I	J
5°	-1.7	-1.2	-0.6	-0.3	-0.3
15°	-0.9	-0.8	-0.3	-0.4	-1.0
	+0.2	+0.2	+0.2		
30°	-0.5	-0.5	-0.2	-0.4	-0.5
	+0.7	+0.7	+0.4		
45°	+0.7	+0.7	+0.6	-0.2	-0.3
60°	+0.7	+0.7	+0.7	-0.2	-0.3
75°	+0.8	+0.8	+0.8	-0.2	-0.3

Tableau 2.6 : valeurs du coefficients de pressions extérieures C_{pe} de la toiture pour $\theta=0^\circ$

Pente α	Zone pour vent de direction $\theta=90^\circ$			
	F	G	H	I
5°	-1.6	-1.3	-0.7	-0.5
15°	-1.3	-1.3	-0.6	-0.5
30°	-1.1	-1.4	-0.8	-0.5
45°	-1.1	-1.4	+0.9	-0.5
60°	-1.1	-1.2	+0.8	-0.5
75°	-1.1	-1.2	+0.8	-0.5

Tableau 2.7 : valeurs du coefficients de pressions extérieures C_{pe} de la toiture pour $\theta=90^\circ$

5.4. Coefficient de pression intérieure C_{pi}

Le coefficient de pression intérieure « C_{pi} » prend en considération l'influence **des ouvertures** sur la charge du vent appliqué sur la structure, il est en fonction de l'**indice de perméabilité μ_p et du rapport h/d** (Hauteur /profondeur). Le principe de détermination de C_{pi} consiste à d'abord calculer l'indice de perméabilité μ_p par la formule ci-dessous et ensuite faire la projection sur la **Figure 2.5** pour trouver le coefficient de pression intérieure C_{pi} .

$$\mu_p = \frac{\Sigma \text{des surfaces des ouvertures sous } \leq \text{vent est parallèle au vent}}{\Sigma \text{des surfaces de toutes les ouvertures}}$$

Les ouvertures considérées ici sont les orifices de toutes natures débouchant sur l'extérieur et au travers desquelles l'air peut circuler. Pour une combinaison quelconque d'ouverture, les valeurs les plus défavorables doivent être prises en compte.

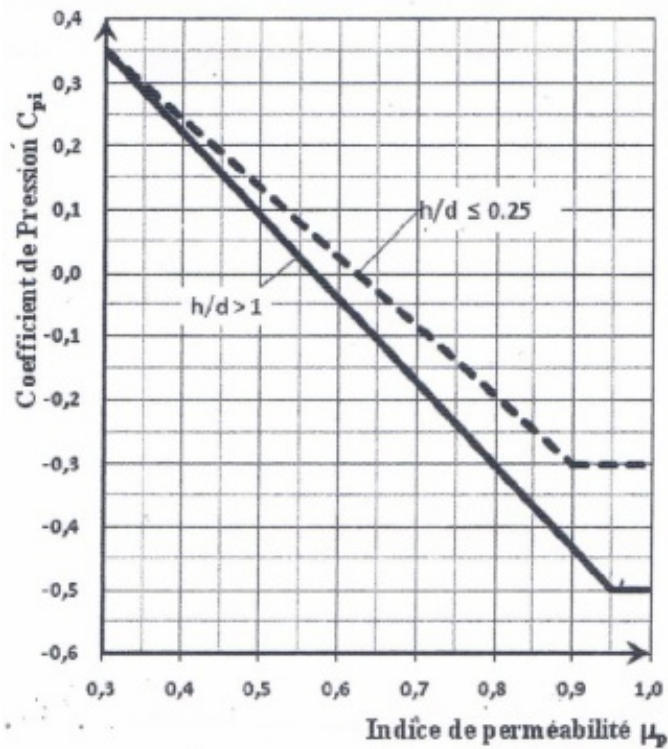


Figure 2.5 : Coefficient de pression intérieure C_{pi}

Remarque

- Dans le cas des bâtiments **sans cloisons intérieures** pour lesquels μ_p ne peut être déterminé (dossier technique incomplet par exemple), les valeurs extrêmes suivantes peuvent être utilisées : **$C_{pi} = +8.0$ et $C_{pi} = -0.5$**
- Dans le cas de bâtiments **avec cloisons intérieures**, les valeurs suivantes doivent être utilisées : **$C_{pi} = +8.0$ et $C_{pi} = -0.5$**
- Dans le cas d'une construction **étanche au vent** (dont les parois extérieures ne comporte aucune ouverture, et sont faites de matériaux ne laissant pas passer l'air, ni du fait des joints ni du fait de la porosité, par exemple ouvrage de stockage), on prendra **$C_{pi} = 0$** .

Bibliographie



[10]

CSTB. (2012). DTR B.C.2.2 : Document technique règlement des charges permanentes et surcharges d'exploitations.

[8]

Ministère de l'Habitat et de l'Urbanisme. (2003). RPA 99 version 2003 : Règlement parasismique Algérien version 2003.

[9]

Ministère de l'Habitat et de l'Urbanisme. (2013). RNV99 version 2013 : Règle définissant les efforts de la neige et du vent.