

CHAPITRE IV

EVALUATION DES CHARGES

Pour concevoir et calculer une structure il faut examiner obligatoirement la forme et la grandeur des charges et des actions suivantes :

- Poids propre (structure porteuse et élément non porteurs)
- Charges utiles dans le bâtiment (charges d'exploitations)
- Actions climatiques et indirectes (neige, vent et température)
- Actions accidentelles (les séismes, les explosions ...)

IV-1 Charge permanentes

Ce terme désigne le poids propre de tous les éléments permanents constituant l'ouvrage terminé. Il s'agit donc non seulement du poids de l'ossature mais aussi de tous les éléments du bâtiment (planchers, plafonds, cloisons, revêtements de sol, installations fixes).

IV-1-1 Plancher terrasse (inaccessible)

Gravillon de protection (ép.=3cm) 0,03*2000.....	60 daN/m ²
Etanchéité multicouche (ép.=2cm) 0,02*600.....	12 daN /m ²
Forme de pente (ép _{moy} =10cm) 0,1*2200.....	220 daN/m ²
Isolation thermique liège (4cm) 0,04*400.....	16 daN/m ²
Dalle en beton armé (ép _{moy} =8cm)	200 daN/m ²
TN40 (Tôle d'acier Nervurée)	10 daN/m ²
Faux plafond.....	10 daN/m ²

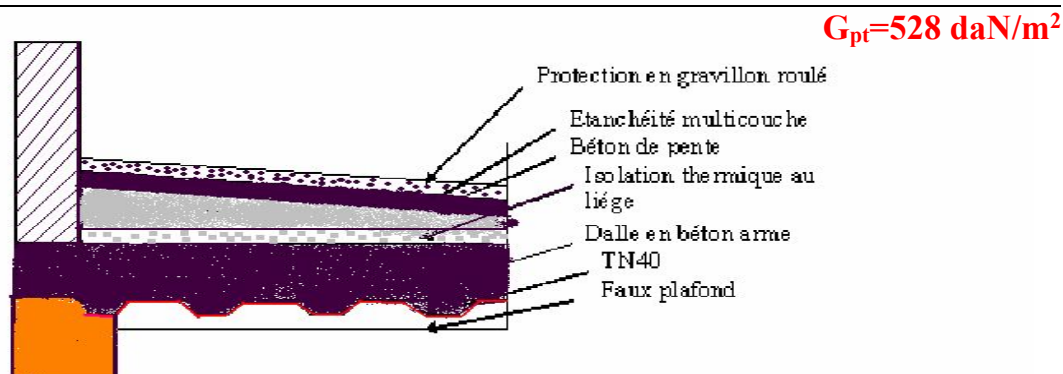


Figure IV-1 : Plancher terrasse inaccessible.

IV-1-2 Plancher courant

Cloison de séparation (ép.=10cm).....	75 daN/m ²
Carrelage (ép.=2cm) 0,02*2000	40 daN/m ²
Mortier de pose (ép.=2cm) 0,02*2000.....	40 daN/m ²
Lit de sable (ép. =2cm) 0,02*1800.....	36 daN/m ²
Dalle béton armé ep=8cm	200 daN/m ²
TN40 (Tôle d'acier Nervurée).....	10 daN/m ²
Faux plafond en plâtre.....	10 daN/m ²

G_{pc}=411 daN/m²

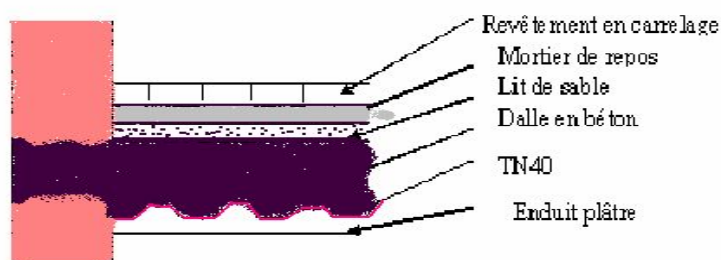


Figure IV-2 : Plancher étage courant

IV-1-3 Maçonnerie

L'habillage extérieur :

Verre flotté (e=1,5cm) 0,015*2500.....	37,5daN /m ²
--	-------------------------

Mur intérieur__

Brique (e=10cm) 0,1*900.....	90 daN/m ²
Revêtement intérieur (e=2cm) 0,02*200.....	40 daN/m ²

G=167,5 daN/m²

IV-1-4 Acrotère

Enduit ciment sur le deux faces.....	40 daN/m ²
Acrotère(e=10cm), (suite de cloisons)	90 daN/m ²

G_{acr}=130 daN/ml

IV-2 Charge variable

Les actions variables Q_i , dont l'intensité varie fréquemment et de façon importante dans le temps.

IV-2-1 Charge d'exploitations

Correspondent aux mobiliers et aux personnes qui habitent ou fréquentent l'immeuble.

Pour cela il y a des normes qui fixent les valeurs des charges en fonction de la destination de l'ouvrage et qui sont inscrits dans le règlement technique DTR (charges et surcharges).

Plancher terrasse inaccessible.....	100 daN/m ²
Plancher courant (les 4étages bureaux publique)..	250 daN/m ²
Escalier	250 daN/m ²

IV-2-2 Charges climatiques

IV-2-2-1 L'effet de vent

La surface terrestre est caractérisée par différents niveaux d'absorptions de l'énergie solaire ainsi que le réchauffement et la pression atmosphérique.

Le déplacement de l'aire tend à éliminer ces déséquilibres de pression, par conséquent il produit un mouvement de masse d'aire appelé « VENT » qui par ailleurs est conditionnée également par le relief terrestre.

Les actions du vent appliquées aux parois dépendant de :

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

Les estimations de l'effet de vent se feront on appliquant le règlement Neige et Vent « RNV 99 ».

IV-2-2-2 Application de R N V 99

IV-2-2-2-a Vérification à la stabilité d'ensemble

- Détermination de coefficient dynamique C_d
- Détermination de la pression dynamique du vent q_{dyn} .
- Détermination du coefficient de pression extérieur C_{pe} et intérieur C_{pi}
(Si la construction est de catégorie I)
- Détermination du coefficient de force C_f (si la construction de catégorie II)
- Calcul de la pression de vent
- Calcul des forces de frottement si la construction de catégorie I
- Calcul de la résultante des pressions agissant à la surface de la construction.
- Détermination de l'excentricité de la force globale horizontale.

Notre calcul doit être passé par les étapes suivantes :

•Détermination du coefficient dynamique C_d

Données relatives au site: (RNV99 : Ch2 paragraphe 4.3.3 tableau 2.5).

Site plat: $C_t=1$; Zone II: $q_{ref} = 47 \text{ daN/m}^2$ (RNV99 : Ch2 paragraphe 3.2 tableau 2.3).

Catégorie de terrain: IV (RNV99 : Ch2 paragraphe 4.1 tableau 2.4).

Facteur de terrain: $K_T=0,24$

Paramètre de rugosité: $Z_0 = 1 \text{ m}$

Hauteur minimale: $Z_{min}=16 \text{ m}$

Coefficient utilisé pour le calcul du coefficient C_d : $\xi = 0,46$

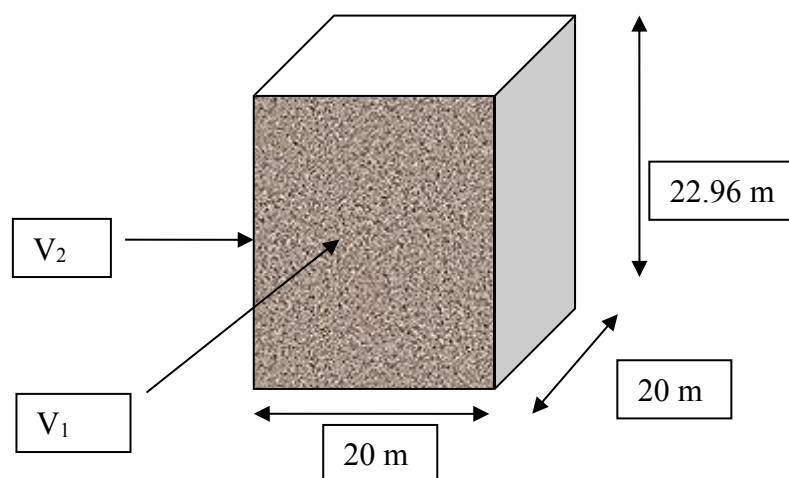


Figure IV-3 : Action du vent

Dans notre structure on a: $L_x = L_y = 20 \text{ m}$ donc on fait le calcul sur un seule sens.

Pour les structure en acier: $H = 22,96$ m et $b = 20$ m

Après l'interpolation on aura: $C_d = 0,97$ (RNV99 : Ch3 paragraphe 2.1.1 figure 3.1).

•Détermination de la pression dynamique q_{dyn}

Structure permanente: $q_{dyn} = q_{ref} * C_e(z_j)$ (RNV99 : Ch2 paragraphe 3.2).

q_{ref} : est la pression dynamique de référence **$q_{ref} = 47$ daN/m²**

C_e : c'est le coefficient d'exposition au vent donné par la formule suivante:

$$C_e(z) = C_t(z)^2 \times C_r(z)^2 \times \left[1 + \frac{7 \times K_T}{C_t(z) \times C_r(z)} \right]$$

Avec: K_T Facteur de terrain ($K_T = 0,24$)

C_t coefficient de rugosité de topographie (RNV99 : 4.3.3. Tableau 2.5 : Valeurs de $C_t(Z)$) **$C_t=1$** (site plat)

C_r coefficient de rugosité donné par la formule suivante:

Il est défini par la loi logarithmique:

$$\begin{cases} C_r(z) = K_T \times \ln(z/z_0) & \text{pour } Z_{\min} \leq z \leq 200\text{m} \\ C_r(z) = K_T \times \ln(Z_{\min}/z_0) & \text{pour } z \leq Z_{\min} \end{cases}$$

Z_{\min} : Hauteur minimale ($Z_{\min} = 16$ m)

Z_0 : Paramètre de rugosité ($Z_0 = 1$ m)

Z = Hauteur considérée ($Z = 22,96$ m)

Etage (m)	Z_j (m)	C_r	C_e	q_{dyn} daN/m ²
RDC	3	0,6654	1,56	73,32
Tech	7	0,6654	1,56	73,32
1 ^{er} étage	9,87	0,6654	1,56	73,32
2 ^{em} étage	13,61	0,6654	1,56	73,32
3 ^{em} étage	17,35	0,6848	1,61	75,67
4 ^{em} étage	21,09	0,7317	1,76	82,72

Tableau IV-1 : Détermination de la pression dynamique q_{dyn}

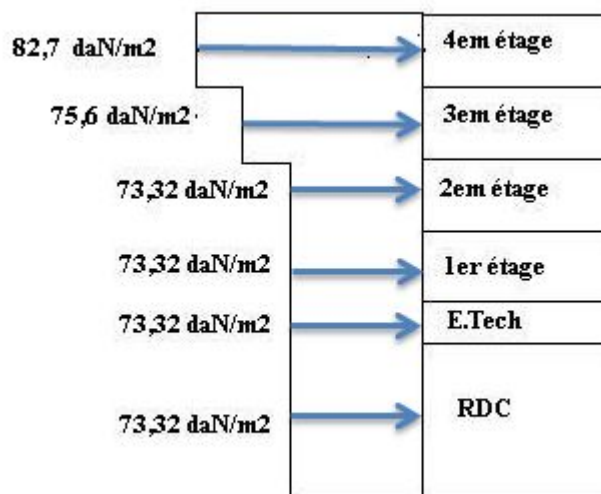


Figure IV-4 : Répartition de la pression dynamique

•Détermination du coefficient de pression intérieure C_{pi}

Dans le cas de bâtiment avec cloisons intérieures, les valeurs suivantes doivent être utilisées:
 C_{pi} = +0,8 et C_{pi} = -0,5 (RNV99 : Ch5 paragraphe 2.2).

•Détermination des coefficients de pression extérieure C_{pe}

C_{pe} s'obtient à partir des formules suivantes:

$$C_{pe} = C_{pe10} \text{ parce que } S \geq 10 \text{ m}^2$$

S: désigne la surface chargée de la paroi considérée (RNV99 : Ch5 paragraphe 1.1).

Donc on a: $S \geq 10 \text{ m}^2$ d'où $C_{pe} = C_{pe10}$

A'	B'	D	E
C _{pe,10}	C _{pe,10}	C _{pe,10}	C _{pe,1}
-1,0	-0,8	+0,8	-0,3

Tableau IV-2: Parois verticales de bâtiments à base rectangulaire

	F		G		H		I	
C _{pe 10}	C _{pe10}	C _{pe 1}	C _{pe 10}	C _{pe 1}	C _{pe10}	C _{pe 1}	C _{pe10}	C _{pe 1}
H _p /h=0.025	-1,6	-2,2	-1,1	-1,8	-0,7	-1,2	±0,2	

Tableau IV-3 : Coefficient de pression intérieur pour les toitures plates.

Dans notre cas on a $b = d = 20 \text{ m}$; $h = 22,96 \text{ m}$.

$e = \text{Min}(20 ; 2 \cdot 22,96)$ donc $e = 20 \text{ m}$, $e=d$.

Alors le parois est devisé comme indiqué :

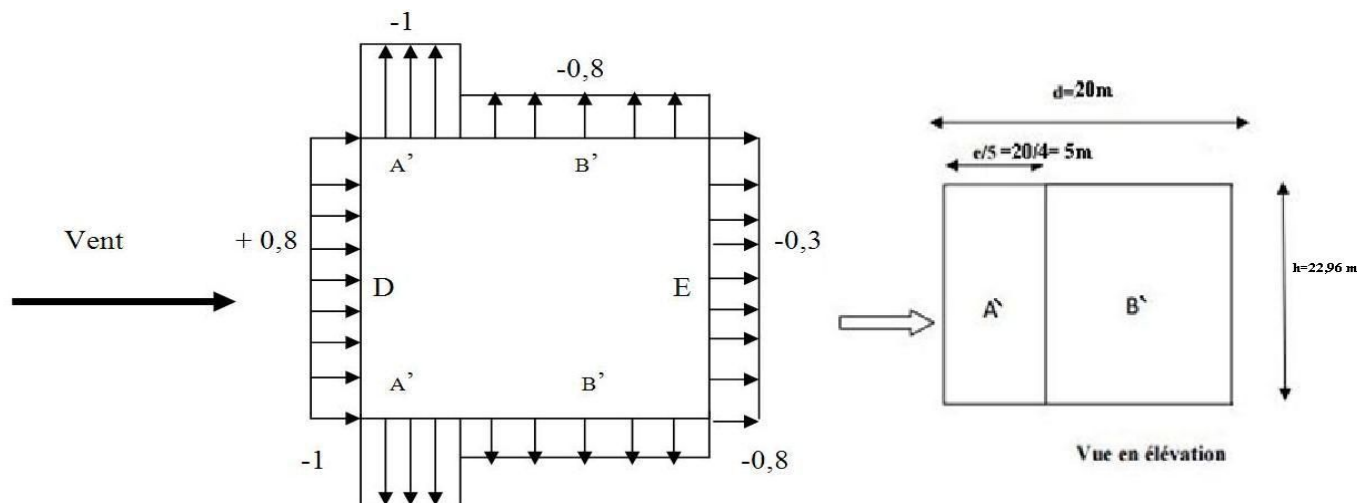


Figure IV-5 : C_{pe} sur les parois verticales

La toiture est divisée comme indiquée : $h_p/h = 0,5/22,96 = 0,0217$

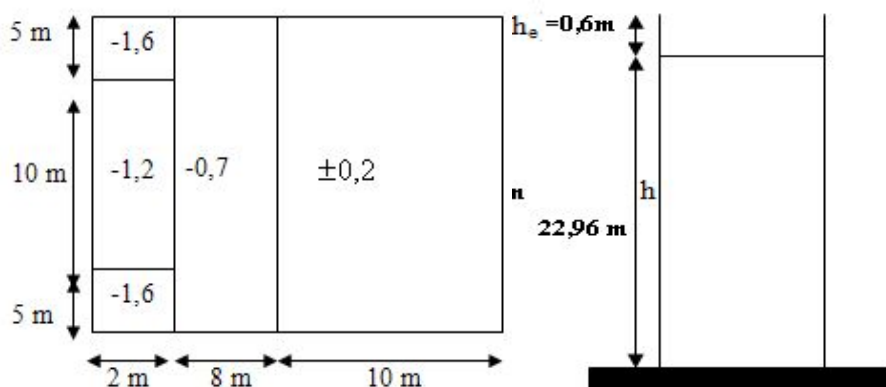
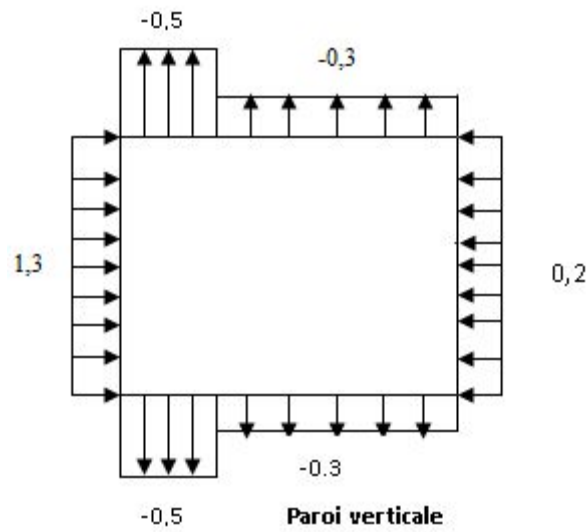


Figure IV-6 : C_{pe} sur les toitures

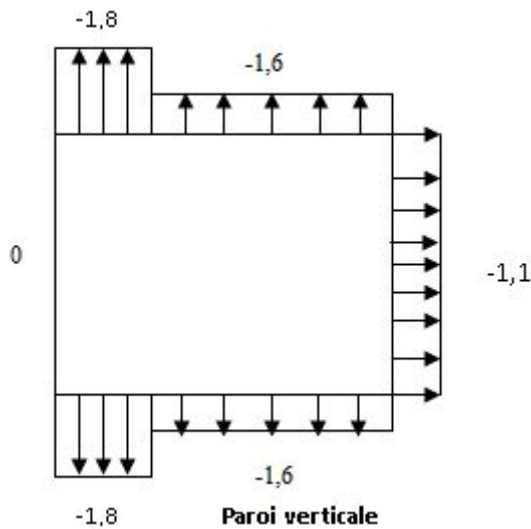
Zone	$C_{pe} = C_{p10}$	C_{pe1}	C_{p2}	C_{pe-Cp1}	C_{pe-Cp2}
A'	-1	0,8	-0,5	-1,8	-0,5
B'	-0,8	0,8	-0,5	-1,6	-0,3
D	+0,8	0,8	-0,5	0	1,3
E	-0,3	0,8	-0,5	-1,1	0,2

Tableau IV-4 : Coefficient de pression pour la paroi vertical.

Répartition du coefficient de pression C_{p1} (paroi):



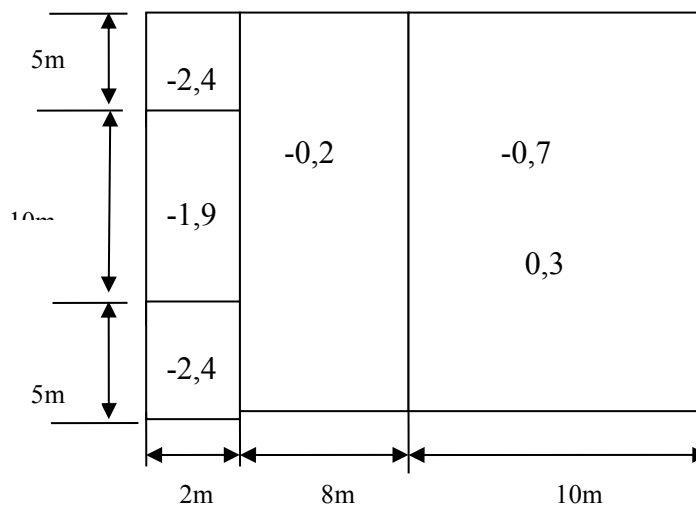
Répartition du coefficient de pression C_{p2} :



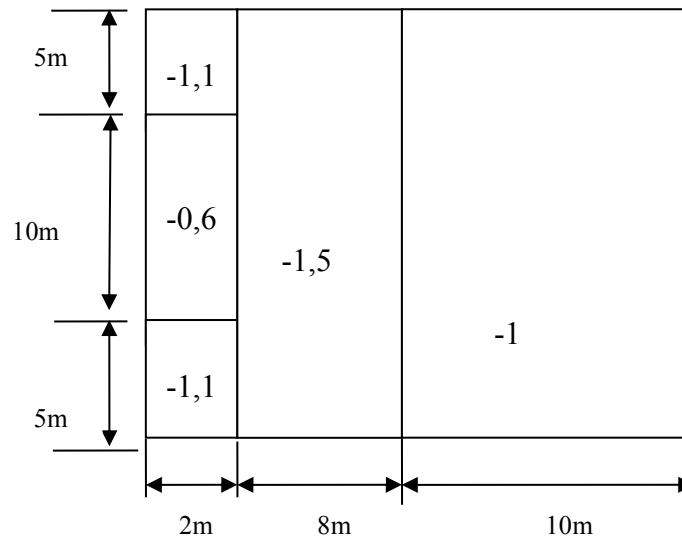
Zone	$C_{pe} = C_{p10}$	C_{pe1}	C_{p2}	C_{pe-Cp1}	C_{pe-Cp2}
F	-1,6	0,8	-0,5	-2,4	-1,1
G	-1,1	0,8	-0,5	-1,9	-0,6
H	-0,7	0,8	-0,5	-1,5	-0,2
I	+0,2	0,8	-0,5	-0,6	0,7
	-0,2	0,8	-0,5	-1	0,3

Tableau IV-5 : Coefficient de pression pour la toiture.

- Répartition du coefficient de pression C_{p1} (toiture):



- Répartition du coefficient de pression C_{p2} (toiture):



•Détermination de la pression due au vent

La pression due au vent q_j , qui s'exerce sur un élément de surface j est donnée par :

$$q_j = C_d * W(Z_j).$$

C_d : coefficient dynamique de la construction.

W : la pression nette exercée sur l'élément de surface j calculée à la hauteur Z_j relative à l'élément de surface j $W(Z_i)$ donnée à l'aide de la formule suivante :

$$W(Z_j) = q_{dyn}(Z_j) * (C_{pe} - C_{pi}). \quad \text{D'où : } q_j = C_d * q_{dyn}(Z_j) * (C_p).$$

Les valeurs de q_j sont données par le tableau suivant:

Parois :

		C_d	$q_{dyn} \text{ daN/m}^2$	C_{p1}	C_{p2}	$q_{j1} \text{ daN/m}^2$	$q_{j2} \text{ daN/m}^2$
R	A'	0,97	73,32	-1,8	-0,5	-128,02	-35,56
	B'	0,97	73,32	-1,6	-0,3	-113,79	-21,34
	D	0,97	73,32	0	1,3	0	92,46
	E	0,97	73,32	-1,1	0,2	- 78,23	14,22
1	A'	0,97	73,32	-1,8	-0,5	-128,02	-35,56
	B'	0,97	73,32	-1,6	-0,3	-113,79	-21,34
	D	0,97	73,32	0	1,3	0	92,46
	E	0,97	73,32	-1,1	0,2	- 78,23	14,22
2	A'	0,97	73,32	-1,8	-0,5	-128,02	-35,56
	B'	0,97	73,32	-1,6	-0,3	-113,79	-21,34
	D	0,97	73,32	0	1,3	0	92,46
	E	0,97	73,32	-1,1	0,2	- 78,23	14,22
3	A'	0,97	75 ,60	-1,8	-0,5	- 136,08	-37,80
	B'	0,97	75 ,60	-1,6	-0,3	- 120,96	-22,68
	D	0,97	75 ,60	0	1,3	0	98,28
	E	0,97	75 ,60	-1,1	0,2	- 83,16	15,12
4	A'	0,97	82 ,70	-1,8	-0,5	- 148,86	- 41,35
	B'	0,97	82 ,70	-1,6	-0,3	- 132,32	- 24,81
	D	0,97	82 ,70	0	1,3	0	107,51
	E	0,97	82 ,70	-1,1	0,2	- 90,97	16,54

Tableau IV-6 : Pression due au vent, paroi

Toiture :

	C_d	$q_{dyn} \text{ daN/m}^2$	C_{p1}	C_{p2}	$q_{j1} \text{ daN/m}^2$	$q_{j2} \text{ daN/m}^2$
F	0,97	82,70	-2,4	-1,1	-198,48	-90,97
G	0,97	82,70	-1,9	-0,6	-157,13	-49,62
H	0,97	82,70	-1,5	-0,2	-124,05	-16,54
I	0,97	82,70	-0,6	0,7	-49,62	57,89
	0,97	82,70	-1	0,3	-82,70	24,81

Tableau IV-7 : Pression due au vent, terrasse.**•Calcul des forces de frottement**

Les constructions pour lesquelles les forces de frottement doivent être calculées sont celles dont le rapport $d/b \geq 3$.

Dans notre cas, cette condition n'est pas vérifiée, alors on peut négliger les effets des forces de frottement

•Détermination de la force résultante

La force résultante R, se décompose en deux forces :

-Une force globale horizontale F_w , qui correspond à la résultante des forces horizontales agissant sur les parois verticales de la construction et la composante horizontale des forces appliquées à l'acrotère.

- Une force de soulèvement F_u .

La force résultante R est donnée par la formule suivante :

$$R = \sum q_j \times S_j + \sum F \times f_{rj}$$

Zone	Niveau	$S \text{ m}^2$	$q_j \text{ daN/m}^2$	$F_w \text{ (daN)}$	$F_u \text{ (daN)}$
D	RDC	120	92,46	11095,2	0
	Tech	40	92,46	3698,4	0
	1 ^{er} étage	74,8	92,46	6916,01	0

D	2 ^{em} etage	74,8	92,46	6916,01	0
	3 ^{em} etage	74,8	98,28	7351,34	0
	4 ^{em} etage	74,8	107,51	8041,75	0
E	RDC	120	-78,23	-9387,60	0
	Tech	40	-78,23	-3129,2	0
	1 ^{er} etage	74,8	-78,23	-5851,60	0
	2 ^{em} etage	74,8	-78,23	-5851,60	0
	3 ^{em} etage	74,8	-83,16	-6212,89	0
	4 ^{em} etage	74,8	-90,97	-6804,57	0
F	Toiture	20	-198,48	0	-3969,60
G	Toiture	20	-157,13	0	-3142,60
H	Toiture	160	-124,05	0	-19848
I	Toiture	200	-82,70	0	-16540

Tableau IV-8 : Tableau de la force résultante.

Niveau	ΣFW	Niveau	ΣFU
RDC	1707,6	Toiture	-43500,20
Tech	569,2	Toiture	-43500,20
1 ^{er} etage	1064,41	Toiture	-43500,20
2 ^{em} etage	1064,41	Toiture	-43500,20
3 ^{em} etage	1138,45	Toiture	-43500,20
4 ^{em} etage	1237,18	Toiture	-43500,20

Tableau IV-9 : Actions d'ensemble (unité en daN)

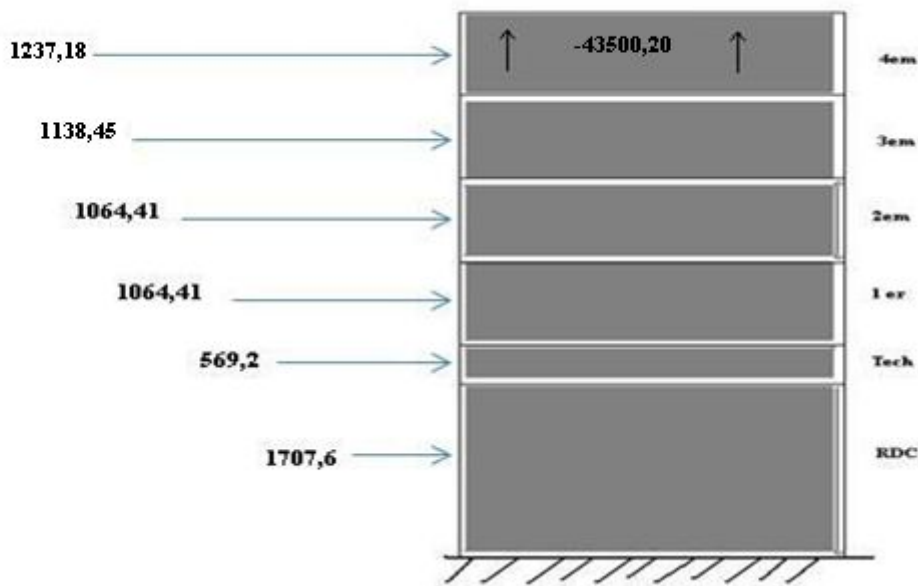


Figure IV-7 : Actions d'ensemble (unité en daN)

•Excentricité de la force globale horizontale

Une excentricité "e" de la force globale horizontale F_w doit être introduite pour les constructions autres que révolution pour tenir compte de la torsion.

L'excentricité "e" de la force globale horizontale F_w doit être prise égale à: $e = \pm \frac{b}{10} m$

Avec b est la dimension à la base du maître couple. (Ch. 2 paragraphe 2.2.2)

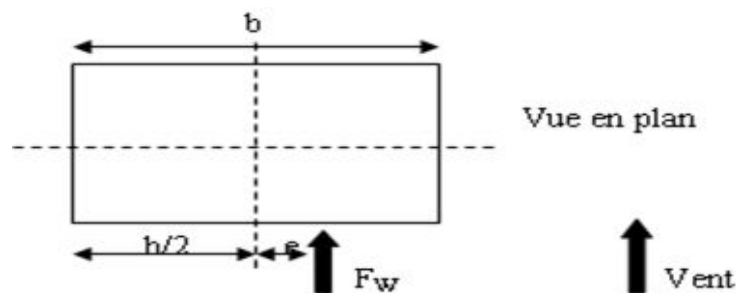


Figure IV-8 : Excentricité de la force globale

•Excentricité de la force globale

$$L_x = L_y = b = 20 m$$

$$\text{Donc: } e = \pm 2,0 m$$

IV-2-2-2-b Vérification de la stabilité

La force résultante R dans chaque direction est négligeable devant le poids du bâtiment donc il n'y a pas de risque de soulèvement ou de renversement.

IV-2-2-3 Effet de la neige

L'accumulation de la neige sur la terrasse produite une surcharge qu'il faut prendre en compte pour les vérifications des éléments de la structure.

Le règlement **RNVA99** s'applique à l'ensemble des constructions en Algérie situées à une altitude inférieure à **2000mètres**.

Notre structure se trouve à une altitude d'environ de **800m**.

IV-2-2-2-a Calcul des charges de la neige

La charge caractéristique de neige S par unité de surface en projection horizontale de toiture soumise à l'accumulation de la neige s'obtient par la formule suivante :

$$S = S_k \cdot \mu \quad (\text{RNVA formule 1}) \quad [\text{KN/m}^2]$$

D'Où :

μ : Coefficient de forme de la toiture.

S_k : la charge de la neige sur le sol.

A. Calcul de S_k

La charge de la neige sur le sol S_k par unité de surface est fonction de la localisation géographique et de l'altitude du site.

Notre site est classé en **zone C** selon la classification de RNVA99, donc S_k est donné par la formule suivante ::

H : L'altitude du site par rapport au niveau de la mer.

Donc :

$$S_k = 0,26 \text{ KN/m}^2$$

B. Détermination de μ

Pour notre bâtiment l'inclinaison de la toiture est $\alpha = 0^\circ$. Et selon le tableau 6.1

On a : $0 \leq \alpha \leq 30^\circ \Rightarrow \mu = 0,8$

Donc: $S = 0,8 \times 0,26 = 0,208 \text{ KN/m}^2$

$$S \cong 20,8 \text{ daN/m}^2 = 20,8 \text{ kg/m}^2.$$

IV-2-2-4 Effet de la variation de la température

On doit tenir compte des effets de la dilatation thermique chaque fois qu'ils risquent d'engendrer des efforts anormaux dans les éléments de la charpente métallique son produire de désordres dans les appuis et dans les éléments exposés à l'air libre (variation plus élevée de gradient thermique).

Pour notre structure on n'a pas pris en compte l'effet de la température pour les justifications suivantes :

- a- la longueur minimale pour la quelle on doit tenir compte l'effet thermique est de 25m, et celle de notre cas est de 20m.
- b- notre charpente n'est pas exposée à l'air libre (effet de masque).