

II-I Effet de vent

Scientifiquement Le vent est un phénomène naturelle résulte de la mouvement de l'aire du zone a eu un pression élevé au zone à faible pression.

Il imprime sur les structures des actions extérieurs (compressions et tractions) et intérieurs (suppressions et dépressions) agissant normalement au parois considérées.

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.

Selon le règlement '**neige et vent algérien (RNV99)**', le calcul doit être effectuer séparément pour chacune des directions perpendiculaires aux différentes parois de l'ouvrage.

- Le sens V1 du vent : le vent est perpendiculaire à la façade principale.
- Le sens V2 du vent : le vent est parallèle à la façade principale.

Il faut aussi évaluer l'action de vent c'est-à-dire le calcul de la force résultante R qui se décompose en :

- force globale horizontale F_w qui correspond à la résultante des forces horizontales agissant sur les parois verticales de la construction et de la composante horizontale des forces appliquées à la toiture.
- force de soulèvement F_u qui correspond à la résultante des forces appliquées à la toiture.

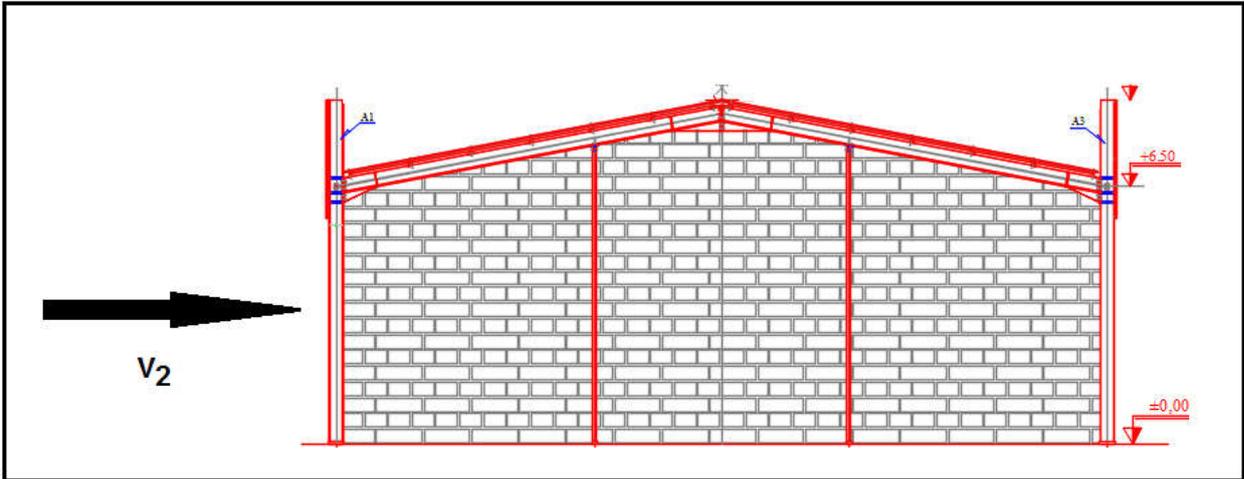
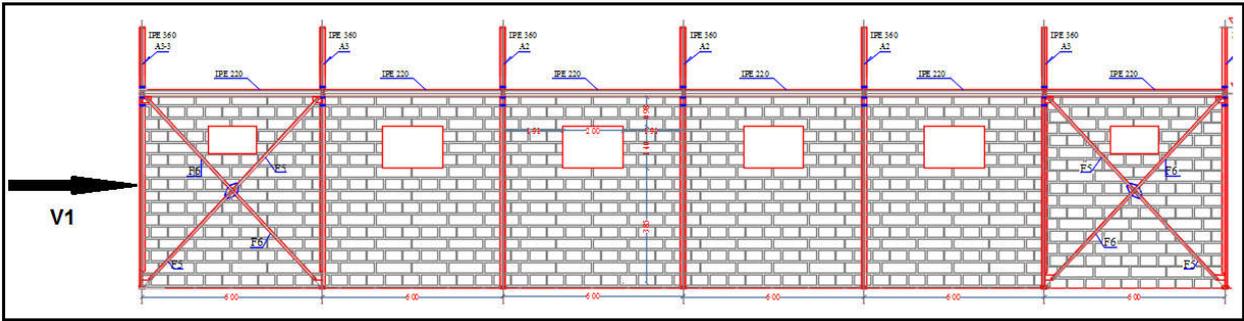
La force résultante est donnée par la formule :

$$* R = \sum (q_j \times s_j)$$

Ou :

q_j : pression de vent qui s'exerce sur un élément de structure j.

s_j : l'aire de l'élément de surface j.



-Figure II -1 direction du vent V1,V2

II-I-1 Les données relatives au site

le site est plat :

Le coefficient topographique $C_T(z)=1$. (chapitre.2-tableau2.5) **RNV99**.

le vent est classé dans la zone I :

La pression de référence $q_{ref} = 375 \text{ N/m}^2$ (chapitre.2-tableau2.3 **RNV99**).

Le terrain est de catégorie III :

Facteur de terrain $K_T = 0,22$ Paramètre de rugosité $z_0 = 0,3 \text{ m}$

Hauteur minimale $Z_{min} = 8 \text{ m}$

Le coefficient $\varepsilon = 0,22$. (Chapitre 2-tableau 2.4) **RNV99**

II-I-2 Détermination de coefficient dynamique Cd

La salle sportive étant charpente métallique, on utilise les formules données en annexe 4 (RNV page 95) : a l'aide d'un logiciel EXCEL on a trouvé Cd pour les deux directions :

Direction V1 du vent : la lecture pour $h=8,69 \text{ m}$ et $b=19,40 \text{ m}$, donne $Cd = 0,87$

Direction V2 du vent : la lecture pour $h=8,69 \text{ m}$ et $b=36 \text{ m}$, donne $Cd = 0,83$

On remarque que pour les deux directions le $Cd < 1,2$ donc la salle est considéré comme peu sensible aux excitations dynamiques.

❖ Calcul de la pression due au vent

D'après le règlement, les pressions q_j sont calculées par la formule suivante :

Les pressions q_j sont calculées par la formule suivante :

$$q_j = Cd \times q_{dyn} \times [C_{pe} - C_{pi}]$$

II-I-3 Détermination de la pression dynamique q_{dyn}

La structure est de hauteur totale inférieure à 10 m . Il n'y a pas donc pas lieu de subdiviser le maître-couple (cf.chapitre 2, §3.1.1)

- la pression dynamique est donnée par la formule suivante :

$$q_{dyn}(z_j) = q_{ref} \times C_e(z_j) \text{ (structure permanente).}$$

Avec :

C_e : le coefficient d'exposition au vent.

z_j : la distance verticale entre le niveau de sol et le centre de l'élément j.

II-I-4 Coefficient de rugosité C_r

-Il est donné par la relation (2.15-chapitre 5) **RNV99** :

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

Les valeurs des C_r sont résumées dans le tableau suivant :

Niveau	Z (m)	C_r
Parois verticales	3.125	0.722
toiture	8,69	0.740

Tableau II-1 les valeurs de C_r

II-1-5 Coefficient d'exposition C_e

Il est donné ci-dessus par la formule (2.13-chapitre 2) RNV99 :

$$* C_e = C_T(z)^2 \times Cr(z)^2 \times [1 + 7 \times K_T / C_T(z) \times Cr(z)].$$

Niveau	$C_T(z)$	$Cr(z)$	$C_T(z)^2$	$Cr(z)^2$	C_e
Parois verticales	1	0.722	1	0.521	1.63
toiture	1	0.740	1	0.548	1.69

Tableau II-2 les valeurs de C_e **II-1-6 Valeur des pressions dynamiques q_{dyn}**

- Selon la relation :

$$* q_{dyn(zj)} = q_{ref} \times C_e(zj)$$

On peut calculé les valeurs des pressions dynamiques sous le tableau suivant :

Niveau	q_{ref} (N/m ²)	$C_e(zj)$	$q_{dyn(zj)}$ (N/m ²)
Parois verticales	375	1.63	612.83
toiture	375	1.69	633.33

Tableau II-3 les valeurs de Q_{dyn} **II-1-7 Direction de vent VI****II-1-7-1 Le coefficient de pression externe C_{pe}**

Le coefficient de pression externe C_{pe} de constructions à base rectangulaire et de leurs élément constitutifs individuels dépendent de la dimension de la surface chargée .Ils sont définis pur des surfaces chargées de 1 m² et 10 m², aux quelles correspondent les coefficients de pression notés respectivement $C_{pe,1}$ et $C_{pe,10}$

-dans le cas existante , la surface chargée égale à 169m² supérieur a 10m² donc :

$$* C_{pe} = C_{pe,10}$$

❖ Les parois verticales

Il est recommandé de partager les parois comme l'indique la figure 5.1de chapitre 5,et avant tout il faut déterminer e telle que :

$$e = \text{Min}(b, 2h).$$

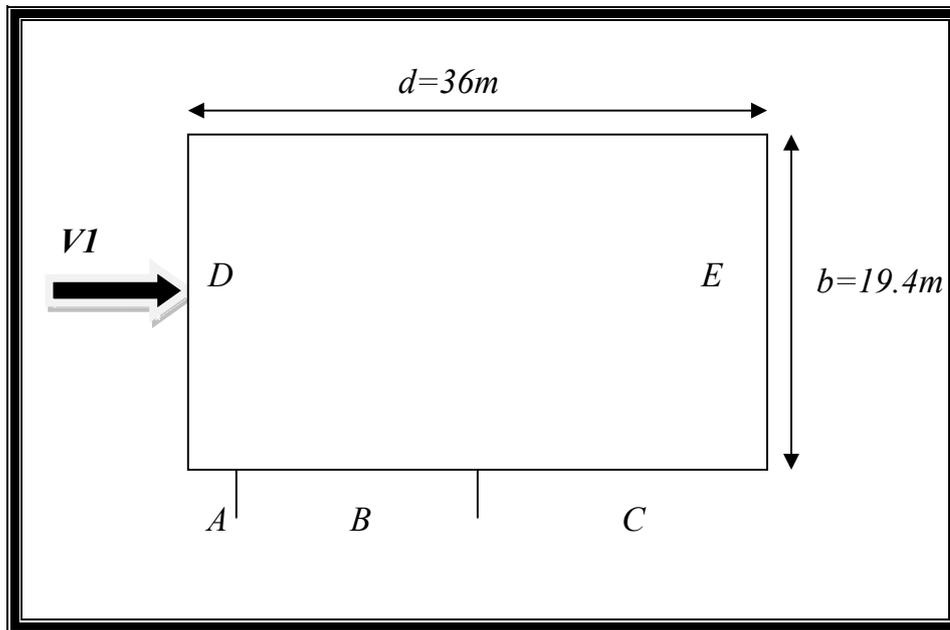
h : hauteur totale de paroi : $h = 8.69$ m

d : la dimension parallèle à la direction VI : $d = 36$ m .

b : la dimension perpendiculaire à la direction VI : $b = 19.4$ m

$$e = \text{Min}(19.4\text{m}, 17.38\text{m}) = 17.38\text{m}.$$

On a : $d > e \Rightarrow$ la paroi est divisé en 3 parties (A, B, C) selon le sens de b , plus E et D selon d pour chacune ,comme ils indiqués les schémas suivantes :



-Figure II -2 vue en plan du parois verticale direction V1

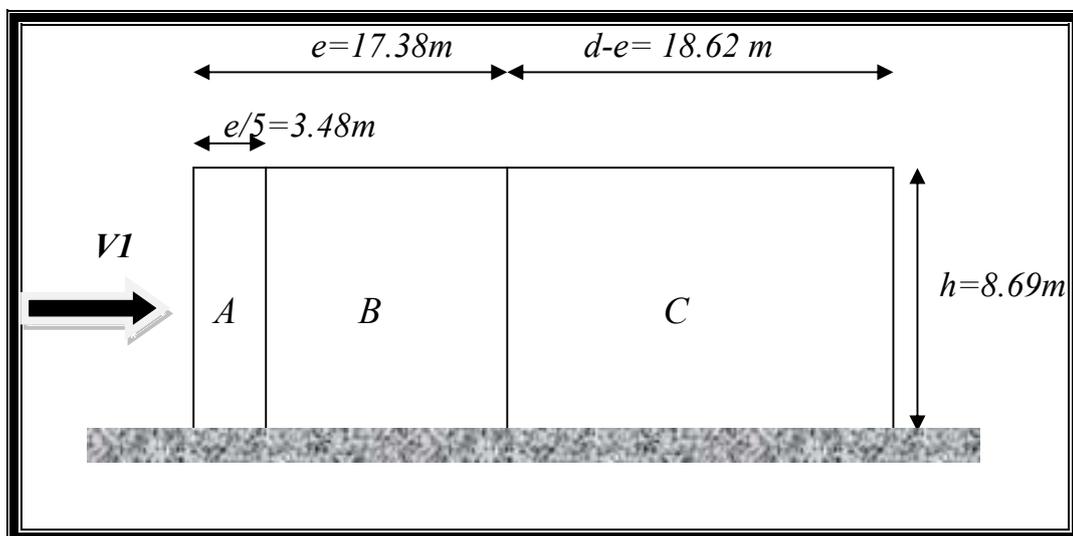


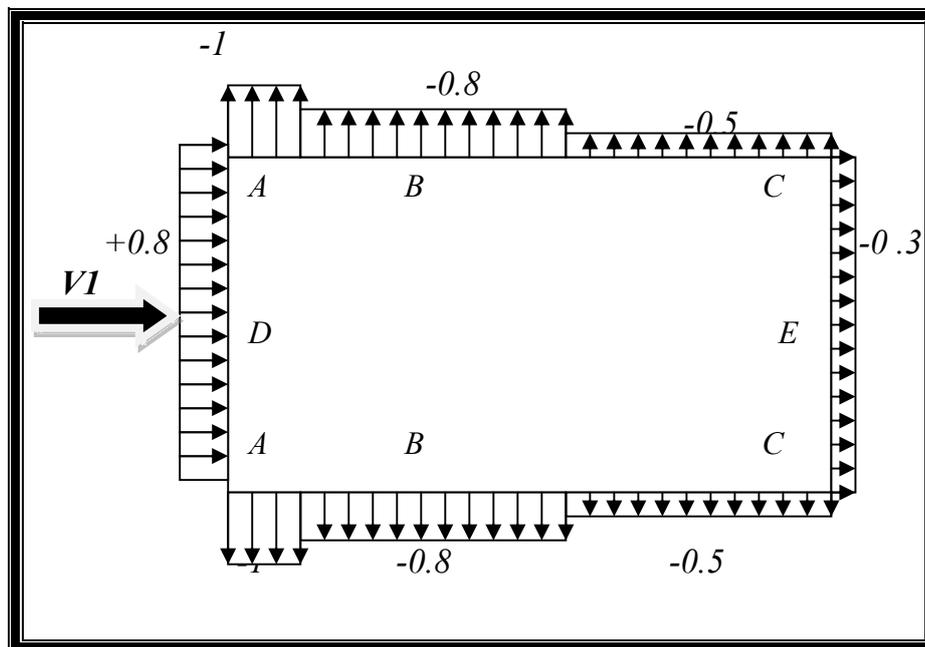
Figure II -3 vue d'élévation du parois verticale direction V1

Et selon le tableau (5.1), on trouve :

Zone	A	B	C	D	E
C_{pe}	-1	-0.8	-0.5	+0.8	-0.3

Tableau II-4 les valeurs de C_{pe} pour les parois verticales direction V1

La figure suivante illustre les valeurs de C_{pe} pour les parois verticales :



-Figure II –4 Valeurs de C_{pe} pour les parois verticales –direction VI

❖ **Toiture**

Dans le cas de la salle de sport, il existe toiture a deux versant, dont la direction du vent est définie par un angle θ (voir figure 5.4) :

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

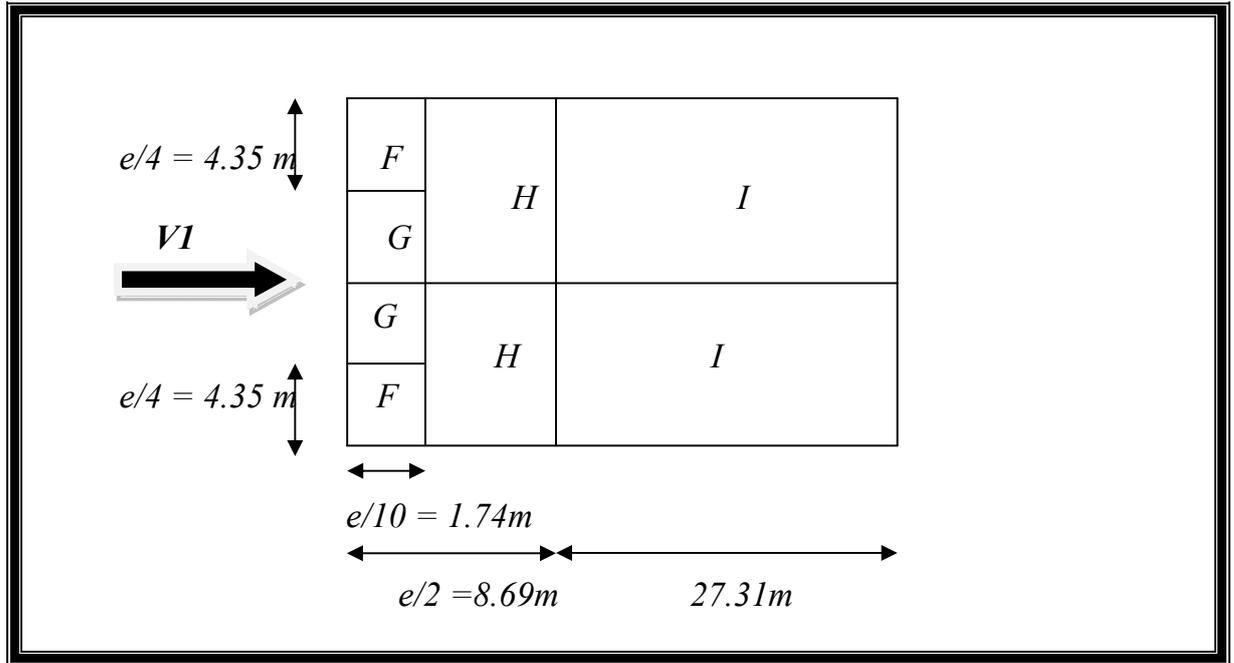
Il convient de diviser la toiture comme indiqué sur la figure 5.4, les coefficients de pression $C_{pe,10}$, sont donnés dans le tableau 5.4, effectivement selon la pente α les valeurs sont s'exprimées au tableau suivant :

Zone	12.70°
Pente α	
F	-1.6
G	-1.3
H	-0.7
I	-0.5

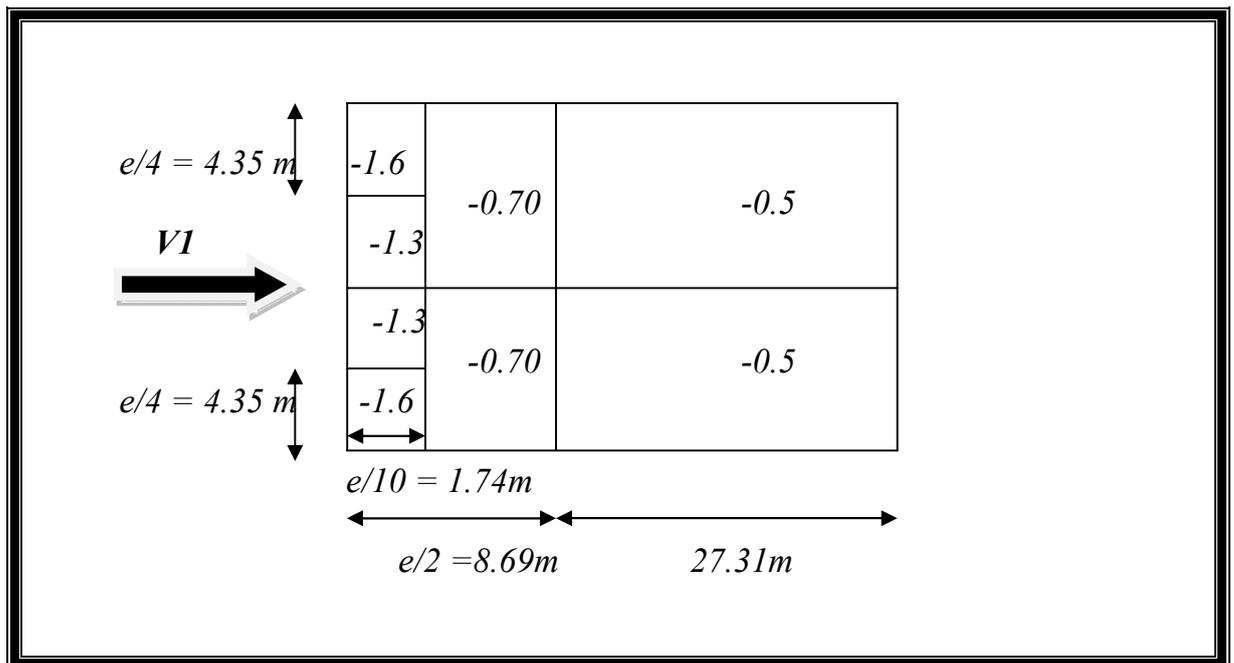
Tableau II-4 les valeurs de C_{pe} pour la toiture - direction VI

▪ **Note1**

Les valeurs précédentes sont trouvés à partir de l'interpolation linéaire dans l'intervalle $[5^\circ, 15^\circ]$, pour la pente α égale à (12.7°) cela comme l'indiqué au paragraphe (5.4) page 70 de **RNV 99**



-Figure II –5 Direction du vent V1



-Figure II –6 Valeurs de Cpe direction V1 pour la toiture-

II-1-7-2 Le coefficient de pression intérieure C_{pi}

On détermine tout d'abord l'indice de perméabilité μ_p (cf. chapitre 5, §2.1.1).

$$\mu_p = 0,58 \quad C_{pi} \text{ est tiré de la figure 5.15; } C_{pi} = -0,15.$$

Calcul des pressions

Les pressions q_j sont calculées à l'aide de la formule :

$$* q_j = C_d \times q_{dyn}(z_j) \times [C_{pe} - C_{pi}]$$

- Les parois verticales

Les résultats sont donnés sous forme du tableau suivant :

Sens du vent -I-							
Parois verticales				Versants de toitures			
Zone	C _{pe}	C _{pi}	q _j (N/m ²)	Zone	C _{pe}	C _{pi}	q _j (N/m ²)
D	0,80	-0,20	535,31	F	-1,60	-0,20	-774,49
A	-1,00	-0,20	-428,25	G	-1,30	-0,20	-608,53
B	-0,80	-0,20	-321,18	H	-0,70	-0,20	-276,60
C	-0,50	-0,20	-160,59	I	-0,50	-0,20	-165,96
E	-0,30	-0,20	-53,53	J	-	-0,20	-

Tableau II-1 Pressions sur les parois verticales, et toiture pour la direction V1 du vent-

$$\mu_p = 1. \quad C_{pi} = -0,5.$$

Sens du vent -I'-							
Parois verticales				Versants de toitures			
Zone	C _{pe}	C _{pi}	q _j (N/m ²)	Zone	C _{pe}	C _{pi}	q _j (N/m ²)
D	0,80	-0,25	539,10	F	-1,70	-0,25	-769,37
A	-1,00	-0,25	-385,07	G	-1,20	-0,25	-504,07
B	-0,80	-0,25	-282,39	H	-0,60	-0,25	-185,71
C	-0,50	-0,25	-128,36	I	-0,30	-0,25	-26,53
E	-0,30	-0,25	-25,67	J	-0,30	-0,25	-26,53

Tableau II-2 Pressions sur les parois verticales, et toiture pour la direction V1' du vent-

II-1-8 Direction de vent V2**II-1-8-1 Le coefficient de pression externe C_{pe}****❖ Les parois verticales**

Il est recommandé de partager les parois comme l'indique la figure 5.1 de chapitre 5, et avant tout il faut déterminer e telle que :

$$e = \text{Min}(b, 2h).$$

h : hauteur totale de paroi : $h = 8,69 \text{ m}$

d : la dimension parallèle à la direction V1 : $d = 19,4 \text{ m}$.

b : la dimension perpendiculaire à la direction V1 : $b = 36 \text{ m}$

$e = \text{Min}(36m, 17.38) = 17.38m.$

On a : $d > e \Rightarrow$ la paroi est divisé en 3 parties(A,B,C) selon le sens de b , plus E et D selon d pour chacune ,comme ils indiqués les schémas suivantes

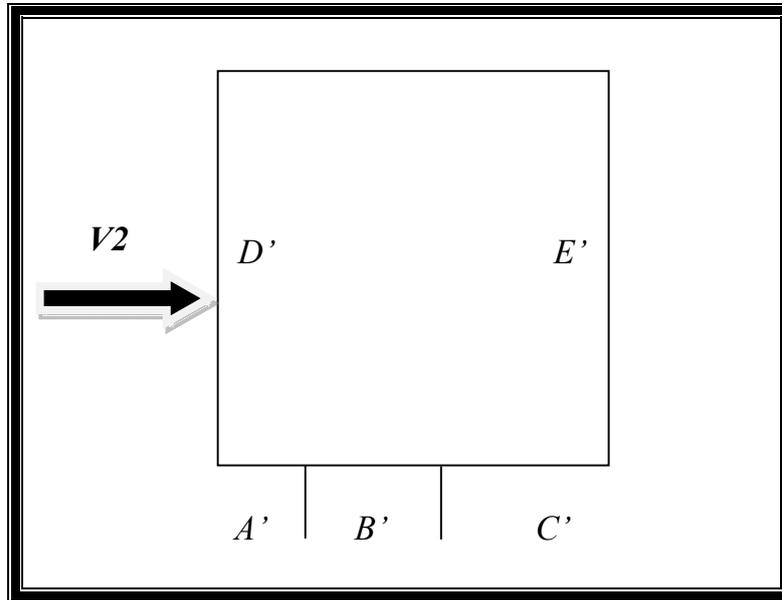
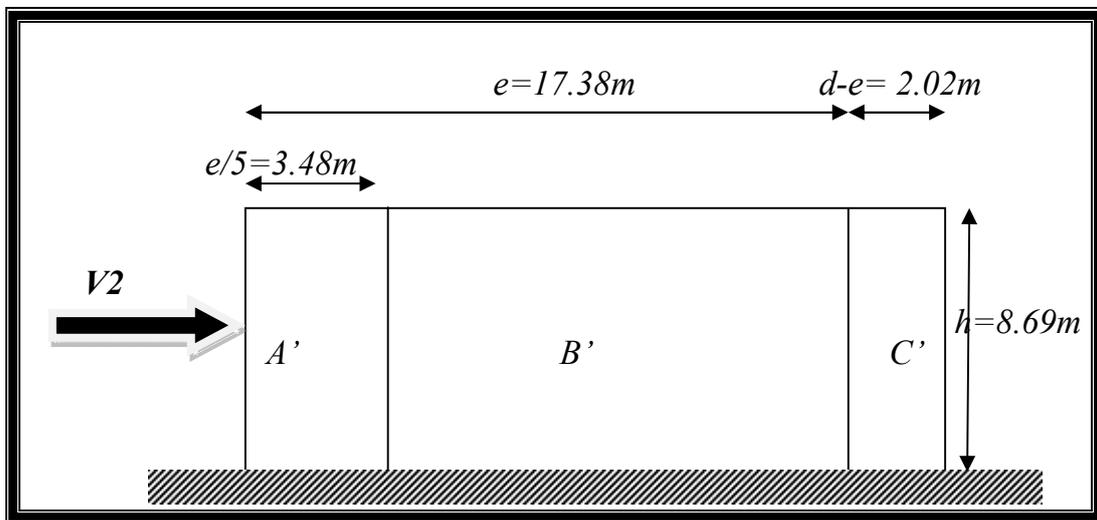


Figure II -7 vue en plan

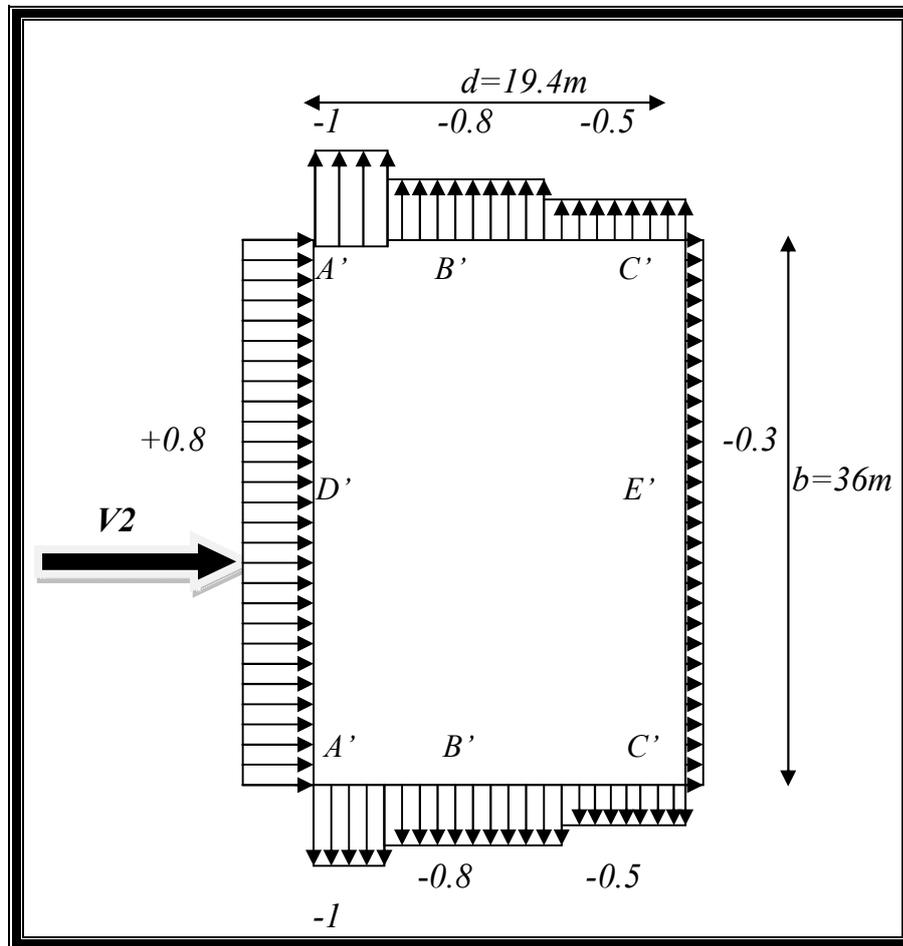


-Figure II -8élévation pour les parois verticales direction V2-

Et selon le tableau (5.1) , on trouve :

Zone	A'	B'	C'	D'	E'
Cpe	-1	-0.8	-0.5	+0.8	-0.3

Tableau II-8 les valeurs de Cpe pour du parois verticales- direction V2
 La répartition est représentée ci- dessus



-Figure II –9 Valeurs de Cpe pour les parois verticales direction V2-

❖ **Toiture**

Mêmes démarches que la toiture de vent V1.

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

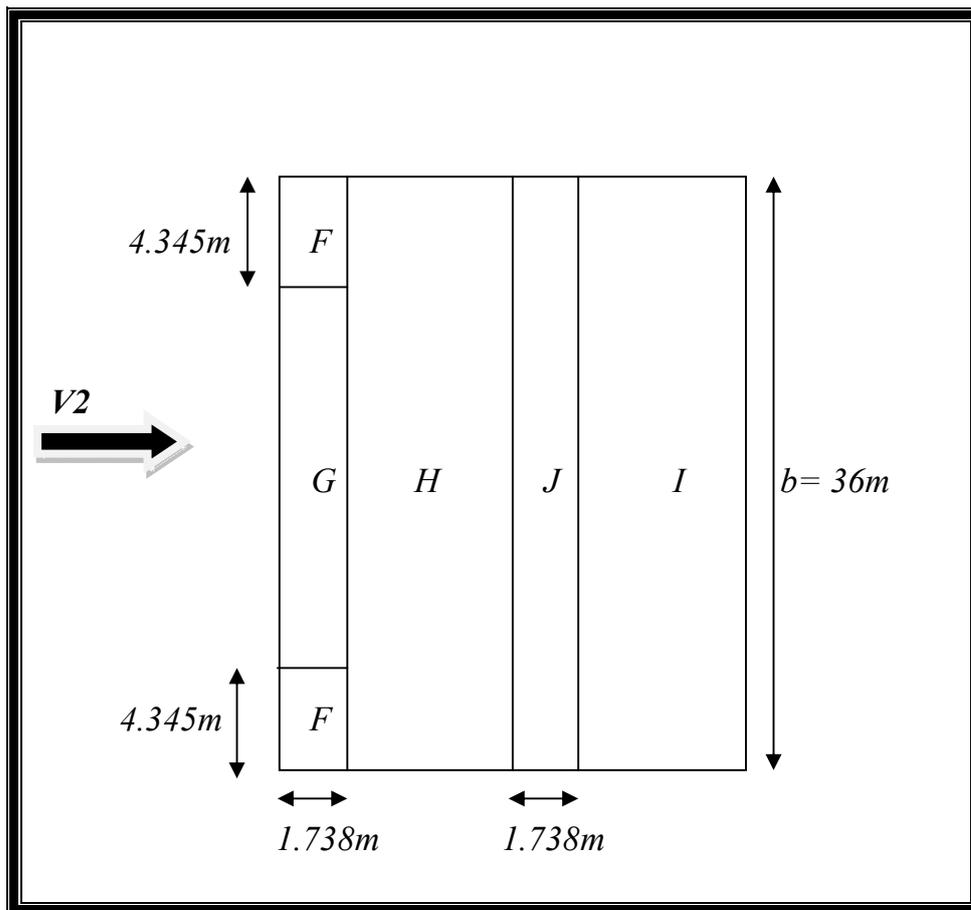
Il convient de diviser la toiture comme indiqué sur la figure 5.4, les coefficients de pression $C_{pe,10}$, sont donnés dans le tableau 5.4, effectivement selon la pente α , les valeurs sont s'exprimées au tableau suivant :

Zone	12.70°
Pente α	
F'	-1.7
G'	-1,2
H'	-0.6
I'	-0.3
J'	-0.3

Tableau II-9 les valeurs de C_{pe} pour la toiture- direction V2

• **Note**

A partir de la recommandation du RNV 99, les coefficients de pression extérieure concernant les toitures symétriques, sont presque identiques pour toutes les pentes.



-Figure II -10 Valeurs de C_{pe} pour la toiture Direction du vent V2

II-1-8-2 Le coefficient de pression intérieure C_{pi}

On détermine tout d'abord l'indice de perméabilité μ_p (cf. chapitre 5, §2.1.1).

❖ Calcul des pressions

Les pressions q_j sont calculées à l'aide de la formule :

$$* q_j = C_d \times q_{dyn}(z_j) \times [C_{pe} - C_{pi}]$$

$$\mu_p = 0,67. C_{pi} = -0,20.$$

Sens du vent -2-							
Parois verticales				Versants de toitures			
Zone	C _{pe}	C _{pi}	q _j (N/m ²)	Zone	C _{pe}	C _{pi}	q _j (N/m ²)
D	0,80	-0,15	487,76	F	-1,70	-0,15	-822,43
A	-1,00	-0,15	-436,41	G	-1,20	-0,15	-557,13
B	-0,80	-0,15	-333,73	H	-0,60	-0,15	-238,77
C	-0,50	-0,15	-179,70	I	-0,30	-0,15	-79,59
E	-0,30	-0,15	-77,01	J	-0,30	-0,15	-79,59

Tableau II-10 Pressions sur les parois verticales, et toiture pour la direction V2 du vent-

$$\mu_p = 0,75. C_{pi} = -0,25.$$

Sens du vent -2'-							
Parois verticales				Versants de toitures			
Zone	C _{pe}	C _{pi}	q _j (N/m ²)	Zone	C _{pe}	C _{pi}	q _j (N/m ²)
D	0,80	-0,50	695,90	F	-1,60	-0,50	-608,53
A	-1,00	-0,50	-267,65	G	-1,30	-0,50	-442,57
B	-0,80	-0,50	-160,59	H	-0,70	-0,50	-110,64
C	-0,50	-0,50	0,00	I	-0,50	-0,50	0,00
E	-0,30	-0,50	107,06	J	-	-0,50	-

Tableau II-11 Pressions sur les parois verticales, et toiture pour la direction V2' du vent-

II-1-9 Les forces de frottement

Le calcul des forces frottement est valable uniquement pour les constructions allongées de catégorie I.

L'une des conditions ($d/h = 36/8.69 = 4.14 > 3$) donnée au chapitre 2 §1.4.2 est vérifiée. Il y a lieu de considérer les forces de frottement, 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 ($C_{frj} = 0.04$.tableau 2.1.chapitre 2), la force de frottement est donnée par la formule 2.8

$$F = \sum (q_{dyn}(z_j) \times C_{frj} \times S_{frj})$$

$C_{frj} = 0.04$ (tableau 2.1).

-paroi verticale :

$$F1 = 612.83 \times 0.04 \times 36 \times 2 \times 6.5 = 11472.1776 \text{ N}$$

-Toiture :

$$Ft = 633.33 \times 0.04 \times 36 \times 2 \times 10.12 = 18458.7829 \text{ N}$$

Finalement, on fait la somme :

$$F_{fr} = F1 + Ft = 29930.960 \text{ N.}$$

II-2 Effet de la neige

L'accumulation de la neige sur la toiture produit une surcharge qu'il faut prendre en compte la vérification des éléments de la salle de sport.

II-2-1 Base de calcul

❖ La charge de la neige

La valeur de la charge de neige S sur la toiture est donnée par la formule (1) :

$$S = \mu \times S_k$$

Ou : μ : la charge de neige sur le sol. ; S_k : coefficient de forme de la toiture.

❖ Calcul de S_k

Le coefficient S_k dépend de la zone géographique et l'altitude de site.

Notre site est classé en zone B, selon la classification de la RNV99.

S_k est donné par la formule :

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

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

$$H = 75\text{m}$$

Donc :

$$S_k = \frac{0.04 \times 75 + 10}{100} = 13\text{kg} / \text{m}^2$$

$$S_k = 13\text{kg}/\text{m}^2$$

❖ Coefficients de forme des toitures

Pente	μ	S_k kg/m^2	$S = \mu \times S_k$ (kg/m^2)
12.70°	0.8	13	10,4

Tableau II-12 Coefficients de forme des toitures

La charge de neige : $S_N = 10,4\text{kg}/\text{m}^2$

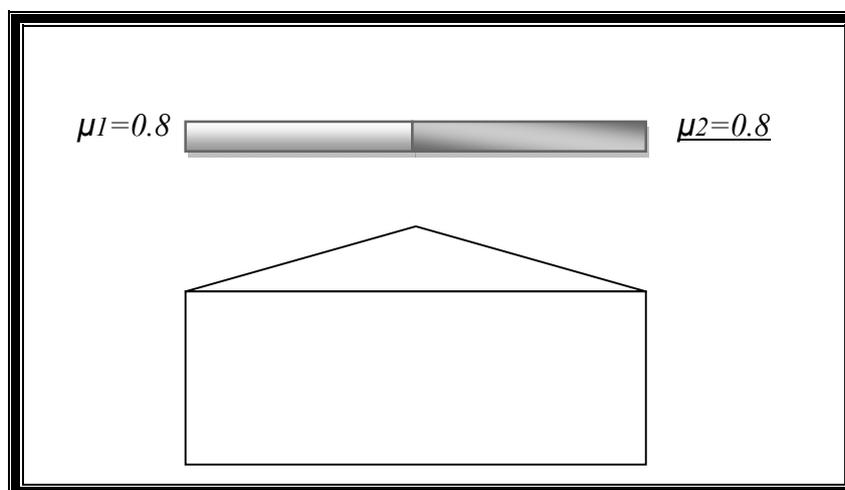


Figure II-11 la distribution de la neige au surface du la toiture

II-3 Effet de la température

On doit tenir compte les effets de la dilatation thermique chaque fois qu'ils risquent d'engendré des effort parasites dans les éléments de la charpente métallique et de produire des désordres au niveau des appuis, ainsi que les éléments exposés à l'aire libre (variation plus élevée du gradient thermique .

Et comme notre salle omnisport est implantée à Alger , qui a eu une faible variation de température entre la jour et la nuit ,alors l'effet de la température n'est pas pris en compte.