

CHAPITRE IV : CONTREVENTEMENT DU BATIMENT

IV-1.Généralités

Un contreventement est un système statique destiné à assurer la stabilité globale d'un ouvrage vis-à-vis des efforts horizontaux issus des éventuelles actions sur celui-ci (vent, freinage, séisme,...) ou à stabiliser localement certaines parties d'un ouvrage .Il peut être réalisé par des voiles, par des portiques, par des noyaux centrales pour les tours.

Dans le cas de ce projet, des voiles de 0,18m d'épaisseur assurent en même temps le rôle porteur vis-à-vis des charges verticales et le rôle de résistance face aux forces horizontales dues au vent.

Les voiles participant au contreventement figurent dans les annexes IV-1 ainsi que les résultats détails des calculs:

IV-2.Effort dû au vent sur chaque niveau

Grâce aux calculs menés dans le chapitre traitant de l'action du vent sur le bâtiment, nous avons pu déterminer les pressions aérodynamiques sur les faces du bâtiment, ce qui nous donne par niveau les résultantes suivantes :

- Cas du vent W1 :

Les surfaces de références sont :

Tableau 41: Surface de référence et valeur de la pression aérodynamique cas du vent W1

faces au vent	W (kN/m ²)	A _{ref} du RDC au 4 ^{ème} étage (m ²)	A _{ref} au 5 ^{ème} étage (m ²)
valeurs	3,80	64	44

D'où les résultantes suivantes :

Tableau 42: Résultante des efforts dus au vent par niveau cas du vent W1

niveaux	H _x	H _y	coordonnées		
			y (m)	x (m)	z (m)
RDC	0,00	243,83	0,00	10,54	1,53
1 ^{ère} étage	0,00	243,83	0,00	10,54	4,58
2 ^{ème} étage	0,00	243,83	0,00	10,54	7,63
3 ^{ème} étage	0,00	243,83	0,00	10,54	10,68
4 ^{ème} étage	0,00	243,83	0,00	10,54	13,73
5 ^{ème} étage	0,00	165,56	0,00	7,15	16,78

NB : Le point O, origine des axes (O_x ; O_y) se trouve au coin gauche du bâtiment.

➤ Cas du vent W2 :

Tableau 43 : Surface de référence et valeur de la pression aérodynamique cas du vent W2

faces au vent	W (kN/m ²)	A _{ref} du RDC au 5 ^{ème} étage (m ²)
valeurs	3,80	50

Les résultantes sont :

Tableau 44: Résultante des efforts dus au vent par niveau cas du vent W1

niveaux	Hx	Hy	coordonnés		
			y (m)	x (m)	z (m)
RDC	190,34	0,00	8,22	0,00	1,53
R+1	190,34	0,00	8,22	0,00	4,58
R+2	190,34	0,00	8,22	0,00	7,63
R+3	190,34	0,00	8,22	0,00	10,68
R+4	190,34	0,00	8,22	0,00	13,73
R+5	190,34	0,00	8,22	0,00	16,78

IV-2.Méthode du centre de torsion

IV-2-1.Présentation et principe

Deux méthodes peuvent être utilisées pour la détermination de la répartition des efforts horizontaux dans les voiles : la méthode du centre de torsion et la méthode de rigidité. Nous allons utiliser la méthode du centre de torsion dans ce projet.

Cette méthode consiste à décomposer l'action extérieure en :

- Un effort H passant par le centre de torsion C de l'ensemble des éléments et provoquant une translation sans rotation ;
- Un moment M de l'effort extérieur H par rapport au centre de torsion provoquant une rotation sans translation.

IV-2-2.hypothèses

Les hypothèses à prendre en compte sont :

- Les inerties de chaque refend sont constantes sur sa hauteur ;
- Les dalles sont infiniment rigides et indéformables dans leurs plans (déformation en bloc) ;
- Les voiles sont bien encastées à leurs bases et ont le même module d'élasticité ;
- La répartition des efforts dans chaque voile se fera proportionnellement à son inertie.

IV-2-3.étapes de calcul

Les grandes étapes de calcul se fait comme le montre la figure qui suit, mais un organigramme de calcul détaillé est présenté en annexe IV-2.

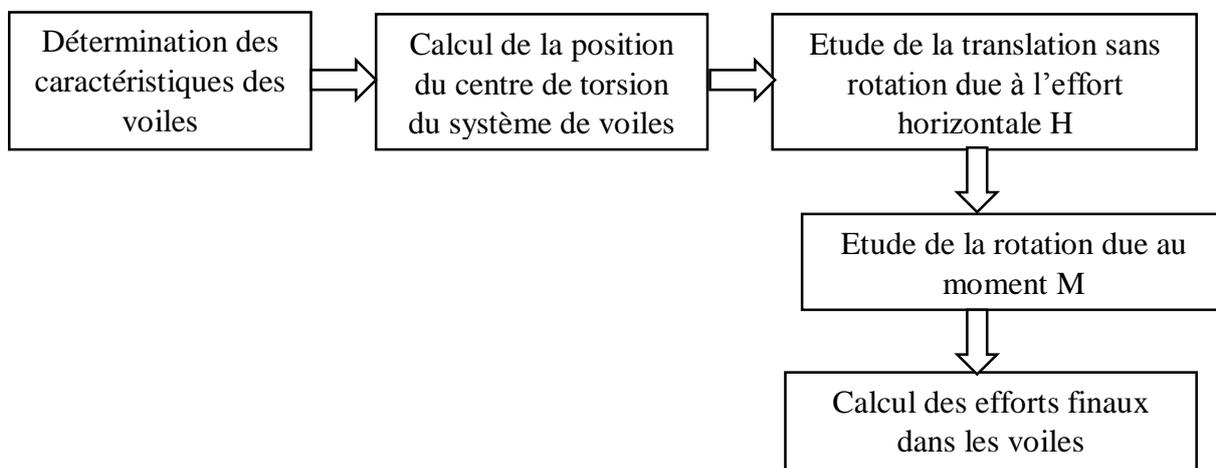


Figure 29: Etapes de calcul de la méthode du centre de torsion

II-3-1.caractéristiques des voiles

Les éléments de définition d'une voile numérotée « i » du système de contreventement sont décrits dans la figure et les tableaux qui suivent :

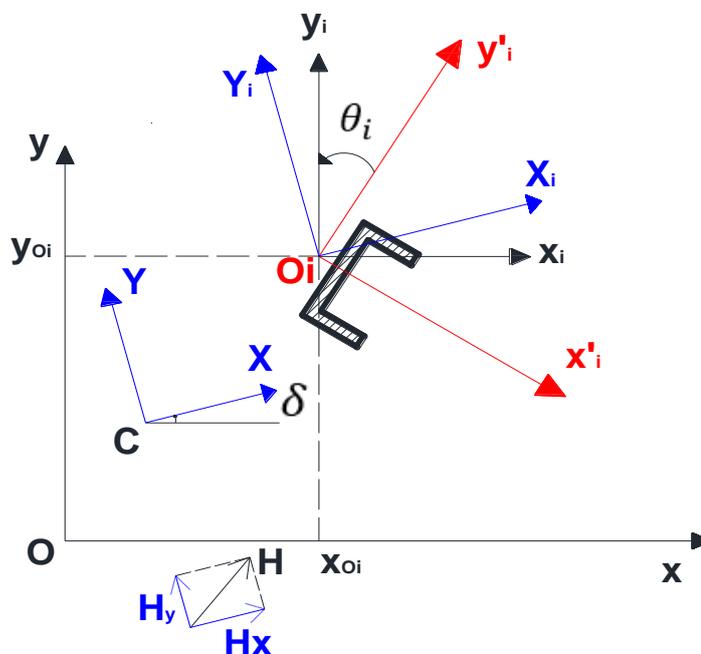


Figure 30: Paramètres de calcul de la méthode du centre de torsion

Le point O, origine des axes (Ox ; Oy) se trouve au coin gauche du bâtiment.

Tableau 45: Calcul des caractéristiques des voiles i

Notation	Définition	expression
t_i	Epaisseur de la voile i	
h_i	Longueur de la voile i	
x_{oi}	Abscisse de Gi dans Oxy	
y_{oi}	Ordonnée de Gi dans Oxy	
$I_{x'i}$	Moment d'inertie par rapport à $O_i y'_i$	$\frac{t_i h_i^3}{12}$
$I_{y'i}$	Moment d'inertie par rapport à $O_i x'_i$	$\frac{h_i t_i^3}{12}$
θ_i	Angle entre l'axe $O_i y'_i$ et $O_i y_i$	

II-3-2. Position du centre de torsion du système de contreventement

Le centre de torsion noté C du système de contreventement est le point tel que :

- Une force dont la ligne d'action passe par C engendre uniquement une translation des refends, la direction de la translation est parallèle à la direction de la force ;
- Un moment dont l'axe vertical passe par C engendre uniquement une rotation des refends.

Les différents paramètres sont les suivants :

Tableau 46: Calcul de la position du centre de torsion

Notation	Description	expression
I_{xi}	Moment d'inertie par rapport à $O_i y_i$	$I_{x'i} \cos^2 \theta_i + I_{y'i} \sin^2 \theta_i$
I_{yi}	Moment d'inertie par rapport à $O_i x_i$	$I_{y'i} \cos^2 \theta_i + I_{x'i} \sin^2 \theta_i$
I_{xyi}	Produit d'inertie	$(I_{x'i} - I_{y'i}) \cos \theta_i \sin \theta_i$
$P_x ; P_y$	Composantes de P dans Oxy	$P_x = \sum I_{yi}$ $P_y = \sum I_{xyi}$
$Q_x ; Q_y$	Composantes de P dans Oxy	$Q_x = \sum I_{xyi}$ $Q_y = \sum I_{xi}$

$M_P ; M_Q$	Moments par rapport à des inerties de l'ensemble	$M_P = \sum I_{xyi}x_{oi} - I_{yi}y_{oi}$ $M_Q = \sum I_{xyi}y_{oi} - I_{xi}x_{oi}$
$x_P ; y_P$	Coordonnées à l'origine de P	$x_P = M_P / P_y$ $y_P = -M_P / P_x$
$x_Q ; y_Q$	Coordonnées à l'origine de Q	$x_Q = M_Q / Q_y$ $y_Q = -M_Q / Q_x$
$x_C ; y_C$	Coordonnées du centre de torsion dans le repère globale Oxy	$x_C = \frac{(y_Q - y_P)}{\left(\frac{y_P}{x_P} - \frac{y_Q}{x_Q}\right)}$ $y_C = \frac{(x_Q - x_P)}{\left(\frac{x_P}{y_P} - \frac{x_Q}{y_Q}\right)}$

II-3-3. Etude de la translation sans rotation due à H

Soient CX et CY, les axes principaux de l'ensemble des voiles, avec $\delta = \widehat{O_i x_i ; CX}$. La force horizontale H donne des efforts $F_{x'ri}$ et $F_{y'ri}$ dans les voiles. H_x et H_y les composantes de l'effort dû au vent dans le repère globale Oxy.

Tableau 47: Evaluation des efforts dus à la translation

Notation	Description	Expression
$tg(2\delta)$		$\frac{\sum(I_{x'i} - I_{y'i})\sin 2\theta_i}{\sum(I_{x'i} - I_{y'i})\cos 2\theta_i}$
δ	angle : $\widehat{O_i x_i ; CX}$	$\frac{\text{Arctg}(tg 2\delta)}{2}$
$H_X ; H_Y$	Composantes de H dans CXY	$H_X = H_x \cos \delta + H_y \sin \delta$ $H_Y = -H_x \sin \delta + H_y \cos \delta$
φ_i	Angle : $\widehat{O_i x_i ; O_i X_i}$	$\theta_i + \delta$
I_{Xi}	Moment d'inertie par rapport à CY	$I_{x'i} \cos^2 \varphi_i + I_{y'i} \sin^2 \varphi_i$
I_{Yi}	Moment d'inertie par rapport à CX	$I_{y'i} \cos^2 \varphi_i + I_{x'i} \sin^2 \varphi_i$
I_{XYi}	Produit d'inertie	$(I_{x'i} - I_{y'i}) \cos \theta_i \sin \theta_i$

Notation	Description	Expression
$F_{x'ri}; F_{y'ri}$	Efforts dus à la translation dans $O_i x' y'_i$	$F_{x'ri} = \frac{H_x}{\sum I_{y'i}} (I_{y'i} \cos \varphi_i - I_{x'y'i} \sin \varphi_i) + \frac{H_y}{\sum I_{x'i}} (I_{x'y'i} \cos \varphi_i - I_{x'i} \sin \varphi_i)$ $F_{y'ri} = \frac{H_y}{\sum I_{x'i}} (I_{x'i} \cos \varphi_i + I_{x'y'i} \sin \varphi_i) + \frac{H_x}{\sum I_{y'i}} (I_{x'y'i} \cos \varphi_i + I_{y'i} \sin \varphi_i)$

II-3-4. Etude de la rotation due à $M = H x e$

Les efforts $R_{x'ri}$ et $R_{y'ri}$ dus à la rotation et repris par chaque voile sont proportionnels à leurs inerties principales $I_{x'i}$ et $I_{y'i}$ et leur distance au centre de torsion C.

Tableau 48: Calcul des efforts dus à la rotation

Notation	Description	expression
M	Moment dans le repère Oxy	$(x_{Hy} - x_C) H_Y - (x_{Hx} - x_C) H_X$
$x'_{ic}; y'_{ic}$	Coordonnées du centre de torsion C dans $Ox' y'_i$	$x'_{ic} = (x_c - x_{oi}) \cos \theta_i - (y_c - y_{oi}) \sin \theta_i$ $y'_{ic} = (x_c - x_{oi}) \sin \theta_i - (y_c - y_{oi}) \cos \theta_i$
r_{xi}	Distance de C à l'axe $O_i x'_i$	y'_{ic}
r_{yi}	Distance de C à l'axe $O_i y'_i$	$-x'_{ic}$
J	Rigidité à la torsion	$r_{xi}^2 I_{y'i} + r_{yi}^2 I_{x'i}$
$R_{x'ri}; R_{y'ri}$	Efforts dus à la rotation dans $O_i x' y'_i$	$R_{x'ri} = \frac{M r_{xi} I_{y'i}}{J}$ $R_{y'ri} = \frac{M r_{yi} I_{x'i}}{J}$

II-3-5. Efforts finaux dans les voiles

Les efforts finaux dans les voiles dirigés suivant leurs axes principales Ox'_i et Oy'_i sont égales à la somme des efforts dus à la translation et à la rotation :

Tableau 49: Calcul des efforts finaux dans les voiles

Notation	Description	expression
$H_{x'ri}; H_{y'ri}$	Efforts dans les voiles dans le repère $O_i x' y'_i$	$H_{x'ri} = F_{x'ri} + R_{x'ri}$ $H_{y'ri} = F_{y'ri} + R_{y'ri}$
$H_{xi}; H_{yi}$	Efforts dans les voiles dans le repère $Ox_i y_i$	$H_{xi} = H_{x'ri} \cos \delta + H_{y'ri} \sin \delta$ $H_{yi} = -H_{x'ri} \sin \delta + H_{y'ri} \cos \delta$

IV-3. Résultats des calculs des efforts dans chaque voile

IV-3-1. Cas du vent W1

IV-3-1-1. Voiles du RDC:

Tableau 50: Valeurs des efforts dus à W1 dans les voiles du RDC

voiles	1	2	3	4	5a	5b	5c	6a	6b
H_{xri} (kN)	-0,001	-0,001	-0,002	-0,001	-0,003	-0,002	-0,002	-0,005	-0,002
H_{yri} (kN)	-86,519	0,024	0,113	-0,032	-13,562	0,034	-0,054	0,164	0,022
H_{xi} (kN)	0,001	0,024	0,113	0,001	0,003	0,034	0,054	0,164	0,022
H_{yi} (kN)	86,5199	0,001	0,002	0,032	13,562	0,002	0,002	0,005	0,002
Voiles	6c	7	8	9	10	11a	11b	12	13
H_{xri} (kN)	-0,003	-0,002	-0,004	-0,002	-0,003	0,003	-0,003	0,003	-0,004
H_{yri} (kN)	-20,055	0,020	0,113	0,020	-48,709	-36,756	-0,027	-	-0,149
H_{xi} (kN)	0,003	0,020	0,113	0,020	0,003	-0,003	-0,027	-0,003	-0,149
H_{yi} (kN)	20,055	0,002	0,004	0,002	48,709	36,756	0,003	24,548	0,004
voiles	14	15	16	17					
H_{xri} (kN)	-0,013	0,003	-0,003	-0,001					
H_{yri} (kN)	-0,253	-13,604	-0,116	-0,022					
H_{xi} (kN)	-0,253	-0,003	-0,116	-0,022					
H_{yi} (kN)	0,013	13,604	0,003	0,001					

A titre de vérification, l'effort totale $H_y = \sum H_{yi} = 244 \text{ kN}$

IV-3-1-2. Voiles du 1^{er} au 4^{ème} étage

Tableau 51: Valeurs des efforts dus à W1 dans les voiles du 1^{er} au 4^{ème} étage

voiles	1	2	3	4	5	6a	6b	6c	6d	6e
H_{xri} (kN)	-0,093	-	0,004	-0,004	-0,002	-0,012	-0,001	0,000	-0,000	-0,007
H_{yri} (kN)	98,018	0,113	7,768	0,264	-3,153	2,202	-0,187	-0,187	-2,445	-0,061
H_{xi} (kN)	0,093	0,113	7,768	0,264	0,017	2,202	0,001	0,000	2,445	-0,061
H_{yi} (kN)	-	0,001	0,004	0,004	3,153	0,012	0,056	0,187	0,000	0,007
voiles	7	8	9	10a	10b	11	12	13	14	15
H_{xri} (kN)	-0,009	-	-0,002	0,005	-0,003	0,005	-0,004	-0,014	0,005	-0,003
H_{yri} (kN)	1,446	0,113	-54,412	-41,044	-0,039	-27,474	-0,213	-4,347	-	-0,166
H_{xi} (kN)	1,446	0,113	0,002	-0,005	-0,039	-0,005	-0,213	-4,347	-0,005	-0,166
H_{yi} (kN)	0,009	0,005	54,412	41,044	0,003	27,474	0,004	0,014	15,364	0,003
voiles	16									
H_{xri} (kN)	-0,001									
H_{yri} (kN)	-0,031									
H_{xi} (kN)	-0,031									
H_{yi} (kN)	0,001									

A titre de vérification, l'effort totale $H_y = \sum H_{yi} = 244 \text{ kN}$

IV-3-1-3. Voiles du 5^{ème} étage

Tableau 52: Valeurs des efforts dus à W1 dans les voiles du 5^{ème} étage

voiles	1	2	3	4	5	6a	6b	6c	6d	6e
H_{x_i} (kN)	0,006	-0,001	-0,006	-0,007	-0,005	-0,021	-0,002	-0,001	-0,001	-0,013
H_{y_i} (kN)	-73,779	0,311	2,117	0,624	-5,697	6,795	-2,715	-0,314	-4,662	0,021
H_{x_i} (kN)	-0,006	0,311	2,117	0,624	0,005	6,795	0,002	0,001	0,001	0,021
H_{y_i} (kN)	73,779	0,001	0,006	0,007	5,697	0,021	2,715	0,314	4,662	0,013
voiles	11	12	13	14	15	16				
H_{x_i} (kN)	0,011	-0,008	-0,026	0,011	-0,006	-0,002				
H_{y_i} (kN)	-54,098	-0,517	-8,853	-23,659	-0,404	-0,075				
H_{x_i} (kN)	-0,011	-0,517	-8,853	-0,011	-0,400	-0,075				
H_{y_i} (kN)	54,598	0,008	0,026	23,659	0,004	0,002				

A titre de vérification, l'effort totale $H_y = \sum H_{yi} = 166 \text{ kN}$

IV-3-2. Cas du vent W2

IV-3-2-1. Voiles du RDC:

Tableau 53 : Valeurs des efforts dus à W2 dans les voiles du RDC

voiles	1	2	3	4	5a	5b	5c	6a	6b
H_{x_i} (kN)	-0,155	-0,000	-0,000	-0,009	-0,067	-0,000	0,000	0,000	0,000
H_{y_i} (kN)	-3,795	0,290	1,376	0,000	0,074	1,192	1,192	9,323	0,503
H_{x_i} (kN)	0,155	0,290	1,376	0,009	0,067	1,192	1,192	9,323	0,503
H_{y_i} (kN)	3,795	0,000	0,000	0,000	-0,074	0,000	0,000	0,000	0,000
Voiles	6c	7	8	9	10	11a	11b	12	13
H_{x_i} (kN)	-0,067	0,000	0,000	0,000	-0,082	-0,074	0,000	-0,070	0,000
H_{y_i} (kN)	0,442	0,249	1,376	0,249	1,490	1,162	0,369	0,624	2,008
H_{x_i} (kN)	0,067	0,249	1,376	0,249	0,082	0,074	0,369	0,070	2,008
H_{y_i} (kN)	-0,442	0,000	0,000	0,000	-1,490	-1,254	0,000	-0,624	0,000
voiles	14	15	16	17					
H_{x_i} (kN)	0,000	-0,070	-0,000	0,000					
H_{y_i} (kN)	169,76	0,003	1,569	0,293					
H_{x_i} (kN)	169,76	-0,070	1,569	0,293					
H_{y_i} (kN)	0,000	-0,003	0,000	0,000					

A titre de vérification, l'effort total $H_x = \sum H_{xi} = 190 \text{ kN}$

IV-3-2-2. Voiles du 1^{er} au 4^{ème} étageTableau 54 : Valeurs des efforts dus à W2 dans les voiles du 1^{er} au 4^{ème} étage

voiles	1	2	3	4	5	6a	6b	6c	6d	6e
H_{xri} (kN)	-0,093	0,000	0,000	-0,000	-0,023	-0,001	-0,019	-0,009	-0,019	-0,001
H_{yri} (kN)	18,254	1,054	7,166	2,141	-0,245	53,631	-0,056	-0,009	-0,263	7,973
H_{xi} (kN)	0,093	1,054	7,166	2,141	0,023	53,631	0,019	0,009	0,019	7,973
H_{yi} (kN)	-18,254	0,000	0,004	0,000	0,245	0,001	0,056	0,009	0,263	0,001
voiles	7	8	9	10a	10b	11	12	13	14	15
H_{xri} (kN)	-0,001	-0,001	-0,050	-0,043	0,000	-0,040	0,000	-0,000	-0,040	0,000
H_{yri} (kN)	13,485	1,054	-7,949	-6,185	0,211	-3,369	1,148	101,074	-0,163	0,897
H_{xi} (kN)	13,485	1,054	0,050	0,043	0,211	0,040	1,148	101,074	0,040	0,897
H_{yi} (kN)	0,001	0,001	7,949	6,185	0,000	3,396	0,000	0,001	0,163	0,000
voiles	16									
H_{xri} (kN)	0,000									
H_{yri} (kN)	0,167									
H_{xi} (kN)	0,167									
H_{yi} (kN)	0,000									

A titre de vérification, l'effort total $H_x = \sum H_{xi} = 190 \text{ kN}$

IV-3-2-3. Voiles du 5^{ème} étageTableau 55 : Valeurs des efforts dus à W2 dans les voiles du 5^{ème} étage

voiles	1	2	3	4	5	6a	6b	6c	6d	6e
H_{xri} (kN)	-0,099	0,000	-0,001	-0,001	-0,025	-0,004	-0,022	-0,010	-0,022	-0,003
H_{yri} (kN)	18,877	1,201	8,166	2,438	-1,155	59,432	-0,455	-0,056	-1,051	8,652
H_{xi} (kN)	0,099	1,201	8,166	2,438	0,025	59,432	0,022	0,010	0,021	8,652
H_{yi} (kN)	-18,977	0,000	0,001	0,001	1,155	0,004	0,455	0,056	1,051	0,003
voiles	11	12	13	14	15	16				
H_{xri} (kN)	-0,042	-0,002	-0,005	-0,042	-0,001	0,000				
H_{yri} (kN)	-12,690	1,149	107,975	-3,453	0,898	0,167				
H_{xi} (kN)	0,042	1,149	107,975	0,042	0,898	0,167				
H_{yi} (kN)	12,690	0,002	0,005	3,453	0,001	0,000				

A titre de vérification, l'effort totale $H_x = \sum H_{xi} = 190 \text{ kN}$

CHAPITRE V : CALCUL DES ELEMENTS DE LA SUPERSTRUCTURE

V-1.Hypothèses générales

Pour le béton armé, les hypothèses à prendre en compte sont les suivantes :

- Principe de Navier-Bernoulli : au cours des déformations, les sections droites restent planes et conservent leurs dimensions ;
- La résistance du béton tendu est négligée ;
- Adhérence parfaite entre l'acier et le béton : au contact entre le béton et les armatures.

V-2.Dimensionnement de la dalle pleine de la toiture terrasse

La dalle est essentiellement sollicitée en flexion simple et le dimensionnement se fait suivant la combinaison ELU avec les vérifications à l'ELS. Nous prendrons le cas de la dalle E de la toiture terrasse végétalisée qui est la plus chargée.

V-2-1.Caractéristiques géométriques

- Dimensions entre nus d'appuis de la dalle : $l_{nx} = 6,60 \text{ m}$; $l_{ny} = 12,16 \text{ m}$;
- Calcul des portées l_{eff} :

Elle se définit comme suit :

$$l_{eff,i} = l_{ni} + a_1 + a_2 \quad \text{avec } a_i = \min\left(\frac{t_i}{2}; \frac{h}{2}\right)$$

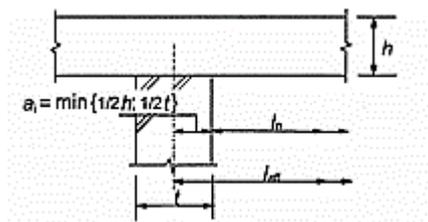


Figure 31: Paramètres de calcul de $l_{eff,i}$

Les indices 1 et 2 désignent respectivement l'appui gauche et droit.

AN :

$$l_{nx} = 6,60 \text{ m} ; l_{ny} = 12,16 \text{ m} ;$$

$$h = 0,20 \text{ m} ; t_1 = t_2 = 0,18 \text{ m (épaisseur poutre ou voile)}$$

Tableau 56 : Valeurs des longueurs efficaces de la dalle

l_{ni} (m)	$t_1 = t_2$ (m)	$a_{1,i} = a_{2,i}$ (m)	$l_{eff,i}$ (m)
6,60	0,18	0,09	6,78
12,16	0,18	0,09	12,36

- Elancement $\alpha = 0,54$ dalle portant dans deux sens ;
- Epaisseur $h = 0,20$ m.

V-2-2.Evaluation des sollicitations

V-2-2-1. Combinaison d'action

Les coefficients partiels ont déjà été définis dans le chapitre traitant des hypothèses, nous obtenons les combinaisons suivantes :

- ELU fondamentale :

$$1,35g + 1,5q$$

- ELS caractéristique :

$$g + q$$

- ELS quasi-permanente :

$$g + 0,3q$$

AN:

$g = 9,53 \text{ kN/m}^2$: Action permanente dominante : poids propre toiture ;

$q = 1 \text{ kN/m}^2$: Action variable dominante : surcharge d'entretien de la toiture.

ELU fondamentale : $p_{ELU, fond} = 1,35 \times 9,53 + 1,5 \times 1 = 14,37 \text{ kN/m}^2$

Tableau 57 : Valeurs de la charge appliquée sur la dalle

Combinaisons	Charge appliquée (kN/m ²)
ELU fondamentale	14,37
ELS caractéristique	10,53
ELS quasi permanente	9,83

V-2-2-2.Evaluation des sollicitations

Les recommandations professionnelles relatives à l'application à l'Eurocode 2 en France reconduisent les méthodes de l'annexe E3 du BAEL et ses abaques pour le calcul des moments fléchissant dans les panneaux de dalles portant sur 2 directions. Toutefois les conditions sur l'alinéa 5.6.2 sur la dispense de la vérification de la capacité de rotation des rotules plastiques doivent être vérifiées c'est-à-dire :

- $\frac{x_u}{d} \leq 0,25$ pour les bétons de classe inférieurs à C50/60 ;

Où x_u : hauteur partie comprimé de la section ;

d : distance entre la fibre la plus comprimé et centre de gravité des aciers tendus.

- les aciers doivent être de classe B ou C.

V-2-2-3. Evaluation des moments fléchissant

- Calcul des moments fléchissant développées au centre du panneau supposé articulé :

$$\begin{cases} \text{suivant } l_x: M_x = \mu_x \cdot p \cdot l_x^2 \\ \text{suivant } l_y: M_y = \mu_y \cdot M_x \end{cases}$$

Avec μ_x et μ_y déterminés par interpolation des valeurs du tableau de l'annexe V-1.

AN:

ELU fondamentale : $\mu_x = 0,0906$; $\mu_y = 0,2828$; $p_{ELU, fond} = 14,37 \text{ kN/m}^2$; $l_{n,x} = 6,60 \text{ m}$

$$M_x = 0,0906 \times 14,37 \times 6,60^2 = 56,70 \text{ kNm}$$

$$M_y = 56,70 \times 0,2828 = 16,03 \text{ kNm}$$

D'où les résultats suivants :

Tableau 58: Valeurs des moments fléchissant au centre de la dalle articulé

Combinaisons	p (kN/m ²)	μ_x	μ_y	l_x (m)	M_x (kNm)	M_y (kNm)
ELU fond	14,37	0,0906	0,2828	6,60	56,69	16,03
ELS car	10,53	0,0906	0,2828	6,60	41,56	11,75
ELS quasi	9,83	0,0906	0,2828	6,60	38,79	10,97

- Calcul des moments fléchissant en travée et aux appuis de la dalle partiellement encastré :

Il faut respecter la condition sur la fermeture des moments :

$$M_{tx} + \frac{M_{wx} + M_{ex}}{2} \geq 1,25M_x \text{ et } M_{ty} + \frac{M_{wy} + M_{ey}}{2} \geq 1,25M_y$$

D'où les valeurs suivantes pour le panneau étudié en rive :

Tableau 59: Moments fléchissant de calculs aux appuis et en travées dans la dalle aux ELU et ELS

ELU fondamentale			
Suivant	Moment fléchissant en appui gauche (kNm)	Moment fléchissant en travée (kNm)	Moment fléchissant en appui droite (kNm)
l_x	$M_{wx} = 0,50M_x = 28,35$	$M_{tx} = 0,85M_x = 48,19$	$M_{ex} = 0,30M_x = 17,01$
l_y	$M_{wy} = 0,50M_x = 28,35$	$M_{ty} = 0,85M_y = 13,63$	$M_{ey} = 0,30M_x = 17,01$
ELS caractéristique			
Suivant	Moment fléchissant en appui gauche (kNm)	Moment fléchissant en travée (kNm)	Moment fléchissant en appui droite (kNm)
l_x	$M_{wx} = 0,50M_x = 20,78$	$M_{tx} = 0,85M_x = 35,33$	$M_{ex} = 0,30M_x = 12,47$
l_y	$M_{wy} = 0,50M_x = 20,78$	$M_{ty} = 0,85M_y = 9,99$	$M_{ey} = 0,30M_x = 12,47$

ELS quasi-permanent			
Suivant	Moment fléchissant en appui gauche (kNm)	Moment fléchissant en travée (kNm)	Moment fléchissant en appui droite (kNm)
l_x	$M_{wx} = 0,50M_x = 19,39$	$M_{tx} = 0,85M_x = 32,97$	$M_{ex} = 0,30M_x = 11,63$
l_y	$M_{wy} = 0,50M_x = 19,39$	$M_{ty} = 0,85M_y = 9,32$	$M_{ey} = 0,30M_x = 11,63$

D'où le diagramme des moments fléchissant à l'ELU fondamentale pour le calcul de la section d'armatures est comme suit :

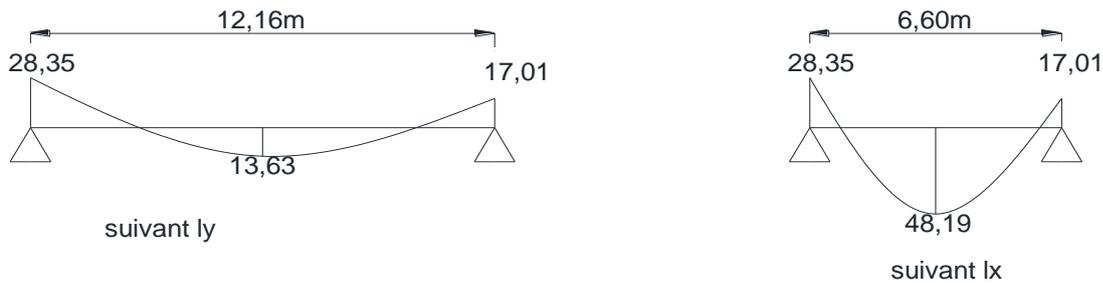


Figure 32: Diagramme des moments fléchissant dans la dalle à l'ELU en MNm

V-2-2-4. Evaluation des efforts tranchants :

L'effort tranchant se calcule comme suit :

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{dans le sens de } l_x: V_{Ed,x} = \frac{pl_x}{2(1 + \frac{\alpha}{2})} \\ \text{dans le sens de } l_y: V_{Ed,y} = \frac{pl_y}{3} \end{array} \right.$$

AN:

A l'ELU fondamentale : $p_{ELU, fond} = 14,37 \text{ kN/m}^2$; $l_x = 6,60 \text{ m}$

$$V_{Ed,x} = \frac{14,37 \times 6,60}{2(1 + \frac{0,54}{2})} = 37,34 \text{ kN/ml}$$

$$V_{Ed,y} = \frac{14,37 \times 12,16}{3} = \frac{58,24 \text{ kN}}{\text{ml}}$$