

Répartition des contraintes dues à la construction

Exercice :

Soit un immeuble de **100 x 25 m** en forme triangulaire, en prendra **500 tonnes** de charges pour la semelle centrale et **75 tonnes** pour la semelle aux bords, le taux de travail σ_s au pieds des semelles est de **4,5 tonnes**, les semelles sont carrées et à **2 m** de profondeur.

On tiendra compte de l'effet radier, la contrainte moyenne imposés au sol est supposé uniforme = **0.9 bars**

-----	0m
Limon Argileux	
-----	1.5m
Base fondation	
-----	2m
Argile à meuler	
- - - - -	(Nappe) 4m
△	
-----	7.5m
Calcaire marneux tendre	
-----	10.5m
Marne verte	

Démarches de calcul :

Pour vérifier que les déformations de la fondation sont acceptable pour la structure, il faut calculer le tassement, pour cela il faut déterminer les contraintes sous la fondation, on adopte la solution de Newmark qui détermine la répartition des contraintes sous le coin d'une surface rectangulaire flexible uniformément chargé.

Cette solution est donné par les abaques ou numériquement :

$\sigma = q \cdot \alpha$ avec α est donné par la formule

$$\alpha = \frac{1}{4\pi} \left[\frac{2mn\sqrt{m^2+n^2+1}}{m^2+n^2+m^2n^2+1} \left(\frac{m^2+n^2+2}{m^2+n^2+1} \right) + \text{Arctg} \left[\frac{2mn\sqrt{m^2+n^2+1}}{m^2+n^2-m^2n^2+1} \right] \right]^2$$

$m=L/Z$, $n=B/Z$

Dans le domaine élastique, on peut superposer différents états pour déterminer la contrainte d'un point quelconque.

On calcul ainsi les contraintes au centre des semelles et aux bords, pour les semelles plus chargés et les semelles moins chargés.

A partir d'une certaine profondeur il y a interférence entre les contraintes transmises par les différents semelles, tout se passe comme si le bâtiment était fondé sur un radier général donc il faut tenir compte de l'effet radier pour le calcul des tassements.

¹ N.B: le calcul du coefficient α est déterminés numériquement sur excell.

1. Dimensions des semelles isolés:

- *Semelle centrale*

$$\sigma = \frac{F}{S} = 45t/m^2 = \frac{500t}{S}$$

$$500T = S \times 45 \text{ D'où : } S = 500/45 = 11.11$$

On choisit **une semelle rectangulaire de dimension 3 x 4 m²**

- *Semelle du bord*

$$\sigma = \frac{F}{S} = 45t/m^2 = \frac{75t}{S}$$

$$75T = S \times 45 \text{ D'où : } S = 75/45 = 1.67$$

On choisit **une semelle rectangulaire de dimension 1 x 2 m²**

2. Calcul des poids volumiques :

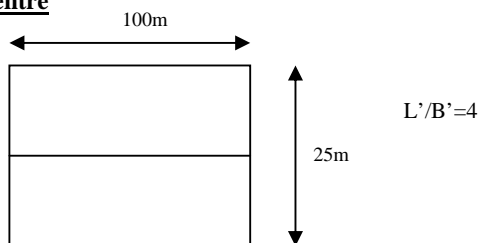
A partir des courbes œdométrique on trouve :

Niveau	Sol	Indice des vides e ₀	γ _s (kN/m ³)	γ _d = $\frac{\gamma_s}{1+e_0}$	W _s = $\frac{e_0}{G_s}$ (%)	(T/m ³) γ _{sat} = γ _d (1+W _s)	γ' = γ _{sat} - γ _w
0 à 1.5m	Limon argileux	0,66	27	16,265	24,44	2,02	-
1.5 à 4 m	Argile à meuler	0,68	27	16,071	25,19	2,01	-
4 à 7.5 m	Terrain saturé	-	-	-	-	-	1,01
7.5 à 10.5 m	Calcaire marneux	0,8	27	15,000	29,63	1,94	0,94
De 10.5m	Marne verte	0,69	27	15,976	25,56	2,01	1,01

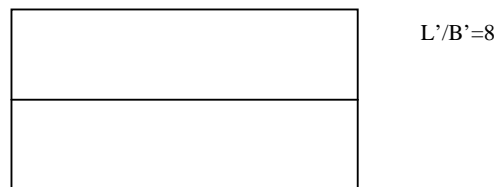
3. Calcul des contraintes :

Effet radier :

au centre



Sur les bords



$$\Delta q = 9t/m^2$$

Sur le centre

Z	Z/B'	n	m	α	Centre=4 $\alpha\Delta q$
0	0	-	-	0,250	8,998
1	0,08	12,50	50,00	0,2499	8,998
2	0,16	6,25	25,00	0,2496	8,985
3	0,24	4,17	16,67	0,2486	8,950
4	0,32	3,13	12,50	0,2469	8,888
5,5	0,44	2,27	9,09	0,2427	8,736
7	0,56	1,79	7,14	0,2365	8,515
8,5	0,68	1,47	5,88	0,2288	8,238
10	0,8	1,25	5,00	0,2200	7,921

Sur les bords

Z	Z/B'	n	m	α	Bords= 2 $\alpha\Delta q$
0	0	-	-	0,250	4,499
1	0,08	12,50	100,00	0,2499	4,499
2	0,16	6,25	50,00	0,2496	4,492
3	0,24	4,17	33,33	0,2486	4,475
4	0,32	3,13	25,00	0,2469	4,444
5,5	0,44	2,27	18,18	0,2427	4,369
7	0,56	1,79	14,29	0,2366	4,259
8,5	0,68	1,47	11,76	0,2290	4,121
10	0,8	1,25	10,00	0,2202	3,964

2- semelle isolé :

$$\Delta q = 45t/m^2$$

2.1 Semelle centrale :

- *Sur le centre*

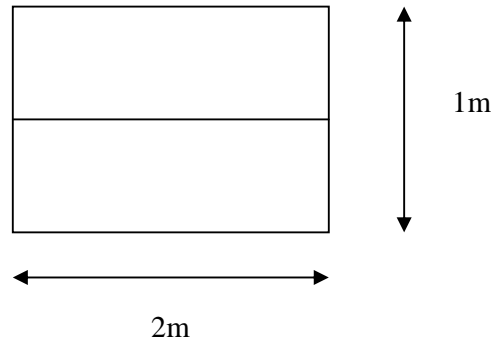
Dimension : B x L = 3 x 4

z	Z/B'	n	m	α	Bords= 4 $\alpha\Delta q$
0	0	-	-	0,250	45,000
1	0,08	1,50	2,00	0,2236	40,250
2	0,16	0,75	1,00	0,1547	27,853
3	0,24	0,50	0,67	0,1007	18,129
4	0,32	0,38	0,50	0,0675	12,155
5,5	0,44	0,27	0,36	0,0404	7,271
7	0,56	0,21	0,29	0,0264	4,756
8,5	0,68	0,18	0,24	0,0185	3,329
10	0,8	0,15	0,20	0,0136	2,451

2.2 Semelle du bord :

- *Sur les bords*

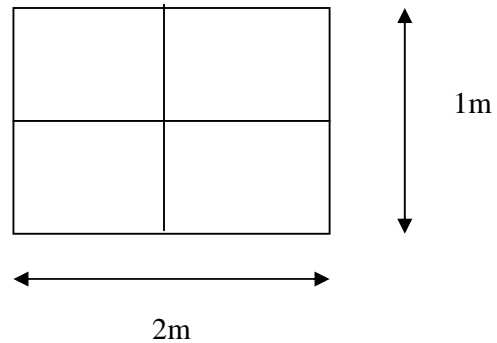
$B \times L = 1 \times 2$; $B' = 0.5$;



z	Z/B'	n	m	α	Bords= $2\alpha\Delta q$
0	0	-	-	0,250	22,500
1	2,00	0,50	2,00	0,1350	12,146
2	4,00	0,25	1,00	0,0674	6,062
3	6,00	0,17	0,67	0,0388	3,492
4	8,00	0,13	0,50	0,0246	2,215
5,5	11,00	0,09	0,36	0,0142	1,275
7	14,00	0,07	0,29	0,0091	0,819
8,5	17,00	0,06	0,24	0,0063	0,567
10	20,00	0,05	0,20	0,0046	0,415

- *Sur le centre*

$B \times L = 1 \times 2$; $B' = 0.5$; $L' = 1$



z	Z/B'	n	m	α	Bords= $4\alpha\Delta q$
0	0	-	-	0,250	45,000
1	2,00	0,50	1,00	0,1202	21,632
2	4,00	0,25	0,50	0,0475	8,556
3	6,00	0,17	0,33	0,0238	4,283
4	8,00	0,13	0,25	0,0140	2,522
5,5	11,00	0,09	0,18	0,0076	1,373
7	14,00	0,07	0,14	0,0048	0,859
8,5	17,00	0,06	0,12	0,0033	0,586
10	20,00	0,05	0,10	0,0024	0,425

4. Calcul du tassement

On calcul à partir de l'équation suivante le tassement dans le centre de chaque couche:

Z=1m, Z=4m, Z=7m, Z=10m

$$\Delta f = \frac{\Delta e}{1+e_0} H$$

$$P_f = P_0 + \text{Max}\{\text{effet Radier ; effet Semelle}\}$$

Centre							
$\gamma(\text{t/m}^3)$	$P_0(\text{t/m}^2)$	e_0	$pf(\text{t/m}^2)$	ef	$\Delta(e)$	H(m)	$\Delta(f)$ cm
2,016	6,042	0,675	46,292	0,608	0,067	2	1,600
1,012	10,078	0,662	22,233	0,651	0,011	3,5	0,463
0,944	13,012	0,784	21,527	0,76	0,024	3	4,036
1	15,928	0,69	23,849	0,682	0,008	3	1,420
TOTAL							7,519 cm

Bord				
$pf(\text{t/m}^2)$	ef	$\Delta(e)$	H(m)	$\Delta(f)$ cm
27,674	0,642	0,033	2	0,788
14,522	0,659	0,003	3,5	0,126
17,271	0,782	0,002	3	0,336
19,892	0,689	0,001	3	0,178
TOTAL				1,428 cm

On aura ainsi le tassement total pour les semelles.

Scentre= 7.5 cm, Sbords=1.4cm

L'ordre de grandeur des tassement totaux est de 5 cm

✓ **Calcul du tassement différentiel :**

d(S1S2)=50m.

$$\Delta S = \frac{S_{\text{centre}} - S_{\text{bord}}}{d(S1S2)} = \frac{7.519 - 1.428}{50 \cdot 10^2} = 1.22\text{‰}$$

L'ordre de tassement différentiel est de 1/1000.