



Ressources Éducatives Libres

CORRIGE TRAVAUX DIRIGES
CONTRAINTES DANS LES SOLS

Université Nationale des Sciences,
Technologies, Ingénierie et Mathématiques d'Abomey



Novembre 2023

Questions de cours

A

1. Une contrainte est une force par unité de volume (**Faux**)
2. La pression interstitielle en un point quelconque M du massif d'un sol, notée u_M est la pression intergranulaire en ce point (**Faux**).
3. La contrainte effective détermine le comportement mécanique d'un sol saturé (**Vrai**).
4. Dans un sol saturé, il n'y a pas de déformations sans variations des contraintes effectives et inversement (**Vrai**).
5. Les contraintes dans un sol conditionnent la résistance ultérieure du sol, sa stabilité, sa déformabilité voire sa rupture (**Vrai**).
6. La contrainte intergranulaire est indépendante de la hauteur d'eau pour un sol submergé (**Vrai**).

B

On appelle contraintes **géostatiques**, les contraintes agissant dans un massif de sol **homogène** à **surface horizontale**, dues à la **pesanteur**, à l'exclusion de toute charge **extérieure**. Le calcul des suppléments de contraintes apportés par un **chargement** à différents niveaux dans le **sol** s'effectue en utilisant les résultats de la **théorie de l'élasticité**, pour un massif **homogène** semi-infini, **isotrope**.

Résolution Exercice 1

Soit une semelle rectangulaire de longueur 5 m et de largeur 2 m. Calculer sur la verticale du centre de gravité.

$$Q = 2000 / (5 \times 2) = 200 \text{ kPa}$$

Découper le rectangle en 4 et remplir le tableau suivant en utilisant l'abaque

z (m)	a/z	b/z	I	Contraintes induites
2				
4				
6				
8				
10				

Résolution Exercice 2

1- Tableau des contraintes totales et effectives en fonction de la profondeur

z	[0,3]	[3,6]	[6,9]	[9,17]	[17,29]	[29,34]	[34,38]
$\sigma(z)$	20z	60+22(z-3) = 22z - 6	60+22(z-3) = 22z - 6	192+20,5(z-9) = 20,5z + 7,5	356+22(z-17) = 22z - 18	620+21,2(z-29) = 21,2z + 5,2	726+22(z-34) = 22z - 22
u(z)	0	0					
$\sigma'(z)$	20z	22z - 6	22z - 6 - 10(z-6) = 12z + 54	20,5z + 7,5 - 10(z-6) = 10,5z + 67,5	22z - 18 - 10(z-6) = 12z + 42	21,2z + 5,2 - 10(z-6) = 11,2z + 65,2	22z - 22 - 10(z-6) = 12z + 38

Contraintes totales et effectives aux points A, B et C.

Points	Contraintes totales σ_M (kPa)		Contraintes effectives σ'_M (kPa)	
A	$\gamma_1 \cdot z_A$	20 x 2 = 40	$\gamma_1 \cdot z_A$	20 x 2 = 40
B	$\sigma_B + \gamma_3 (z_C - z_B)$	192 + 20,5(14-9) = 294,5	$\sigma_C - \gamma_w (z_C - z_{eau})$	294,5 - 10(14-6) = 214,5
C	$\sigma_C + \gamma_3 (17 - z_C) + \gamma_4 (z_D - 17)$	294,5 + 20,5(17-14) + 22(23-17) = 488	$\sigma_D - \gamma_w (z_D - z_{eau})$	488 - 10(23-6) = 318

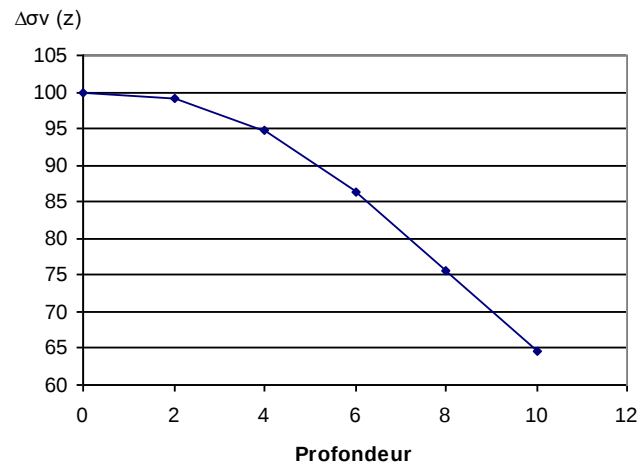
Résolution Exercice 3

Réservoir circulaire de 10 m de rayon. Q = 100 kPa. Couche d'argile saturée d'épaisseur e= 10m et de poids volumique $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$.

Représentons en fonction de la profondeur, les contraintes verticales induites par la charge circulaire ; les contraintes verticales totales.

z	Contraintes verticales induites $\Delta\sigma_v$ (kPa)	Contraintes verticales totales (kPa)	Contraintes verticales totales (kPa)
0	100		
2	99,246		

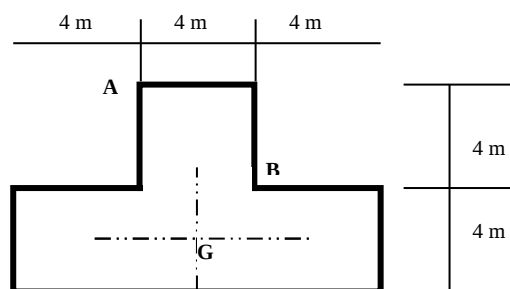
4	94,877		
6	86,341		
8	75,622		
10	64,645		



Compléter le tableau et ajouter les courbes correspondantes.

Résolution Exercice 4

Déterminons les contraintes induites dans le sol à 5m de profondeur par rapport à la base de la semelle sous la verticale des points A, B et G.

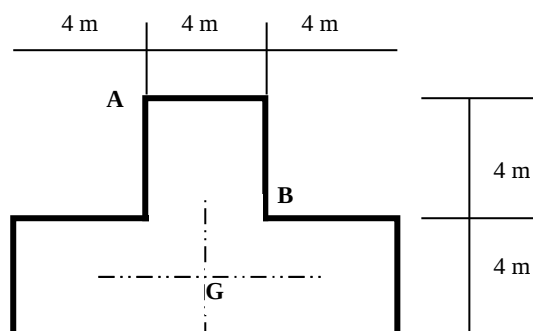


$$Q = 6\,400 \text{ kN}$$

$$\text{La contrainte appliquée est : } q = \frac{Q}{S} = \frac{6400}{(12 \times 4) + (4 \times 4)} = 100 \text{ kPa.}$$

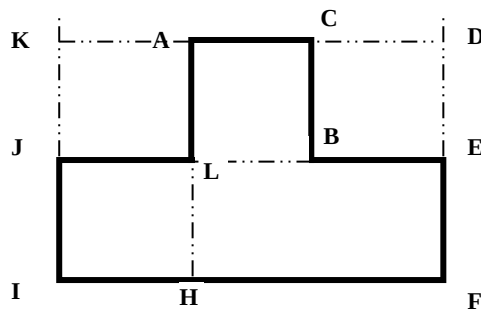
Contrainte induite dans le sol à 5 m de profondeur sous la verticale des points A, B et G.

Point B



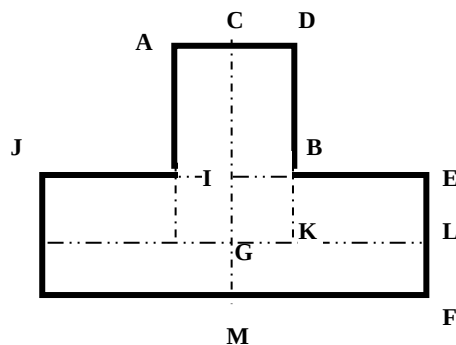
	R1	R2	R3	R1 + R2 + R3
a	4	8	4	-
b	4	4	4	-
a/z	0,80	1,60	0,80	-
b/z	0,80	0,80	0,80	-
I	0,1470	0,1790	0,1470	0,4730
Contrainte induite	14,70	17,90	14,70	47,30

Point A



	R1 (AHIK)	R2 (ALJK)	R3 (ADFH)	R4 (ADEL)	R5 (ACBL)	(R1 - R2) + (R3 - R4 + R5)
a	8	4	8	8	4	-
b	4	4	8	4	4	-
a/z	1,60	0,80	1,60	1,60	0,80	-
b/z	0,80	0,80	1,60	0,80	0,80	-
I	0,1790	0,1470	0,2170	0,179	0,147	0,2170
Contrainte induite	17,90	14,70	21,70	17,90	14,70	21,70

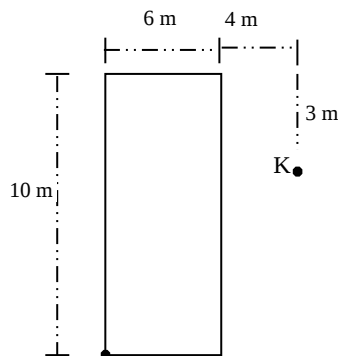
Point G



	R1 (GLFM)	R2 (CDKG)	R3 (IBKG)	4R1 + 2(R2 - R3)
a	6	2	2	-
b	2	6	2	-
a/z	1,20	0,40	0,40	-
b/z	0,40	1,20	0,40	-
I	0,1030	0,1030	0,0580	0,5020
Contrainte induite	10,30	10,30	5,80	50,20

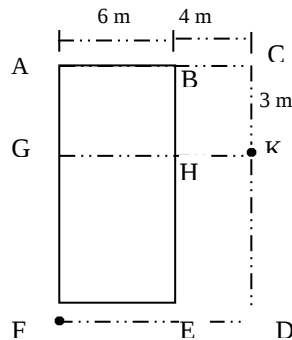
Résolution Exercice 5

Détermination des contraintes induites à des profondeurs de 6m et 10 m au point K.



La contrainte appliquée est de : $q = \frac{Q}{S} = \frac{1200}{(10 \times 6)} = 20 \text{ kPa}$.

Contraintes induites à des profondeurs de 2m, 4m, 6m et 10 m au point K :



$$I = I_{GABK} (10 / 3) + I_{GFDK} (10 / 7) - I_{HBCK} (4 / 3) - I_{HEDK} (7 / 4)$$

Rectangle GABK a = 10 m ; b = 3m.

z	a/z	b/z	I_{GABK}
6	1,67	0,5	0,136
10	1	0,3	0,081

Rectangle GFDK a = 10 m; b = 7m.

z	a/z	b/z	I_{GFDK}
6	1,67	1,17	0,2
10	1	0,7	0,15

Rectangle HEDK a = 7 m ; b = 4m.

z	a/z	b/z	I_{HEDK}
6	1,17	0,67	0,15
10	0,7	0,4	0,054

Rectangle HBCK $a = 4 \text{ m}$; $b = 3 \text{ m}$.

z	a/z	b/z	I_{HBCK}
6	0,67	0,5	0,098
10	0,4	0,3	0,045

z	I_{GABK}	I_{GFDK}	I_{HEDK}	I_{HBCK}
6	0,136	0,2	0,15	0,098
10	0,081	0,15	0,054	0,045

Déterminer ensuite I et les contraintes.