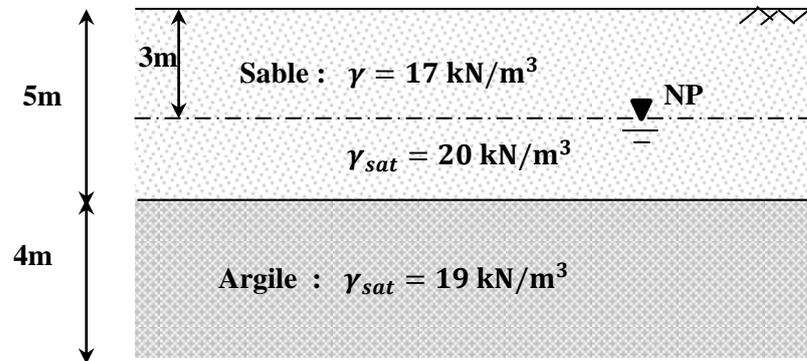


Exercice 1 :

En se servant du profil de sol donné ci-dessous. Tracer le diagramme de la contrainte totale, la contrainte effective, et la pression interstitielle en fonction de la profondeur ?



Solution :

Pour pouvoir tracer le diagramme de σ , σ' et u , il est nécessaire de calculer les contraintes aux points de changement des valeurs des poids volumiques

La contrainte verticale totale est :

$$\sigma = \sum_0^n \gamma_i Z_i$$

La pression interstitielle se calcule par la formule suivante :

$$u = \sum_0^n \gamma_w Z_w$$

La contrainte effective :

$$\sigma' = \sigma - u$$

1. Couche 1 : sable non saturé :

Contrainte totale :

$$\sigma = \gamma Z \quad (0 \leq Z \leq 3\text{m})$$

$$\text{Pour } Z = 0 \quad \sigma = \mathbf{0}$$

$$\text{Pour } Z = 3\text{m} \quad \sigma = 17 \cdot 3 = \mathbf{51 \text{ kN/m}^2}$$

Pression interstitielle :

➤ Pas de nappe d'eau : $u = 0$

Contrainte effective :

$$\sigma' = \sigma - u$$

Pour $Z = 0$ $\sigma' = \sigma = 0$

Pour $Z = 3\text{m}$ $\sigma' = \sigma = 17.3 = 51 \text{ kN/m}^2$

2. Couche 2 : sable saturé :

Contrainte totale :

$$\sigma = \sum_0^n \gamma_i Z_i$$

$$\sigma = 17.3 + \gamma_{sat} Z \quad (0 \leq Z \leq 2\text{m})$$

Pour $Z = 0$ $\sigma = 51 \text{ kN/m}^2$

Pour $Z = 2\text{m}$ $\sigma = 17.3 + 20.2 = 91 \text{ kN/m}^2$

Pression interstitielle u :

$$u = \gamma_w Z_w \quad (0 \leq Z_w \leq 2\text{m})$$

Pour $Z = 0$ $u = 0$

Pour $Z = 2\text{m}$ $u = 10.2 = 20 \text{ kN/m}^2$

Contrainte effective :

$$\sigma' = \sigma - u$$

$$\sigma' = 17.3 + \gamma_{sat} Z - \gamma_w Z_w$$

$$\sigma' = 17.3 + (\gamma_{sat} - \gamma_w)Z$$

Pour $Z = 0$ $\sigma' = 51 \text{ kN/m}^2$

Pour $Z = 2\text{m}$ $\sigma' = 17.3 + (20 - 10)2 = 71 \text{ kN/m}^2$

3. Couche 3 : argile saturée :

Contrainte totale :

$$\sigma = \sum_0^n \gamma_i Z_i$$

$$\sigma = 17.3 + 20.2 + \gamma_{sat} Z \quad (0 \leq Z \leq 4\text{m})$$

Pour $Z = 0$ $\sigma = 91 \text{ kN/m}^2$

Pour $Z = 4\text{m}$ $\sigma = 17.3 + 20.2 + 19.4 = 167 \text{ kN/m}^2$

Pression interstitielle u :

$$u = \sum_0^n \gamma_w Z_w \quad (0 \leq Z_w \leq 4\text{m})$$

$$u = 10 \cdot 2 + \gamma_w Z_w$$

Pour $Z = 0$ $u = 20 \text{ kN/m}^2$

Pour $Z = 4\text{m}$ $u = 10 \cdot 2 + 10 \cdot 4 = 60 \text{ kN/m}^2$

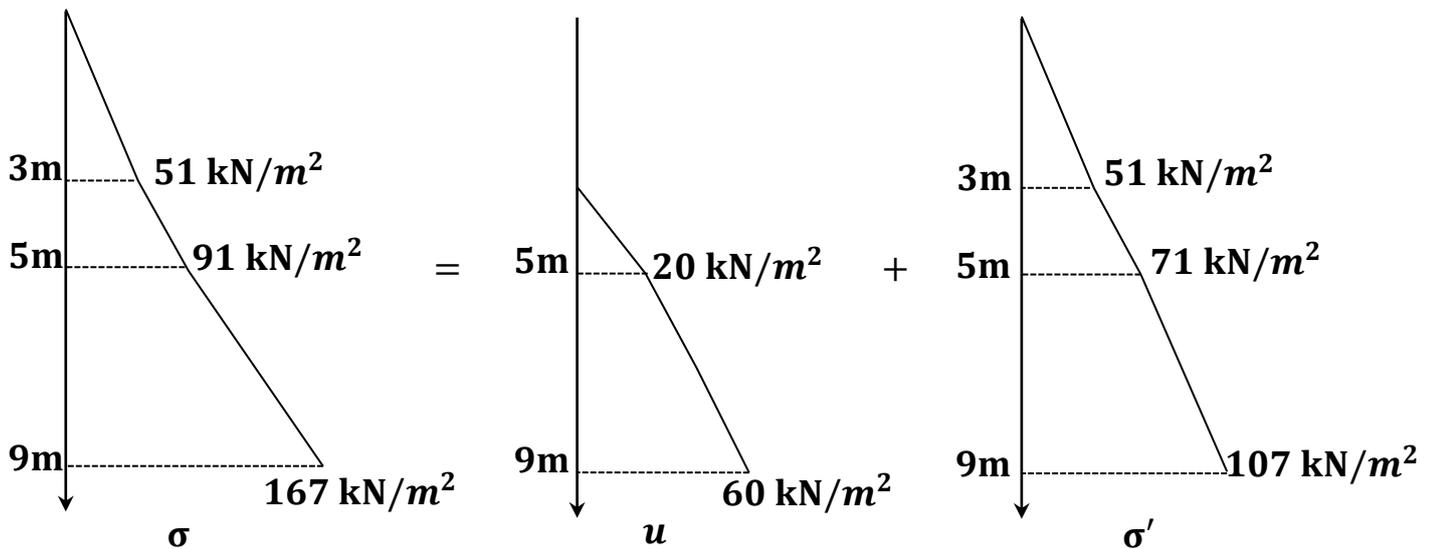
Contrainte effective :

$$\sigma' = \sigma - u$$

$$\sigma' = 17 \cdot 3 + 20 \cdot 2 - 10 \cdot 2 + (\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w)Z$$

Pour $Z = 0$ $\sigma' = 51 + 40 - 20 = 71 \text{ kN/m}^2$

Pour $Z = 4\text{m}$ $\sigma' = 51 + 40 - 20 + (19 - 10)4 = 107 \text{ kN/m}^2$



Exercice 2 :

Considérons une charge concentrée $P = 5 \text{ KN}$ appliquée sur une surface de sol ;
on demande de :

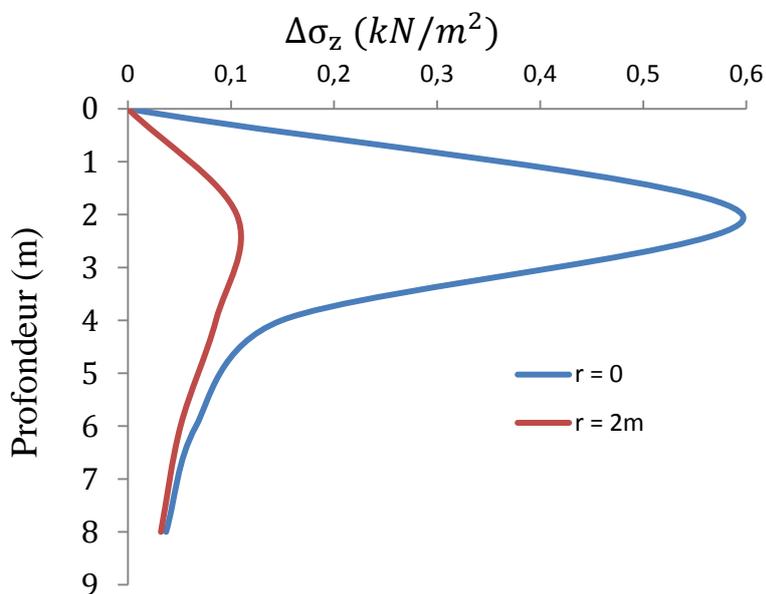
- Calculer l'augmentation de contrainte $\Delta\sigma$ en fonction de la profondeur Z (prenez $Z = 0, 2\text{m}, 4\text{m}, 6\text{m}, 8\text{m}$) pour les deux cas : $r = 0$ et $r = 2\text{m}$?
- Tracer le diagramme de $\Delta\sigma$ en fonction de la profondeur ?

Solution :

La contrainte verticale due à une charge ponctuelle est :

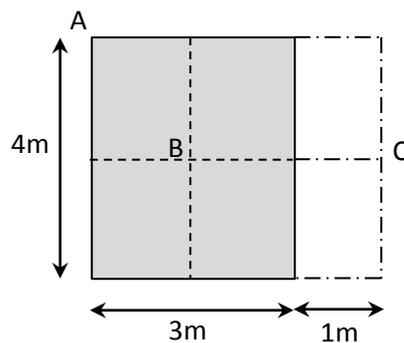
$$\Delta\sigma_z = \frac{3Q}{2\pi z^2} \left[\frac{1}{[(r/z)^2 + 1]^{5/2}} \right]$$

Z (m)	Cas 1 : r = 0	Cas 2 : r = 2m
	$\Delta\sigma_z$ (kN/m ²)	$\Delta\sigma_z$ (kN/m ²)
0	0	0
2	0.596	0.1055
4	0.1492	0.0854
6	0.066	0.051
8	0.037	0.032



Exercice 3 :

Soit une fondation rectangulaire de 3×4m sur laquelle est appliquée une charge uniforme $q = 150 \text{ kN/m}^2$. On demande de calculer la contrainte $\Delta\sigma$ produite à 2m de profondeur aux points A et B et C ?



Solution :

$$\Delta\sigma = q \cdot I$$

Pour calculer le I (facteur d'influence), on utilise l'abaque de Fadum (1941) qui donne la valeur de I en fonction de m et n.

Le point A :

$$L = 4\text{m} \quad Z = 2\text{m}$$

$$B = 3\text{m}$$

Donc :

$$m = 3/2 = 1,5 \quad n = 4/2 = 2$$

Point A se trouve au coin, donc :

$$\Delta\sigma = q \cdot I$$

$$I = 0,224$$

$$\Delta\sigma = 150 \cdot 0,224 = 33,6 \text{ kPa}$$

Le point B :

Point B se trouve au milieu de la fondation, dans ce cas, on divise la fondation en quatre éléments :

$$\Delta\sigma = q \cdot I$$

$$\text{Avec : } I = I_1 + I_2 + I_3 + I_4$$

$$\Delta\sigma = q \cdot (I_1 + I_2 + I_3 + I_4)$$

On a :

$$L = 2\text{m} \quad Z = 2\text{m}$$

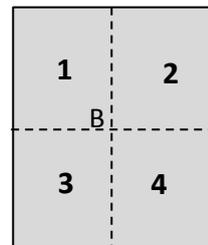
$$B = 1,5\text{m}$$

Donc :

$$m = 1,5/2 = 0,75 \quad n = 2/2 = 1$$

$$I_1 = I_2 = I_3 = I_4 = 0,155$$

$$\Delta\sigma = 150 \cdot (4 \cdot 0,155) = 93 \text{ kPa}$$



Le point C :

Point C se trouve à l'extérieur de la fondation :

$$\Delta\sigma = q \cdot I$$

$$\text{Avec : } I = I_{13C5} + I_{5C68} - I_{23C4} - I_{4C67}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} I_{13C5} = I_{5C68} \\ I_{23C4} = I_{4C67} \end{array} \right.$$

Pour I_{13C5} :

$$L = 4\text{m} \quad Z = 2\text{m}$$

$$B = 2\text{m}$$

Donc :

$$m = 2/2 = 1 \quad n = 4/2 = 2$$

$$I_{13C5} = 0,2$$

Pour I_{23C4} :

$$L = 2\text{m} \quad Z = 2\text{m}$$

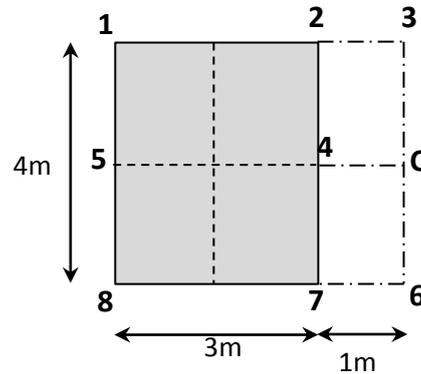
$$B = 1\text{m}$$

Donc :

$$m = 1/2 = 0,5 \quad n = 2/2 = 1$$

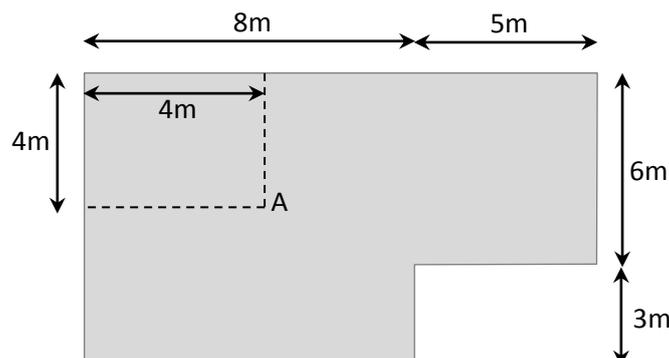
$$I_{23C4} = 0,12$$

$$\Delta\sigma = 150 \cdot (0,2 - 0,12) \cdot 2 = 24 \text{ kPa}$$



Exercice 4 :

Soit une surcharge $q = 60 \text{ kN/m}^2$ appliquée sur une surface irrégulière comme décrit dans la figure suivante. Utilisez l'abaque de Newmark et calculer la contrainte $\Delta\sigma$ produite à 6 m de profondeur au point A ?



Solution :

Calcul de $\Delta\sigma$

$$\Delta\sigma = 0,005 n q$$

n : le nombre de carreaux occupé par la surface

L'échelle :

$$1 \text{ cm} = Z/ab$$

$$1 \text{ cm} = 6\text{m}/4\text{cm} = \mathbf{1,5 \text{ m}}$$

On obtient :

$$n = \mathbf{110}$$

$$\text{Donc : } \Delta\sigma = 0,005 \cdot 110 \cdot 60 = \mathbf{33 \text{ kPa}}$$

