Exercice 1 :

Une fondation carrée de 2,5m x 2,5m supportant une charge verticale appliquée à son centre, est ancrée à 1,5m dans un Sol sableux.

Caractéristiques du sol sont : $C = 0\ kN/m^2$, $\varphi = 35°$, $\gamma = 18\ kN/m^3$ et $\gamma_{sat} = 20{,}2\ kN/m^3$

Calculer la capacité portante admissible pour un coefficient de sécurité $F_s = 3$:

1. Si le niveau de la nappe phréatique est loin au dessous de la base de fondation.
2. Si le niveau de la nappe phréatique $D_w = 1{,}9\ m$
3. Si le niveau de la nappe phréatique est à la surface superficielle du sol.

Solution

La fondation est carrée donc :

$$q_u = 1{,}3\, C N_c + q N_q + 0{,}4\, \gamma B N_\gamma .$$

Sol pulvérulent donc :

$$q_u = q N_q + 0{,}4\, \gamma B N_\gamma .$$

1. Niveau de la nappe est loin au dessous de la base de fondation.

pour $\varphi = 35° \Rightarrow N_q = 41$, $N_\gamma = 41$

D'ou $q_u = 18 \times 1{,}5 \cdot 41 + 0{,}4 \cdot 18 \cdot 2{,}5 \cdot 41$

$$\boxed{q_u = 1845 \ kN/m^2}$$

La capacité portante admissible :

$$q_a = \frac{q_u}{F_s} = \frac{1845}{3} = 615 \ kN/m^2.$$

$$\boxed{q_a = 615 \ kN/m^2}$$

La charge admissible sur la fondation est.

$$Q_{ad} = q_{ad} \cdot B^2 = 615 \cdot 2{,}5^2 = 3844 \ kN$$

$$\boxed{Q_{ad} = 3844 \ kN}$$

2. Le niveau de la nappe phréatique est $D_w = 1{,}9 m$

$$d = D_w - D_f = 1{,}9 - 1{,}5 = 0{,}4 \ m.$$

$$0 < d < B.$$

Donc $q = \gamma \cdot D_f = 18 \times 1{,}5 = 27 \ kN/m^2.$

$$\gamma_e = \gamma' + \frac{d}{B}(\gamma - \gamma')$$

$$\gamma' = (20{,}2 - 10) = 10{,}2 \ kN/m^3.$$

$$\gamma_e = 10{,}2 + \frac{0{,}4}{2{,}5}(18 - 10{,}2) \simeq 11{,}6 \ kN/m^3$$

②

D'où : $q_u = 27.41 + 0,4 . 11,6 . 2,5 . 41$

$$\boxed{q_u = 1583\ KN/m^2}$$

La capacité portante admissible unitaire :

$$q_a = \frac{q_u}{F_s} = \frac{1583}{3} = 528\ KN/m^2$$

$$\boxed{q_a = 528\ KN/m^2}$$

La charge admissible sur la fondation est :

$$Q_{ad} = q_{ad} . B^2 = 528 . (2,5)^2 \approx 3300\ KN.$$

$$\boxed{Q_{ad} = 3300\ KN}$$

3. Le niveau de la nappe phréatique est à la surface superficielle du sol.

~~$q_1 = D_1 \gamma' / x$~~

$$q_u = q N_q + 0,4 \gamma' B N_\gamma$$

$$= \gamma' D_1 . N_q + 0,4 \gamma' . B N_\gamma$$

$$= (20,2 - 10)\ 1,5 . 41 + 0,4 . 2,5 . 41 . (20,2 - 10)$$

$$= 10,2 . 1,5 . 41 + 0,4 . 2,5 . 41 . 10,2$$

$$\boxed{q_u = 1065,99\ KN/m^2}$$

La capacité portante admissible unitaire

$$q_{ad} = \frac{q_u}{F_S} = \frac{1065,59}{3} = 355,2\ kN/m^2$$

$$\boxed{q_{ad} = 355,2\ kN/m^2}$$

La charge admissible sur la fondation sera.

$$Q_{ad} = 355,2 \times (2,5)^2 = 2220\ kN$$

$$\boxed{Q_{ad} = 2220\ kN}$$

Remarque:

Ces resultats montrent bien l'effet de la nappe phreatique sur la capacité portante admissible.

"plus le niveau de la nappe approche la surface du terrain plus cette dernier capacité portante diminue".

Exercice 2

Calculez la largeur B d'une fondation carrée destinée à supporter une charge $Q = 200\,kN$, inclinée d'un angle $\beta = 15°$ par rapport à l'axe verticale du poteau. La profondeur de la fondation étant prise égale à 0,8m et le coefficient de sécurité $F_S = 4$

Les caractéristiques du sol de fondation sont $C = 0\,kN/m^2$, $\varphi = 28°$ et $\gamma = 18{,}5\,kN/m^3$.

Solution :

La fondation est soumise à une charge inclinée la Méthode de Meyerhof sera utilisée. donc la

$$q_u = C N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma_2 B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

Le sol de fondation est un sol sableux, la cohésion étant nulle. L'equation se réduit à :

$$q_u = q N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma_2 B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

pour $\varphi = 28° \Rightarrow N_q = 14{,}72$ et $N_\gamma = 16{,}72$

* Coefficient de forme géometrique

$F_{qs} = 1 + \tan\varphi = 1 + \tan 28 = 1{,}53$

$F_{\gamma s} = 1 - 0{,}4 = 0{,}6$.

* coefficient de profondeur : $D_f / B \leq 1$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \varphi_2 (1 - \sin \varphi_2)^2 \frac{D_f}{B}$$

$$= 1 + \frac{0,239}{B}$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

* Coefficient d'inclinaison

$$F_{qi} = \left(1 - \frac{\beta°}{90°}\right)^2 = \left(1 - \frac{15}{90}\right)^2 = 0,69$$

$$F_{\gamma i} = \left(1 - \frac{\beta}{\varphi}\right)^2 = \left(1 - \frac{15}{28}\right)^2 = 0,22$$

$$q_u = 18,5 . 0,8 . 14,72 . 1,53 . \left(1 + \frac{0,239}{B}\right) . 0,69 +$$

$$\frac{1}{2} (18,5) . B (16,72) (0,6) . 1 . 0,22 . 1 =$$

$$= 230 + \frac{54,97}{B} + 20,42 B .$$

La capacité portante admissible.

$$q_{ad} = \frac{q_u}{4} \Rightarrow q_u = 57,5 + \frac{13,74}{B} + 5,11 B$$

La charge admissible.

$$Q_{ad} = q_{ad} . B^2 \Rightarrow q_{ad} = \frac{Q_{ad}}{B^2} = \frac{200}{B^2}$$

$$\frac{200}{B^2} = 57,5 + \frac{13,74}{B} + 5,11 . B$$

$$200 = 57{,}11\,B^3 + 57{,}7\,B^2 + 13{,}74\,B.$$

$$\Rightarrow \left\{ \boxed{B = 1{,}65\,m} \right\}.$$

Exercice 3 :

La base d'un mur de soutènement de 3m de large est assise à 1m dans le sol. Le niveau de la nappe phréatique est loin au-dessous de la fondation.

Les composantes verticale et horizontale de la réaction à la base sont 282 KN/m et 102 KN/m respectivement. Cette réaction à une excentricité $e = 0{,}36\,m$.

Si les paramètres de résistance du sol sont $c' = 0$ KN/m², $\varphi' = 35°$ et $\gamma = 18$ KN/m³, calculez le coefficient de sécurité F_s.

Solution :

1. Excentricité $e = 0{,}36$
2. Dimensions fictives

$$B' = B - 2e$$

3. calcul de q_u :

$$q_u = q N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B' N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

pour $\varphi = 35$ le tableau donne :

$N_q = 33{,}30$ et $N_\gamma = 48{,}03$

Coefficients de forme géometrique

$F_{qs} = 1$, $F_{\gamma s} = 1$

Coefficients de profondeur : soit $D_f/B = 0,44 < 1$

$$F_{qd} = 1 + 2\tan\varphi_2 (1 - \sin\varphi_2)^2 \frac{D_f}{B}$$

$$F_{qd} = 1 + 2\tan 35 (1 - \sin 35)^2 \frac{1}{2,28} = 1,11$$

$F_{\gamma d} = 1$

Coefficients d'inclinaison :

$$\beta = \tan^{-1}\left(\frac{102}{282}\right) = 19,9°$$

$$F_{qi} = \left(1 - \frac{\beta°}{90}\right)^2 = \left(1 - \frac{19,2}{90}\right)^2 = 0,61$$

$$F_{\gamma i} = \left(1 - \frac{\beta°}{\varphi°}\right)^2 = \left(1 - \frac{19,9}{28}\right)^2 = 0,19$$

$$\boxed{q_u = 593,2\ kN/m^2}$$

4. Calcul de Q_u

$$Q_u = q_u \cdot B' \cdot L = 593,2 \cdot 2,28 \cdot 1 =$$

$$\boxed{Q_u = 1353\ kN}$$

5. Calcul de F_s : $F_s = \frac{Q_u}{Q} = \frac{1353}{282} = 4,8$

$$\boxed{F_s = 4,8}$$

Exercice 4

Une fondation rectangulaire soumise à une charge verticale ayant pour dimension $B = 1m$, $L = 1,2m$ est mise à une profondeur $D_f = 1,2m$ dans un sol sableux. Les caractéristiques du sol sont $C = 0 \, kN/m^2$, $\varphi = 20°$ et $\gamma = 17,5 \, kN/m^3$.

- Calculez la charge admissible Q_{adm} que doit supporter la fondation pour un coefficient de sécurité $F_s = 4$

Solution :

La fondation a une forme rectangulaire, elle est enfoncée dans un sol sableux.

$$q_u = q N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma_2 B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

« Lorsque la fondation est rectangulaire, on applique l'équation de Meyerhof ».

pour $\varphi = 20°$ le tableau donne :

$N_q = 6,40$ et $N_\gamma = 5,39$.

$$F_{qs} = 1 + \frac{B}{L} \tan \varphi = 1 + \frac{1}{1,2} \tan 20^2 = 1,30$$

$$F_{\gamma s} = 1 - 0,4 \frac{B}{L} = 1 - 0,4 \cdot \frac{1}{1,2} = 0,67$$

Coefficient de profondeur : $D_f/B = 1,2/1 > 1$.

$$F_{qd} = 1 + 2\tan\varphi_2 (1-\sin\varphi_2)^2 \tan^{-1}\frac{D_f}{B}$$

$$F_{qd} = 1 + 2\tan 20 (1-\sin 20)^2 \tan^{-1}\frac{1,2}{1} = 16,81$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

$$q_u = 21 . 6,40 . 1,30 . 16,82 + \frac{1}{2} 17,5 . 5,39 . 0,67 . 1$$

$$q_u = 2938,8 + 31,60 = 2970 \, kN/m^2$$

$$q_{adm} = \frac{2970}{4} = 742,5 \, kN/m^2$$

$$Q_{adm} = \frac{2970}{4} . B . L = \cancel{\frac{742,5}{4} . B . L}$$

$$= \frac{2970}{4} \times 1 \times 1,2 = 742,5 \times 1 \times 1,2$$

$$\boxed{Q_{adm} = 891 \, kN}$$