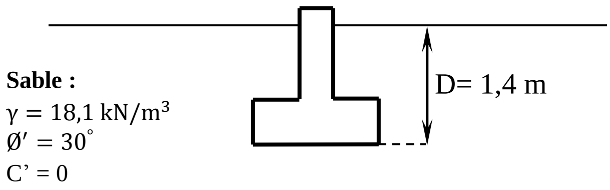
Exercice 1 :

Utiliser la formule de Terzaghi et calculer la capacité portante d'une semelle filante de 1,1m de largeur encastrée de 1,4m dans le sable



Solution :

La formule de la capacité portante d'une fondation filante est :

$$q_{ult} = c\,N_c + q\,N_q + \frac{1}{2}\,\gamma' B\,N_\gamma$$

Pour $\text{Ø} = \mathbf{30^0}$, on trouve :

$$\boldsymbol{N_c = 37,2} \qquad \boldsymbol{N_q = 22,5} \qquad \boldsymbol{N_\gamma = 19,7}$$

$$\mathrm{q_u} = 0\,.\,37{,}2 + 18{,}1.\,1{,}4\,.\,22{,}5 + \frac{1}{2}\,18{,}1.\,1{,}1\,.\,19{,}7$$

$$\mathrm{q_u} = \mathbf{766,26\ kPa}$$

Contrainte admissible q_{ad} :

Pour des mesures de sécurité, on n'utilise pas directement q_u ; mais la contrainte admissible :

$$\mathbf{q_{ad} = \gamma\,D + \frac{q_u}{F}} \qquad (\mathrm{F} = 3: \quad \text{coefficient de sécurité})$$

Dans ce cas :

$$\boldsymbol{q_{ad} = 18,1\,.\ 1,4 + \frac{766,26}{3} = 280,76\ kPa}$$

Justification des semelles superficielles :

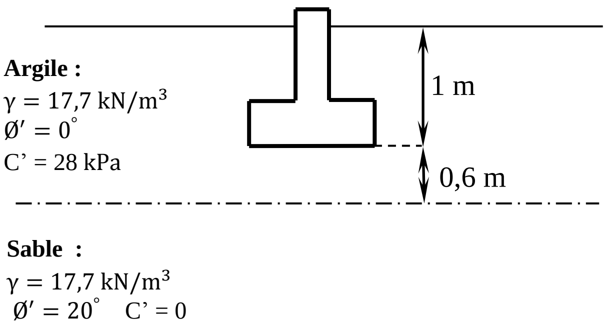
Pour dire que le sol supporte les charges extérieures ou non ;

Il faut que : $\mathrm{q_{ad}} \geq \frac{\mathrm{Q}}{\mathrm{A}}$

Q : la charge appliquée sur la semelle
A : la surface de la semelle

Exercice 2 :

Soit une fondation carrée de dimensions B×L = 2m×2m, encastrée de 1 m dans l'argile. Les essais in-situ ont fait apparaitre une autre couche de sable située à 0,6 m au-dessous de la base de fondation (Voir la figure ci-dessous). Par la formule de Terzaghi, calculer la capacité portante de cette fondation ?



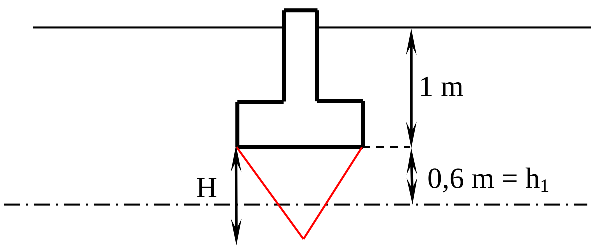
Solution :

La formule de la capacité portante d'une fondation carrée est :

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

- On remarque qu'on a deux couches (Argile et sable), dans ce cas, on doit vérifier est ce que la couche de sable coupe le coin rigide ou non. (On détermine la hauteur de coin H) :

$$\mathbf{H} = {}^{B}/_{2}\ \tan\left(45 + {}^{\varnothing}/_{2}\right) = {}^{2}/_{2} \tan 45 = \mathbf{1\ m}$$



On peut constater que la couche de sable coupe le coin, donc il faut calculer C_{moy} et $\varnothing_{moy}$:

$$C_{moy} = \frac{C_1 h_1 + C_2 h_2}{H} = \frac{28\,.\,0{,}6 + 0\,.\,0{,}4}{1} = \mathbf{16{,}8\ kPa}$$

$$\varnothing_{moy} = \frac{\varnothing_1 h_1 + \varnothing_2 h_2}{H} = \frac{0\,.\,0{,}6 + 20\,.\,0{,}4}{1} = \mathbf{8^0}$$

Pour $\varnothing = \mathbf{8^0}$, on trouve :

$$\boldsymbol{N_c = 8{,}7} \qquad \boldsymbol{N_q = 2{,}3} \qquad \boldsymbol{N_\gamma = 0{,}9}$$

Pour calculer N_γ, utiliser la formule suivante: $N_\gamma = (N_q - 1)\tan(1{,}4\,\varnothing)$

Donc :

$$q_u = 1{,}3\,.\,16{,}8\,.\,8{,}7 + 17{,}7.\,1\,.\,2{,}3 + 0{,}4\;17{,}7.\,2\,.\,0{,}9$$

$$q_u = \mathbf{243,45\ kPa}$$

Contrainte admissible :

$$q_{ad} = \gamma D + \frac{q_u}{3} = 17{,}7.\,1 + \frac{243{,}45}{3}$$

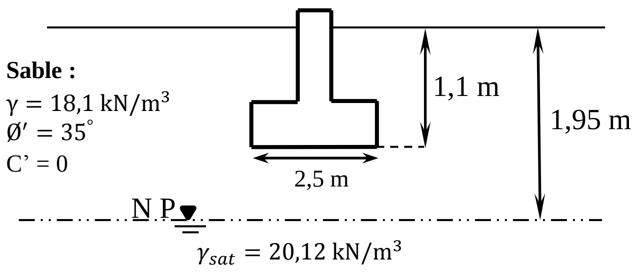
$$q_{ad} = \mathbf{98,85\ kPa}$$

La charge max qui peut supporter le sol est :

$q_{ad} \geq \frac{Q}{A} \quad \longrightarrow \quad Q = q_{ad}\,.\,A = 98{,}85\,.\,2\,.\,2 = \mathbf{395,4\ kN}$

Exercice 3 :

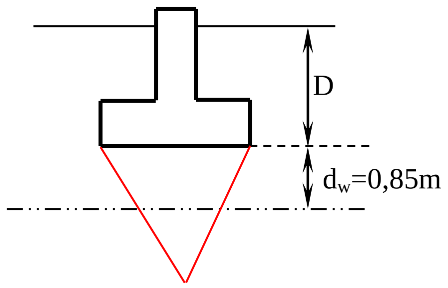
Soit une fondation carrée sur laquelle est appliquée une charge centrée P. cette fondation est installée dans un massif sableux située comme illustré ci-dessous. Calculer la capacité portante de cette fondation ?



Solution :

- On remarque qu'on a une nappe d'eau, dans ce cas, on doit vérifier est ce que la nappe coupe le coin rigide ou non. (On détermine la hauteur de coin H) :

$$\mathbf{H} = {}^{B}/_{2}\ \tan\left(45 + {}^{Ø}/_{2}\right) = {}^{2,5}/_{2} \tan 62{,}5 = \mathbf{2,4\ m}$$



$d_w = 1{,}95 - 1{,}1 = 0{,}85\ \text{m}$ la nappe coupe le coin

Donc :

Dans le terme de surface ($\frac{1}{2}\,\gamma' B\, N_\gamma$), on remplace γ' par :

$$\gamma_e = (2H - d_w)\frac{d_w}{H^2}\,\gamma + \frac{\gamma'}{H^2}(H - d_w)^2$$

$$\gamma_e = (2.2{,}4 - 0{,}85)\frac{0{,}85}{2{,}4^2}\ 18{,}1 + \frac{20{,}12 - 10}{2{,}4^2}(2{,}4 - 0{,}85)^2 = \mathbf{15}\ \boldsymbol{kN/m^3}$$

La formule de la capacité portante d'une fondation carrée est :

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

Pour $\text{Ø} = \mathbf{35^0}$, on trouve :

$\boldsymbol{N_c = 57{,}8}$ $\boldsymbol{N_q = 41{,}4}$ $\boldsymbol{N_\gamma = 42{,}4}$

$$q_u = 1{,}3\ \cancel{C}.N_c + 18{,}1\ .\ 1{,}1\ .\ 41{,}4 + 0{,}4\ 15.\ 2{,}5.\ 42{,}4$$

$$q_u = \mathbf{1460{,}27\ kN}/\boldsymbol{m^2}$$

Contrainte admissible :

$$q_{ad} = \gamma D + \frac{q_u}{3} = 18{,}1.\ 1{,}1 + \frac{1460{,}27}{3}$$

$$q_{ad} = \mathbf{506{,}66\ kPa}$$

Exercice 4 :

Soit une fondation carrée de dimensions B×L = 1,5m×1,5m sur laquelle est appliquée une charge centrée P = 400 kN. Cette fondation est encastrée dans une couche d'argile ayant les caractéristiques suivante : $c_u = 50\ kPa,\ \gamma = 19\ kN/m^3$ et la profondeur d'encastrement D = 1,5m

- Utilisez la formule de Meyerhof et vérifier la sécurité de la fondation vis-à-vis d'une rupture par défaut de capacité portante ?

Solution :

La formule générale de Meyerhof est :

$$q_u = cN_c s_c d_c i_c + qN_q s_q d_q i_q + \frac{1}{2}\gamma' B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

Argile saturée : conditions non drainée (Cu et Øu = 0)

$$q_u = c_u\ N_c\ s_c d_c i_c + \gamma\ D\ s_q d_q i_q \qquad (N_c = \pi + 2\ \ ;\ N_\gamma = 0\ \text{ et }\ N_q = 1)$$

$s_C = 1 + 0{,}2\ K_p\ \frac{B}{L} = 1 + 0{,}2\ .\ 1.\frac{1{,}5}{1{,}5} = \mathbf{1{,}2}$

$d_C = 1 + 0{,}2\ K_p\ \frac{D}{B} = 1 + 0{,}2\ .\ 1.\frac{1{,}5}{1{,}5} = \mathbf{1{,}2}$

$s_q = d_q = \mathbf{1}$: $\text{Ø}u = 0$

$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\delta}{90}\right)^2 = \mathbf{1}$ (la charge n′est pas inlinée $\delta = 0$)

$$q_u = 5{,}14 \,.\, 50 \,.\, 1{,}2 \,.\, 1{,}2 \,.\, 1 + 19 \,.\, 1{,}5 = \mathbf{398{,}58\ kN/}\boldsymbol{m^2}$$

Contrainte admissible :

$$q_{ad} = \gamma D + \frac{q_u}{3} = 19.\,1{,}5 + \frac{398{,}58}{3}$$

$$q_{ad} = \mathbf{161{,}36\ kPa}$$

Vérification de la capacité portante :

il faut que $q_{ad} \geq \frac{Q}{A} \longrightarrow 161{,}36 \geq \frac{400}{1{,}5\,.1{,}5} = \mathbf{177{,}77\ kN/}\boldsymbol{m^2}$ **Condition non vérifiée**

- Il faut augmenter la section de la semelle (la semelle ne supporte pas cette charge) :

On prend B×L = 1,8 × 1,8m ⟶ vérification pour la deuxième fois