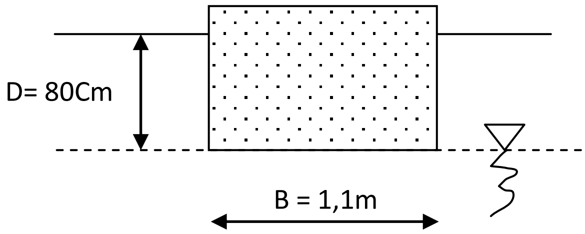
Corrigé de la série de TD N°1
FONDATIONS SUPERFICIELLES

EXERCICE 1 :

- Sol : Sable limoneux $\begin{cases} \varphi' = 30°;\ C' = 15\ KN/m^2;\ \gamma' = 10\ KN/m^3 \\ \gamma = 18\ KN/m^3\ ; N_\gamma = 21{,}8\ ; N_q = 18{,}4\ et\ N_c = 30{,}1 \end{cases}$
- Ancrage de la semelle : D = 80 Cm.
- La nappe peut affleurer le niveau des fondations

Il est demandé de calculer q_{adm}

1. Semelle carrée
2. Semelle continue



A. Influence de la nappe : d = 0 → Alors il y a influence

1. Semelle carrée : → influence de la forme

$$q_{adm} = \gamma_1 D + \frac{0{,}5\ B\ \gamma'_2 N_\gamma * 0{,}8 + \gamma_1 D(N_q - 1) + CN_c * 1{,}2}{F_s = 3}$$

$$q_{adm} = 18 * 0{,}8 + \frac{0{,}5 * 1{,}1 * 10 * 21{,}8 * 0{,}8 + 18 * 0{,}8(18{,}4 - 1) + 15 * 30{,}1 * 1{,}2}{F_s = 3}$$

$$q_{adm} = 14{,}4 + \frac{888{,}28}{3}$$

$$\boxed{q_{adm} = 310{,}9\ KN/m^2}$$

2. Semelle continue :

$$q_{adm} = \gamma_1 D + \frac{0{,}5\ B\ \gamma'_2 N_\gamma + \gamma_1 D(N_q - 1) + CN_c}{F_s = 3}$$

$$q_{adm} = 18 * 0{,}8 + \frac{0{,}5 * 1{,}1 * 10 * 21{,}8 + 18 * 0{,}8(18{,}4 - 1) + 15 * 30{,}1}{3}$$

$$\boxed{q_{adm} = 288{,}38\ KN/m^2}$$

B. Cas d'une semelle continue qui repose sur un terrain en pente de 15° sans nappe

$$q_{adm} = \gamma_1 D + \frac{0{,}5\ B\ \gamma_2 N_\gamma J_\gamma + \gamma_1 D(N_q J_q - 1) + CN_c J_c}{F_s = 3}$$

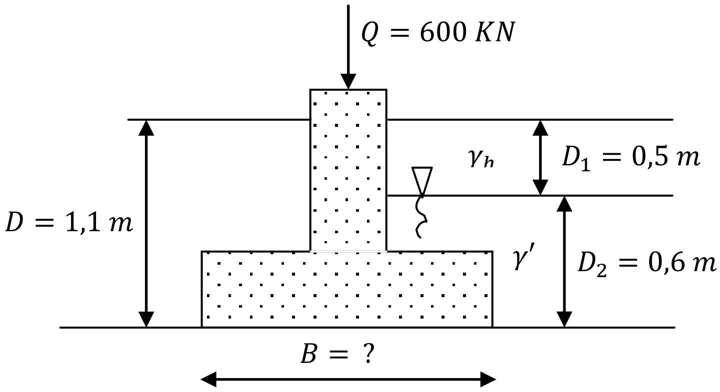
Avec : $\begin{cases} \varphi = 30° \\ \beta = 15° \end{cases} \rightarrow \begin{cases} J_\gamma = 0{,}49 \\ J_q = 0{,}58 \\ J_c = 0{,}72 \end{cases}$

$$q_{adm} = 18 * 0,8 + \frac{0,5 * 1,1 * 18 * 21,8 * 0,49 + 18 * 0,8(18,4 * 0,58 - 1) + 15 * 30,1 * 0,72}{F_s = 3}$$

$$\boxed{q_{adm} = 204,44\ KN/m^2}$$

EXERCICE 2 :

- Semelle filante
- Présence d'une nappe d = 0 → Alors il y a influence
- Charge verticale centrée



→ Il est demandé de calculer la largeur nécessaire de la fondation si $F_s = 4,2$

Dans les conditions énoncées, q_l s'écrit :

$$q_l = 0,5\, B\, \gamma'_2 N_\gamma + (\gamma_h\, D_1 + \gamma'_1 D_2) N_q + C N_c$$

Avec : $C = 22\ KN/m^2$ pour $\varphi = 30°$ → $\begin{cases} N_\gamma = 13,9 \\ N_q = 13,2 \\ N_c = 24,0 \end{cases}$

$$\gamma_h = 17\ KN/m^3 \text{ et } \begin{cases} \gamma'_1 = \gamma'_2 = \gamma_{sat} - \gamma_\omega \\ \gamma'_1 = \gamma'_2 = 22 - 10 \\ \gamma'_1 = \gamma'_2 = 12\ KN/m^3 \end{cases}$$

$D_1 = 0,5\ m$; $D_2 = 0,6\ m$

$$q_l = 0,5\, B * 12 * 13,9 + (17 * 0,5 + 12 * 0,6) 13,2 + 22 * 24,0$$

$$\boxed{q_l = 83,4\, B + 735,24}$$

- La contrainte admissible est donnée par :

$$q_{adm} = \gamma_1 D + \frac{q_l - \gamma_1 D}{F_s}$$

$$\frac{q_l - \gamma_1 D}{F_s} = q_{adm} - \gamma_1 D$$

$\gamma_1 D \quad \rightarrow \quad (\gamma_h D_1 + \gamma'_1 D_2) = 15{,}7 KN/m^2$

$F_s = 4{,}2$

- A l'équilibre, nous avons : $q_{adm} = q_{ext}$ avec

$$q_{ext} = \frac{Q_{ext}}{A} = 600/(B * 1)$$

Nous avons :

$$\frac{(83{,}4\,B + 735{,}24) - 15{,}7}{4{,}2} = \frac{600}{B} - 15{,}7$$

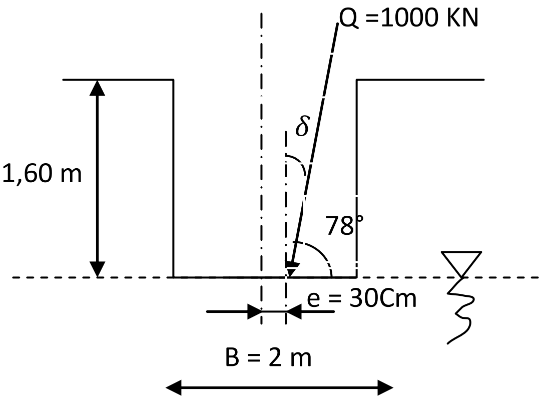
$19{,}85\,B^2 + 186{,}519\,B - 600 = 0$ La résolution de l'équation du second degré conduit à :

$B = 2{,}53\ m$.

On adopte $\boxed{B = 2{,}55\ m}$

EXERCICE 3 :

$$\begin{cases} \varphi' = 30°;\ C' = 10\ KN/m^2; \\ \gamma = 18\ KN/m^3 \quad ; \gamma_{sat} = 20\ KN/m^3 \end{cases}$$



- Semelle carrée : $B = L = 2m$ → il y a effet de la forme
- Présence d'une nappe : d = 0 → Alors il y a influence de la nappe
- La charge est oblique excentrée : $\begin{cases} e = 30\ Cm \\ \delta = 90 - 78 \\ \delta = 12° \end{cases}$

→ Il est demandé de calculer le coefficient de sécurité F_s

Dans les conditions énoncées, q_l s'écrit :

$$q_l = 0{,}5\,B\,\gamma'_2 N_\gamma \left(1 - 0{,}2\frac{B}{L}\right)\left(1 - \frac{2e}{B}\right)^2 \left(1 - \frac{\delta}{\varphi}\right)^2 + \gamma_1 D N_q \left(1 - \frac{2e}{B}\right)\left(1 - \frac{2\delta}{\pi}\right)^2 + C N_c \left(1 - \frac{2e}{B}\right)\left(1 - \frac{2\delta}{\pi}\right)^2 \left(1 + 0{,}2\frac{B}{L}\right)$$

On définit :

$\gamma_1 = 18\ KN/m^3$; pour $\varphi' = 30° \rightarrow \begin{cases} N_\gamma = 21{,}8 \\ N_q = 18{,}4 \\ N_c = 30{,}1 \end{cases}$

$\gamma_2' = \gamma_{sat} - \gamma_\omega \quad \rightarrow \quad \gamma_2' = 10\ KN/m^3$

$\left(1 - 0{,}2\frac{B}{L}\right) = 0{,}8$; $\left(1 - \frac{2e}{B}\right) = 0{,}7$; $\left(1 - \frac{\delta}{\varphi}\right)^2 = 0{,}36$

$\left(1 + 0{,}2\frac{B}{L}\right) = 1{,}2$; $\left(1 - \frac{2e}{B}\right)^2 = 0{,}49$; $\left(1 - \frac{2\delta}{\pi}\right)^2 = 0{,}75$

q_l S'écrit alors :

$q_l = 0{,}5\ B\ \gamma'_2 N_\gamma * 0{,}8 * 0{,}49 * 0{,}36 + \gamma_1 D N_q * 0{,}7 * 0{,}75 + C' N_c * 0{,}7 * 0{,}75 * 1{,}2$

$q_l = 0{,}5 * 2 * 10 * 21{,}8 * 0{,}8 * 0{,}49 * 0{,}36 + 18 * 1{,}6 * 18{,}4 * 0{,}7 * 0{,}75 + 10 * 30{,}1 * 0{,}7 * 0{,}75 * 1{,}2$

$q_l = 30{,}764 + 278{,}208 + 189{,}63$

$$\boxed{q_l = 498{,}60\ KN/m^2}$$

La contrainte admissible est donnée par :

$$q_{adm} = \gamma_1 D + \frac{q_l - \gamma_1 D}{F_s}$$

- A l'équilibre, nous avons : $q_{adm} = q_{Vext}$

$Q_{Vext} = Q.\cos\delta = 978{,}14\ KN$

$$q_{Vext} = \frac{Q_{Vext}}{A} = \frac{978{,}14}{2^2} = 244{,}53\ KN/m^2$$

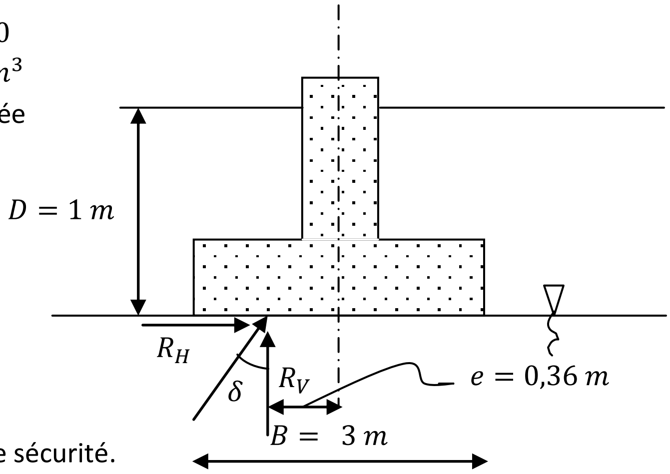
$$F_s = \frac{q_l - \gamma_1 D}{q_{Vext} - \gamma_1 D} \quad \rightarrow \quad F_s = \frac{498{,}60 - 18 * 1{,}6}{244{,}53 - 18 * 1{,}6}$$

$F_s = \frac{469{,}8}{215{,}73} = 2{,}17 < 3$ La semelle est inadmissible.

EXERCICE 4 :

$$\begin{cases} R_V = 282\ KN/m \\ R_H = 102\ KN/m \end{cases} \rightarrow \begin{cases} tg\ \delta = \frac{R_H}{R_V} \\ tg\ \delta = \frac{102}{282} \end{cases} \rightarrow \delta = 20°$$

- Semelle filante.
- Sol sans cohésion : $\begin{cases} \varphi' = 35°;\ C' = 0 \\ \gamma' = 18\ KN/m^3 \end{cases}$
- La charge extérieure est oblique excentrée



→ Il est demandé de déterminer le coefficient de sécurité.

Calcul de la contrainte limite q_l

$$q_l = 0,5\ B\ \gamma'_2 N_\gamma \left(1 - \frac{2e}{B}\right)^2 \left(1 - \frac{\delta}{\varphi}\right)^2 + \gamma_1 D N_q \left(1 - \frac{2e}{B}\right)\left(1 - \frac{2\delta}{\pi}\right)^2$$

Pour $\varphi' = 35° \rightarrow \begin{cases} N_\gamma = 48.05 \\ N_q = 33,3 \\ N_c = 46,1 \end{cases}$

$$q_l = 0,5 * 3 * 18 * 48,05\left(1 - \frac{2 * 0,36}{3}\right)^2 \left(1 - \frac{20}{35}\right)^2 + 18 * 1 * 33,3\left(1 - \frac{2 * 0,36}{3}\right)\left(1 - \frac{2 * 20}{180}\right)^2$$

$$q_l = 412,6\ \ KN/m^2$$

A l'équilibre : $q_{adm} = \gamma_1 D + \frac{q_l - \gamma_1 D}{F_s} = q_{ext}$

$$q_{ext} = \frac{Q_{Vext}}{A} = \frac{282}{3 * 1} = 94\ KN/m^2$$

$$F_s = \frac{q_l - \gamma_1 D}{q_{ext} - \gamma_1 D} \quad \rightarrow \quad F_s = \frac{412,6 - 18 * 1}{\frac{282}{3} - 18 * 1}$$

$$F_s = \frac{394,6}{76}$$

$\boxed{F_s = 5,2}$ →la semelle est admissible

EXERCICE 5 :

Semelle rectangulaire : $\begin{cases} B = 2\ m \\ L = 4\ m \\ D = 1,5 \end{cases}$

Sol argileux : $\gamma = 18\ KN/m^3$

- Essai pressiometrique : $P_l - P_0 = 800\ KPa$

Il est demandé de calculer la capacité portante de cette semelle

q_l s'écrit : $q_{l=} q_0 + K\ (P_l - P_0)$

$$q_{a=} q_0 + \frac{K}{3}\ (P_l - P_0)$$

Avec :

q_0 : Contrainte verticale au niveau de la semelle.

P_0 : Contrainte horizontale des terres au repos.

K : Facteur de portance à déterminer de l'abaque.

P_l : Pression limite du sol.

Dans notre cas :

$q_0 = \gamma D$

$q_0 = 18 * 1,5$

$q_0 = 27\ KN/m^2$

$P_0 = K_0\, q_0$

$P_0 = 0,5 * 27$

$P_0 = 13,5\ KN/m^2$

Alors : $P_l - P_0 = 800\ KPa \rightarrow \quad P_l = 800 + P_0$

$$P_l = 813,5\ KPa$$

- Estimation du facteur de portance K

$$\begin{cases} \rightarrow semelle\ rectangulaire \\ \rightarrow Argile\ avec\ P_l = 0,8135\ MPa \ \rightarrow Sol\ cat\ I \\ \rightarrow \frac{h_e}{R} = \frac{D}{B/2} = \frac{1,5}{1} = 1,5 \end{cases}$$

En tenant compte des trois conditions, la valeur de K est calculée par interpolation entre les résultats d'une semelle carrée et ceux d'une semelle filante.

Nous avons :

$$\begin{cases} \frac{h_e}{R} = \frac{D}{B/2} = \frac{1,5}{1} = 1,5 \\ (M_0) : \frac{L}{2R} = \frac{4}{2} = 2 \end{cases}$$ On trouve $K = 1,27$

$$q_l = 27 + 1,27(800)$$

$$\boxed{q_l = 1043\ KN/m^2}$$

$$q_{a=}\ q_0 + \frac{K}{3}\ (\ P_l -\ P_0\ )$$

$$q_{a=}\ 27 + \frac{1,27}{3}\ (\ 800\ )$$

$$\boxed{q_{a=}\ 365,67\ KN/m^2}$$