

CORRIGE 4 – PIEUX FORÉS ELU

Exercice 1

BATTAGE DE PIEUX

Détermination du critère d'arrêt de battage Caractéristique du pieu

Matériau	Béton armé	
E_c [KN/ m ²]	4.00E+07	40000 E_c [N/ mm ²]
r_c [KN/ m ²]	25	
L [m]	11	
D [m]	0.5	
A_p [m ²]	0.2	
P_p [KN]	54	

Caractéristique de l'outillage

P_D [KN]	30
P_c [KN]	3
h [m]	1.5
s_0 [cm]	0.66 Calculé

$$s_0 = \sqrt{\frac{L}{A_p E_p} \frac{2h P_D^2}{(P_D + P_p + P_c)}}$$

Charge admissible

Q_a [KN]	800
------------	-----

Critère de refus selon la formule de Crandall

n [-]	4
s [mm/coup]	1.55
Nb c ps/10 cm	65

$$s = \frac{1}{n \cdot Q_a} \frac{h P_D^2}{(P_D + P_p + P_c)} - \frac{s_0}{2}$$

Critère de refus selon la formule des Hollandais

n [-]	6
s [mm/coup]	3.23
Nb c ps/10 cm	31

$$s = \frac{1}{n \cdot Q_a} \frac{h P_D^2}{(P_D + P_p + P_c)}$$

Formule suggérée par le DTU

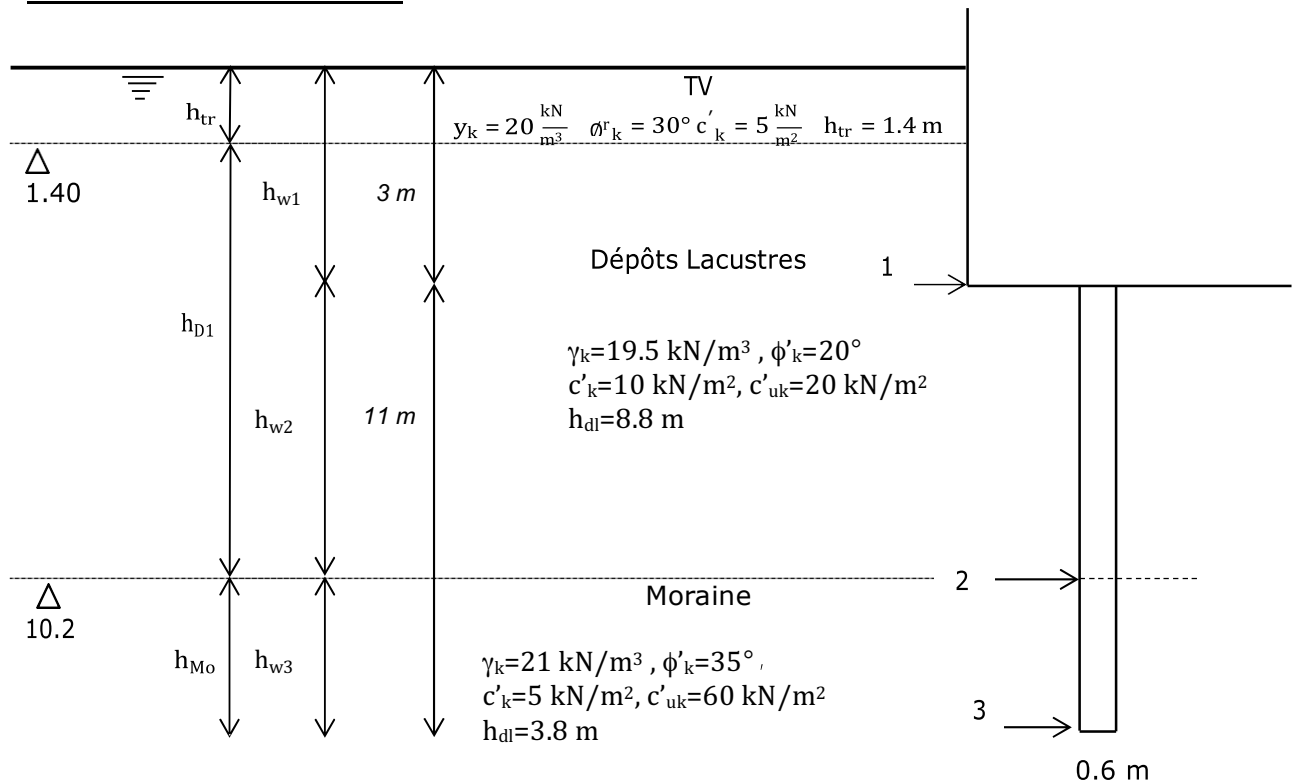
Formule de Crandall

Vérification du matériel de battage

$1/2(P_p + P_c)$	28
P_D	30
$(P_p + P_c)$	57
Vérification	VRAI
	VRAI=OK! Faux=KO:-(

Exercice 2

Situation et état de contrainte



1)

$$\sigma_{v1} = y_{tv} \cdot h_{tv} + y_{D1} \cdot (3 \text{ [m]} - h_{tv}) = 20 \cdot 1.4 + 19.5 \cdot 1.6 = 59.2 \frac{kN}{m^2}$$

$$u_1 = y_w \cdot h_{w1} = 10 \cdot 3 = 30 \frac{kN}{m^2}$$

$$\sigma'_{v1} = \sigma_{v1} - u_1 = 59.2 - 30 = 29.2 \frac{kN}{m^2}$$

2)

$$\sigma_{v2} = \sigma_{v1} + y_{D1} \cdot (h_{dl} + h_{tv} - 3m) = 59.2 + 19.5 \cdot 7.2 = 199.6 \frac{kN}{m^2}$$

$$u_2 = y_w \cdot (h_{w1} + h_{w2}) = 10 \cdot 10.2 = 102 \frac{kN}{m^2}$$

$$\sigma'_{v2} = \sigma_{v2} - u_2 = 97.6 \frac{kN}{m^2}$$

3)

$$\sigma_{v3} = \sigma_{v2} + y_{mo} \cdot h_{mo} = 199.6 + 21 \cdot 3.8 = 279.4 \frac{kN}{m^2}$$

$$u_3 = y_w \cdot (h_{w1} + h_{w2} + h_{w3}) = 10 \cdot 14 = 140 \frac{kN}{m^2}$$

$$\sigma'_{v3} = \sigma_{v3} - u_3 = 139.4 \frac{kN}{m^2}$$

Vérification de la capacité portante externe d'un pieu:

On veut vérifier

$$E_d \leq R_{a,d} = \frac{\eta_a}{\gamma_{M,a}} R_{a,k} = \frac{\eta_a}{\gamma_{M,a}} (R_{p,k} + R_{s,k})$$

E_d : valeur de calcul de l'effet d'une action
 $R_{a,d}$: valeur de calcul de la résistance ultime externe du pieu
 $R_{a,k}$: valeur caractéristique de la résistance ultime externe du pieu
 $R_{p,k}$: valeur caractéristique de la résistance ultime en pointe
 $R_{s,k}$: valeur caractéristique de la résistance ultime latérale
 η_a : facteur de conversion
 $\gamma_{M,a}$: coefficient de résistance

$\eta_a = 0.7$: Détermination de la résistance ultime externe par calcul
 $\gamma_{M,a} = 1.3$: Pieux travaillant en compression

Vérification de la capacité portante selon le document technique unifié

▪ Calcul à long terme

Long terme → drainé → caractéristiques drainées du sol: c' ; ϕ'

Résistance de pointe

$$R_{p,k} = q_{p1} \cdot A_p = (50 \cdot N_{qmas} + \lambda \cdot c'_k \cdot N_c) \cdot A_p$$

$$N_{qmas} = 10^{3.04 \tan \phi'_k} = 10^{3.04 \tan 35^\circ} = 134.47$$

$$N_c = (N_{qmas} - 1) \cot \phi'_k = (134.47 - 1) \cot 35^\circ = 190.62$$

$$\lambda = 1 + 0.3 \left(\frac{B}{D} \right) = 1 + 0.3 \left(\frac{60 \text{ cm}}{60 \text{ cm}} \right) = 1.3$$

$$R_{p,k} = 2251 \text{ kN} \quad (q_{p1} = 7962.60 \frac{kN}{m^2})$$

Frottement latéral

$$R_{s,k} = \sum R_{s,k,i} \quad \text{où } R_{s,k,i} = q_{si} \cdot U_p \cdot L = (K_i \cdot \sigma'_{vi} \cdot \tan \delta_i) \cdot U_p \cdot L$$

$$K_{1-2} = K_{0,1-2} = 1 - \sin \phi'_{k,1-2} = 1 - \sin 20^\circ = 0.66 \quad \leftarrow \phi'_k \text{ et non } \phi'_d ! \quad \text{pieu foré tubé}$$

$$\delta_{1-2} = \phi'_{k,1-2} = 20^\circ$$

$$\sigma'_{v1-2} = 0.5 \cdot (97.6 + 29.2) = 63.4 \frac{kN}{m^2} \quad \text{Valeur moyenne de } \sigma'_v \text{ entre 1 et 2}$$

$$R_{s,k,1-2} = 206.7 \text{ kN} \quad (q_{s,k,1-2} = 15.2 \frac{kN}{m^2})$$

$$K_{2-3} = K_{0,2-3} = 1 - \sin \phi'_{k,2-3} = 1 - \sin 35^\circ = 0.43 \quad \text{pieu foré tubé}$$

$$\delta_{2-3} = \phi'_{k,2-3} = 35^\circ$$

$$\sigma'_{v2-3} = 0.5 \cdot (97.6 + 139.4) = 118.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Valeur moyenne de σ'_v entre 2 et 3

$$R_{s,k,2-3} = 255.56 \text{ kN} \quad (q_{s,k,2-3} = 35.68 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2})$$

$$R_{s,k} = 462.3 \text{ kN}$$

Vérification

$$E_d \leq \frac{\eta_a}{\gamma_{M,a}} (R_{p,k} + R_{s,k})$$

$$1330 \text{ kN} \leq \frac{0.7}{1.3} (2251 \text{ kN} + 462.3 \text{ kN}) = 1461 \text{ kN} \rightarrow \text{Ok!}$$

▪ Calcul à court terme

Court terme → non drainé → caractéristiques non drainées du sol: C_u

Résistance de pointe

$$R_{p,k} = q_{p1} \cdot A_p = 7 \cdot \lambda \cdot C_{u,k} \cdot A_p$$

$$\lambda = 1 + 0.3 \left(\frac{B}{D} \right) = 1 + 0.3 \left(\frac{60 \text{ cm}}{60 \text{ cm}} \right) = 1.3$$

$$R_{p,k} = 154 \text{ kN} \quad (q_{p1} = 546 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2})$$

Frottement latéral

$$R_{s,k} = \sum R_{s,k,i} \text{ ou } R_{s,k,i} = q_{si} \cdot U_p \cdot L_i = \beta \cdot C_{u,k,i} \cdot U_p \cdot L_i$$

$$\beta = 0.6$$

$$R_{s,k,1-2} = 162.86 \text{ kN} \quad (q_{s,k,1-2} = 12 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2})$$

$$R_{s,k,2-3} = 257.86 \text{ kN} \quad (q_{s,k,2-3} = 36 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2})$$

$$R_{s,k} = 420.7 \text{ kN}$$

Vérification

$$1120 \text{ kN} \leq \frac{0.7}{1.3} (154 \text{ kN} + 420.7 \text{ kN}) = 309.45 \text{ kN} \rightarrow \text{K.O.} \quad \text{☹️}$$

Vérification de la capacité portante selon LANG and Huder

▪ Calcul à long terme

Long terme → drainé → caractéristiques drainées du sol: c' ; ϕ'

Résistance de pointe

Enseignant: Brice Lecampion

Assistants: F. Moukhtari, F. Ciardo, L., Kaufmann, G. Questi

$$R_{p,k} = q_p \cdot A_p = (c'_k \cdot N_c + \sigma'_{v,pointe} \cdot N_q) \chi \cdot A_p$$

$$N_q = e^{\pi \cdot \tan \phi'_k} \cdot \tan^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi'_k}{2}\right) = e^{\pi \cdot \tan 35^\circ} \cdot \tan^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{35^\circ}{2}\right) = 33.3$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cotan \phi'_k = (33.3 - 1) \cdot \cotan 35 = 46.12$$

$$\chi = 3 \quad \left(\frac{L}{D} = 18.33\right)$$

$$R_{p,k} = 4133.10 \text{ kN} \quad (q_{pk} = 14'617.86 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}) > q_{pk} \text{ selon DTU}$$

Frottement latéral

$$R_{s,k} = \sum R_{s,k,i} \quad \text{ou} \quad R_{s,k,i} = q_{si} \cdot U_p \cdot L_i = (c'_{ki} + \sigma'_{vi \text{ moy}, fût} \cdot K_i \cdot \tan \delta_i) \cdot U_p \cdot L_i$$

$$K_{1-2} \tan \delta_{1-2} = 0.4 \quad \text{pieu foré}$$

$$\sigma'_{v,1-2 \text{ moy}, fût} = 0.5(97.6 \text{ kN/m}^2 + 29.2 \text{ kN/m}^2) = 63.4 \text{ kN/m}^2$$

$$R_{s,k,1-2} = 479.89 \text{ kN} \quad (q_{s,k,1-2} = 35.36 \text{ kN/m}^2)$$

$$K_{2-3} \tan \delta_{2-3} = 0.4 \quad \text{pieu foré}$$

$$\sigma'_{v,2-3 \text{ moy}, fût} = 0.5(97.6 \text{ kN/m}^2 + 139.4 \text{ kN/m}^2) = 118.5 \text{ kN/m}^2$$

$$R_{s,k,2-3} = 375.33 \text{ kN} \quad (q_{s,k,2-3} = 52.4 \text{ kN/m}^2)$$

$$R_{s,k} = 873.22 \text{ kN}$$

Vérification

$$E_d < \frac{\eta_a}{\gamma_{M,a}} (R_{p,k} + R_{s,k})$$

$$1330 \text{ kN} < \frac{0.7}{1.3} (4133.1 \text{ kN} + 873.22 \text{ kN}) = 2695.71 \text{ kN} \rightarrow \text{Ok!}$$

▪ Calcul à court terme

Court terme → non drainé → caractéristiques non drainées du sol: C_u

Résistance de pointe

$$R_{p,k} = q_p \cdot A_p = C_{u,k} \cdot N_c \cdot A_p$$

$$N_c = 9 \quad (L/D = 18.33)$$

$$R_{p,k} = 152.68 \text{ kN} \quad (q_{pk} = 540 \text{ kN/m}^2)$$

Frottement latéral

$$R_{s,k} = \sum R_{s,k,i} \quad \text{ou} \quad R_{s,k,i} = \bar{s}_s \cdot U_p \cdot L_i$$

$$S_{1-2} = 0.9 \cdot c_{u,1-2} = 0.9 \cdot 20 \text{ kN/m}^2 = 18 \text{ kN/m}^2 = q_{s,k,1-2}$$

$$R_{s,k,1-2} = 244.29 \text{ kN}$$

$$S_{2-3} = 0.9 \cdot c_{u,2-3} = 0.9 \cdot 60 = 54 \text{ kN/m}^2$$

$$R_{s,k,2-3} = 386.79 \text{ kN}$$

$$R_{s,k} = 631.08 \text{ kN}$$

Vérification

$$E_d < \frac{\eta_a}{\gamma_{M,a}} (R_{p,k} + R_{s,k})$$

$$1330 \text{ kN} < \frac{0.7}{1.3} (153 \text{ kN} + 631.08 \text{ kN}) = 422.2 \text{ kN} \rightarrow \text{K.O.} \quad \text{☹️}$$