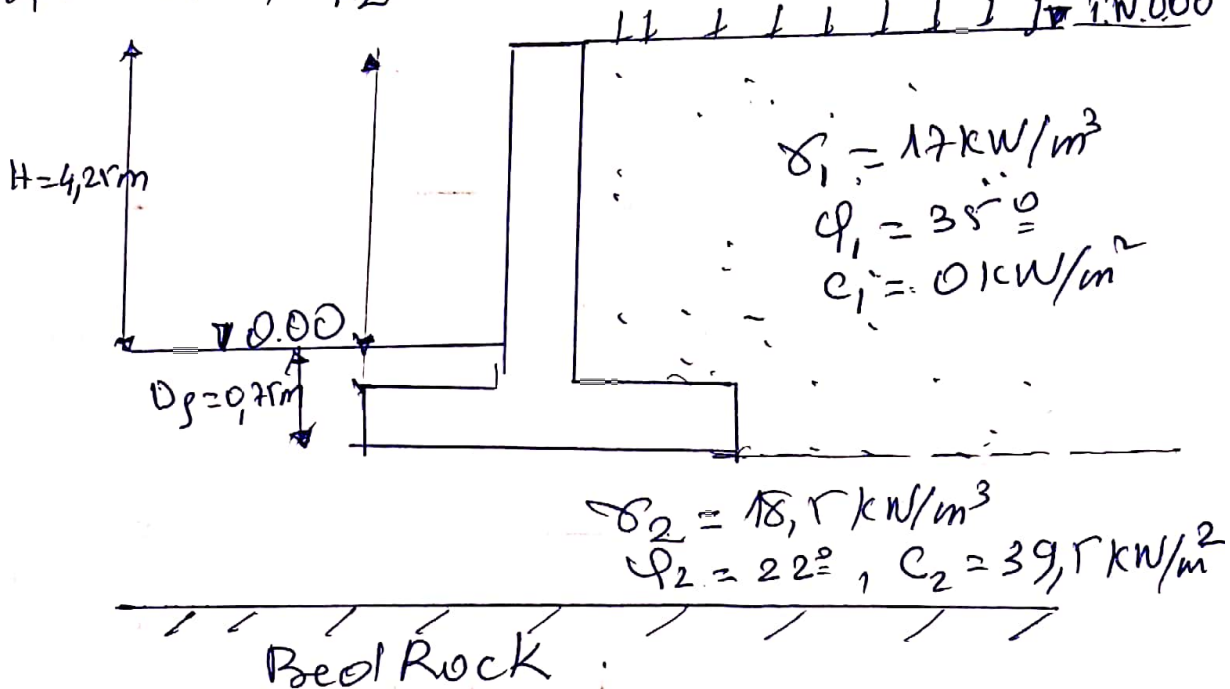


Un mur de soutènement de 5m de haut. est assis à une profondeur $\Delta s = 0,75m$.

Ce mur retient un remblai de sol dont la crête fait un angle $\alpha = 0^\circ$ par rapport à l'horizontal et supporte une charge uniforme $q = 15 \text{ kN/m}^2$. Le remblai et le sol de fondation présentent respectivement les caractéristiques suivantes:

$\gamma_1 = 17 \text{ kN/m}^3, \phi_1 = 35^\circ, c_1 = 0 \text{ kN/m}^2$

$\gamma_2 = 18,5 \text{ kN/m}^3, \phi_2 = 22^\circ, c_2 = 39,5 \text{ kN/m}^2$ $q = 15 \text{ kN/m}^2$



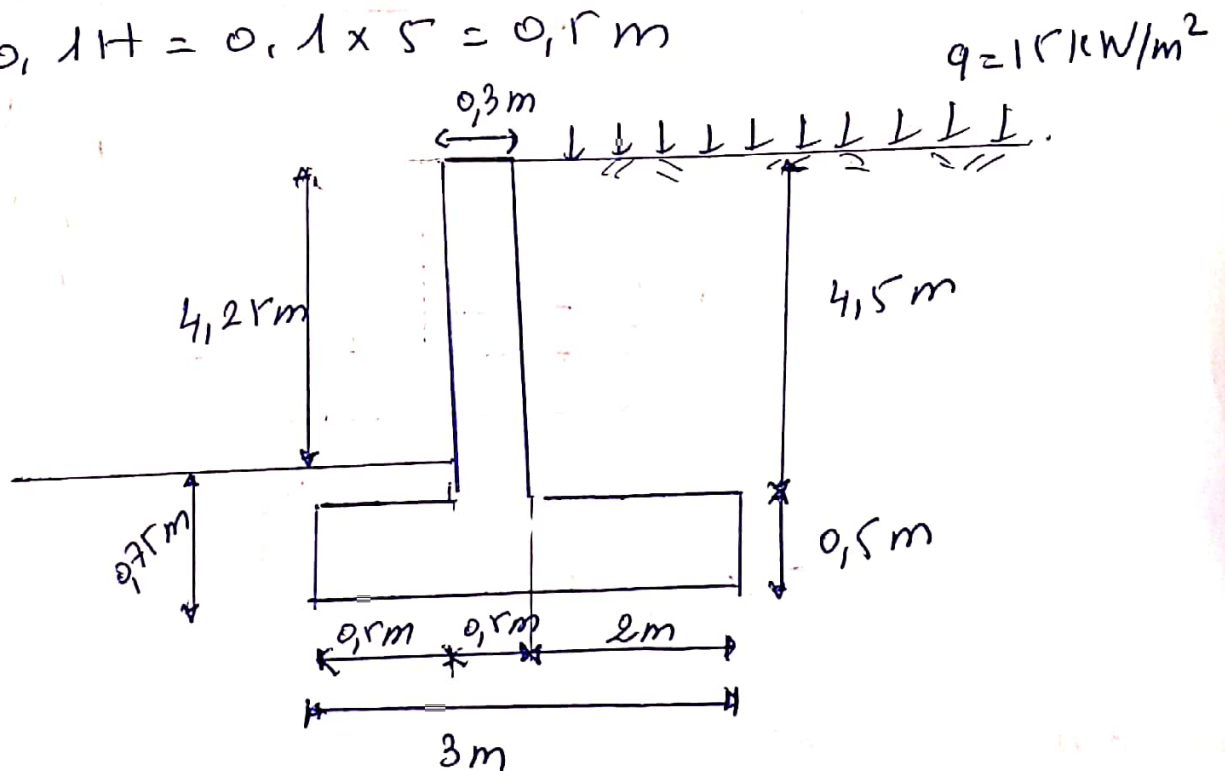
On demande:

1. Prédimensionner le mur
2. Calculer les poussées des terres
3. Vérifier la stabilité locale:
 - Renversement
 - glissement
 - Stabilité du sol de fondation

Solution:

1- Prédimensionnement du mur:

- Sommet du mur : $\geq 0,3 \text{ m}$
- hauteur de la fondation
 $0,1H = 0,1 \times 5 = 0,5 \text{ m}$
- Longueur de fondation:
 $B = 0,5 \text{ à } 0,7H \rightarrow 0,6 \times 5 = 3 \text{ m}$
- Base du voile : $0,1H = 0,1 \times 5 = 0,5 \text{ m}$
- Pied du mur
 $0,1H = 0,1 \times 5 = 0,5 \text{ m}$

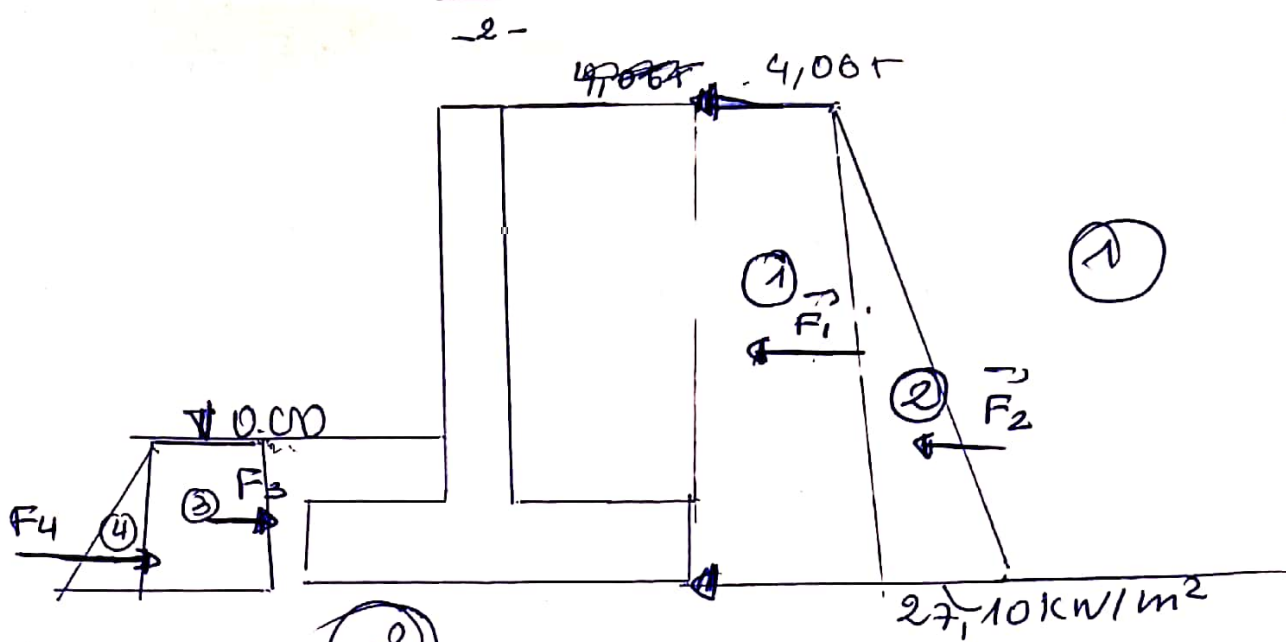


2. Déterminer la poussée active

$$v'_a = K_a v'_v \quad \text{avec } v'_v = \gamma \cdot z + q$$

pour $0 \leq z \leq 5 \text{ m}$ avec $K_a = \tan^2(45 - \frac{\phi}{2}) = 0,271$

$$v'_a \begin{cases} z=0 & v'_a = K_a \cdot (\gamma \cdot z + q) \rightarrow v'_a = K_a \cdot q = 0,271 \times 15 = 4,065 \text{ kN/m}^2 \\ \text{par } z=5 & v'_a = 0,271 (17 \times 5 + 15) = 27,10 \text{ kN/m}^2 \end{cases}$$



N°	P _a	Z _a	π _i
①	4,065 x 5 = 20,325	$\frac{5}{2} = 2,5$	50,813
②	$(27,10 - 4,065) \frac{5}{2} =$ 57,589	$\frac{5}{3} = 1,67$	96,173

$$\bar{Z}_a = \frac{\sum \pi_i}{\sum P_i} = \frac{50,813 + 96,173}{20,325 + 57,589} = 1,89 \text{ m}$$

- De la même manière on va déterminer la bulée et la force avec son point d'application

Poussée Pousille:

$$\sigma_p = \sigma_v K_e + 2 C_2 \sqrt{K_p} \quad \text{avec } K_p = \sigma_v^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\psi_2}{2} \right) = 2,198$$

$$\sigma_v = \sigma_2 \cdot z = 18,5 \cdot z$$

$$0 \leq z \leq 0,75$$

$$\sigma_p \begin{cases} z=0 & = 18,5 \times z \cdot 2,198 + 2 \cdot 39,1 \sqrt{2,198} = 117,12 \text{ kW/m}^2 \\ z=0,75 & = 18,5 \cdot 0,75 \cdot 2,198 + 2 \cdot 39,1 \sqrt{2,198} = 147,617 \text{ kW/m}^2 \end{cases}$$

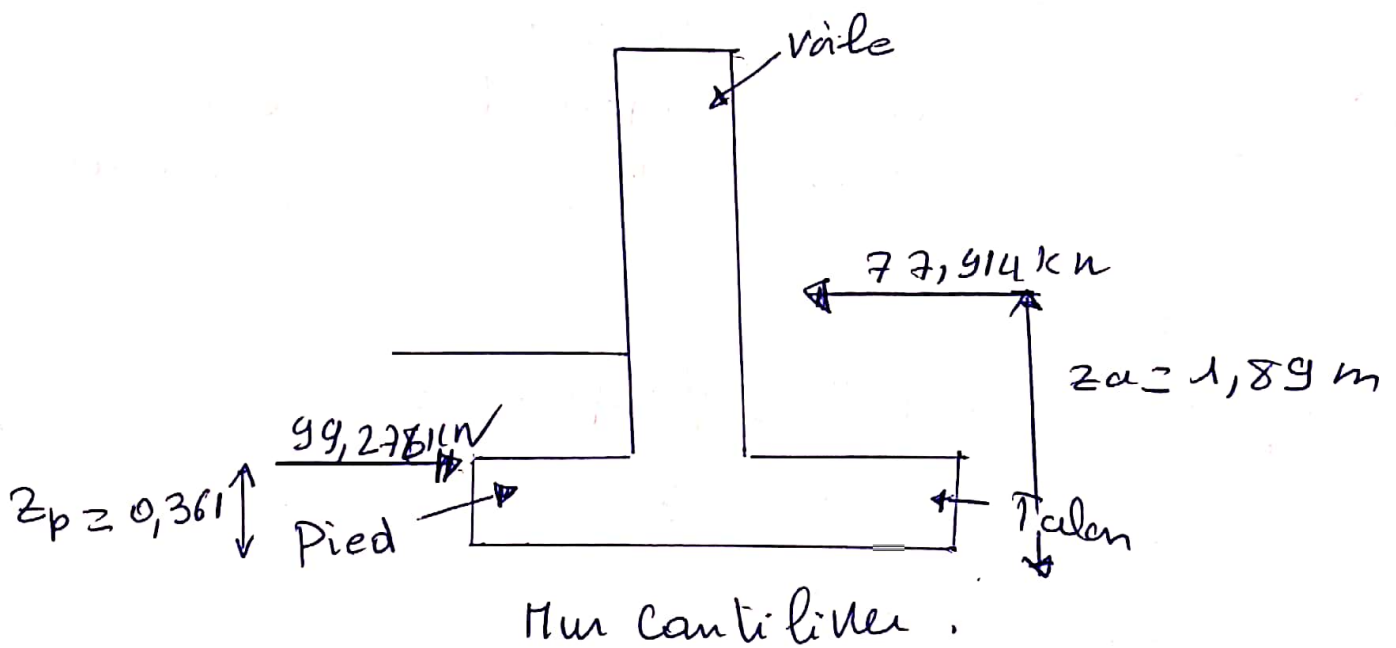
Determinons (~~la force avec son~~) La force avec son
point d'application

N°	P_{pi} (kN/m ²)	Z_{pi}	Π_i
③	$117,2 \times 0,75 = 87,84$	0,375	32,94
④	$(147,61 - 117,2) \frac{0,75}{2}$ 11,436	0,25	2,859
	$\Sigma 99,276$		$\Sigma 35,799$

$$Z_p = \frac{\Sigma \Pi_i}{\Sigma P_{pi}} = \frac{35,799}{99,276} = 0,361 \text{ m}$$

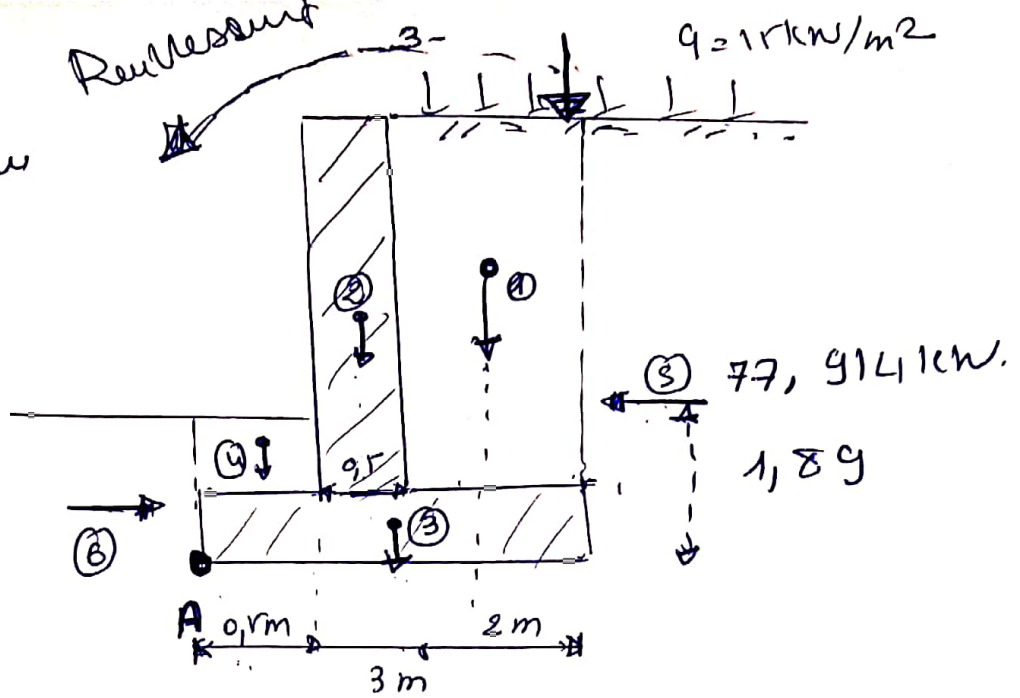
3. Verification de la stabilité locale :

• Stabilité au renversement :



$$F_s = \frac{\Sigma \Pi_{\text{stabilis}}}{\Sigma \Pi_{\text{renvers.}}}$$

Poids volumique du béton
 $\gamma_b = 24 \text{ kN/m}^3$



Sections	surface	Poids par m/l	bras de levier (A)	Moments/A
①	$2 \times 4,5 = 9$	$9 \times 17 = 153$	2	306
②	$0,3 \times 4,5$	$0,3 \times 4,5 \times 24 = 32,4$	0,75	18,22
③	$3 \times 0,5$	$3 \times 0,5 \times 24 = 36$	1,5	54
④	$0,5 \times 0,25$	$0,5 \times 0,25 \times 18,5 = 2,31$	0,25	0,57
9	2	$2 \times 15 = 30$	2	60
		$\Sigma V = 253,71$		$\Sigma M = 438,79$ RESI

$$F_s = \frac{\Sigma M_{\text{grav}}}{\Sigma M_{\text{Rev}}} = \frac{438,79 + 99,27 \times 0,361}{77,914 \times 1,89}$$

$$M_{\text{Revettes}} = 77,914 \times 1,89$$

$$F_s = 3,22 > 1,5 \quad \underline{\underline{\text{OK}}}$$

- Stabilité ou glissement:

$$F_s = \frac{\sum F_{\text{résistance}}}{\sum F_{\text{renv.}}}$$

$$F_{\text{Resist}} = \sigma' \times B \cdot L$$

$$\text{avec } \sigma' = \gamma_N \tan \varphi' + C'$$

$$\begin{aligned} \gamma_N &= \sum \text{Effort vertical} \\ &= \sum V \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum F_{\text{résistance}} &= \sum V \cdot \tan \varphi_2 + B \cdot C_2 + P_p \\ &= 253,71 \tan 22 + 3 \cdot 39,5 + 99,27 \\ &= 102,505 + 118,5 + 99,27 \\ &= 320,275 \end{aligned}$$

$$F_s = \frac{320,275}{77,914} = 4,11 > 1,5 \quad \underline{\underline{\text{OK}}}$$

- Vérification de la stabilité du sol

$$\begin{aligned} M_0 &= P_a \cdot Z_a = 77,914 \times 1,89 \\ &= 146,99 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{\text{net}} &= \sum M_R - \sum M_0 \\ &= 438,78 - 146,99 \end{aligned}$$

$$\bar{X} = \frac{\Sigma V_{net}}{\Sigma V}$$

$$= \frac{438,78 - 146,99}{253,71}$$

$$e = \frac{B}{2} - \bar{X} = \frac{3}{2} - 1,15$$

$$= 0,34 < \frac{B}{6}$$

$$q_{max} = \tau_{max} = \frac{\Sigma V}{B} \left(1 + \frac{6 \cdot e}{B} \right)$$

$$= \frac{253,71}{3} \left(1 + 6 \cdot \frac{0,34}{3} \right)$$

$$= 142,077 \text{ kW/m}^2$$

$$q_{mi} = \tau_{mi} = \frac{\Sigma V}{B} \left(1 - \frac{6 \cdot e}{B} \right)$$

$$= \frac{253,71}{3} \left(1 - 6 \cdot \frac{0,34}{3} \right)$$

$$= 27,06 \text{ kW/m}^2$$

$$q_u = c_w \cdot F_{cd} \cdot F_{ci} + q_w q F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \sigma_2 \frac{B' W}{\sigma_{cd}} F_{ci}$$

$$q = \sigma_2 \cdot D = 18,5 \times 0,75 = 13,875 \text{ kW/m}^2$$

$$B' = B - 2e = 3 - 2(0,328) =$$

$$B' = 2,32 \text{ m}$$

• Facteur de Profondeur:

$$F_{cd} = 1 + 0,4 \cdot \frac{D}{B'} = 1 + 0,4 \cdot \frac{0,77}{2,32} = 1,13$$

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

$$= 1 + 2 \tan 22 (1 - \sin 22)^2 \cdot \frac{0,77}{2,32}$$

$$\approx 1,10$$

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

• Facteur d'inclinaison:

$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{77,914}{253,71} \right) \approx 16,77^\circ$$

$$F_{ci} = F_{q^i} = \left(1 - \frac{\alpha}{90} \right)^2 = \left(1 - \frac{16,77}{90} \right)^2 = 0,67$$

$$F_{\gamma i} = \left(1 - \frac{\alpha}{\varphi} \right)^2 = \left(1 - \frac{16,77}{22} \right)^2 = 0,061$$

$$\varphi = 22^\circ \Rightarrow N_c = 16,88$$

$$N_q = 7,82$$

$$N_\gamma = 7,13$$

D'où:

$$q_e = 39,5 \cdot 16,88 \cdot 1,13 \cdot 0,67 + 13,87 \cdot 7,82 \cdot 1,10 \cdot 0,67$$

$$+ \frac{1}{2} \cdot 18,5 \cdot 2,32 \cdot 7,13 \cdot 1 \cdot 0,061 \approx$$

$$q_e = 594,2 \text{ kW/m}^2$$

Déterminons F_s (capacité portante)

$$F_s = \frac{594,2}{142,077} \approx 4,11 > 3.$$

$F_s = 3$ c'est le coefficient de sécurité utilisé pour une fondation superficielle

On remarque que F_s déterminé à partir de la capacité portante du sol est ~~que~~ $q_{max} > 3$

Donc la stabilité est assurée.

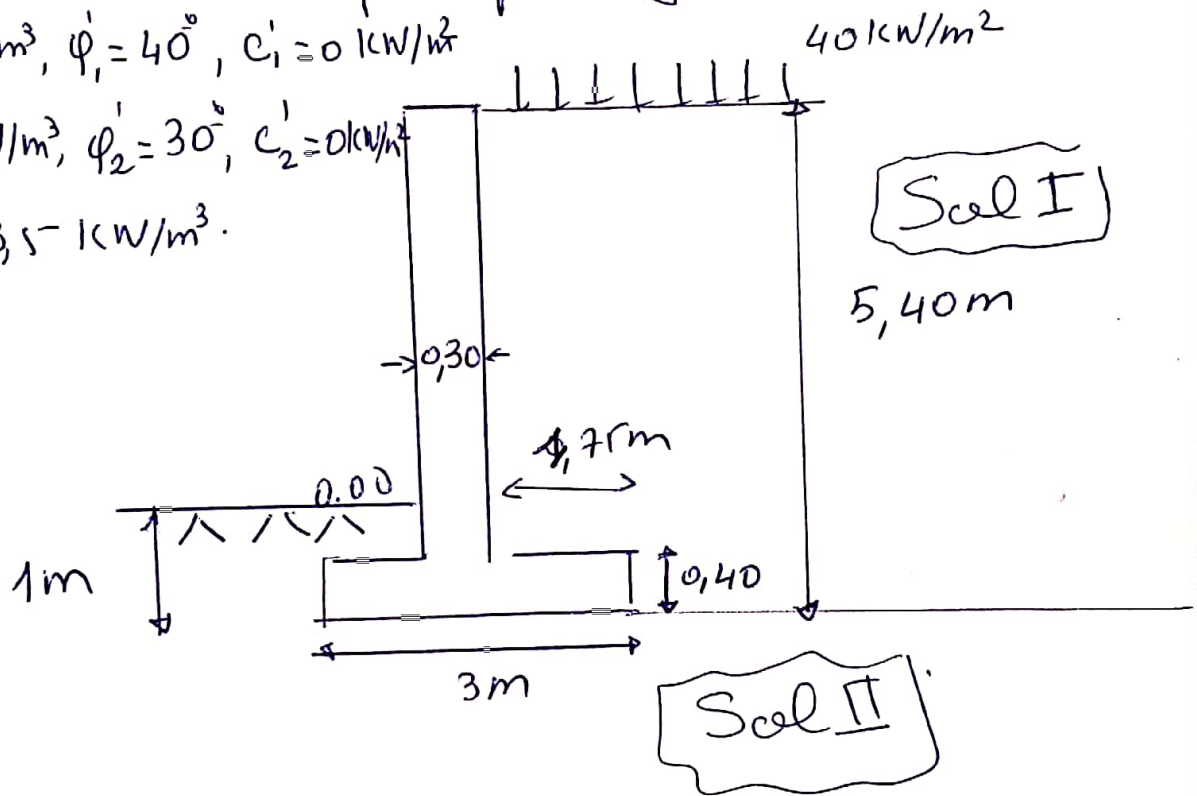
Exercice 1:

Déterminez la pression max et min sous la base du mur cantilever et les coefficients de sécurité contre le glissement et le renversement. dans le cas où le coefficient de sécurité au glissement n'est pas vérifié, quelle solution vous proposez.

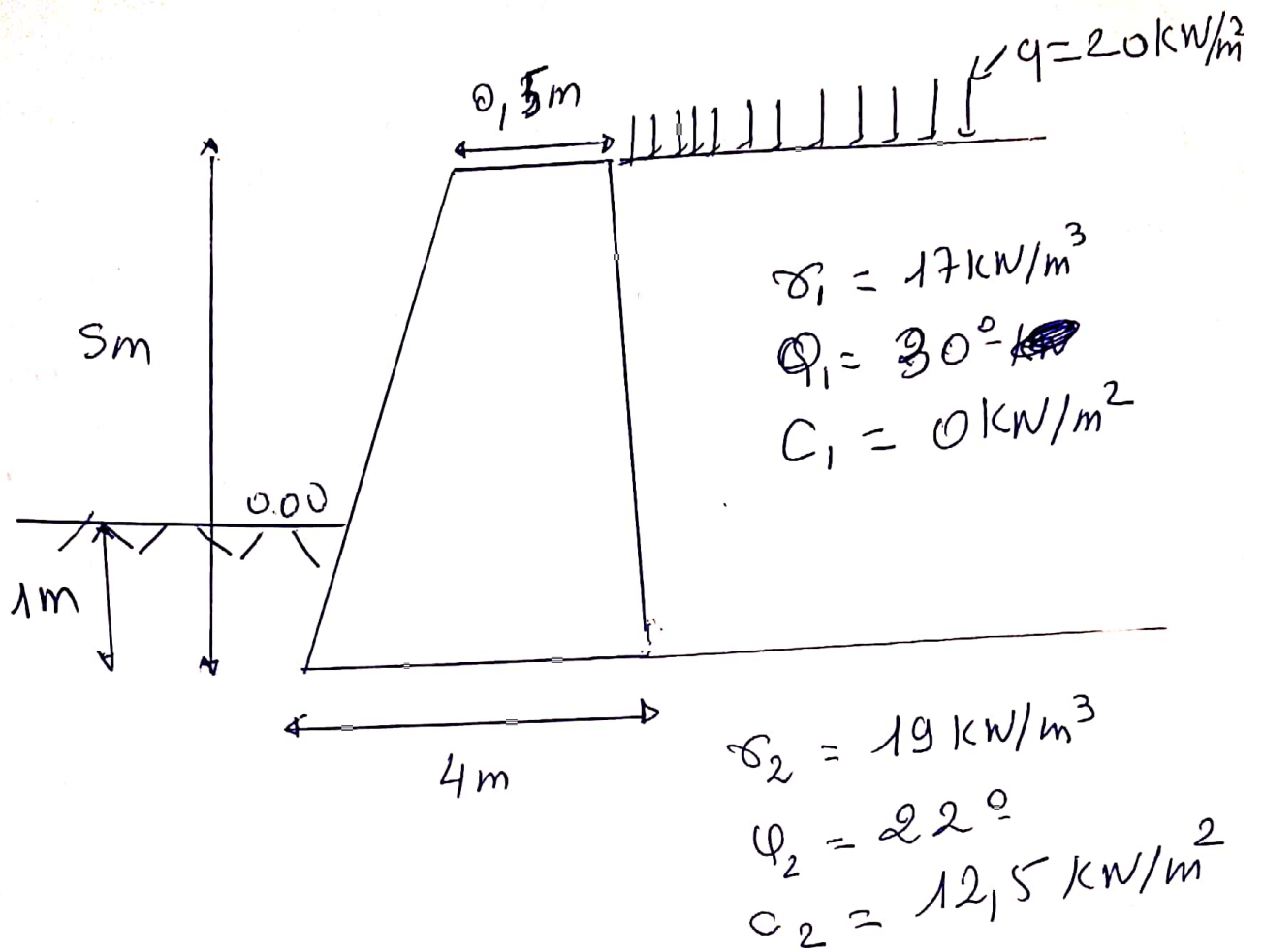
$\gamma_1 = 17 \text{ kN/m}^3, \phi_1 = 40^\circ, c_1 = 0 \text{ kN/m}^2$

$\gamma_2 = 17 \text{ kN/m}^3, \phi_2 = 30^\circ, c_2 = 0 \text{ kN/m}^2$

$\gamma_{\text{beron}} = 23,5 \text{ kN/m}^3$



Exercice II: Soit un mur poids de 5m de hauteur, retenant un remblai sableux. Vérifier la stabilité du mur dans le cas ci dessus.



- Re faire le même travail, dans le cas où la nappe est à 1m de la surface du Remblai.
- Dans le cas où la (sol) stabilité n'est pas vérifiée, proposer des solutions.