

Exercice #14

Paroi Clouée

Calculer la stabilité d'une paroi expérimentale renforcée par clouage (Figure jointe) à l'aide des abaques de pré-dimensionnement établis par Gigan (Cf abaques ci-dessous). Les hypothèses sous-jacentes aux abaques de Gigan sont-elles vérifiées ?

Paramètres géotechniques La paroi clouée se trouve dans une moraine limoneuse :

$$\begin{aligned}\gamma &= 23.5 \text{ kN/m}^3 \\ \phi' &= 30^\circ \\ c' &= 25 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

La nappe phréatique est profonde et ne concerne donc pas cet ouvrage.

Paramètres des matériaux de construction

Béton projeté:

- résistance au cisaillement τ_p : 0.70 MPa
- épaisseur théorique d_p : 15 cm

Coulis de scellement:

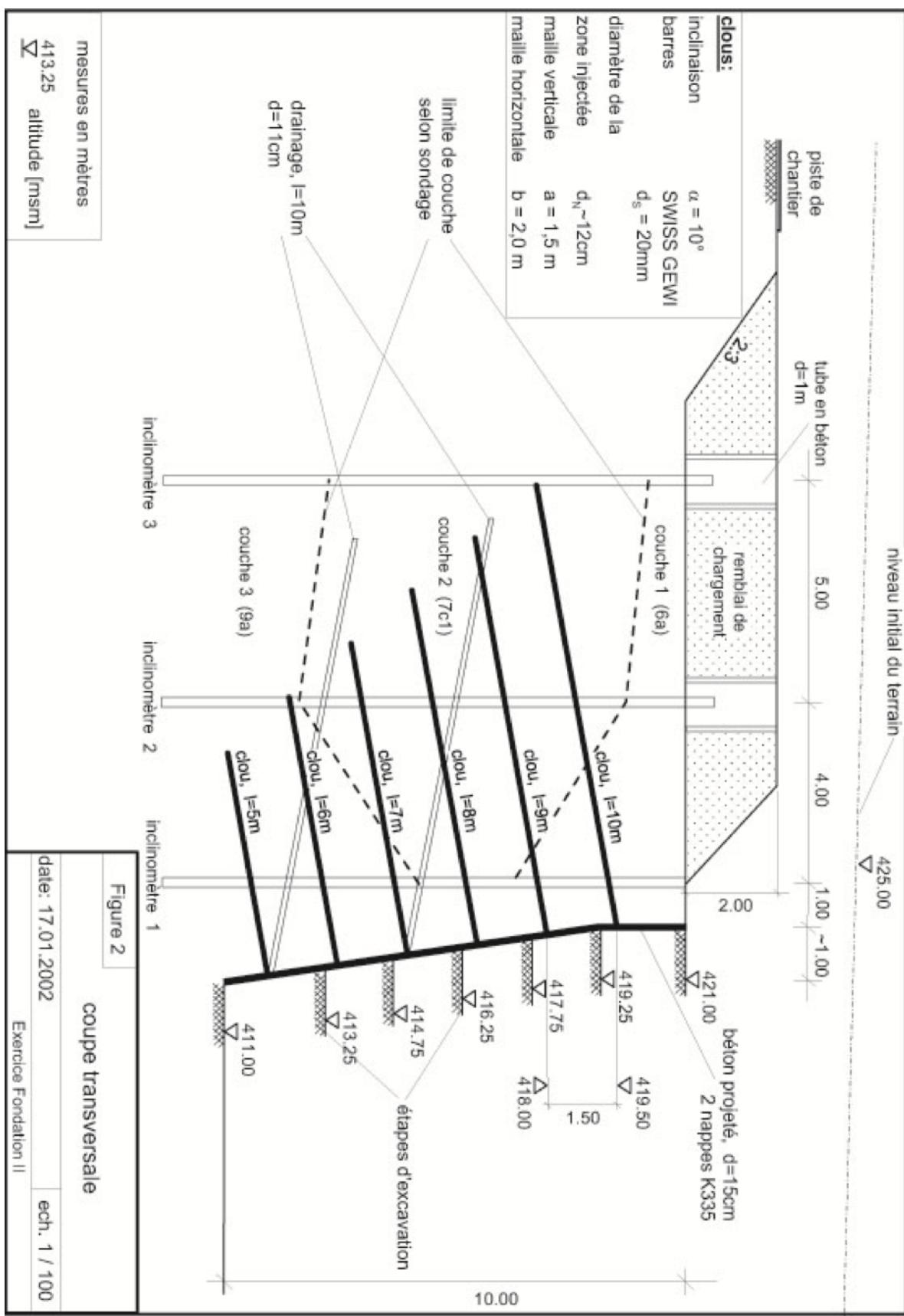
- résistance au cisaillement τ_s : 0.50 MPa
- diamètre théorique d_s : 12 cm

Barres:

- limite élastique σ_{el} : 500 MPa
- diamètre ϕ_b : 20 mm

Résistance au cisaillement entre le clou et le sol déterminé par essai sur le site:

- résistance au cisaillement q_s : 130 kPa



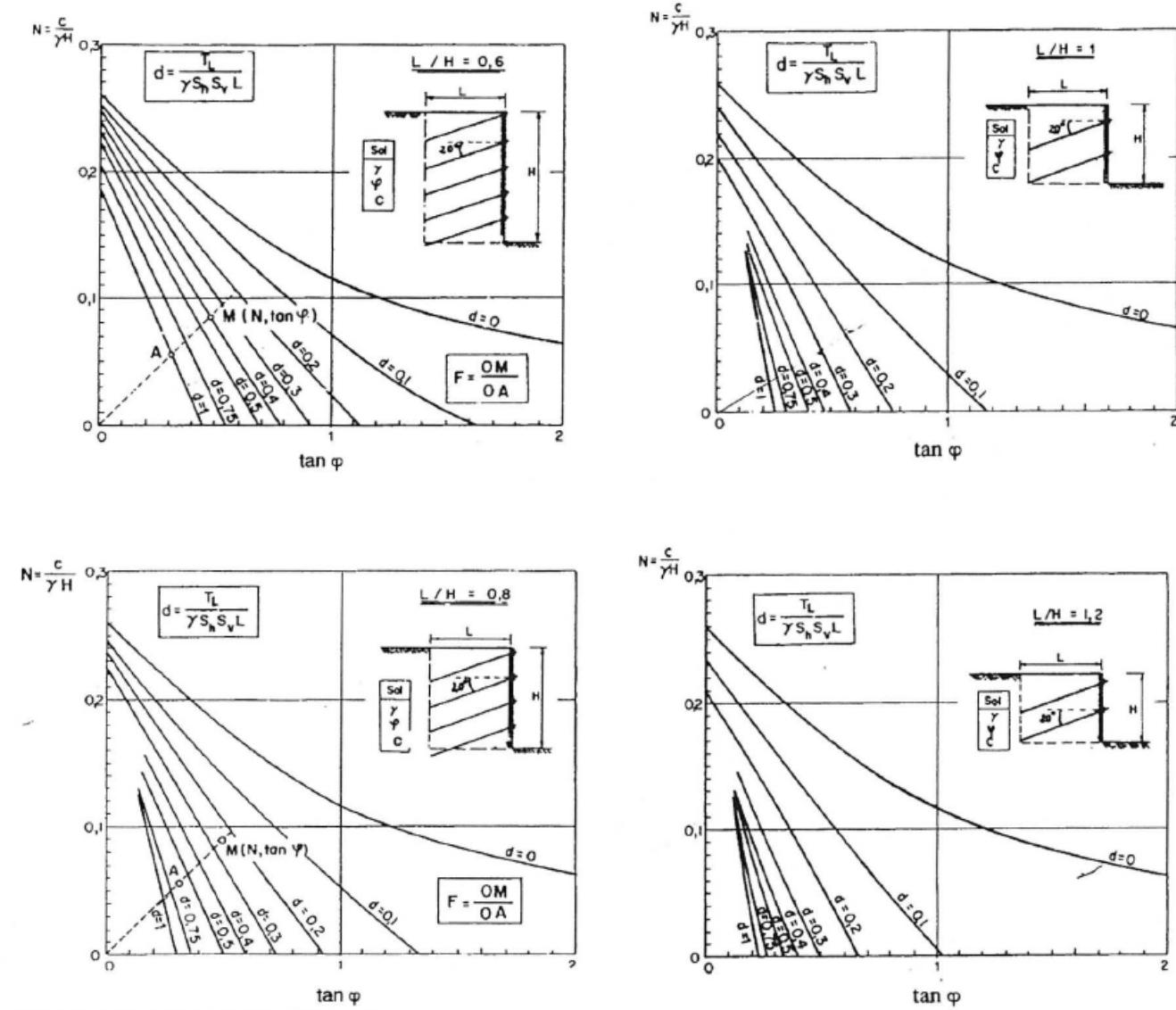


Fig. 15 : Abaques de stabilité pour le prédimensionnement des murs en sol cloué [Clouterre, 1991]

Correction Exercice #14 Paroi clouée

Dans cet exercice il est demandé de calculer la stabilité d'une paroi clouée.

Le calcul consiste à déterminer un facteur de sécurité selon les abaques de Gigan en utilisant des valeurs caractéristiques et à le comparer à un facteur global de sécurité.

Facteur global de sécurité

Moraine limoneuse

$$\gamma = 23.5 \text{ kN/m}^2, \phi' = 30^\circ, c' = 25 \text{ kN/m}^2$$

On détermine l'effort unitaire repris au niveau du scellement (contact scellement-sol) :

$$q_s = 130 \text{ kN/m}^2, d_s = 12 \text{ cm}, \\ t = \pi d_s q_s = \pi \times 0.12 \text{ m} \times 130 \text{ kN/m}^2 = 49 \text{ kN/m}$$

La densité de clouage est donnée par:

$$d = t / (\gamma ab) = 49 \text{ kN/m}^2 / (23.5 \text{ kN/m}^3 \times 2.0 \text{ m} \times 1.5 \text{ m}) = 0.70$$

Les paramètres complémentaires nécessaires à l'utilisation des abaques de Gigan sont donnés ci-après:

$$\tan \phi' = 0.58, \quad N = c' / (\gamma H) = 25 \text{ kN/m}^2 / (23.5 \text{ kN/m}^3 \times 10 \text{ m}) = 0.106$$

Les abaques de Gigan sont établis pour différentes valeurs du rapport L/H , la longueur des clous étant variable dans ce cas, on détermine le facteur de sécurité pour différentes valeurs de ce rapport puis on vérifie que la sécurité est suffisante.

L/H	OM	OA	F_s
0.6	2.4	1.6	1.50
0.8	2.4	1.3	1.85
1.0	2.4	1.1	2.18

On a dans les différents cas $F_s > 1.5$: la stabilité de la paroi clouée est suffisante.

Vérification des hypothèses sous-jacentes

1. Sol homogène: **Oui**
2. Parement vertical : **Non**, l'inclinaison du parement augmente F_s (le résultat obtenu est donc du côté de la sécurité)
3. Sol horizontal en tête : Non, le sol n'est pas horizontal et la surcharge est négligée, la sécurité est donc **légèrement surestimée**
4. Clous identiques : Non, la longueur des clous varie, on détermine un intervalle de variation de F_s
5. Traction pure, on néglige l'effet de la flexion des clous : **Oui**
6. $T_i > T_a$: **Non**, la résistance interne de l'ancrage est inférieure à la résistance externe (résistance à l'arrachement pour la longueur totale du clou le long du scellement)

$$T_i = f_y \pi \phi_b^2 / 4 = 500 \text{ MN/m}^2 \times \pi \times (20 \times 10^{-3} \text{ m})^2 / 4 = 157 \text{ kN}$$

$$T_{a,max} = \pi d_s q_s L_{max} = \pi \times 0.12 \text{ m} \times 130 \text{ kN/m}^2 \times 10 \text{ m} = 490 \text{ kN}$$

$$T_{a,min} = \pi d_s q_s L_{min} = \pi \times 0.12 \text{ m} \times 130 \text{ kN/m}^2 \times 5 \text{ m} = 245 \text{ kN}$$

La dernière hypothèse n'est pas vérifiée dans notre cas. Cela implique seulement que la vérification effectuée nous permet de nous prémunir d'une rupture par défaut d'adhérence. Une rupture interne en traction de l'armature n'est pas exclue.

Autres méthodes de calcul

Dans la pratique, du fait de l'important développement des méthodes numériques, le recours aux abaques de dimensionnement est peu fréquent. Les calculs peuvent être effectués à l'aide de logiciels tels que Talren, Larix, GeoSlope déterminant le facteur de sécurité selon la méthode des tranches. Un calcul aux éléments finis peut être effectué à l'aide de logiciels tels que Plaxis ou OptumG2 etc.