

ÉCOLE NATIONALE DES TRAVAUX PUBLICS DE L'ÉTAT
Année scolaire 2005-2006

MÉCANIQUE DES SOLS 1

Bureau d'études (BE)
Séance du 28 novembre 2005

On considère l'ouvrage représenté sur la figure 1. On admet pour les calculs que l'accélération de la pesanteur vaut 10 m/s^2 . La nappe est au niveau du terrain naturel.

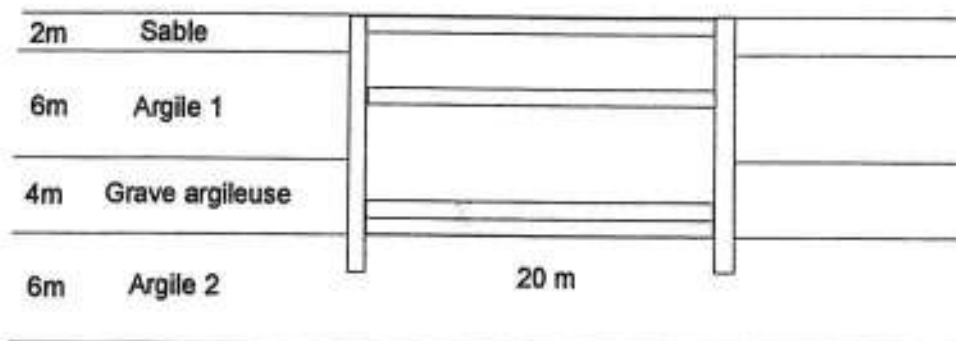


Figure 1 Schéma et dimensions de l'ouvrage à étudier.

Les propriétés physiques moyennes des sols ont les valeurs indiquées dans le tableau 1.

Tableau 1 Propriétés des sols

Sol	Profondeur	γ (kN/m ³)	K_0
Sable	0 - 2 m	19	0,45
Argile 1	2 - 8 m	18	0,6
Grave argileuse	8 - 12 m	18	0,4
Argile 2	12 - 18 m	19	0,7

1. Résistance au cisaillement du sol

1.a Sable

Des essais de cisaillement sur le sable sec, exécutés à la boîte de Casagrande, ont donné les résultats représentés sur la figure 2. Tracer le diagramme de résistance au cisaillement en coordonnées (σ, τ) et déterminer les valeurs de c' et φ' du sable.

1.b Argile 1

Les essais triaxiaux réalisés sur cette argile ont permis de lui attribuer les caractéristiques de résistance au cisaillement drainé suivantes :

$$c' = 5 \text{ kPa,}$$
$$\varphi' = 25 \text{ degrés.}$$

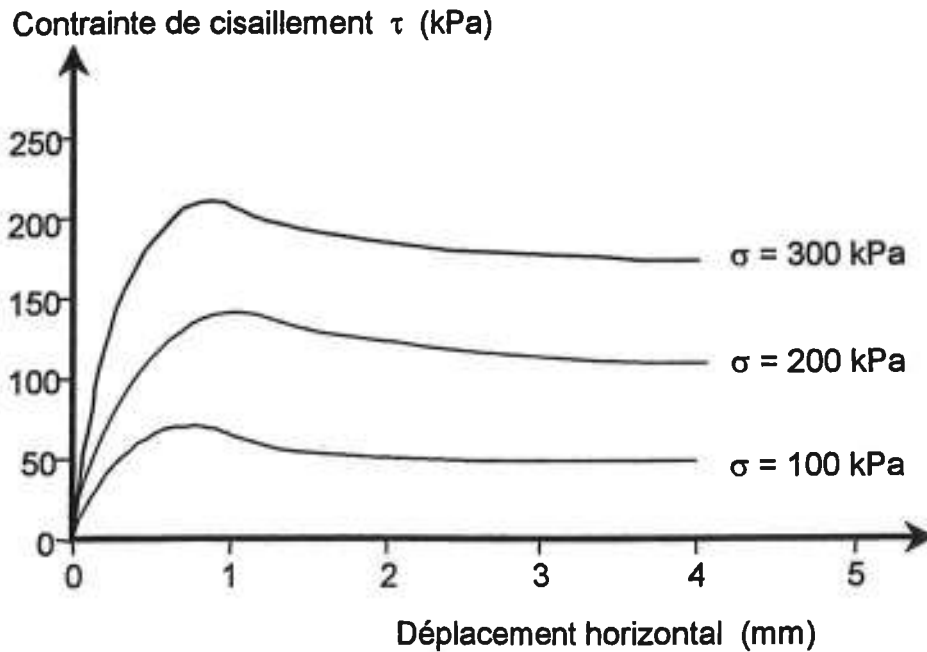


Figure 2 Essais de cisaillement rectiligne à la boîte

Pour l'un des essais, de type consolidé-non drainé avec mesure de la pression interstitielle, réalisé sur un échantillon prélevé à 6 mètres de profondeur, on a mesuré à la rupture une pression interstitielle de $u = 20$ kPa. Sachant que la pression de consolidation initiale de cet essai était égale à la contrainte verticale effective en place, tracer le cercle de Mohr à la rupture de cette éprouvette en contraintes effectives et en contraintes totales. Déterminer la cohésion non drainée de l'argile à 6 mètres de profondeur.

1.c Grave argileuse

Pour la grave argileuse, les essais triaxiaux ont fourni les valeurs suivantes des paramètres de résistance au cisaillement drainé :

$$c' = 5 \text{ kPa,}$$

$$\varphi' = 40 \text{ degrés.}$$

1.d Argile 2

On a déterminé les caractéristiques de résistance au cisaillement drainé suivantes :

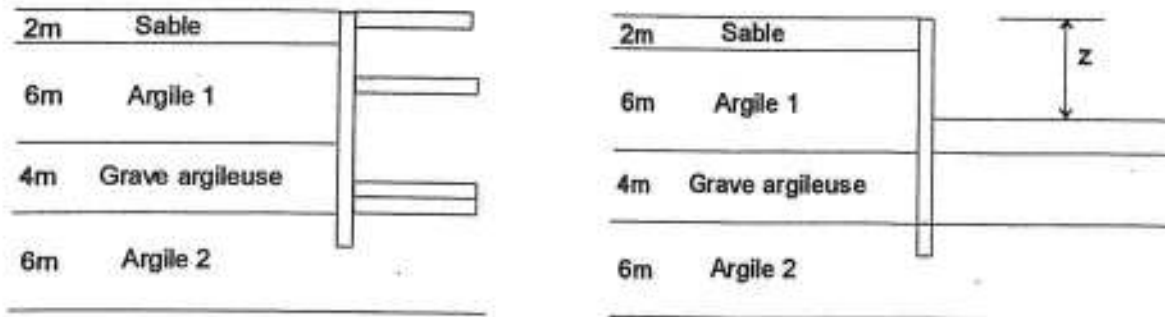
$$c' = 10 \text{ kPa,}$$

$$\varphi' = 25 \text{ degrés.}$$

Calculer les contraintes verticales et horizontales initiales au milieu de cette couche d'argile. On applique à une éprouvette triaxiale prélevée à la profondeur de 15 mètres cet état initial anisotrope de contraintes effectives. On augmente ensuite la contrainte effective axiale appliquée à l'éprouvette, en conditions drainées. Pour quelle valeur de cette contrainte atteindra-t-on la rupture.

2. Efforts appliqués par les sols sur les parois verticales de l'ouvrage.

On examine les efforts qui s'exerceront sur la paroi gauche de l'excavation (Figure 3).



a. Disposition des appuis réels

b. Schéma de calcul (excavation jusqu'à z)

Figure 3 Schémas pour le calcul des efforts sur la paroi

On va analyser la distribution des contraintes en l'absence d'appuis (butons) dans la fouille en fonction de la profondeur de l'excavation z .

Calculer :

a. les contraintes totales et effectives s'exerçant sur le rideau avant le début de l'excavation (on admet que le sol est encore dans son état initial, caractérisé par le coefficient K_0) ;

b. les contraintes totales et effectives s'exerçant sur le rideau (valeurs limites de poussée et butée de Rankine) pour $z = 8$ m. On rappelle que

$$K_a = \frac{1}{K_p} = \tan^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi'}{2}\right) .$$

On admet également que la fouille est isolée de l'extérieur et que l'eau est pompée au fur et à mesure de l'excavation, en conservant une distribution hydrostatique. Déterminer ensuite les résultantes des efforts horizontaux des deux côtés de la paroi. La paroi est-elle stable (en translation et en rotation par rapport au pied du rideau) ? Pour quelle profondeur atteint-on l'équilibre des efforts de poussée et de butée ?

3. Stabilité du radier terminé

La charge hydraulique dans la couche de grave argileuse est maintenue constante. Un écoulement se créera entre cette couche et le radier drainant représenté sur la figure 1. La base du radier drainant est à une profondeur de 12 mètres. Vérifier, en comparant la pression interstitielle et la contrainte verticale totale à 14 mètres de profondeur sous l'ouvrage qu'il ne se produira pas de soulèvement du radier à long terme.