

## Exercice #2

### Caractérisation géotechnique in-situ

#### 1 Essai triaxial consolidé non-drainé avec mesure de pression de pore (CU+u)

Soit une argile sableuse, saturée et surconsolidée. La contrainte de préconsolidation à la profondeur du prélèvement est égale à  $\sigma_p = 150\text{kPa}$ . On effectue trois essais triaxiaux en conditions consolidées non drainées avec mesure de pression de interstitielle (CU+u) à trois niveau de consolidation  $\sigma_o$  différent. Le tableau ci-dessous donne les résultats des essais :

	A	B	C
$\sigma_o$ (kPa)	200	370	540
$u_{rupture}$ (kPa)	70	200	313
$\sigma_{1,rupture}$ (kPa)	480	750	1042

1. Quelles sont les différences entre les tests consolidé non-drainé (CU) et non-consolidé non-drainé (UU)
2. Tracer les cercles de Mohr en contraintes totales et effectives
3. Déterminer l'angle de frottement  $\phi'$ . Peut-on utiliser une telle estimation ?
4. Déterminer les valeurs de cohésion non-drainée  $c_u$  pour les différents niveaux de consolidation  $\sigma_o$  et obtenez  $\lambda_u$  et  $c_u^o$ , tel que

$$c_u = c_u^o + \lambda_u \sigma_o$$

## 2 Interprétation d'essais au piézocône (CPTU)

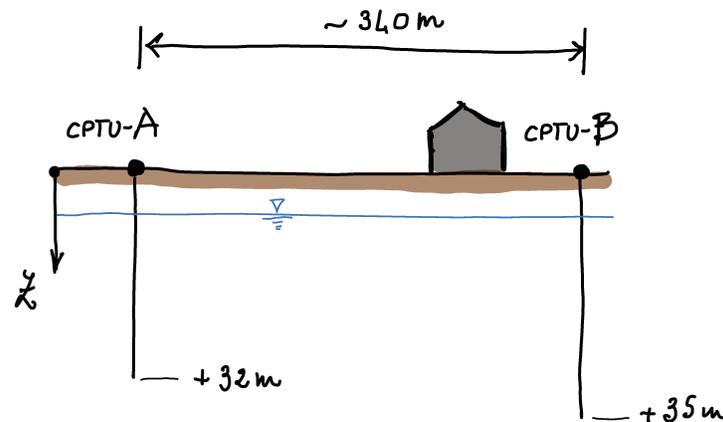


Figure 1: Schéma des tests effectués (CPTU).

1. Dans une zone plate, deux tests CPTU ont été effectués en deux points distincts A et B. La distance  $AB = 340m$  (Fig. 1). Les résultats sont présentés dans les Fig. 3 et 4.
  - Définir le rapport  $f_s/q_c$  (utilisez votre sens physique pour déterminer les couches) et déterminer la stratigraphie du sol pour les deux tests A et B.
  - Délimiter les couches - quelle pourrait être le type des sols ?
  - Sur la base des valeurs de pression de pore mesurées, estimer la hauteur de la nappe phréatique au-dessous du niveau du sol.
  - En référence au test CPTU-B, créer un modèle de sol composé de 6 couches et attribuer à chacune d'elles une valeur caractéristique de  $f_s$ ,  $q_c$ . Notez que la valeur caractéristique d'une quantité a une définition statistique précise. Dans cet exercice, cependant, seule une estimation approximative est nécessaire.

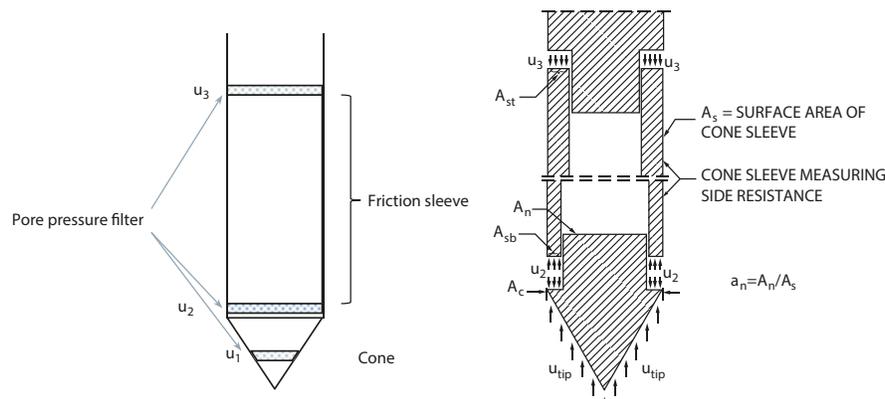


Figure 2: Schéma de la pointe de l'instrument de mesure (figure tirée de Ameratunga J. et al 2016).

- Estimer le poids volumique de chaque couche de sol. En l'absence de mesures de laboratoire plus précises du poids volumique des sols, on utilisera la corrélation suivante dans cet exercice (Robertson and Cabal (2010)) :

$$\frac{\gamma}{\gamma_w} = 0.27 \log_{10}(100 * R_f) + 0.36 \log_{10} \left( \frac{q_t}{p_a} \right) + 1.236$$

où:

- $\gamma$  est le poids volumique du sol.
- $\gamma_w \approx 9.81 [kN/m^3]$  est le poids volumique de l'eau
- $R_f = f_s/q_c$  .
- $q_t = q_c + u_2(1 - a_n)$  est la résistance de pointe corrigée, où  $q_c$  est la résistance de pointe mesurée,  $u_2$  est la pression d'eau mesurée et  $a_n$  est un coefficient pris à  $a_n = 0.9$  pour l'instrument utilisé dans cet essai. Une description graphique des paramètres mentionnés est présentée à la Fig. 2.
- $p_a \approx 101.3 [kPa]$ .
- En se basant sur le sondage CPTU-B, calculez et représentez entre 0 et 35 m de profondeur le profil de:
  - la contrainte verticale totale
  - la contrainte verticale effective
- En utilisant l'abaque de Robertson (voir transparents du cours), déterminer le type de sols des différentes couches.
- En référence au test CPTU-B, estimer la valeur de  $\phi'$  pour chaque couche de sol. Pour les sols sableux, la corrélation suivante, donnée par Robertson et Cabal (2012), est souvent utilisée:

$$\tan(\phi') = \frac{1}{2.68} \left[ \log_{10} \left( \frac{q_c}{\sigma'_{vo}} \right) + 0.29 \right]$$

Pour les sols argileux, la corrélation suivante sera utilisée (Mayne (2014)):

$$\phi' [^\circ] = 29.5 B_q^{0.121} (0.256 + 0.336 B_q + \log(Q_t))$$

Cette équation est applicable si  $20^\circ < \phi' < 45^\circ$  et  $0.1 < B_q < 1.0$ . Les paramètres utilisés sont les suivants:

- $B_q = \frac{u_2 - u_0}{q_t - \sigma_{vo}}$ ,  $u_0$  est la pression de pore hydrostatique (due à la nappe phréatique)
- $Q_t = \frac{q_t - \sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}}$
- En référence au test CPTU-B, estimer l'ordre de grandeur de la résistance au cisaillement non drainé  $c_u$  pour les sols argileux en utilisant la corrélation suivante:

$$c_u = \frac{q_t - \sigma_{vo}}{N_{kt}}$$

Dans cet exercice, on supposera  $N_{kt} = 15$ . De nombreuses études ont prédit des valeurs de  $N_{kt}$  de l'ordre de 10-20, parfois même en dehors de cette fourchette, et il n'est donc pas possible d'établir une valeur unique universellement acceptée. Il est fortement recommandé d'effectuer des tests supplémentaires, tels que des tests au scissomètre, de cisaillement direct, des tests triaxiaux, à des endroits adjacents aux tests au pénétromètre à cône afin de calibrer la valeur de  $N_{kt}$  spécifique au site.

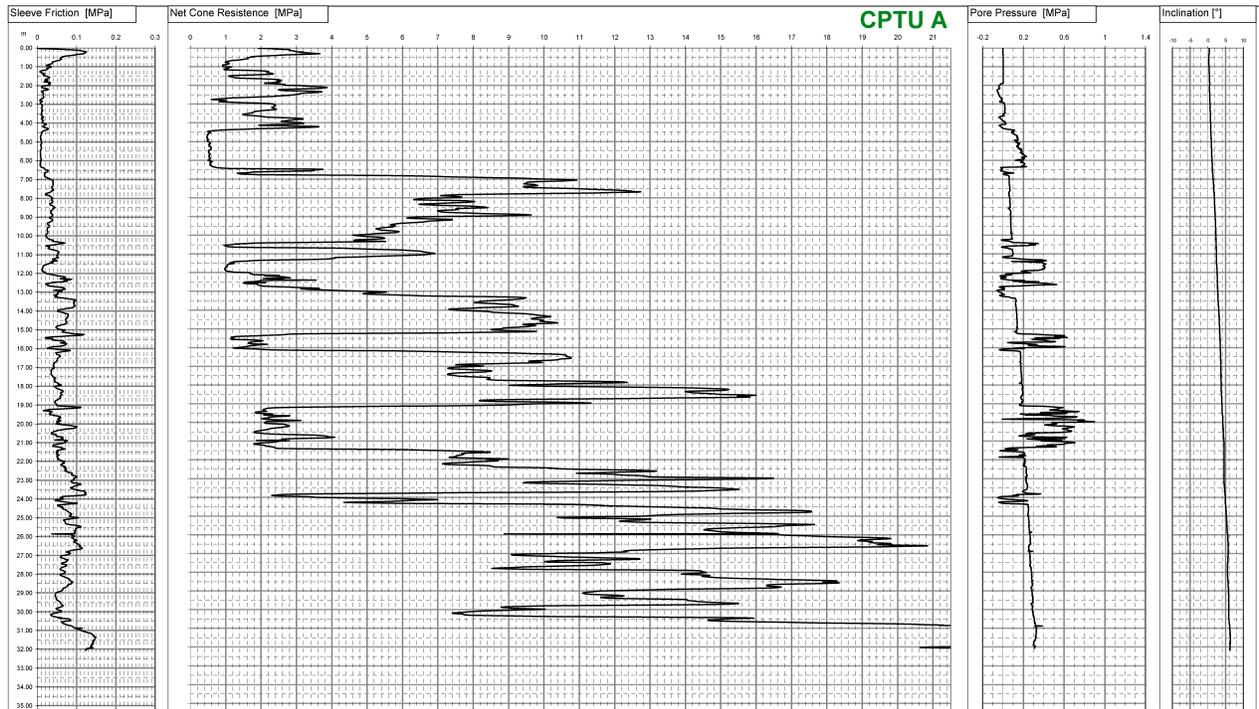


Figure 3: CPTU - A.

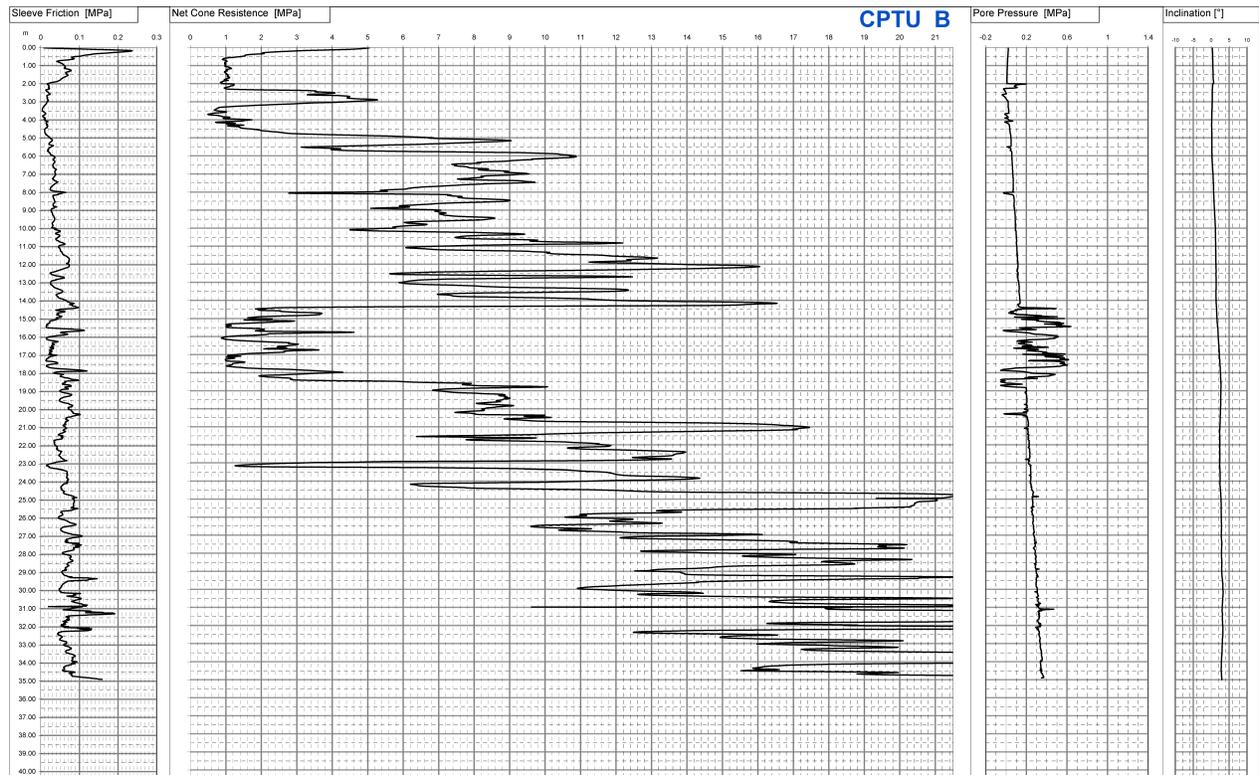


Figure 4: CPTU - B.

### 3 Profil des contraintes horizontales

1. En se basant sur le sondage CPTU-B, calculez et représentez entre 0 et 35 m de profondeur le profil de :
  - la contrainte horizontale effective
  - la contrainte horizontale totale

Le sol sera considéré dans un état au repos. Le coefficient de poussée des terres au repos sera évalué selon la formule de Jaky, à savoir  $K_0 = 1 - \sin \phi'$ . Utiliser les paramètres géotechniques précédemment estimés pour chaque type de couche. Pour la couche #1, on supposera une valeur de  $\phi' = 20^\circ$ .