

# ENTPE – Mécanique des sols avancée

2014-2015

## Contrôle de Mécanique des sols – Durée 3 heures

*TOUS LES DOCUMENTS SONT AUTORISES*

### Exercice 1

#### **Partie A : (3 points)**

L'objectif est le calcul de la longueur du talon (B) d'un mur de soutènement. On suppose qu'il n'y a pas de problème de poinçonnement.

- Calculer les efforts de poussée dus au sol selon les paramètres donnés sur la Figure (a) (on calculera les efforts de poussée uniquement sur le voile).
- Calculer le centre de gravité (G) de la structure du mur (on utilisera la distance horizontale D). Dans la suite des calculs, on utilisera directement ce paramètre D.
- Calculer la longueur B en fonction des autres paramètres afin que le mur soit stable vis-à-vis du :
  - 1) Basculement
  - 2) Glissement

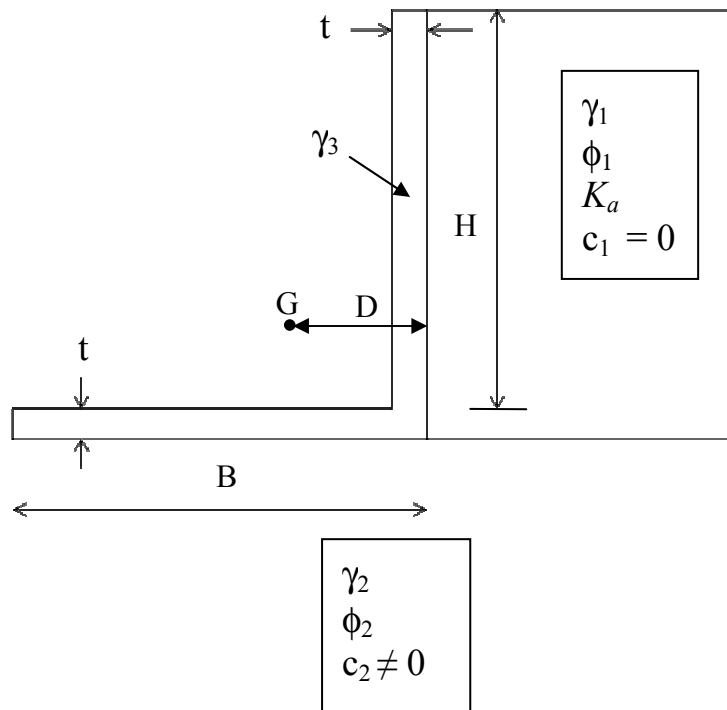


Figure (a)

#### **Partie B : (3 points)**

- Déterminer la longueur de fiche (D) permettant d'éviter un phénomène de renard en considérant un facteur de sécurité de 1,5. Donner la valeur de gradient hydraulique  $i$  en fonction des paramètres du sol présentés sur la Figure (b).
- Déterminer la répartition des pressions d'eau, des contraintes de poussée, des contraintes de butée et la force dans le tirant autour de la palplanche en fonction des paramètres de l'écran tirant simplement buté présenté sur la Figure (b). Le gradient hydraulique  $i$  sera pris en compte dans le calcul de la répartition des pressions d'eau.

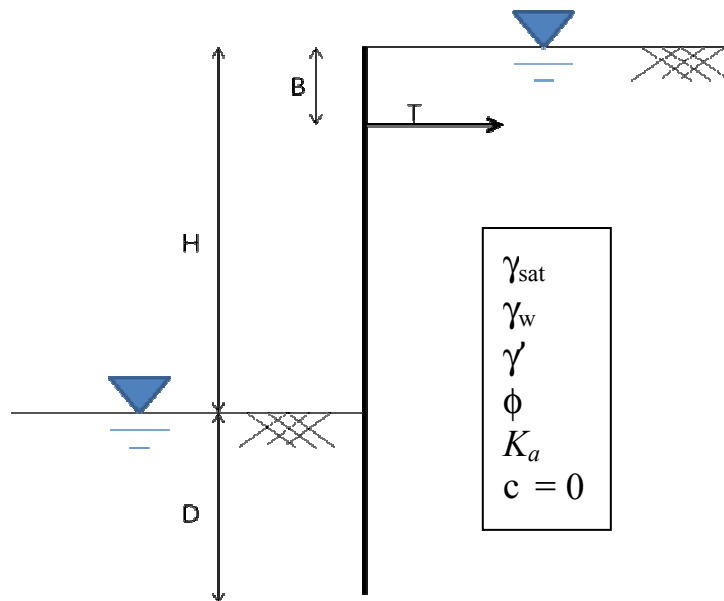


Figure (b)

## Exercice 2

### Partie A : (3 points)

Soit une fouille verticale de hauteur  $H$  (Figure 1). On cherche à calculer le coefficient de sécurité  $F$  d'une surface de rupture plane (EB) passant par le fond de fouille dans les différentes configurations décrites ci-dessous.

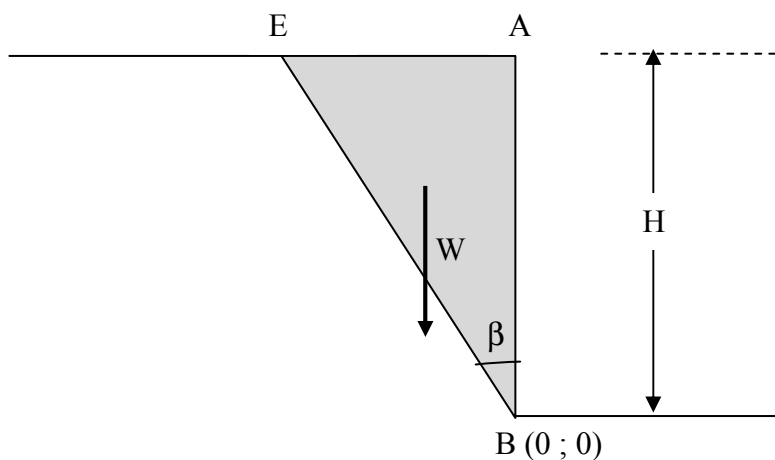


Figure 1 : Schéma de la fouille.

1. La fouille a une hauteur  $H = 15\text{m}$ . Le sol est purement cohérent de cohésion  $C = 100\text{ kPa}$  et de poids volumique  $\gamma = 19,6\text{ kN/m}^3$ .

a) Donner l'expression analytique de  $F$ .

b) Comment évolue  $F$  en fonction de l'angle  $\beta$  (inclinaison de la surface de rupture (EB) par rapport à la verticale) ? On tracera la courbe  $F = f(\beta)$  et on donnera la valeur minimale de  $F$  ainsi que la valeur de  $\beta$  correspondante.

2. On suppose que  $\beta$  vaut  $\pi / 4$ .

Quelle est la hauteur  $H$  conduisant à l'équilibre limite de la fouille ?

On fera les hypothèses suivantes :

- sol purement cohérent de cohésion  $C = 100\text{ kPa}$

- poids volumique  $\gamma = 19,6\text{ kN/m}^3$

3. On suppose que les caractéristiques du sol sont les suivantes :

- cohésion  $C = 100\text{ kPa}$

- angle de frottement  $\phi = 15^\circ$

- poids volumique  $\gamma = 19,6\text{ kN/m}^3$

Donner la nouvelle expression analytique de  $F$  et calculer sa valeur pour  $H = 15\text{m}$  et  $\beta = \pi / 4$ .

### Partie B : (4 points)

On suppose que les caractéristiques du sol sont les suivantes :

- sol purement cohérent de cohésion  $C = 100\text{ kPa}$

- poids volumique  $\gamma = 19,6\text{ kN/m}^3$

La fouille a une hauteur  $H = 20\text{m}$  et l'angle  $\beta$  vaut  $\pi / 4$ .

a) Vérifier que la fouille est en limite de stabilité dans ces conditions.

On souhaite augmenter sa stabilité à l'aide d'une rangée de clous (Figure 2).

Le clou est incliné de  $5^\circ$  par rapport à l'horizontale. Sa cote sur le parement est  $H/2$ . Il n'est sollicité qu'en traction / arrachement. Ses caractéristiques sont les suivantes :

- longueur du clou  $15\text{ m}$

- diamètre du clou  $20\text{ mm}$

- nuance de l'acier  $360\text{ MPa}$

- diamètre du forage du clou  $10\text{ cm}$

- frottement latéral unitaire  $q_s = 80\text{ kPa}$

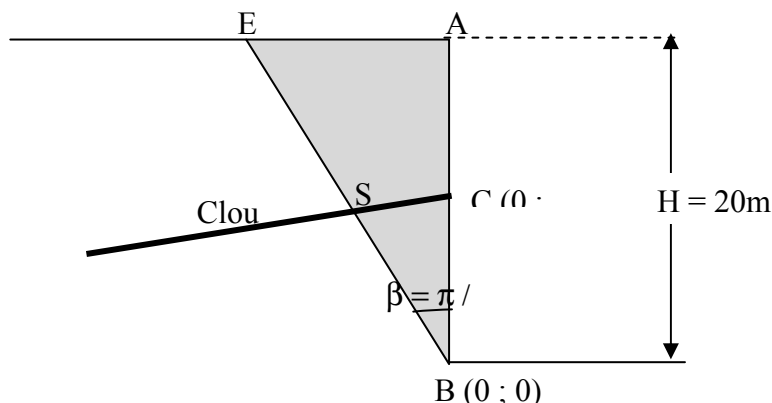


Figure 2 : Schéma de la fouille avec renforcement par clouage.

- b) Calculer l'effort de traction mobilisable dans le clou par résistance de l'acier.
- c) Calculer l'effort de traction mobilisable dans le clou par frottement entre le clou et le sol. On calculera au préalable la longueur du clou au-delà de la surface de rupture.
- d) En déduire l'effort limitant et ses composantes normale et tangentielle (par rapport à la surface de rupture).
- e) Donner la nouvelle expression analytique de F et calculer sa valeur.
- f) Cas plus général : on suppose que l'angle de frottement du sol n'est pas nul :  $\phi = 15^\circ$ . Donner l'expression analytique de F et calculer sa valeur.

### Exercice 3 : Calcul de la capacité portante (3 points)

On se propose de calculer la capacité portante ultime  $Q_u$  d'un fer HEA 500 fondé à 12 m de profondeur. Les caractéristiques des sols sont les suivantes :

	Epaisseur	Pression limite	Coefficient rhéologique $\alpha$	Frottement latéral unitaire $q_s$	Terme $\rho_s$	Terme $k_p$	Terme $\rho_p$
Sables limoneux	3 m	0.4 MPa	0.5	20 kPa	1	—	—
Limons argileux	2 m	0.6 MPa	0.5	40 kPa	1	—	—
Craie	> 15 m	1 MPa	0.5	0	—	2.2	1

Rappel :

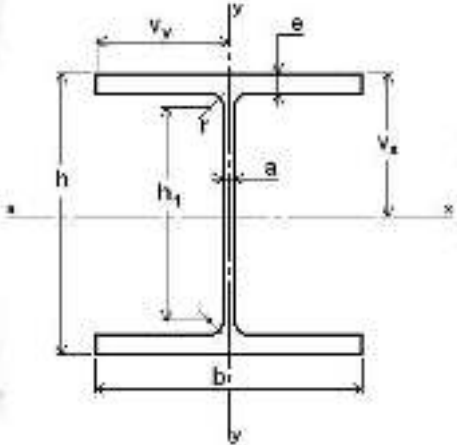
$$Q_u = Q_{pu} + Q_{su}$$

$$Q_{pu} = \rho_p k_p p_{le}^* A$$

$$Q_{su} = \int \rho_s(z) q_s(z) P(z) dz$$

où A désigne l'aire de terrain mobilisable par le pieu en pointe et P son périmètre (A et P doivent être calculées à partir des données ci-dessous).

*Dimensions d'un fer HEA 500*

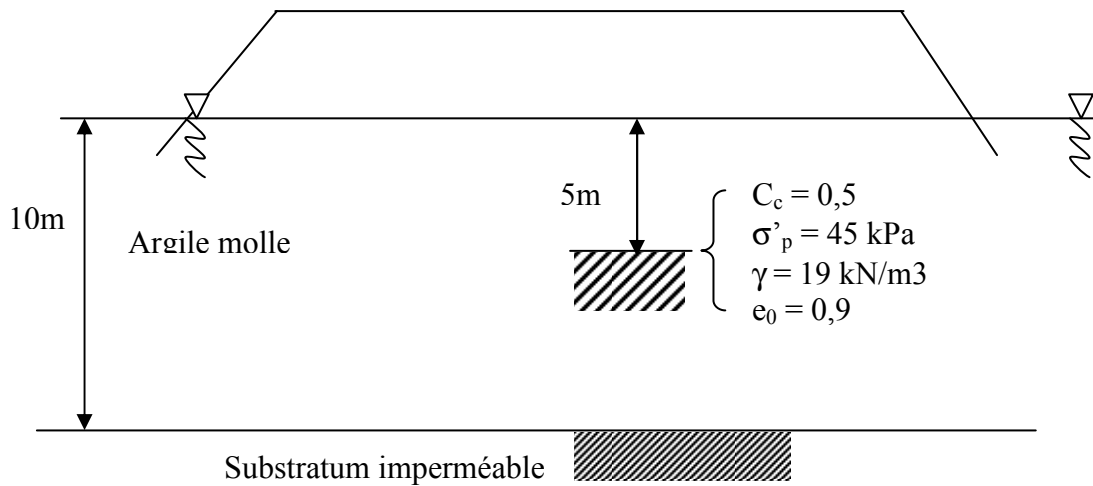


HEA 500			
h =	0.49 [L]	I <sub>x</sub> =	0.00066980 [L <sup>4</sup> ]
b =	0.3 [L]	I <sub>y</sub> =	0.00016370 [L <sup>4</sup> ]
e =	0.025 [L]	J =	0.00000336 [L <sup>4</sup> ]
a =	0.012 [L]	I <sub>x</sub> V <sub>x</sub> =	0.00055020 [L <sup>3</sup> ]
r =	0.027 [L]	I <sub>y</sub> V <sub>y</sub> =	0.00069133 [L <sup>3</sup> ]
h1 =	0.39 [L]	A =	0.0197 [L <sup>2</sup> ]

Unité de longueur L :

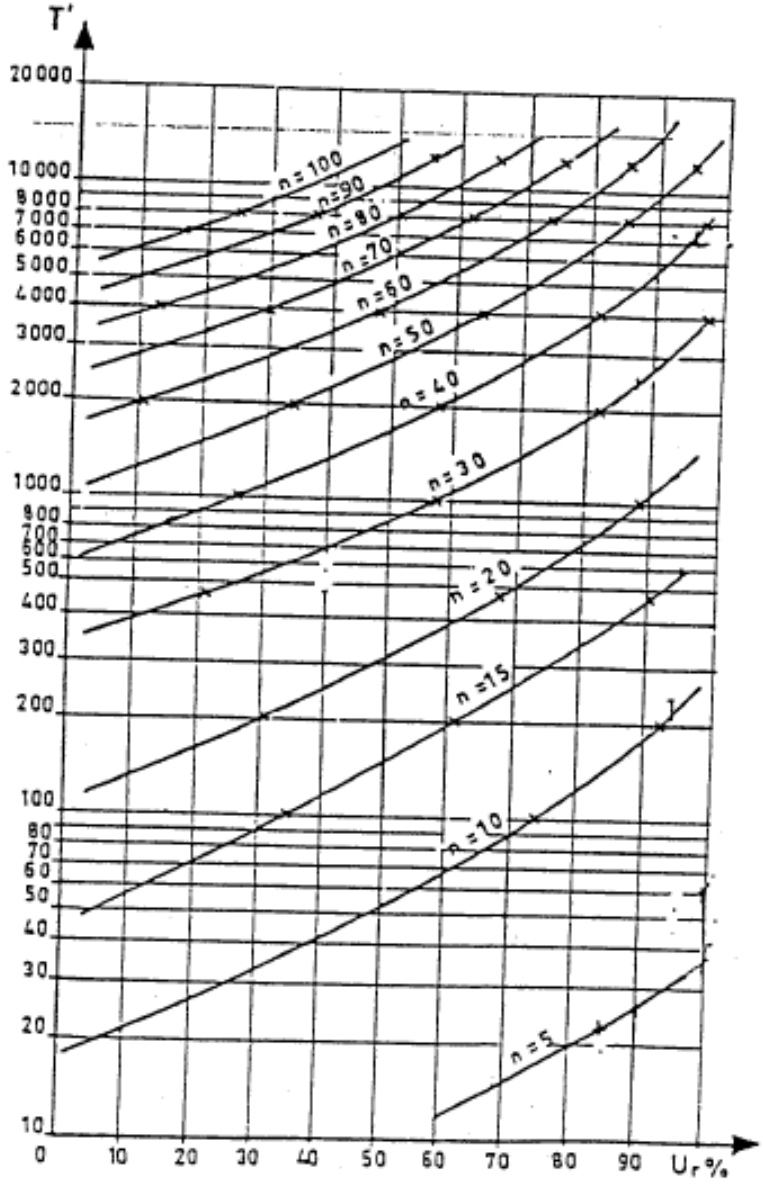
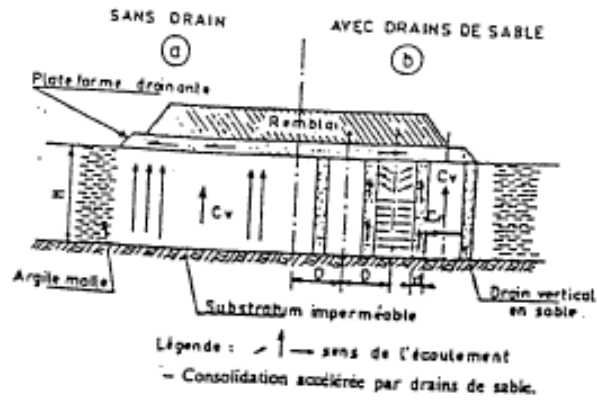
#### Exercice 4 (4 points)

On construit un remblai de 4m de haut sur une couche d'argile molle qui a une cohésion à court terme  $c_u = 30$  kPa.



On considère (pour simplifier) que la couche est homogène et a les caractéristiques moyennes indiquées sur la figure ci-dessus.

- 1) Calculer le coefficient de sécurité vis à vis du poinçonnement de l'argile molle par le remblai.
- 2) Calculer le tassement final dans l'axe du remblai en ne considérant qu'une couche de terrain de 10m pour simplifier.
- 3) Calculer le temps de tassement avec  $c_v = 5 \times 10^{-4}$  cm<sup>2</sup>/sec pour un degré de consolidation de 95%.



- Abuque donnant le degré de consolidation en fonction de  $T' = \frac{4 C_v t}{d^2}$  et de  $n$ .

