

COURS DE GÉOTECHNIQUE (1ère année)

CONTRÔLE DES CONNAISSANCES C1

(Séance du vendredi 26 avril 2002)

Groupes 1 à 4/c

Ce contrôle de connaissances comporte quatre problèmes indépendants et une question de cours.

Tous les documents sont autorisés.

Problème 1. Description et classification des sols. (4 points)

L'étude géotechnique préalable à l'aménagement d'un site a comporté une reconnaissance géologique générale, une analyse stratigraphique et des essais d'identification des sols. Ces derniers ont été réalisés sur des matériaux prélevés dans les quatre couches présentes sur tout le site (sols S1, S2, S3 et S4).

1. La figure 1.1 montre les courbes granulométriques de ces quatre matériaux, avec les valeurs des limites de plasticité et de liquidité correspondantes. Quelle est la dénomination de ces sols dans la classification LCPC/USCS.

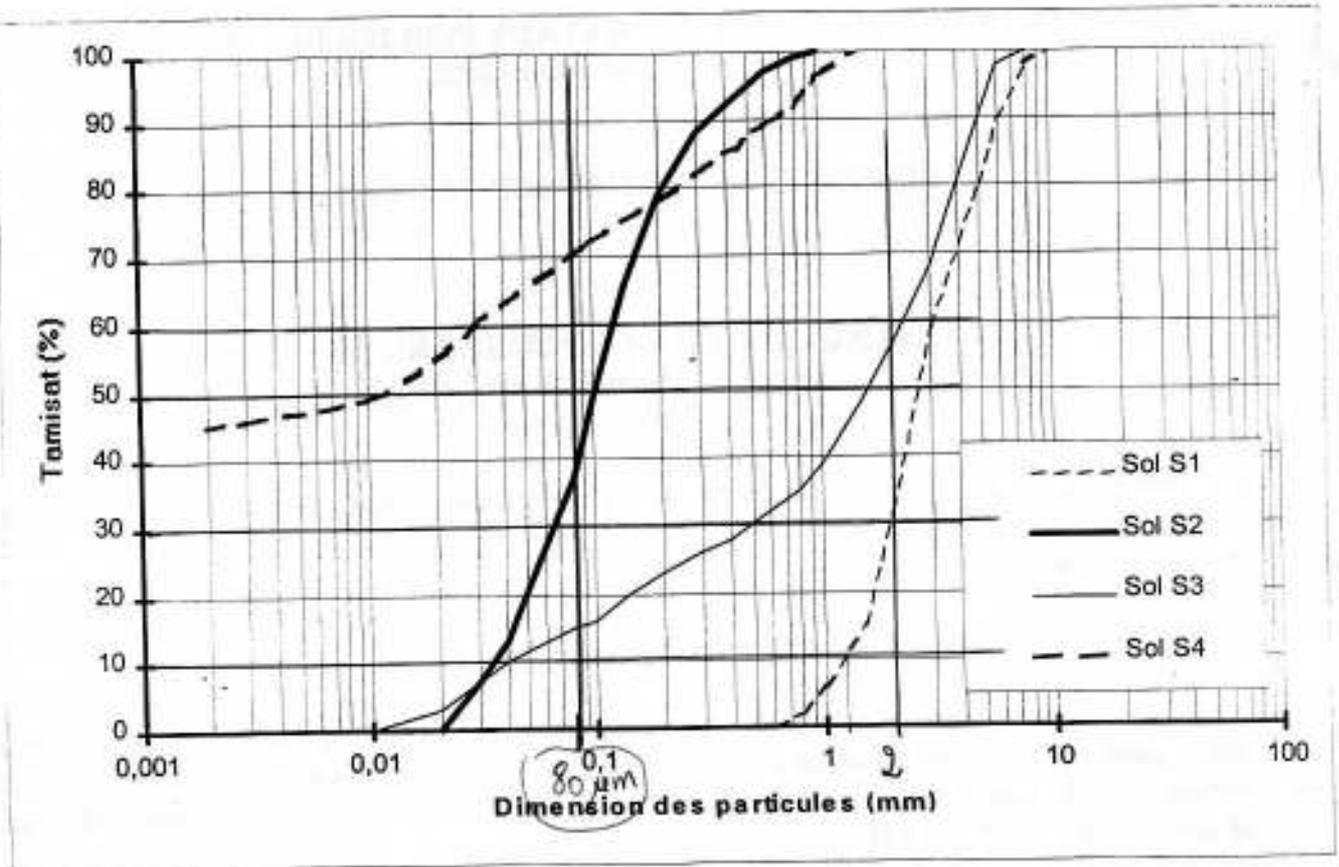


Figure 1.1 Courbes granulométriques et limites de plasticité des sols S1 à S4

2. Pour déterminer les paramètres d'état du sol, on a prélevé un volume V de chaque carotte et on a mesuré la masse M du sol, la masse M_d du sol après passage à l'étuve et le volume V_s des particules. Les valeurs mesurées sont données dans le tableau 1.1. Déterminer la masse volumique, la masse volumique sèche et l'indice des vides des deux sols S3 et S4.

Tableau 1.1 Mesures de masses et de volumes

	Masse M	Masse M_d	Volume V	Volume V_s
Sol S3	9,47 g	7,1 g	5 cm ³	2,63 cm ³
Sol S4	9,61 g	7,3 g	5 cm ³	2,69 cm ³

Problème 2. Calcul des tassements (4 points)

On doit construire un remblai de 5 mètres d'épaisseur sur les sols représentés sur la figure 2.1. La deuxième couche change de nature sous le remblai et est plus argileuse dans la partie droite de la figure. Les propriétés des différents sols sont indiquées dans le tableau 2.1. Calculer le tassement final du remblai dans les deux configurations représentées sur la figure.
Quel tassement différentiel doit-on attendre sur la plateforme du remblai?

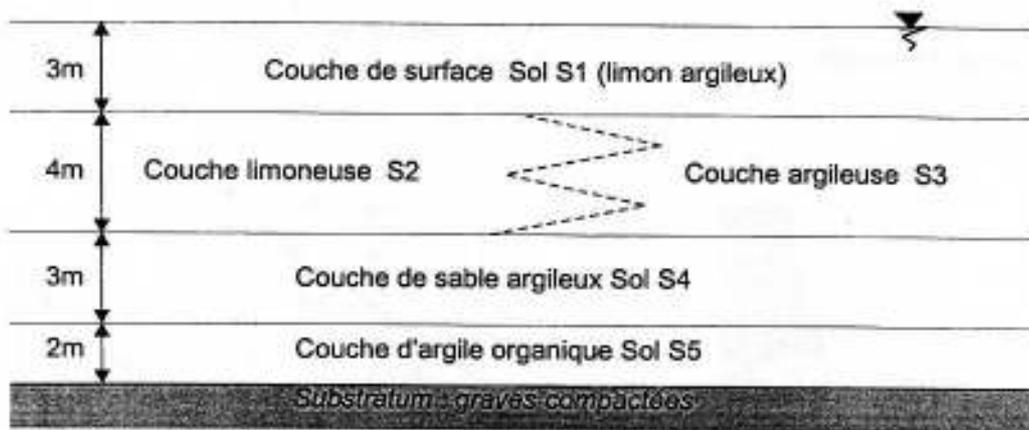


Figure 2.1 Coupe des sols sous le remblai

Tableau 2.1 Propriétés mécaniques des sols

Propriété	Sol S1	Sol S2	Sol S3	Sol S4	Sol S5
Indice des vides e_0	1,1	1,2	1,3	1,1	1,6
Masse volumique ρ (t/m^3)	1,9	1,8	1,8	1,8	1,7
Indice de gonflement C_s	0,04	0,05	0,06	0,04	0,1
Indice de compression C_c	0,4	0,5	0,6	0,4	0,8
Pression de préconsolidation σ'_p (kPa)	50	60	60	80	100

Problème 3. Hydraulique des sols (4 points)

Un mur de soutènement a été construit pour retenir un remblai d'épaisseur 6 mètres. Le remblai est alimenté en permanence en eau par sa surface. Le matériau de remblai a un coefficient de perméabilité de 10^{-5} m/s. En utilisant le réseau d'écoulement représenté sur la figure 2.1, déterminer

- le débit de l'écoulement (on admettra que le rapport a/b des côtés des mailles du réseau d'écoulement est égal à 1) ;
- les pressions interstitielles sur la ligne AB (donner les valeurs aux intersections de AB avec les lignes équipotentielles).

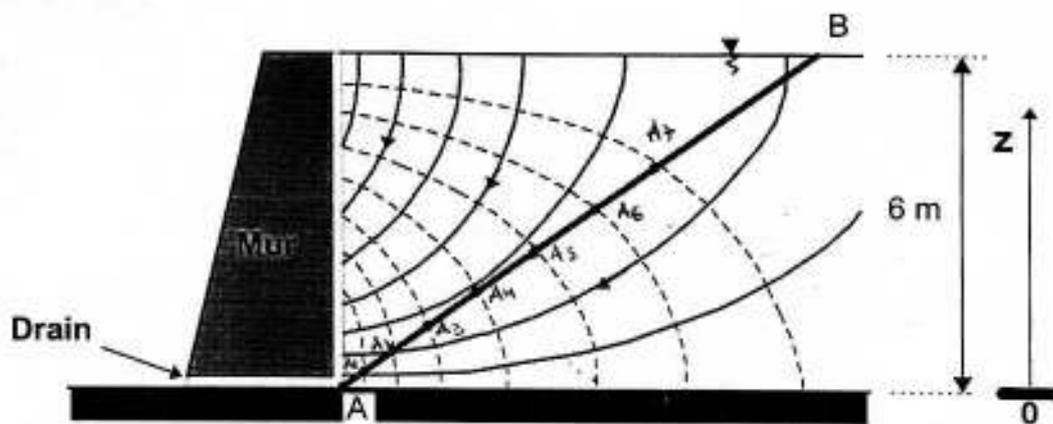


Figure 2.1 Réseau d'écoulement derrière un mur de soutènement

2. On étudie maintenant une autre disposition du drain vertical, sous le remblai au contact du terrain naturel. Déterminer la distribution des pressions interstitielles sur la ligne AB dans ce cas.

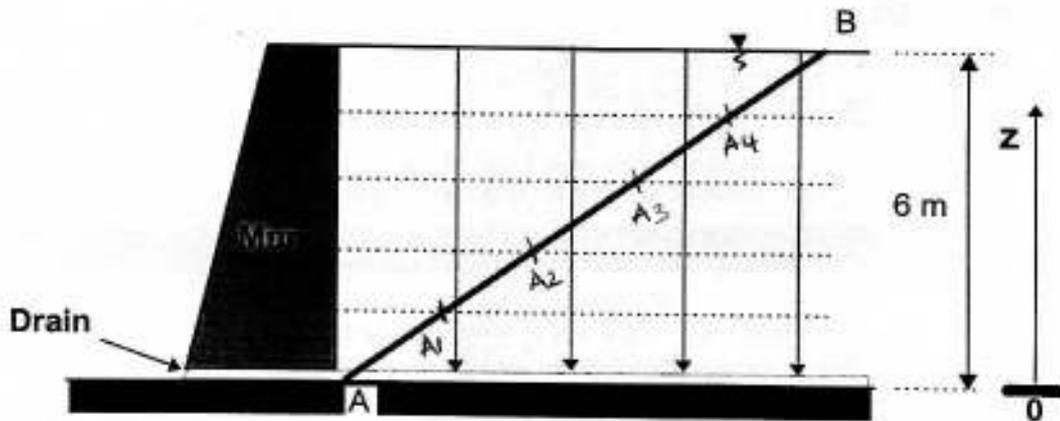


Figure 2.2 Réseau d'écoulement dans le cas d'un drain horizontal

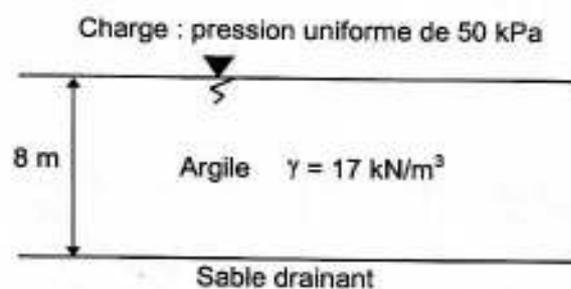
Problème 4. Consolidation des sols fins (4 points)

Pour étudier la vitesse de tassement de la couche d'argile représentée sur la figure 3.1, on a réalisé un essai oedométrique sur une éprouvette prélevée au milieu de la couche. Cette éprouvette a fourni les paramètres de compressibilité suivants :

$$e_0 = 1,2 \quad C_c = 0,6 \quad C_s = 0,06 \quad \sigma'_p = \sigma'_{vo} + 15 \text{ kPa} .$$

Le coefficient de consolidation c_v de l'argile doit être déduit de la courbe de consolidation représentée sur la figure 3.2. L'éprouvette avait une épaisseur de 2 cm et était placée entre deux pierres poreuses.

Calculer et représenter graphiquement le tassement au cours du temps de la couche d'argile sous une charge de 50 kPa appliquée instantanément au temps $t = 0$.



17 x 8 = 80

Figure 3.1 Schéma du problème étudié

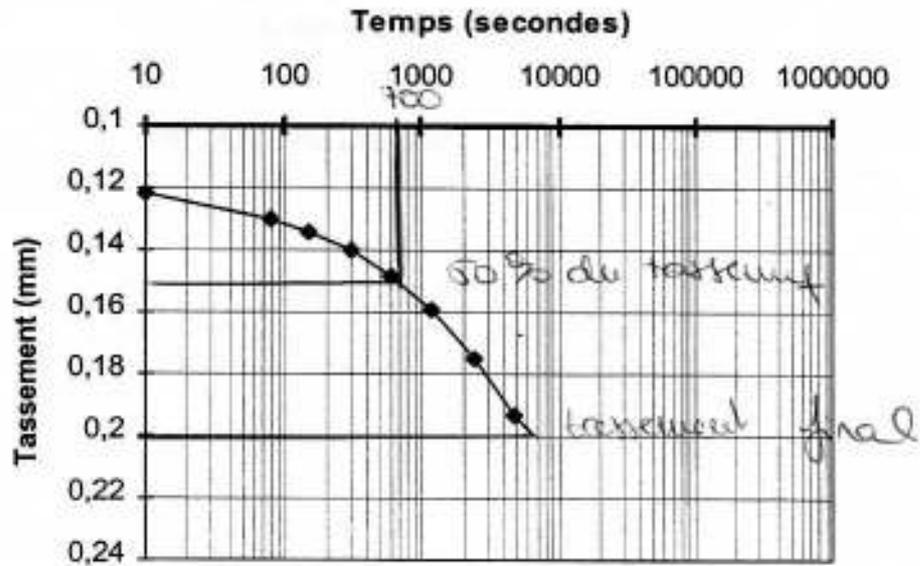


Figure 3.2 Courbe de consolidation de l'éprouvette de sol (entre 150 et 300 kPa)

5. Question de cours (4 points)

Vous devez expliquer en deux pages à un élève de terminale quels types de sols et roches on peut rencontrer dans la nature et comment on les décrit. Cet exercice sera jugé pour son efficacité supposée sur votre interlocuteur (non seulement le choix du contenu mais aussi les mots pour le dire).

$$a_v = \frac{TS_0 d^2}{t_{50}}$$

- types de sol & de roche
- comment on les décrit

COURS DE GÉOTECHNIQUE (1ère année)

CONTRÔLE DES CONNAISSANCES C1

(Séance du vendredi 26 avril 2002)
Groupes 1 à 4/c

CORRIGÉ

Problème 1. Description et classification des sols. Contraintes et tassements

1. *Dénomination des sols :*

S1 : Sol grenu - grave - - $C_U = \frac{3}{1,2} < 4$ Gm

S2 : Sol grossier à forte proportion de fines - $w_L=35$ - $I_p=15$ SA-Ap

S3 : Sol grossier à forte proportion de fines - $w_L=25$ - $I_p=10$ SA-Ap

S4 : Sol fin - $w_L=45$ - $I_p=25$ Ap

2. *Les paramètres cherchés ont pour expressions :*

$$\rho = \frac{M}{V} \quad \rho_d = \frac{M_d}{V} \quad e = \frac{V - V_s}{V_s}$$

On obtient donc :

Sol S3	$\rho = 1,894 \text{ t/m}^3$	$\rho_d = 1,42 \text{ t/m}^3$	$e = 0,901$
Sol S4	$\rho = 1,922 \text{ t/m}^3$	$\rho_d = 1,46 \text{ t/m}^3$	$e = 0,859$

Problème 2. Calcul des tassements

Le tassement est calculé dans chacun des cas au moyen de la formule de compressibilité oedométrique, qui s'écrit :

$$s_{\infty} = \sum_{i=1}^{i=5} \frac{H_i}{1 + e_{oi}} \left[C_{si} \lg \frac{\sigma'_{pi}}{\sigma'_{vo i}} + C_{ci} \lg \frac{\sigma'_{voi} + \Delta\sigma}{\sigma'_{pi}} \right]$$

Les tassements dans le cas de gauche de la figure 2.1 sont égaux à :

Couche	Formule de calcul	Valeur $s_{\infty i}$
1	$s_{\infty 1} = \frac{3}{1+1,1} \left[0,04 \lg \frac{50}{13,5} + 0,4 \lg \frac{13,5+100}{50} \right]$	0,236 m
2	$s_{\infty 2} = \frac{4}{1+1,2} \left[0,05 \lg \frac{60}{43} + 0,5 \lg \frac{43+100}{60} \right]$	0,356 m
4	$s_{\infty 4} = \frac{3}{1+1,1} \left[0,04 \lg \frac{80}{71} + 0,4 \lg \frac{71+100}{80} \right]$	0,191 m
5	$s_{\infty 5} = \frac{2}{1+1,6} \left[0,01 \lg \frac{100}{90} + 0,8 \lg \frac{90+100}{100} \right]$	0,180 m
Total	(Couches de gauche)	0,963 m

Pour la configuration de la figure droite, on trouve :

Couche	Formule de calcul	Valeur $s_{\infty i}$
1	$s_{\infty 1} = \frac{3}{1+1,1} \left[0,04 \lg \frac{50}{13,5} + 0,4 \lg \frac{13,5+100}{50} \right]$	0,236 m
2	$s_{\infty 2} = \frac{4}{1+1,3} \left[0,06 \lg \frac{60}{43} + 0,6 \lg \frac{43+100}{60} \right]$	0,409 m
4	$s_{\infty 4} = \frac{3}{1+1,1} \left[0,04 \lg \frac{80}{71} + 0,4 \lg \frac{71+100}{80} \right]$	0,191 m
5	$s_{\infty 5} = \frac{2}{1+1,6} \left[0,01 \lg \frac{100}{90} + 0,8 \lg \frac{90+100}{100} \right]$	0,180 m
Total	(Couches de droite)	1,016 m

Le tassement différentiel provient de la deuxième couche et vaut 0,053 m.

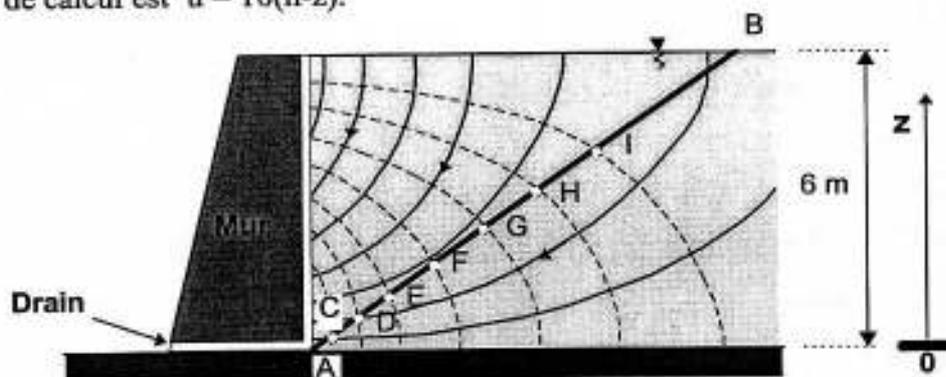
Problème 3. Hydraulique des sols

1. Le débit est égal à $q = k_v \frac{a n_c}{b n_e} \Delta h = 10^{-6} \cdot 1 \cdot \frac{8}{8} \cdot 6 = 6 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 / \text{s} = 0,5184 \text{ m}^3 / \text{jour}$.

La distribution des pressions interstitielles sur la ligne AB est indiquée dans le tableau, qui correspond aux points indiqués sur la figure suivante.

Point	A	B	C	D	E	F	G	H	I
h (m)	0	6	0,75	1,5	2,25	3	3,75	4,5	5,25
z (m)	0	6	0,4	0,78	1,17	1,83	2,54	3,26	4,18
u (kPa)	0	0	3,5	7,2	10,8	11,7	12,1	12,4	10,7

La formule de calcul est $u = 10(h-z)$.



2. Dans ce cas, la charge varie linéairement entre la surface supérieure ($h=6\text{m}$) et le drain ($h=0\text{m}$). Elle est en permanence égale à la hauteur z , donc la pression interstitielle est partout nulle.

Problème 4. Consolidation des sols fins

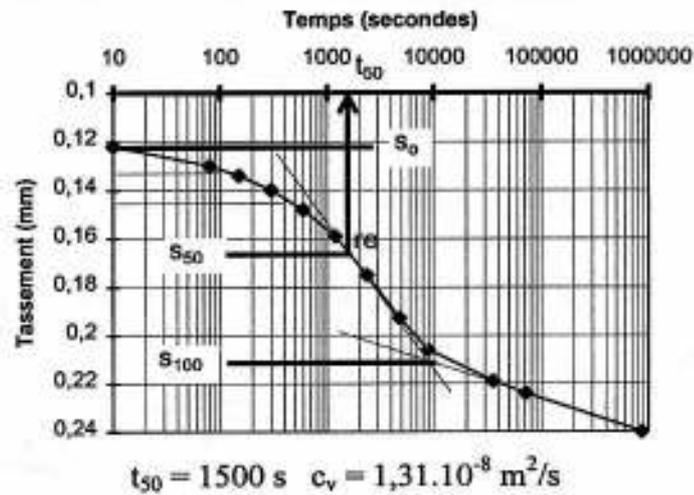
Le coefficient de consolidation vaut (figure) : $c_v = 1,3 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2 / \text{s}$.

Le tassement final est égal à

$$s = \frac{8}{2,2} \left(0,06 \lg \frac{43}{28} + 0,6 \lg \frac{78}{43} \right) = 0,6 \text{ m} .$$

Le tassement évolue en fonction du temps comme indiqué dans le tableau suivant.

t (jour)	10	100	200	500	1000	5000	10000	15000
T_v	0,0007	0,007	0,014	0,035	0,07	0,35	0,7	1,05
U_v	0,01	0,09	0,13	0,22	0,3	0,66	0,86	0,94
s(t) (m)	0,006	0,054	0,078	0,132	0,18	0,396	0,516	0,564



5. Question de cours

p.m.