

الحمد لله وحده نحمده ونشكره ونستعين به ونستغفره ونعوذ بالله
من شرور أنفسنا
ومن سيئات أعمالنا
من يهده الله فلا مضل له ومن يضلل فلا هادي له
أشهد ان لا إله الا الله وحده لا شريك له
وأشهد أن محمدا عبده ورسوله
صلى الله عليه وسلم وعلى آله وصحبه أجمعين
ومن تبعهم بالإحسان الى يوم الدين
ربنا لا علم لنا إلا ما علمتنا, إنك أنت العليم الخبير
ربنا لا فهم لنا إلا ما أفهمتنا, إنك أنت الجواد الكريم
ربي اشرح لي صدري ويسر لي أمري واحلل لي
... عقدة لساني يفقهوا قولي

أما بعد.

فإن أصدق الحديث كتاب الله تعالى وخير الهدي, هدي سيدنا
محمد صلى الله عليه وسلم تسليما
وشر الأمور محدثاتها وكل محدثة بدعة وكل بدعة ضلالة وكل
ضلالة في النار
فאלهم أجرنا وقنا عذابها برحمتك يا ارحم الراحمين

Série n°7 CONSOLIDATION, TASSEMENT, COMPRESSIBILITE

Exercice n°1 :

Un bâtiment A, fondé sur une couche argileuse, a tassé de 3 cm en 3 ans. On sait par ailleurs que son tassement total devrait être de l'ordre de 10 cm.

Un bâtiment B, identique au bâtiment A, doit être construit sur une couche argileuse de mêmes caractéristiques, mais d'épaisseur supérieure de 20%.

On admet que l'amplitude du tassement final est proportionnelle à l'épaisseur de la couche. -

- De combien le bâtiment B aura-t-il tassé 3 ans après sa construction?

Exercice n°2 :

Un essai de compressibilité à l'odometre a été réalisé sur une éprouvette d'argile prélevée à 5m de profondeur dans une couche d'argile saturée homogène de poids volumique 16KN/m^3 (la nappe au niveau du terrain naturel). Le tableau ci-dessous donne le tassement final mesuré sous chacune des charges appliquées à l'éprouvette :

σ_v (KPa)	5	15	30	45	60	80	150	300	500
Δh (mm)	0.08	0.32	0.52	0.68	0.92	1.36	2.52	3.68	4.16

L'indice des vides initial e_0 de l'argile est égal à 1.5 ; la hauteur initiale de l'éprouvette est de 20 mm.

- Déterminer la contrainte de consolidation σ_c , l'indice de gonflement C_g et l'indice de compression C_c de l'argile. La couche d'argile est-elle sur consolidée?

Exercice n°3 :

Une couche d'argile saturée d'épaisseur 5m, drainée uniquement par le haut et de coefficient de consolidation $0.25 \cdot 10^{-7} \text{m}^2/\text{s}$, est chargée instantanément au temps $t=0$. Le tassement final de la couche est égal à 50 cm, la consolidation est unidirectionnelle.

- Calculer l'évolution du tassement de la surface du sol au cours du temps ?

Exercice n°4 :

Une aire de stockage de grandes dimensions se trouve sur un sol sableux dense, uniforme de 3m d'épaisseur qui surmonte une couche d'argile de 6m d'épaisseur dont les caractéristiques de laboratoire sont les suivantes :

Pression effective (KN/m^2)	25	50	100	200	400
Indice des vides	1.115	1.080	1.0250	0.965	0.900

La nappe se situe à 1.5m du terrain naturel. Le sable est saturé sur toute son épaisseur et à une densité humide de 20KN/m^3 , égale à celle de l'argile.
Du fait de la présence du matériau stocké, la contrainte est majorée de 150KN/m^3 sur chaque plan horizontal de l'argile.

Calculer le tassement final de l'aire de stockage dû à la consolidation de la couche d'argile, en la décomposant en deux couches de 3m d'épaisseur. Un échantillon de laboratoire de 20mm d'épaisseur soumis à cette même variation de pression a une consolidation primaire de 50% après 30 minutes.

Quelle durée sera nécessaire pour atteindre ce même degré de consolidation pour la couche de 6m en supposant :

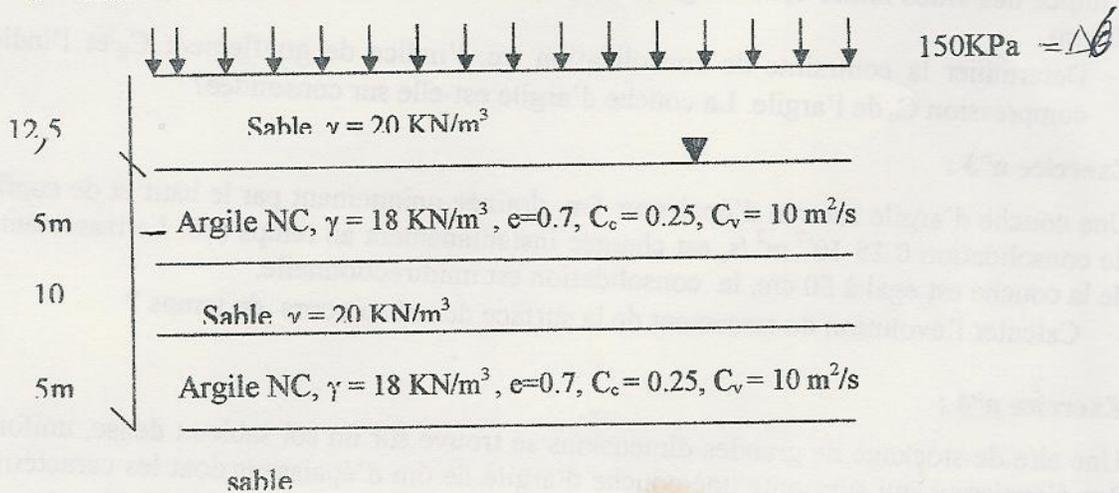
- Que le drainage se fait vers le haut et vers le bas?
- Qu'il y a une couche imperméable sous l'argile?

Exercice n°5 :

Un stockage de grandes dimensions applique à la surface du sol une charge verticale uniforme de 150 KPa. Le sol est constitué d'une couche de sable dense comportant deux niveaux argileux compressibles, de 5 m d'épaisseur chacun. Rencontrés respectivement à 12.5 m et 27.5 m de profondeur. La nappe est au niveau du terrain naturel.

Les poids volumiques des différentes couches et les caractéristiques de l'argile sont indiqués sur la figure ; on supposera que lors de l'application de la charge, les couches de sable tassent instantanément de 4cm globalement.

- 1- Calculer le tassement final de la surface du sol?
- 2- Combien de temps après l'application de la charge obtient-on 50%, puis 90% du tassement de consolidation?
- 3- Tracer la courbe de tassement de la surface du sol au cours du temps?



Exercice n°6 :

Un dépôt d'argile de 3.5m d'épaisseur repose sur une moraine imperméable très dense. Si le coefficient de consolidation est de $0.225 \text{ cm}^2/\text{min}$, quel sera le degré de consolidation du dépôt sous la pression provoquant le tassement :

- Après six mois
- Après un an .

Serie 7:Consolidation, tassement, compressibilité.Ex 7:

• Pour un chargement de grande dimensions, sur les couches de sols d'épaisseur finis (petites), la contrainte apportée par le chargement reste constante en fonction de la profondeur. Le calcul des tassement se fait au milieu est égale à la somme des tassement de chaque couche.

1. Le tassement final:

$$\Delta h_T = \Delta h_{S_1} + \Delta h_{A_1} + \Delta h_{S_2} + \Delta h_{A_2}.$$

• les couches de sable tassent instantanément de 4 cm globalement.

$$\Rightarrow \Delta h_{S_1} + \Delta h_{S_2} = 4 \text{ cm.}$$

$$\Rightarrow \Delta h_T = 4 + \Delta h_{A_1} + \Delta h_{A_2}.$$

• Calcul du tassement au milieu de la couche 1:

$$\Delta h_{A_1} = \frac{h C_c}{1+e_0} (\Delta \log \sigma).$$

Origine:

$$\Delta h_{A_1} = \frac{h C_c}{1+e_0} (\Delta \log \sigma) + \frac{h C_c}{1+e_0} (\Delta \log \sigma)$$

$$= \frac{h C_c}{1+e_0} \left(\Delta \log \left(\frac{\sigma_c}{\sigma_0} \right) \right) + \frac{h C_c}{1+e_0} \log \left(\frac{\sigma_{final}}{\sigma_c} \right)$$

Puisque le sol normalement consolidé .Nc.

$$\Delta h_A = \frac{h C_c}{1+e_0} \log \left(\frac{\sigma_f}{\sigma_c} \right).$$

Calcul de G_F et G_C .

Remarque :

- On utilise G' , c'est-à-dire on élimine la contrainte de l'eau.

- G_C : c'est la contrainte maximale qui subit le sol dans son histoire.

- Couche 1 : G_C' au milieu de la couche (mi-couche).

$$G_{C'}'_{(15m)} = 20(12.5) + 2.5(18) - 10(2.5) = 270 \text{ kPa}$$

$$G_{F(15m)}' = G_{C'}'_{(15)} + \Delta G = 420 \text{ kPa.} \quad \Delta G = 150 \text{ kPa.}$$

$$\Delta h_{A_2} = \frac{h C_c}{1+e_0} \log \left(\frac{420}{270} \right) = 0.14 \text{ m} = 14 \text{ cm.}$$

avec : h = hauteur de la couche d'argile.

- Couche 2 :

$$G_{C'}'_{(30)} = 410 \text{ kPa.}$$

$$G_{F(30)}' = 560 \text{ kPa.}$$

$$\Delta h_{A_2} = \frac{5(0.25)}{1+0.7} \log \left(\frac{560}{410} \right) = 0.10 \text{ m} = 10 \text{ cm.}$$

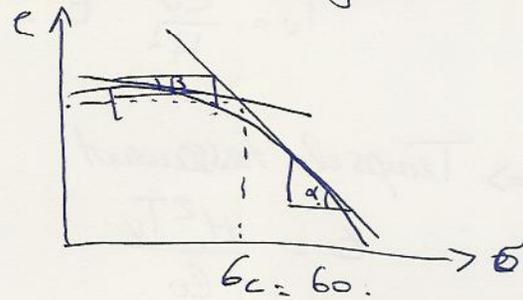
$$\text{donc } \Delta h_T = 10 + 14 + 4 = 28 \text{ cm.}$$

Ex2:

G_v (kPa)	5	15	30	45	60	80	150	300	500
Δh (mm)	0,07	0,32	0,52	0,68	0,92	1,36	2,52	3,68	4,16
Δe	0,01	0,04	0,065	0,085	0,115	0,17	0,315	0,46	0,52
c_f	1,49	1,46	1,43	1,42	1,38	1,33	1,185	1,04	0,98
$\Delta e = ?$							$(1+e_0) \frac{\Delta h}{h_0}$		
$e_f = e_0 - \Delta e$									

σ_c : On projette l'intersection des deux tangentes de la

courbe:



$\alpha = e_c$

$\beta = e_g$

$\sigma_c = 5(16-10) = 30 \text{ kPa}$

$\sigma_c > 60 \Rightarrow$ sur consolidée.

Remarque:

Degré de consolidation U :

$$U = \frac{S_t}{S}$$

S_t : tassement à un temps donné

S : tassement total

Facteur temps T_v :

$$T_v = \frac{c_v}{H^2} \cdot t$$

c_v : pente à cause de chargement.

H : $\frac{1}{2}$ hauteur de la couche (épaisseur compressible)

t : temps de tassement.

T_v : facteur temps.

c_v : coefficient de consolidation (cm^2/s)

\Rightarrow Temps de tassement:

$$t = \frac{H^2 T_v}{c_v}$$

$$50\% \Rightarrow U = 0,5 \Rightarrow T_v = 0,197 \approx 0,2$$

$$c_v = 10 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$t = \frac{0,197 (5)^2}{10} = 12,31 \text{ s}$$

$$H = 10 \text{ m} \quad \frac{H}{2} = 5 \text{ m}$$

90% du tassement de consolidation: $\Rightarrow U = 0,9$

$$T_v = \sqrt[3]{\frac{0,5 U^5}{1 - U^6}} = 0,827$$

$$t = \frac{0,827 (5)^2}{10} = 2,06$$

L. T. P. C.

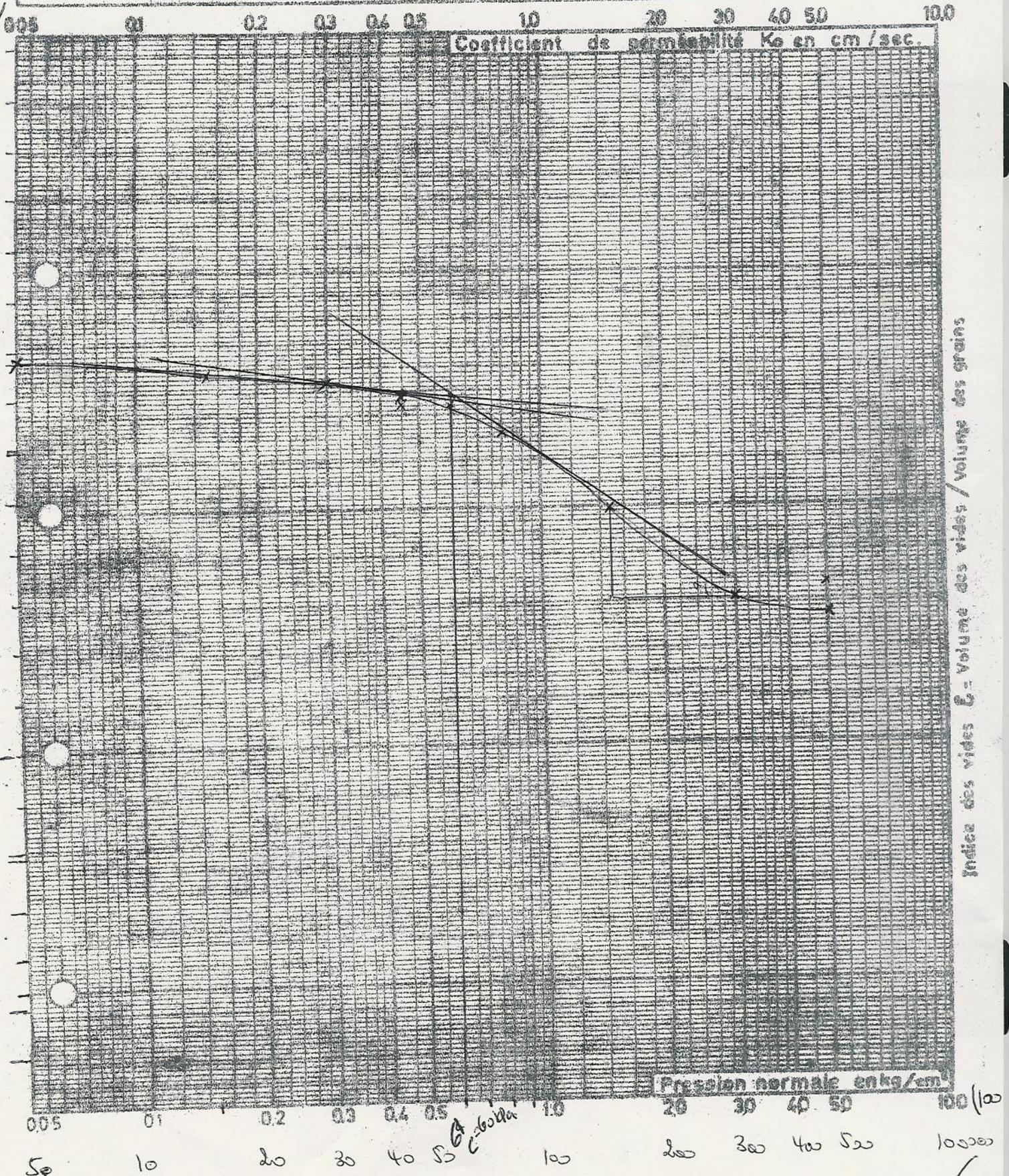
Dossier n°:

ESSAI DE COMPRESSIBILITE PERMEABILITE

Sondage:

Echantillon:

Profondeur:



Indice des vides e_v = Volume des vides / volume des grains

6