

REVISION GEOTECHNIQUE

AN 2024

I. PROPRIETES PHYSIQUES DES SOLS

Exercice 1

Un des échantillons de sol à étudier est placé dans un récipient. La masse totale de l'échantillon humide et du récipient est $M_1 = 70g$. Cette masse est ramenée à $M_2 = 60g$ après passage à l'étuve. La masse du récipient est $M = 32g$.

Une mesure au pycnomètre montre que la densité du constituant solide est 2,67. On supposera que l'échantillon est saturé.

On demande :

1. La teneur en eau,
2. La porosité et l'indice des vides,
3. Le volumique humide et le poids sèche

Exercice 2

Un échantillon de sol de 1250 cm^3 pèse $2450g$. Sa teneur en eau ω vaut 25% et la densité des grains solides est égale à 2,68.

1. Déterminez les expressions littérales des paramètres physiques suivants : l'indice des vides, la porosité et le degré de saturation en fonction de γ , γ_s , γ_w et ω .

2. Déterminez respectivement son poids spécifique à l'état naturel, son poids spécifique sec.

3. Faites le diagramme des phases de ce sol. Veuillez préciser l'échelle \rightarrow représenter en fonction des volumes

En supposant que l'on sature le sol par ajout d'eau ; *calculer ;*

4. Son poids spécifique et sa teneur en eau.
5. Quel volume d'eau faut-il ajouter par m^3 de ce sol pour le saturer ?

Exercice 3

Pour un échantillon d'argile limoneuse, les caractéristiques suivantes ont été déterminées par les méthodes appropriées :

Poids volumique du sol : γ ; Teneur en eau naturelle : ω ; Poids volumique des grains : γ_s

1. Etablissez les expressions de calcul des caractéristiques suivantes :

- 1.1. Le poids volumique apparent du sol sec,
- 1.2. Le degré de saturation,
- 1.3. La porosité,
- 1.4. L'indice des vides.

2. On vous donne les ordres de grandeurs des caractéristiques suivantes :

Poids volumique du sol : $\gamma = 18,5\text{ KN/m}^3$; Teneur en eau naturelle : $\omega = 25\%$;

Poids volumique des grains : $\gamma_s = 26,5\text{ KN/m}^3$

Calculez les caractéristiques suivantes :

- 2.1 Le poids volumique apparent du sol sec,
- 2.2 Le degré de saturation,
- 2.3 La porosité,
- 2.4 L'indice des vides.

Dans l'optique d'envisager l'utilisation de sol en couche de remblais, on vous demande d'effectuer le travail suivant :

3. Déterminez la relation qui relie le degré de saturation au poids volumique du sol, au poids volumique des grains, au poids volumique apparent sec et au poids volumique de l'eau.

4. On suppose que l'on sature le sol par adjonction d'eau, calculez le poids volumique du sol et sa teneur en eau.

5. Quelle quantité d'eau serait-il nécessaire pour saturer un échantillon $2500g$ de ce sol ?

\downarrow
masse sec

II. IDENTIFICATION ET CLASSIFICATION DES SOLS

Exercice 1

On dispose d'un sol dont les résultats de certains essais d'identification sont donnés ci-dessous :

- Les résultats de l'essai d'Analyse granulométrique

Tamis en mm	100	70	50	30	20	10	8	5	2	1	0,8	0,4	0,1	0,08	0,05	0,01
% de refus		0	5	13	22	35	40	49	70	75	82	90	95	98	99	100
% de tamisât	-	100	95	87	78	65	60	51	30	25	18	10	5	2	1	0

- Les résultats de l'essai de consistance

Sol	w_L en %	w_P en %	w en %
	31	20	25

- Reproduisez et complétez le tableau des caractéristiques granulométriques déterminées à partir des résultats de l'essai d'analyse granulométrique :

Caractéristiques	D_{10}	D_{30}	D_{60}	% Passant à 0,08 mm	% Refus à 0,08 mm	% Passant à 2 mm	% Refus à 2 mm	C_u	C_c
Valeur									

- Calculez les indices de plasticité, de consistance et de liquidité. Quelle conclusion peut-on en tirer ?
- Tout en indiquant clairement les éléments d'identification de ce sol, comment pourrait-on appeler ce sol selon la méthode LPC.

Exercice 2

Les résultats de l'analyse granulométrique d'un matériau A et d'un matériau B compacté sur celle-ci sont présentés dans le tableau 1 et leurs limites d'Atterberg dans le Tableau 2.

- Tableau 1 : Pourcentages des passants

Tamis (mm)	0,001	0,003	0,006	0,015	0,03	0,05	0,1	0,2	0,4	1	2	3
Matériau A	-	-	0	3	5	7	10	30	75	90	95	100
Matériau B	0	10	20	40	65	80	90	95	100	-	-	-

- Tableau 2 : limites d'Atterberg des différents matériaux

Matériaux	Limite de liquidité (w_L)	Limite de plasticité (w_P)	Teneur en eau naturel (w)
Matériau A	25	18	10
Matériau B	47	25	28

- Tracez les courbes granulométriques de ces sols.
- Quelle est la nature de leur granulométrie ?
- Quel est l'état de consistance de chacun de ces matériaux ?
- Nommez ces sols selon la classification LPC.
- Lequel de ces sols est a priori convenable pour la constitution de remblai ? Justifiez votre réponse.

III. COMPACTAGE DES SOLS

Exercice 1

Sur un sol devant servir à la réalisation d'une plate-forme un essai dont les résultats figurent dans le tableau ci-dessous a été réalisé.

Teneur en eau (ω) en %	8,9	10	11,5	14,2	17,3
Poids volumique humide en KN/m^3	19,05	19,88	20,96	21,29	20,84

- Nommez cet essai
- Donnez-en le mode opératoire.
- Sur papier millimétré, tracer la courbe $\gamma_d = f(\omega)$. On prendra en abscisse : 1 cm pour 1% et en ordonnée : 2cm pour $0,1 \text{ KN/m}^3$
- Déterminer la masse volumique sèche maximale et la teneur en eau optimale.

Le sol à compacter a une teneur naturelle (ω_0) de 9 % et un poids volumique (γ_0) de $19,08 \text{ KN/m}^3$. On suppose que $\gamma_{d,max} = 19,0 \text{ KN/m}^3$ et $\omega_{opt} = 12\%$.

- Quelle hauteur de sol faudra-t-il mettre en place pour avoir une couche compactée de 25 cm ?
- Doit-on arroser ou assécher le matériau de remblai avant compactage ? Justifiez votre réponse.
- Évaluez la quantité d'eau à retirer ou à ajouter par m^2 de matériau pour un meilleur compactage.

Exercice 2

Les résultats d'un essai de compactage Proctor modifié du remblai sont présentés dans le tableau ci-contre :

On donne : Volume du moule utilisé pour l'essai de compactage est de 944 cm^3)

Échantillon	Masse du sol humide (g)	Masse du sol sec (g)
1	1753,1	1550,0
2	1843,3	1605,7
3	1925,7	1650,1
4	1952,3	1637,8
5	1909,9	1578,4

- Tracer la courbe de compactage de ce matériau;
- Estimer le poids volumique sec maximale ($\gamma_{d,max}$) et la teneur en eau optimale (ω_{opt});
- Calculer le degré de saturation (S_r) à $\gamma_{d,max}$

PROBLEME

Pour la réalisation d'une plate - forme, on recherche un sol apte à être utilisé comme matériau de remblai. Un dépôt de sol susceptible d'être utilisé a été découvert à 15 km du chantier. Des essais d'identification effectués sur un échantillon prélevé ont permis de déterminer les caractéristiques suivantes du sol en place :

- Quelques paramètres de définitions : $\gamma_s = 27 \text{ kN/m}^3$; $e = 0,44$; $\omega = 13,5 \%$
- Limites d'Atterberg : $\omega_L = 78 \%$; $\omega_P = 40 \%$
- Analyse granulométrique :

Tamis (mm)	80	50	20	10	5	2	1	0,6	0,4	0,3	0,2	0,1	0,08	0,04	0,02	0,01	0,005	0,002	0,001	0,0005
Refus (%)	0	2	5	11	20	25	38	40	54	60	70	75	90	92	94	95	96	97	98	100

Le transport du matériau se fera par camion de 30 tonnes de charge utile. A l'arrivée du camion sur le chantier, l'on constate que la teneur en eau baisse de 5 %. Lors du compactage, le poids volumique sec augmente de 12 % par rapport à celui du sol d'emprunt.

L'essai Proctor avait fourni les résultats suivants : $\omega_{opt} = 10 \%$ et $\gamma_{d,max} = 22,5 \text{ kN/m}^3$.

Le cahier de charges préconise que le matériau soit mis en œuvre à au moins 96 % de la valeur de référence et que la teneur en eau ait un écart maximal de -1 % et + 2 % de l'Optimum Proctor.

La plate - forme une fois réalisée recevra un radier général plat en Béton Armé de dimensions : $25\text{m} \times 15\text{m} \times 35\text{cm}$ et recevant un immeuble de 27500 kN sur sa surface. Le poids volumique du béton armé est de 25 kN/m^3 .

- Calculer ses coefficients de Hazen et ses indices d'Atterberg
- Interpréter les résultats obtenus.
- Quelle est la nature ce sol selon la classification I.C.P.C.
- Déterminez le poids spécifique sec initial du sol en place.
- En déduire le poids volumique sec de la plate - forme (après compactage).
- Le compactage a-t-il atteint ses objectifs ? si non proposez les solutions
- Quel volume de sol en dépôt peut-on charger sur un camion (on négligera le foisonnement) ?

CLASSIFICATION DES SOLS D'APRES LA METHODE LCPC

Définitions		Conditions		Sym.	Désignation Géo	
SOLS GRENUS : Plus de 50% des éléments ont $D > 0,08$ mm ($D_{50} > 0,08$ mm)	GRAVES plus de 50% des éléments ont $D > 2$ mm	Graves propres $D_5 > 0,08$ mm	$Cu > 4$ et $1 < Cc < 3$	Gb	Grave propre bien graduée	
			$Cu < 4$ et /ou Cc non compris entre 1 et 3	Gm	Grave propre mal graduée	
		Graves polluées $D_{12} < 0,08$ mm	$IP < 0,73(WL - 20)$ avec $WL > 30$ ou $IP < 0,73$ avec $WL < 30$	GL	Grave limoneuse	
			$IP > 0,73(WL - 20)$ avec $WL > 30$ ou $IP > 0,73$ avec $WL < 30$	GA	Grave argileuse	
	SABLES plus de 50% des éléments ont $D < 2$ mm	sables propres $D_5 > 0,08$ mm	$Cu > 6$ et $1 < Cc < 3$	Sb	Sable propre bien gradué	
			$Cu < 6$ Et/ou Cc non compris entre 1 et 3	Sm	Sable propre mal gradué	
		sables pollués $D_{12} < 0,08$ mm	$IP < 0,73(WL - 20)$ avec $WL > 30$ ou $IP < 0,73$ avec $WL < 30$	SL	Sable limoneux	
			$IP > 0,73(WL - 20)$ avec $WL > 30$ ou $IP > 0,73$ avec $WL < 30$	SA	Sable argileux	
	Lorsque 5 % < % d'éléments de diamètre inférieur à 0,08 mm < 12%, on utilise la double appellation					
	SOLS FINS : Plus de 50% des éléments ont $D < 0,08$ mm ($D_{50} < 0,08$ mm)	Sols peu plastiques $WL < 50$	$IP > 0,73(WL - 20)$ avec $WL > 30$ ou $IP > 0,73$ avec $WL < 30$	Pas de matières organiques	Ap	Argiles peu Plastiques
$IP < 0,73(WL - 20)$ et $WL > 30$ ou $IP < 0,73$ et $WL < 30$					Lp	Limons peu Plastiques
			$IP > 0,73(WL - 20)$ avec $WL > 30$ ou $IP > 0,73$ avec $WL < 30$	Présence de matières organiques	Op	Sols organiques peu plastiques
$IP < 0,73(WL - 20)$ et $WL > 30$ ou $IP < 0,73$ et $WL < 30$					Présence de matières organiques	At
		$IP < 0,73(WL - 20)$ et $WL > 30$ ou $IP < 0,73$ et $WL < 30$	Présence de matières organiques	Lt		limons très plastiques
$IP < 0,73(WL - 20)$ et $WL > 30$ ou $IP < 0,73$ et $WL < 30$				Présence de matières organiques	Ot	Sols organiques très plastiques
		Prédominance de matières organiques				T

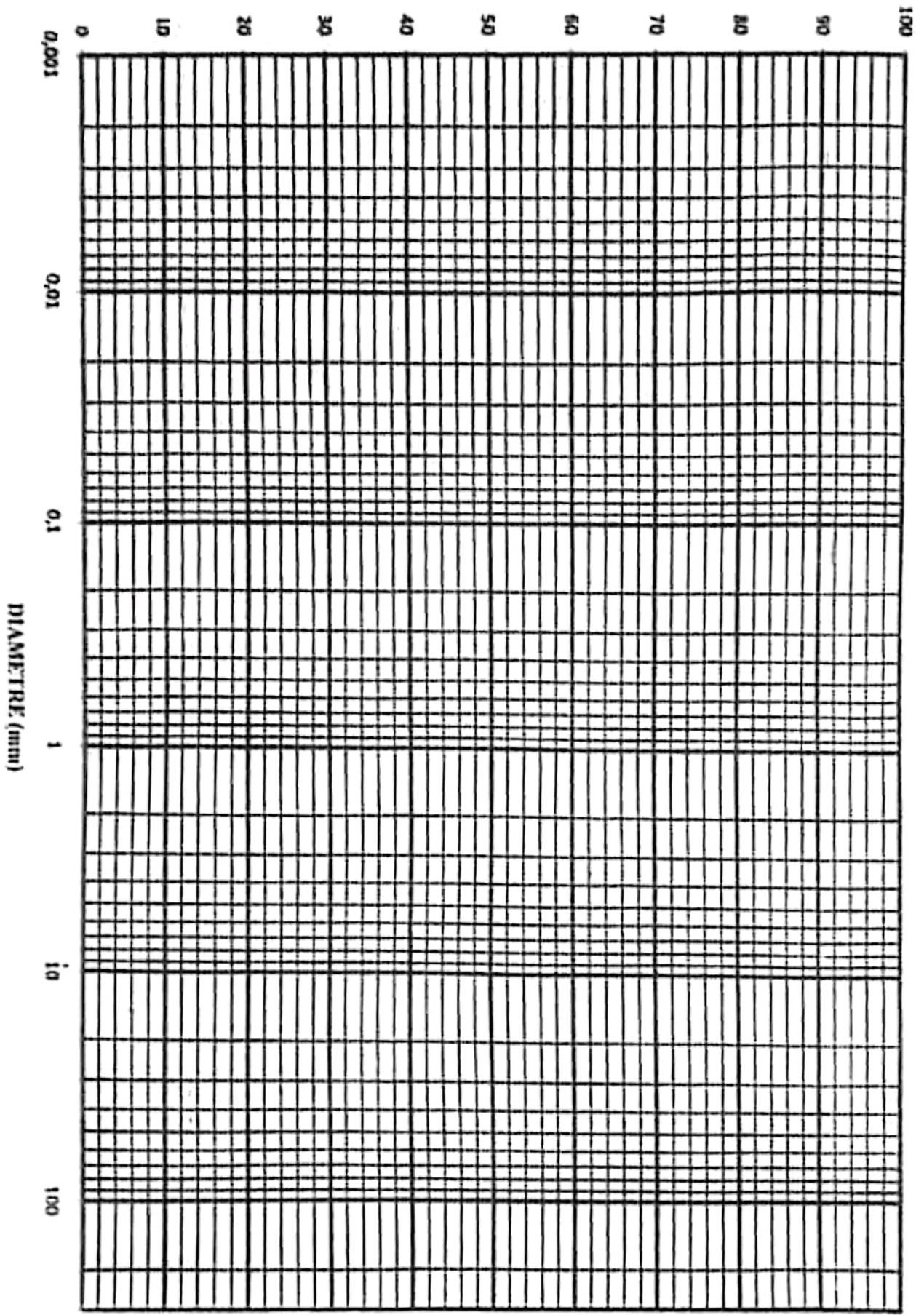


DIAGRAMME DE PLASTICITE DE CASAGRANDE

