



RÉPUBLIQUE DU CAMEROUN
Paix-Travail-Patrie

UNIVERSITÉ DE BERTOUA
BP 416
Tél : 222 24 18 01/Fax
<https://www.univ-bertoua.cm>

ÉCOLE SUPÉRIEURE DE TRANSFORMATION DES
MINES ET DES RESSOURCES ÉNERGETIQUES

REPUBLIC OF CAMEROON
Peace-Work-Fatherland

THE UNIVERSITY OF BERTOUA
P.O. Box 416
Phone: 222 24 18 01 /Fax
<https://www.univ-bertoua.cm>

ADVANCED SCHOOL OF MINES
PROCESSING AND ENERGY RESOURCES



LSC224 MECANIQUE DES SOLS ET DES ROCHES

FICHE DE TD N°1 : PROPRIETES PHYSIQUES DES GÉOMATERIAUX

Exercice 01 :

Exprimer : $\omega = f(\gamma \text{ et } \gamma_d)$
 $n = f(\gamma_s \text{ et } \gamma_d)$
 $\gamma = f(n, \omega, \gamma_s)$
 $n = f(\gamma, \gamma_s, \omega)$
 $e = f(\gamma_s, \gamma, \omega)$

Exercice 02 :

Un échantillon de sol pèse avec sa tare 462 g, ils sont séchés toute une nuit dans un étuve sa masse redevient 364 g, si la tare pèse 39 g. Calculer la teneur en eau de l'échantillon.

Exercice 03 :

Soit un sol de poids volumique $\gamma_h = 17.6 \text{ kN/m}^3$, $d_s = 2.7$ et, sa teneur en eau $\omega = 10\%$.

Calculer γ_d , e , η , S_r et, γ_{sat} avec $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$.

Exercice 04 :

Un échantillon intact d'argile est essayé en laboratoire et l'on obtient les résultats suivants :

- Poids spécifique : $2,70 \text{ gf/cm}^3$
- Poids humide de l'échantillon : 210 g
- Poids après séchage à l'étuve : 125 g

Déterminer, (1) le volume total, (2) l'indice des vides, (3) la porosité de l'échantillon en supposant que l'échantillon humide était (a) saturé à 100 %, (b) saturé à 75 %.

Exercice 05 :

Dans un essai de compactage, sur un matériau sableux, la masse du matériau humide compacté dans le moule est de 1,982 kg. Le volume du moule est de $0,944 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ et $\omega = 15\%$.

Si $d_s = 2,70$, calculer : la densité humide, la densité sèche, l'indice des vides et le degré de saturation du sol.

Quel était le pourcentage initial d'air dans le sol ?

Exercice 06 :

Un échantillon cylindrique de sol compacté de 50 mm de diamètre et 100 mm de longueur est préparé à partir d'un matériau sec ($\gamma_s = 2,67 \text{ gf/cm}^3$) et d'eau. L'échantillon doit avoir une teneur en eau de 16 % et une teneur en air de 18 %.

Calculer :

- Le poids du sol sec et le volume d'eau nécessaires à la préparation de l'échantillon ;
- La densité humide, la densité sèche, l'indice des vides et le degré de saturation de l'échantillon compacté.

Exercice 07 :

Un échantillon a un diamètre de 38 mm, une hauteur de 76 mm (dimensions classiques pour un essai triaxial).

Sa masse humide est de 183,4 g et sa masse sèche de 157,7 g. Déterminer :

- les masses et poids volumiques humide et sec ;
- la teneur en eau ;
- indice des vides, porosité, degré de saturation (on prend $d_s=2,72$).

Exercice 08 :

Pour une couche de sable en place dans un réservoir d'hydrocarbures liquides, on connaît $\gamma = 17,4 \text{ kN/m}^3$, $\gamma_s = 26 \text{ kN/m}^3$, $\omega = 8,60\%$. On a déterminé au laboratoire que les indices des vides, dans l'état le plus compact et dans l'état le moins compact, étaient respectivement de 0,462 et de 0,642. Calculer e et Cr pour le sable naturel. En supposant maintenant que cette couche de sable a une épaisseur de 3 m et que, après la production primaire, la compacité relative atteigne 80%, quel sera le tassement de la couche de sable ?

$$\text{N.B. } CR = ID = \frac{e_{max} - e}{e_{max} - e_{min}}$$

CR (Compacité relative) ou ID (Indice de densité)

Exercice 09 :

Dans un essai de compactage, les résultats suivants sont obtenus :

Teneur en eau	Poids volumique humide (kN/m^3)	
	15 coups/couche	25 coups/couche
11,20	19,30	20,40
12,90	20,03	21,28
14,00	20,50	21,63
16,30	20,93	21,44
18,80	20,83	20,98
20,50	20,38	20,48

Tracer la courbe donnant la densité sèche en fonction de la teneur en eau pour chaque ensemble de résultats et dans le cas d'une teneur en air nulle. Déterminer la densité sèche maximale et la teneur en eau correspondante en supposant que $d_s = 2,70$.

- Pour l'essai à 25 coups, calculer le degré de saturation pour la densité maximale et trouver la teneur en eau de ce matériau après saturation sans changement de volume.
- Sur le diagramme Densité-Teneur en eau, tracer les courbes correspondant aux degrés de saturation de 90 %, 95 % et 100 %.

Exercice 10 :

Dans un essai de compactage, on obtient les résultats suivants :

Teneur en eau (%)	12,0	13,8	16,0	18,8	21,7	24,4
Poids de l'échantillon (kg)	1,69	1,87	1,93	1,89	1,89	1,86

Ces poids sont ceux de l'échantillon humide de sol, immédiatement après le compactage, la teneur en eau étant déterminée de la manière habituelle. Le volume de l'échantillon est dans chaque cas $9,44 \times 10^{-4} \text{ m}^3$

Le poids spécifique des grains est $2,70 \text{ gf/cm}^3$. Calculer les valeurs de la densité sèche et tracer la courbe densité sèche-teneur en eau.

En déduire la densité sèche maximale et la teneur en eau à l'optimum. Calculer également, pour chaque teneur en eau, l'indice des vides et le degré de saturation.

Exercice 11 :

On a effectué sur 4 échantillons de sols différents les essais d'identification dont les résultats sont :

Sol	Tamisé 2 mm (%)	Tamisé 0,08 mm (%)	D ₁₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₆₀ (mm)	ω_l (%)	ω_p (%)
1	93	14	0,06	0,16	0,35	45	35
2	70	50	-	-	-	38	25
3	56	3	0,2	0,75	2,4	-	-
4	100	70	-	-	-	32	12

Appliquer à ces sols la classification LPC.

Exercice 12 :

Des essais réalisés sur un échantillon de sol remanié ayant une teneur en eau à l'état naturel de 21.5%, ont donné les résultats suivants :

- Analyse granulométrique (par voie humide et sédimentométrie)

Tamis (mm)	2,5	1,25	0,63	0,315	0,160	0,080	0,050	0,020	0,005	0,002
Tamisé (%)	100	99,90	99,80	99,30	98,90	98,60	85,30	65,30	43,50	31,00

- Limites d'Atterberg :

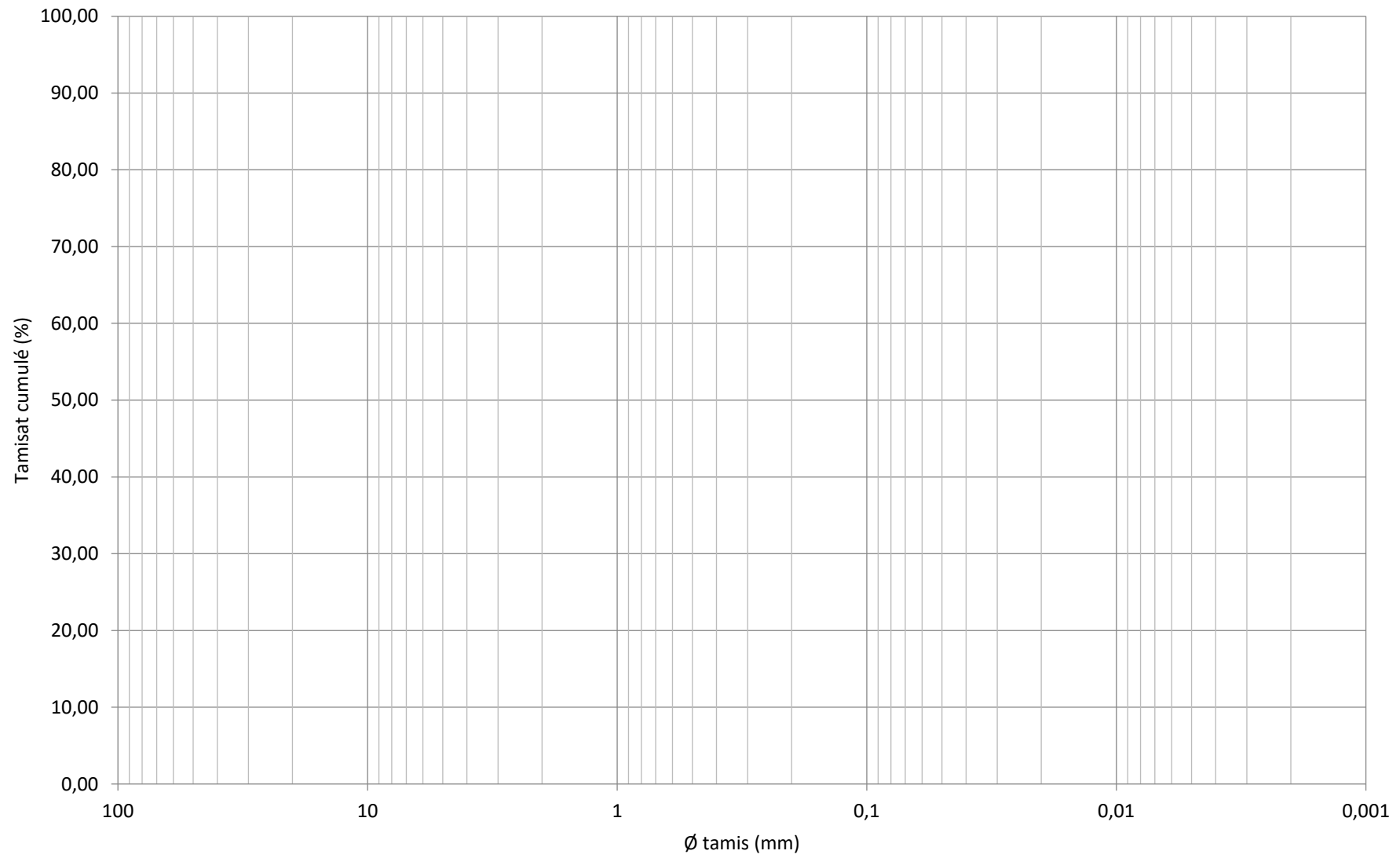
$$\omega_l = 31.00 \% \quad \omega_p = 24.80 \%$$

1) Tracer la courbe granulométrique de ce sol en utilisant la fiche jointe en annexe.

Calculer les coefficients d'uniformité et de courbure. Commenter.

2) Déterminer les indices de plasticité, de liquidité et consistance. Commenter

3) Classer ce sol d'après la classification LPC.



Exercice 13 :

Les résultats d'analyse granulométrique d'un échantillon dont le poids initial était de 2000 g sont les suivants :

Tamis (mm)	20	16	12,5	10	8	5	2	1	0,5	0,315	0,16	0,08	0,07	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,008
Refus (mm)	0	50	108	186	270	568	394	52	22	16	16	14	4	22	30	6	6	4	40

- 1) Tracer la courbe granulométrique de ce sol
- 2) Calculer les coefficients d'uniformité et de courbure et conclure
- 3) Au vu de la courbe granulométrique uniquement quel est la nature de ce matériau.

Exercice 14 :

Une éprouvette de granite d'élanement 2 et de longueur 10 cm est soumise à un essai brésilien.

1. Si la charge à la rupture est de 115 kN, quelle est la résistance à la traction de ce granite ?
2. Évaluez l'état de contrainte au centre de l'éprouvette
3. Une éprouvette similaire est par la suite soumise à un essai de compression uniaxial.
 - a. Pour la même charge que précédemment, évaluer la contrainte σ appliquée sur l'éprouvette
 - b. Si la rupture se produit suivant un plan $40^\circ\text{S}17\text{W}$, donnez l'orientation spatiale de cette discontinuité
 - c. Évaluez σ et τ sur cette discontinuité

Exercice 15 :

Une éprouvette de granite d'élanement 2 et de longueur 10 cm est soumise à un essai triaxial. La pression de confinement exercée durant l'essai est de 16 MPa. Par la suite, une contrainte axiale est exercée de telle sorte que la rupture se produit pour $\sigma_1 = 40$ MPa.

4. Définir pression de confinement et donner son expression en termes de contraintes principales
5. Évaluez la force normale qui s'applique sur l'éprouvette à la rupture
6. Si la rupture se produit suivant un plan $34^\circ\text{N}17\text{E}$, donnez l'orientation spatiale de cette discontinuité
7. Évaluez σ et τ sur cette discontinuité