

Solutions des exercices de la série de RAPPEL**Exercice 1**

$$(1) e = \frac{V_v}{V_s} = \frac{V_v \cdot V}{V_s \cdot V} = \frac{n \cdot V}{V_s} = \frac{n \cdot V}{V - V_v} = \frac{n}{1 - n}$$

$$(2) \gamma_d = \frac{W_s}{V} = \frac{W_s \cdot W}{V \cdot W} = \gamma \cdot \frac{W_s}{W} = \gamma \cdot \frac{W_s}{W_s + W_w} = \frac{\gamma}{1 + w}$$

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V} = \frac{W_s \cdot V_s}{V \cdot V_s} = \gamma_s \cdot \frac{V_s}{V} = \gamma_s \cdot \frac{V_s}{V_s + V_v} = \frac{\gamma_s}{1 + e}$$

$$(3) S_r = \frac{V_w}{V_v} = \frac{V_w \cdot W_w}{V_v \cdot W_w} = \frac{W_w}{\gamma_w \cdot V_v} = \frac{W_w \cdot W_s}{\gamma_w \cdot V_v \cdot W_s} = \frac{w \cdot W_s}{\gamma_w \cdot V_v} = \frac{w \cdot W_s \cdot V_s}{\gamma_w \cdot V_v \cdot V_s} = \frac{w \cdot \gamma_s}{\gamma_w \cdot e}$$

$$(4) w_{sat} = \frac{W_w}{W_s} = \frac{\frac{W_w}{V_w}}{\frac{W_s}{V_s}} = \frac{\gamma_w}{\frac{V \cdot W}{V \cdot V_w} - \gamma_w} = \frac{n \cdot \gamma_w}{\gamma_{sat} - n \cdot \gamma_w}$$

Exercice 2

(1) Partons des deux expressions classiques suivantes :

$$\gamma_d = \frac{\gamma_s}{1 + e} = \frac{\gamma}{(1 + w)} \quad \text{et} \quad S_r = \frac{w \cdot \gamma_s}{\gamma_w \cdot e}$$

Ces expressions permettent d'isoler le poids volumique et la teneur en eau :

$$\gamma = \frac{\gamma_s \cdot (1 + w)}{1 + e} \quad \text{et} \quad w = \frac{S_r \cdot e \cdot \gamma_w}{\gamma_s}$$

En injectant la seconde dans la première on obtient :

$$\gamma = \frac{\gamma_s \cdot \left(1 + \frac{S_r \cdot e \cdot \gamma_w}{\gamma_s}\right)}{1 + e}$$

À partir des couples de valeurs donnés $(\gamma_1; S_{r,1})$ et $(\gamma_2; S_{r,2})$, on résout un système à deux inconnues pour déterminer e et γ_s :

AN : $e \simeq 0,83$, $\gamma_s \simeq 26,8 \text{ kN.m}^{-3}$

Exercice 3

(1) L'indice de compacité s'exprime généralement à partir des indices des vides :

$$I_d = \frac{e_{max} - e}{e_{max} - e_{min}} \quad \text{avec } e = \frac{\gamma_s}{\gamma_d} - 1$$

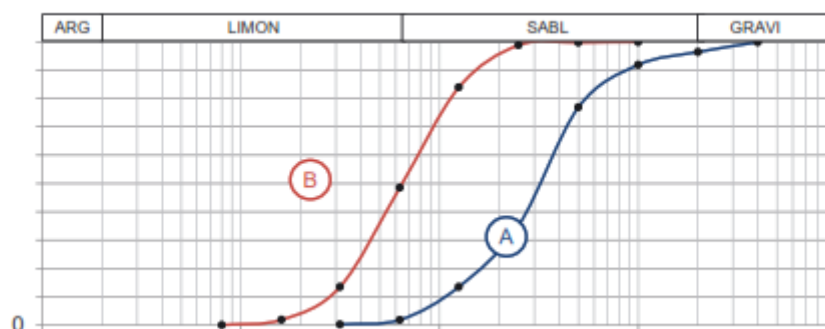
En considérant que le poids volumique du squelette ne varie pas en fonction du degré de compacité d'un mélange granulaire, l'indice de compacité s'exprime uniquement en fonction des poids volumiques secs. Attention, le poids volumique sec minimal $\gamma_{d,min}$ correspond à l'indice des vides maximal e_{max} et inversement.

$$I_d = \frac{\left(\frac{\gamma_s}{\gamma_{d,min}} - 1\right) - \left(\frac{\gamma_s}{\gamma_d} - 1\right)}{\left(\frac{\gamma_s}{\gamma_{d,min}} - 1\right) - \left(\frac{\gamma_s}{\gamma_{d,max}} - 1\right)} = I_d = \frac{\gamma_{d,max} \cdot (\gamma_d - \gamma_{d,min})}{\gamma_d \cdot (\gamma_{d,max} - \gamma_{d,min})}$$

Exercice 4

Résultats granulométriques des sols A et B

Diamètre mm	Refus partiels		Refus cumulés		Refus cumulés		Tamisats cumulés	
	A	B	A	B	A	B	A	B
	g		g		%		%	
0,008	1	40	1798	2450	100	100	0,0	0,0
0,016	3	250	1797	2410	99,9	98,4	0,1	1,6
0,032	29	753	1794	2160	99,8	88,2	0,2	11,8
0,063	210	762	1765	1407	98,2	57,4	1,8	42,6
0,125	390	620	1555	645	86,5	26,3	13,5	73,7
0,25	750	20	1165	25	64,8	1,0	35,2	99,0
0,5	269	4	415	5	23,1	0,2	76,9	99,8
1	82	1	146	1	8,1	0,0	91,9	100
2	62	0	64	0	3,6	0,0	96,4	100
4	2	0	2	0	0,1	0,0	99,9	100



Courbes granulométriques des sols A et B

Exercice 5

Les expressions des coefficients d'uniformité et de courbure ont les expressions suivantes :

$$C_u = D_{60}/D_{10} ; C_c = (D_{30})^2/(D_{60}.D_{10}).$$

Tableau des résultats : Pourcentages massiques, coef d'uniformité et de courbure

	A	L	S	G	C	D ₁₀	D ₃₀	D ₅₀	D ₆₀	C _u	C _c
	%	%	%	%	%	mm	mm	mm	mm	-	-
1	20,1	78,9	1,0	0,0	0,0	0,0014	0,0025	0,0039	0,0045	3,21	0,99
2	3,5	26,5	49,0	21,0	0,0	0,0065	0,065	0,3	0,47	72,31	1,38
3	0,0	2,5	42,5	52,5	2,5	0,23	0,44	18,00	28,0	121,74	0,03
4	0,0	0,5	6,5	92,5	0,5	2,7	5,0	6,9	8,0	2,96	1,16

(3) Selon la classification LCPC-USCS :

- Sol 1 : $D_{50} < 0,08 \text{ mm} \Rightarrow$ Sol fin. Diagramme de Casagrande : $I_p = 55 \Rightarrow$ *Argile très plastique CIH*.
- Sol 2 : $D_{50} > 0,08 \text{ mm} \Rightarrow$ Sol grenu. Plus de 50 % des éléments $> 0,08 \text{ mm}$ ont un diamètre $< 2 \text{ mm} \Rightarrow$ *Sable*. Plus de 12 % d'éléments $< 0,08 \text{ mm}$ et limites d'Atterberg au-dessus de la ligne A $\Rightarrow$ *Sable argileux cISA*.
- Sol 3 : $D_{50} > 0,08 \text{ mm} \Rightarrow$ Sol grenu. Plus de 50 % des éléments $> 0,08 \text{ mm}$ ont un diamètre $> 2 \text{ mm} \Rightarrow$ *Gravier*. Moins de 5 % d'éléments $< 0,08 \text{ mm}$ et $C_c < 1 \Rightarrow$ *Grave propre mal graduée GrP*.
- Sol 4 : $D_{50} > 0,08 \text{ mm} \Rightarrow$ Sol grenu. Plus de 50 % des éléments $> 0,08 \text{ mm}$ ont un diamètre $> 2 \text{ mm} \Rightarrow$ *Gravier*. Moins de 5 % d'éléments $< 0,08 \text{ mm}$, $C_u < 4 \Rightarrow$ *Grave propre mal graduée GrP*.

On remarque que les sols 3 et 4 ont la même dénomination alors qu'ils possèdent des caractéristiques granulométriques très différentes.