

**UNIVERSITE DE M'SILA
FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT D'HYDRAULIQUE**

3^{ème} Année Licence hydraulique
Matière : Mécanique de sol

CORRIGE TYPE DU CONTRÔLE N°1

(Date le 03/02/2022 – Durée 1h30mn)

Exercice n°1

sol	γ_h	γ_s	γ_d	ω	e	n%	γ_{sat}	Sr(%)	ω_{sat} (%)	ω_p (%)	ω_l (%)	I _p
1	18	26	16,5	9	0,6	36	20,1	41	22,1	15	35	20
2	20	26	18,7	6,8	0,39	28	21,4	45,5	14,9	-	-	-
3	15,8	26	10,4	52	1,5	60	16,4	90	57,7	20	60	40

Exercice n°2

1) Construction de la courbe Proctor à partir des valeurs données au tableau.

2) L'optimum est : $\gamma_{opt} = 2.09 \text{ kN/m}^3$ et $\omega_{opt} = 7,5\%$.

3) Nous avons : $\omega = (e \cdot Sr \cdot \gamma_w) / (\gamma_s)$ donc : $Sr = \omega \cdot \gamma_s / e \cdot \gamma_w$

D'autre part nous avons $e = (\gamma_s / \gamma_d) - 1$.

A l'optimum nous aurons donc : $Sr_{opt} = (\omega_{opt} \cdot \gamma_s \cdot \gamma_{dopt}) / (\gamma_w \cdot (\gamma_s - \gamma_{dopt}))$

A.N : $Sr_{opt} = 74\%$.

Corrigé type

EMD de la Matière HYDROGÉOLOGIE

M'sila le : 23/01/2022

Exercice 1 :

$$L = 15 \text{ cm}, \quad d = 5.5 \text{ cm}, \quad h = 40 \text{ cm}$$

$$t = 6 \text{ s} \longrightarrow 40 \text{ g d'eau} = 40 \text{ cm}^3$$

1- Calcul du coefficient de perméabilité K

$$Q = V/t = 40/6 = 6.67 \text{ cm}^3/\text{s}, \quad S = 23.75 \text{ cm}^2$$

-La perméabilité en unité de temps (s)

$$Q = K.i.S \Rightarrow K = QL / S.h = (6.67 \cdot 15) / (23.75 \cdot 40) = 0.105 \text{ cm/s} = 10.5 \cdot 10^{-2} \text{ cm/s.}$$

2- La quantité d'eau écoulée en 3min = 180s avec :

$$L = 30 \text{ cm}, \quad d = 10 \text{ cm}, \quad h = 80 \text{ cm},$$

$$Q = K.i.S.t = 10.5 \cdot 10^{-2} \cdot (80/30) \cdot (3.14 \cdot 10^2/4) \cdot 180 = 3956.4 \text{ cm}^3.$$

Exercice 2 :

Données : $L = 1 \text{ m}$, $Z_1 = h_1 = 12 \text{ m}$, $Z_2 = h_2 = 8 \text{ m}$, $d_{10} = 0,06 \text{ mm}$.

: En supposant l'écoulement horizontal on a : $Q = V.S \Rightarrow V = Q/S = K.i$

La section d'entrer du débit à la distance x est : $h.L \Rightarrow Q = V.h.L$ et sur les deux cotés : $Q = 2.V.h.L$

Donc avec ($L = 1 \text{ m}$) $\Rightarrow Q = 2.V.h = 2.K.i.h$ et avec ($i = dh/dx$) $\Rightarrow Q = 2.K.h.(dh/dx)$

$\Rightarrow Q = K \cdot \frac{h_1^2 - h_2^2}{x_1 - x_2}$ Avec h_1 à une distance b et h_2 au bord de la tranchée on aura :

$$Q = K \cdot \frac{h_1^2 - h_2^2}{b - a} = 100 \cdot d_{10}^2 \cdot \frac{h_1^2 - h_2^2}{b - a} = 100 \cdot 0.06_{10}^2 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{12^2 - 8^2}{40} = 7,2 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

Questions de cours :

(Voir le cours)

Correction de l'examen S5 : Hydrologie II

Licence Hydraulique

Questions de cours : (02 Pts)

Expliquez Brièvement les différentes méthodes de mesure de débit dans un cours d'eau.

Voir le cours

Exercice 1 (05 Pts)

La moyenne de 415.50 mm et un écart type de 129.64 mm,

1) Les pluies de périodes de retour de 10 de 50 et de 100 ans.

La droite de gauss

$X_i = \text{la moyenne} + Z_i * \text{Ecart type}$

$X_i = 415.5 + Z_i * 129.64$

Pour $T=10$ ans FND = 0.9 table de Gauss $Z_i = 1.28$

$P_{10 \text{ ans}} = 415.5 + 1.28 * 129.64 = 581.44 \text{ mm}$ **01.5 Pts**

Pour $T=100$ ans $FD=1/T = 1/100 = 0.01$ donc FND = 0.99 table de Gauss $Z_i = 2.33$

$P_{100 \text{ ans}} = 415.5 + 2.33 * 129.64 = 717.56 \text{ mm}$ **01.5 Pts**

2) Calculez la période de retour de pluie de 500 mm.

$Z_i = 500 - 415.5 / 129.64 = 0.65$ table de gauss FND = 0.74215 $FD = 1 - FND = 1 - 0.74215 = 0.25785$

Donc $T = 1/FD = 1/0.25785 = 3.88$ ans **2 Pts**

Exercice 02 (05 pts)

1. Apport moyen annuel A. (01 pts)

$$A = Q * T$$

$$A = 3 * 3600 * 365 * 24 = 94608000 \text{ m}^3$$

2. La lame d'eau écoulee moyenne annuelle. (2 pts)

$$h = \frac{A}{S} = \frac{Q * T}{S} \text{ mm}$$

$$h = \frac{94608000}{700000000} = 0.135 \text{ m} = 135 \text{ mm}$$

3. Le débit spécifique moyen annuel M_0 en (l/s/km²). (01 pts)

$$M_0 = \frac{Q}{S} = (3/700) * 1000 = 4.28 \text{ l/s/km}^2$$

4. Si la précipitation moyenne annuelle est estimée à **450 mm**, le coefficient d'écoulement C_e . (01 pts)

$$C_e = \frac{h - 135}{p - 300} = 0.45$$

EXERCICE 3 (8 pts):

Les précipitations tombées à Alger ont été enregistrées sur une période de 32 ans. Le dépouillement de ces observations a été effectué de manière à déterminer les courbes "intensité - durée - fréquence" (IDF): cela signifie que pour chaque averse, on a mesuré l'apport pluviométrique maximum pour différentes durées de référence ($t=5, 10, 15, 20, 25, 30$ minutes).

Cette analyse est résumée dans le tableau donnant les trois valeurs de pluies maximales observées.

Trois plus grandes pluies (mm) pour chaque durée :

5'	10'	15'	20'	25'	30'
12.1	18.5	24.2	28.3	29.5	31.5
11.0	17.9	22.1	26.0	28.4	30.2
10.7	17.5	21.9	25.2	27.6	29.9

On vous demande de :

1 - Dresser un tableau donnant les intensités (mm/h) en fonction de la durée de référence t et de la période de retour T .

Tableau des intensités pour différentes durées t et différents temps de retour T

Rang	Période de retour T (années)	Intensité moyenne (mm/h)					
		5'	10'	15'	20'	25'	30'
1	33	145.2	111.0	96.8	84.9	70.8	63.0
2	16.5	132.0	107.4	88.4	78.0	68.2	60.4
3	11	128.4	105.0	87.6	75.6	66.2	59.8

2 - Déterminer les intensités des différentes durées de référence pour une période de retour $T = 20$ ans, en utilisant une interpolation linéaire des intensités.

(Prendre : $F = \frac{n}{N+1}$, avec n : rang et N : taille de l'échantillon)

Tableau des intensités pour différentes durées t et pour un temps de retour $T = 20$ ans

Rang	Période de retour T (années)	Intensité moyenne (mm/h)					
		5'	10'	15'	20'	25'	30'
1	33	145.2	111.0	96.8	84.9	70.8	63.0
2	20	134.8	108.2	90.2	79.5	68.7	61.0
2	16.5	132.0	107.4	88.4	78.0	68.2	60.4
3	11	128.4	105.0	87.6	75.6	66.2	59.8

Exemple pour le pas de temps de 5 min :

$$i_{20} = \frac{i_{33} - i_{16,5}}{33 - 16,5} * (20 - 16,5) + i_{16,5} = \frac{145,2 - 132}{33 - 16,5} * (20 - 16,5) + 132 = 134,8 \text{ mm/h}$$

CORRIGE D'EXAMEN : IRRIGATION

Les réponses de la question N°01 :

1. L'irrigation est l'opération qui consiste à apporter artificiellement une certaine quantité d'eau à partir de la source disponible aux végétaux cultivés, en cas de déficit d'eau induit par un déficit pluviométrique, un drainage excessif ou une baisse de nappe.

L'importance de l'irrigation est-elle permise :

- d'augmenter la production d'assurer deux récoltes ou plus,
- d'augmenter la superficie des surfaces cultivées,
- d'améliorer le rendement,
- permettre le développement normal des plantes.

2. Les facteurs et paramètres intervenant en irrigation :

- 1) Topographie. 2) Le régime thermique. 3) Le régime pluviométrique. 4) Evaporation.
5) humidité, 6) la Structure et texture du sol, 7) la qualité de l'eau

3. L'importance de son texture : Il peut être important de connaître la texture du sol pour

- ✓ Diagnostiquer certains problèmes liés à la sécheresse, au compactage ainsi qu'à certaines maladies des plantes comme la pourriture des racines. La texture peut également être utile pour établir les calendriers d'irrigation.
- ✓ Elle affecte quasiment tous les facteurs de croissance des plantes, la texture du sol influence les mouvements et la disponibilité de l'eau du sol, l'aération, la disponibilité en nutriments et la résistance du sol à la pénétration des racines,
- ✓ Elle influe aussi certaines propriétés physiques du sol comme la stabilité structurale.
- ✓ La texture apporte des informations utiles à la gestion de l'eau et de la fertilisation. Par exemple, un sableux draine beaucoup plus vite qu'un sol argileux

4. Une concentration élevée en sel dans l'eau ou dans les sols affectera négativement le rendement des récoltes, Elle provoquera la dégradation des sols et la pollution des eaux souterraines.

5. Les différentes modes (Les techniques) d'irrigation : généralement il existe deux modes

A) Les modes irrigation par gravité

- 1) Irrigation par ruissellement.
- 2) Irrigation Par infiltration
- 3) Irrigation Par inondation

B) Les modes irrigation par pression :

- 1) Irrigation par aspersion.
- 2) Irrigation localisé (Goutte à Goutte)

Les réponses du Partie N°02 : vrai ou faux. (Points)

C. A. La capacité du sol réservoir est variable, Elle dépend :

- a) Vrai.
- b) Vrai.
- c) Vrai.

B. la texture du sol influe sur :

- a) Vrai.
- b) faux.
- c) Vrai.

C. La qualité de l'eau utilisée pour l'irrigation est un paramètre essentiel pour :

- a) Vrai.
- b) Vrai.
- c) Vrai.

D. Les plantes cultivées ont des besoins en eau déterminés variables

- a) Faux.
- b) Vrai.
- c) Vrai.

E. la structure et la porosité du sol exercent une influence sur

- a) Vrai.
- b) Vrai.
- c) Vrai.

Matrice - Législation des eaux (suite)

Réponse 1 : Les 03 exemples d'infractions avec leurs sanctions dans le domaine public d'hydraulique sont :

- 02pts - Rejet d'eau usée dans les eaux, forages, ... etc (Sanctions : Amende + Emprisonnement).
- 02pts - Réalisation de nouveaux puits ou forage à l'intérieur des périmètres de protection quantitative. (Sanctions : Amende + Emprisonnement).
- 02pts - L'utilisation de la zone de servitude sans autorisation (Sanctions : Amende)

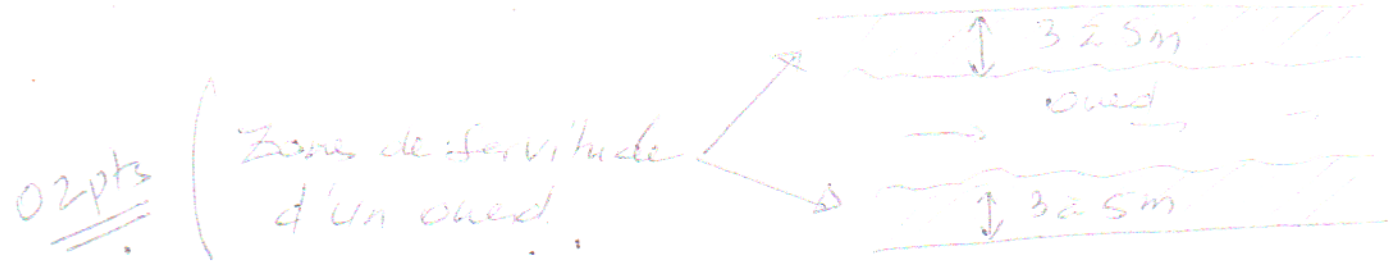
Réponse 2 : le domaine public hydraulique naturel est l'ensemble des ressources d'eau utilisées dans la vie de l'être humain ainsi que l'ensemble des surfaces occupées par les eaux.

les plus utilisés sont :

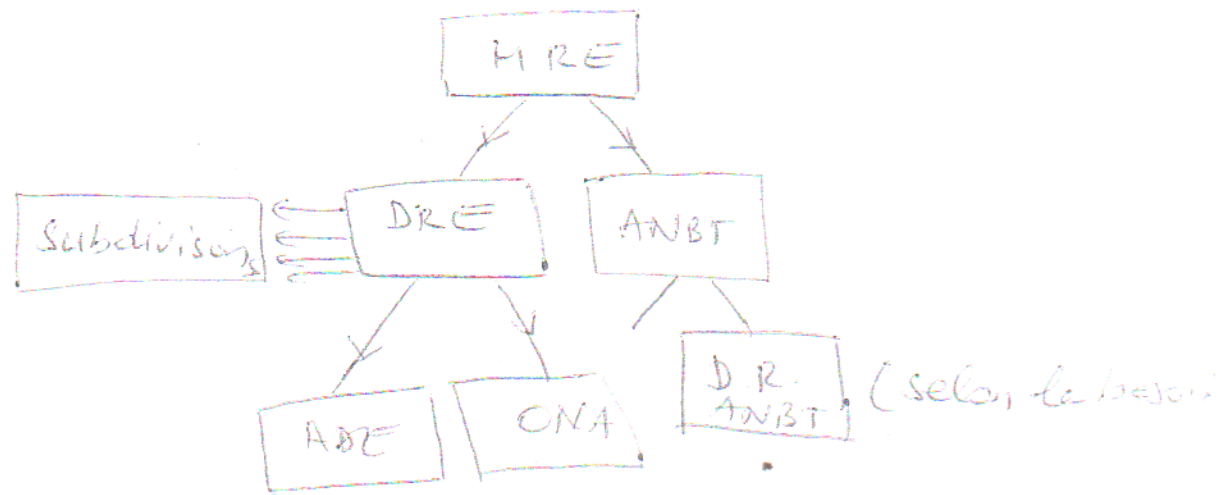
- 03pts (- les eaux de surface
- les eaux souterraines
- Les alluvions qui se forment sur les lits des rivières.

Réponse 3 : L'utilité de la législation des eaux est de protéger le secteur des infractions, assurer une justice dans l'exploitation de la ressource en eau et assurer un développement durable à cette source naturelle.

1 pt Le concept de zone de servitude hydraulique est la faculté d'un barrage d'exploiter les domaines hydrauliques pendant un an d'un oued, cela représente la surface d'eau sur les deux rives de l'oued longeant le linéaire de barrage.



Réponse 5: L'organigramme explicatif des organismes chargés du secteur d'hydraulique.
(03 pts)



Subdivisions: selon le nombre de Dairas
 D.R. / ANBT: Direction régionale selon l'emplacement des barrages

Corrigé typeQuestions : (08 pts).

1)- Les types de barrages à contreforts

- Barrages – planches planes (avec dalles planes en béton armé, appuyées sur les contreforts).
- Barrages – grandes têtes (à dalles courbées).
- Barrages à voûtes multiples, appuyées sur les contreforts.

Ces barrages sont bien adaptés aux vallées larges avec une fondation rocheuse de bonne qualité.

2)- Les critères sur lesquels on fait le choix d'un barrage-voûte :

- La forme de la vallée (étroite).
- Rives rocheuses solides.
- La largeur de la crête du barrage L_c ne doit pas dépasser de 5 à 6 fois la hauteur P , ($L_c / P < 5$ à $6 P$).

3)- Le rôle d'un évacuateur de crues : est destiné à évacué les débits des crues pour éviter la submersion en amont et l'affouillement en aval.

- ses types suivant le régime d'écoulement du débit à évacuer sont :

*évacuateurs à écoulement libre.

*évacuateurs à écoulement en charge.

- ses types suivant le délai d'exploitation: * évacuateurs à long terme (permanents)

* évacuateurs à court terme (temporaires).

Exercice n° 01 : (04 pts).

Données :

$$b = 4\text{m}, \quad h = 1,20, \quad m = 0,6 \quad g = 9.81\text{m/s}^2.$$

1)- Calcul du débit à évacuer si la charge d'eau au dessus du centre du puits d'entrée est de : $H_1 = 20\text{m}$.

$$Q = m b h \sqrt{2gH_1} = 57.05 \text{ m}^3/\text{s}.$$

2)- Il se comporte comme un orifice à mince paroi.

Exercice n° 02 : (08 pts).

1- De la condition de non-glissement : $K_g = f \cdot \Sigma F_V / \Sigma F_H \geq 1,3$

$$\Sigma F_V = G - R_3 - R_4 = 30B - 6B - 10.5B = 13.5B \text{ T.}$$

$$\Sigma F_V = R_1 - R_2 = 94.5T$$

$$K_g = f \cdot \Sigma F_V / \Sigma F_H$$

$$= 0,45 \times 13,5 B / 94,5 = 1,3 \Rightarrow B = 20,22\text{m}.$$

2- A partir de la dimension b on vérifié K_r (condition de non-renversement) :

$$K_r = \Sigma M_r / \Sigma M_b = 1,696 \approx 1,7 > 1,5 \text{ la condition est vérifiée.}$$

3. Rapidité d'enregistrement et de récupération des données :

L'un des avantages des outils informatiques (ordinateurs, logiciels, serveurs,...), les opérations d'enregistrement (Ecriture) et de restitution (récupération et lecture) des données sont très rapides.

4. Facilité de modification des données (suppression et mise à jour) :

En plus l'enregistrement et la récupération des données, les SIG offrent la suppression et la mise à jour des données de manière facile et rapide.

5. Intégration et combinaison de données de sources différentes :

A l'aide des SIG, des données telles que : images satellitaires, photos aériennes, images numériques plans, cartes, statistiques, rapports,...etc. peuvent être reliées rapidement et facilement.

6. Précision des processus cartographiques :

Les cartes réalisées au moyen des SIG, sont plus exactes et précises à cause de *calage des cartes*, ainsi l'usage de dessin assisté par ordinateur (DAO) pour le tracer des cartes SIG.

7. Analyse des relations spatiales (Requête, combinaison et superposition des cartes) :

Les SIG offrent la possibilité d'examiner les relations entre les différentes données au moyen des requêtes.

8. Elaboration des cartes et rapports :

Au moyen des SIG, des multiples cartes et rapports peuvent être préparés et élaborés en évitant la surcharge vue avec les plans traditionnels. Les SIG sont des moyens performants pour réaliser ces tâches.

[-] Les inconvénients des SIG :

1. Les SIG exigent un personnel spécialisé et qualifié :

L'élaboration des SIG nécessite un personnel qualifié et compétant qui maîtrise le concept des SIG, a cause de complexité de certains processus et opérations. Et même l'exploitation des SIG nécessite un personnel compétant aussi.

2. Difficulté d'acquisition des données fiables et précises, ainsi le problème de manque de données ;

3. Un cout élevé :

La réalisation d'un projet SIG nécessite la mobilisation d'un personnel qualifié, des moyens d'acquisition et d'archivage des données, d'un matériel informatique approprié et équipé des logiciels destinés à la réalisation des SIG, et des périphériques de stockage de volume parfois important et de durée de vie longue...etc. Le cout de ces moyens et parfois élevé.

Corrigé Type de l'Examen
Traitement et épuration des eaux
Licence 3 (Hyd)

Questions de Cours (7.0 pts)

- a) Dureté d'une eau (1.0)
- b) Etapes et unités de traitement d'une eau de surface (2.0)
- c) Principaux coagulants (1.5)
- d) Différence entre décantation (1.5)
- e) Avantages d'un décanteur lamellaire (1.0)

NB : Pour les détails, voir les Cours.

Exercice 01 (6.5 pts)

- a) Calcul de la dureté totale (TH)
 - TH en mg/L
 $TH = [Ca^{2+}] + [Mg^{2+}] = 50.3 \text{ mg/L}$ (0.5)
 - TH en méq/L :
 $TH = N_1 V_1 / P_1 + N_2 V_2 / P_2 = 2.82 \text{ méq/L}$ (0.5)
 - TH en mg/L de $CaCO_3$:
 $TH = 2.82 * 50 = 141 \text{ mg/L de } CaCO_3$ (0.5)
 - TH en °F : $TH = 14.1 \text{ °F}$ (0.5)
- b) L'alcalinité en mg/L de $CaCO_3$
 - $Alc = [HCO_3^-] + 2 [CO_3^{2-}] + [OH^-] - [H^+]$ (0.5)
 - \Rightarrow il faut transformer en méq/L (0.25)
 - $[CO_3^{2-}] = N.V/P = 3.33 \text{ méq/L}$ (0.25)
 - $[HCO_3^-] = N.V/P = 1.22 \text{ méq/L}$ (0.25)
 - $[OH^-] = \frac{k_e}{[H^+]}$ et $k_e = [OH^-] \cdot [H^+] = 10^{-14}$
 - $\Rightarrow [OH^-] = 10^{-14} / 10^{-pH} = 10^{-14} / 10^{-10} = 10^{-4}$ (0.5)
 - $\Rightarrow [OH^-] = 10^{-4} * 17 * 10^3 = 1.7 \text{ mg/L}$ (0.5)
 - En méq/L $\Rightarrow [OH^-] = 1 * 1.7 / 17 = 0.1 \text{ méq/L}$
 - $[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-10}$
 - $\Rightarrow [H^+] = 10^{-10} * 1 * 10^3 = 10^{-7} \text{ mg/L}$ (0.5)
 - En méq/L $\Rightarrow [H^+] = 1 * 10^{-7} / 1 = 10^{-7} \text{ méq/L}$ (0.5)
 - $\Rightarrow Alc \approx 399 \text{ mg/L de } CaCO_3$ (0.5)
- c) SAF en mg/L = $[Cl^-] + [SO_4^{2-}] + [NO_3^-]$ (0.5)
 - SAF = 21.7 mg/L (0.5)
 - SAF en °F = 2.45 °F (1 °F = 0.2 méq/L) (0.5)

Exercice 02 (6.5 pts)

- Appliquons la loi de Stokes \Rightarrow (1.0)

$$v_p = \frac{(\rho_p - \rho_L) g \cdot d^2}{18 \cdot \mu}$$
- Vérifions si $N_R \leq 1$: $N_R = \frac{\rho_L \cdot v_p \cdot d}{\mu}$ (1.0)
- a) Sable ($\rho_p = 2650 \text{ kg/m}^3$)
 - $\Rightarrow v_p = 6.88 * 10^{-3} \text{ m/s}$ (0.5)
 - Vérifions si $N_R \leq 1 \Rightarrow N_R = 0.527 < 1$ (0.5)
 - d'où, $v_p = 6.88 * 10^{-3} \text{ m/s}$ (0.5)
- b) Matière organique ($\rho_p = 1200 \text{ kg/m}^3$)
 - $\Rightarrow v_p = 0.83 * 10^{-3} \text{ m/s}$ (0.5)
 - $N_R = 0.063 < 1 \Rightarrow v_p = 0.83 * 10^{-3} \text{ m/s}$ (0.5)
- c) Diamètre de la particule (M.O)
 - On pose pour la particule organique (v_{p1}) et (v_{p2}) pour le sable.
 - $v_{p1} = v_{p2} \Rightarrow$
 - $(\rho_{p2} - \rho_L) \cdot d_2^2 = (\rho_{p1} - \rho_L) \cdot d_1^2$ (0.5)
 - $d_1 = [(\rho_{p2} - \rho_L) \cdot d_2^2 / (\rho_{p1} - \rho_L)]^{0.5} = 0.287 * 10^{-3} \text{ m}$
 - $\Rightarrow d_1 = 0.287 \text{ mm}$ (1.5)
 - $(d_1/d_2) \approx 3 \Rightarrow$ le diamètre de la particule (MO) doit être trois fois plus important que celui de la particule sableuse.

La Charge de la matière

Prof. B. MERZOUK