

Fiche TD N°1

Exercice N°1 : un échantillon d'eau de forage contient les minéraux illustrés dans le tableau ci-dessous

Déterminer :

- le faciès chimique
- la dureté
- la potabilité de l'eau

Eléments	mg/l	méq/l
Ca ²⁺	168,34	
Mg ²⁺	136,136	
Na ²⁺	253	
K ⁺	8	
Cl ⁻	404,476	
SO ₄ ²⁻	325	
HCO ₃ ¹⁻	240,43	

$$meq/l = \frac{(mg/l) \times \text{Nombre de valence}}{\text{Masse atomique}}$$

Eléments	Nb de valence	Masse atomique
Ca ²⁺	2	40,08
Mg ²⁺	2	24,31
Na ²⁺	2	22,99
K ⁺	1	39,10
Cl ⁻	1	35,45
SO ₄ ²⁻	2	96
HCO ₃ ¹⁻	1	61,02

Exercice N°2 : Calculer le volume de mélangeur de coagulation et la puissance d'agitation nécessaire, si les particules dans mélangeur sont sphériques dont le diamètre moyen égal à $2 \mu\text{m}$. Étant donné qu'un litre d'eau contient 7,84 mg de particules colloïdales (MES) et leur densité est égale à 1,2 et le débit entré dans le mélangeur égale à $1,67 \text{ m}^3/\text{h}$.

$$T_{\text{eau}} = 25 \text{ }^\circ\text{C} \text{ (température)}$$

$$\rho_{\text{eau}} = 999,7 \text{ kg/m}^3$$

$$d_{\text{pc}} = 2 \mu\text{m}$$

Exercice N°3 : Un clarificateur circulaire reçoit un débit de $16\,416 \text{ m}^3 / \text{j}$ et son diamètre est de 24 m, quel est le débit déversant (l/s/m)

Exercice N°4: On considère un décanteur de section rectangulaire, où $h=1 \text{ m}$, $l=4 \text{ m}$, et $L=10\text{m}$. Une suspension contenant des particules de diamètre allant de 1 à $100 \mu\text{m}$ est alimentée à raison de $5 \text{ m}^3/\text{h}$ à la surface du bassin, à une de ses extrémités. On considère l'écoulement de liquide comme étant uniforme sur toute la section verticale du bassin. Le liquide clarifié sort par débordement à l'autre extrémité du bassin.

Calculer :

- le volume de la solution dans le bassin (V)
- la section de l'écoulement horizontale (S_h)
- le temps de séjour moyen, (t)
- la vitesse horizontale V_h du liquide.
- la vitesse limite de sédimentation V_{lim}
- le diamètre minimal des particules qui seront sédimentées dans ce bassin.

Données : $\rho_s=1700 \text{ kg/m}$, $\rho_l=1000 \text{ kg/m}$ et $\mu_l=10^{-3} \text{ Pa.s}$.

Solution Fiche TD N°1

Exercice N°1 :

Pour déterminer le faciès chimique de l'eau :

- 1- Classer à l'ordre décroissant les quantités des anions puis celles des cations
- 2- Prendre les valeurs majeures des anions et des cations
- 3- Calcul de titre hydrotimétrique $TH = [Ca^{2+}] + [Mg^{2+}] = \text{en } ^\circ F (1\text{m}^{\circ}q/l = 5^\circ F)$

Nature de l'eau	TH (°F)	Consommation domestique
Très douce	0 à 7	potable
douce	7-15	
Moyennement dure	15 à 25	Acceptable
dure	25 à 42	Médiocre
Très dure	Supérieur à 42	Mauvaise

- 4- Eau : Chlorio-sodique

Exercice N°2 :

1. Calcul la masse volumique de MES (particules)

$$\rho_{pc} = \rho_{eau} \cdot d_{pc}$$

$$\rho_{pc} = 999,7 \times 1,2 = 1199,64 \text{ kg/m}^3$$

2. Calcul le nombre totale des particules en suspension au temps t = 0

$$N_0 = \frac{\text{concentration des particules } (\frac{kg}{m^3})}{\rho_{pc} \cdot V(\text{sphère})}$$

$$N_0 = \frac{7,84 \cdot 10^{-6} / 10^{-3}}{1199,64 \cdot (\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r_{pc}^3)} = 1,56 \cdot 10^{+12} \text{ particules/m}^3$$

3. Calcul le temps de séjour des particules dans le mélangeur

D'après l'équation de Smoluchowski et pour l'abattement de la pollution de 50 %, nous avons eu l'équation suivante :

$$t = \frac{3}{2(G \cdot d_{pc}^3 \cdot N_0)}$$

G varie entre 20 et 30 s⁻¹ et nous avons donc fixé G = 25 s⁻¹.

$$t = \frac{3}{2(25 \cdot (2 \cdot 10^{-6})^3 \cdot (1,56 \cdot 10^{+12}))}$$

$$t = 4800 \text{ s} = 1,34 \text{ h}$$

Après multiplication par un facteur de sécurité (×2), nous aurons t = 2,67 h et le volume de mélangeur pour le débit égal à 1,67 m³/h est égale.

$$V = 1,67 \cdot 2,67 = 4,46 \text{ m}^3$$

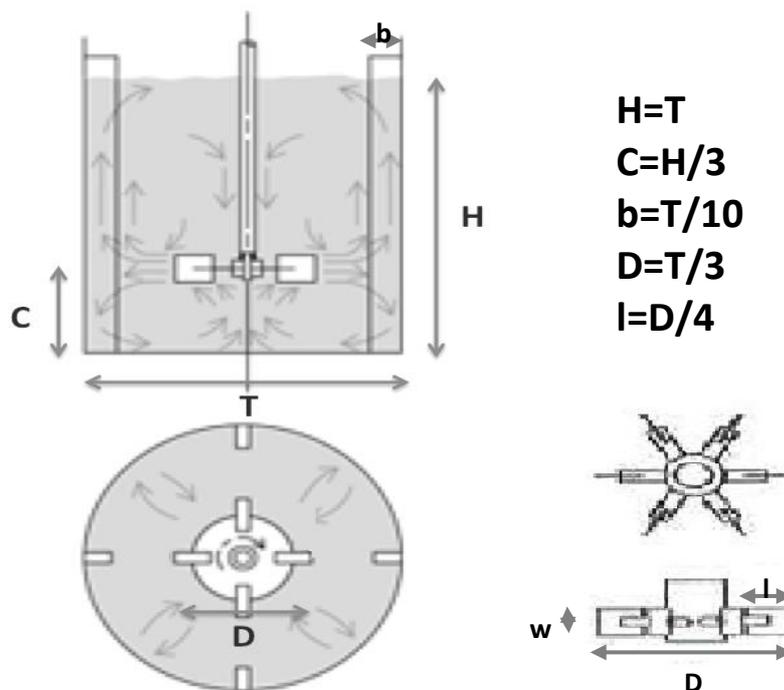


Figure 1: Géométrie standard d'un réacteur par une turbine Rushton

3. Calcul de la géométrie standard d'un réacteur de coagulation-floculation, équipé par une turbine de type Rushton

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot T^3 \rightarrow T = \sqrt[3]{\frac{4,46.4}{3,14}}$$

$T=H_{\text{eau}} = 1,8 \text{ m}$ et $H_{\text{total}} = 2 \text{ m}$ en considérant un facteur de sécurité.

$C=0,6\text{m}; b=0,18\text{m}; D=0,6\text{m} ; l=0,15\text{m} ; w=0,12$

4. Puissance nécessaire pour l'agitation

$$P = \rho_{\text{eau}} G^3 l^5 = 999,7 \cdot (25)^3 \cdot (0,15)^5 = 1180 \text{ watt}$$

Donc la turbine de Rushton doit fournir une puissance égale à 1,18kw

Exercice N°3 :

Débit de déversoir (l/s/m)= débit / longueur du déversoir

1. Calculer la longueur de déversoir

$$L_d = 3.14 \times 24 = 75.4\text{m}$$

On doit convertir m^3 / j en l / s par ce qui suit:

$$Q = \frac{16416.1000}{86400} = 190\text{l/s}$$

$$Q_d = \frac{190}{75.4} = 2.5 \text{ l/s/m}$$

Exercice N°4

- Volume de la solution dans le bassin $V = h \times l \times L = 40 \text{ m}^3$
- La section de l'écoulement horizontale est $S_h = h \times l = 4 \text{ m}^2$
- La vitesse horizontale est $V_h = Q/S_h = (5/3600)/4 = 0.000347 \text{ m/s}$, soit 1,25 m/h.
- Le temps de séjour de particule dans le bassin : $t = V/Q = 40/5 = 8 \text{ heures}$.

Pour que la particule qui sédimente atteignent le fond du bassin de l'autre extrémité, il faut

$$\frac{h}{V_{lim}} = \frac{L}{V_h} \Rightarrow V_{lim} = V_h \times \left(\frac{h}{L}\right) = 1,25 \times \left(\frac{1}{10}\right) = 0,125 \text{ m/h soit } 0,0000347 \text{ m/s}$$

Le diamètre de la particule qui sédimentera à cette vitesse est:

$$V_{lim} = \frac{g \cdot (\rho_s - \rho_l) \cdot d_p^2}{18 \cdot \mu_l}$$

$$d = \sqrt{\frac{18,0,125 \cdot 10^{-3}}{3600 \cdot 9,81 \cdot (1700 - 1000)}}$$

$$= 9,54 \times 10^{-6} \text{ m, soit } 10 \mu\text{m}$$

Donc les particules ayants un diamètre varie de 10 μm à 100 μm sédimenteront dans le bassin

