



Fiche de T. D N°01: Traitement des eaux potables 'Prétraitements'

Exercice N°01 :

Dans une usine de production d'eau potable qui traite un débit de $0,116 \text{ m}^3/\text{s}$ d'eau, on a opté pour un dégrilleur mécanique avec les caractéristiques suivantes :

La vitesse à travers la grille : $v = 0,8 \text{ m/s}$.

Angle d'inclinaison : $\theta = 70^\circ$.

$\beta = 1,79$ pour les barreaux circulaires.

Espacement entre les barreaux : $e = 25 \text{ mm}$.

Barreaux circulaires de diamètre : $d = 10 \text{ mm}$.

Largeur de la grille $L = 1 \text{ m}$.

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

Coefficient de colmatage $C = 0,45$

1. Calculer la surface libre (ouverte) de la grille.
2. Calculer la hauteur de la grille
3. Calculer la perte de charge ΔH
4. Calculer le nombre de barreaux

Exercice N°02 :

Une station d'épuration traite est conçue pour traiter un débit journalier de 5000 m^3 , contenant une charge en matière en suspension (MES) de 2250 kg/j .

Pour le dessablage, on a opté pour un dessableur circulaire, le temps d séjour est de 6 minutes, la hauteur du bassin est de $2,5 \text{ m}$; la quantité d'air injecté est de $1,25 \text{ m}^3 \text{ d'air/m}^3 \text{ d'eau}$.

- a. Calculer le volume du dessableur
- b. Calculer le diamètre du dessableur
- c. Le débit volumique d'air injecté

Le dessableur élimine 80% de la matière minérale existant dans les eaux usées. La matière minérale représente 30% de la charge en matière en suspension (MES), 70% restants représentent les matières volatiles en suspension (MVS).

- d. Calculer la quantité de matières minérales éliminées et la quantité des matières en suspension à la sortie du dessableur

Exercice N°03 :

Les vitesses de chute associées au diamètre des particules de sable sont données dans le tableau ci-dessous (dessableur rectangulaire):

Diamètre (μm)	50	200	500	1000
Vitesse de chute (m/s)	0,02	0,2	0,72	1,5

1. Calculer les dimensions du dessableur
2. Donner le diamètre des particules retenues par le dessableur

Données : Débit d'eau ($Q = 750 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$), vitesse d'écoulement d'eau ($V = 0,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$), la longueur = 2 fois la largeur ($L = 2l$), le temps de séjour $T_s = 15 \text{ secondes}$.



Fiche de T. D N°02: Traitement des eaux potables 'Coagulation-Floculation'

Exercice N° 01 :

Quelle est la quantité d'alcalinité naturelle requise pour la coagulation de l'eau brute avec une dose de 15,0 mg / L de chlorure ferrique?

Exercice N° 02 :

La réaction chimique d'hydrolyse du chlorure ferrique est la suivante :



Le taux de traitement choisi est de 35 mg.L⁻¹

1. Calculer la perte d'alcalinité en mg.L⁻¹ et en °F.
2. Calculer la production de CO₂ en mg dans les conditions normales.

Données :

- Chaque gramme de CaO = 0,179°F
- Chaque milligramme de HCO₃⁻ = 0,082°F
- 1°F de Ca(HCO₃)₂ = 16,2 g/m³

Exercice N° 03 :

Le traitement d'une eau de surface à donner les résultats suivants :

Paramètres	Après décantation	Après coagulation-floculation	Nomes
T (°C)	30	29,5	-
pH	7,2	6,4	5-8
Conductivité (µs/cm)	4840	4910	250
Dureté (°F)	90	105	60
Turbidité (NTU)	3574	2,45	0,5
MES (mg/l)	2485	8	1
Résidu sec à 180°C (mg/l)	4120	2150	50
E.Colli	5000/100mL	1750/100mL	0
Coliformes totaux	7400/100mL	2305/100mL	0

1. Calculer les taux d'abattement des différents paramètres après coagulation-floculation.
2. Cette eau est-elle potable ou non ? Si c'est non quels sont les traitements adéquats pour la rendre potable, expliquer.



Exercice N°04 :

Une méthode de déterminer le taux optimal de traitement d'un coagulant ou d'un floculant est le JAR TEST. Elle consiste à déposer dans des béchers d'un litre remplis d'eau à traiter, une dose de coagulant. Les analyses classiques telles que pH, TAC, taux de coagulant, matières organiques et turbidité, permettent de choisir avec précision le taux de traitement.

Béchers	1	2	3	4	5	6
Volume Chlorure ferrique	0					
Taux de traitement en mg.L ⁻¹	0	100	200	300	400	500
pH	7,5	7,2	7	6,8	6,7	6,2
Taux de Matières Organiques	8	2	1	0,5	0,5	0,5
Turbidité	2,5	1,2	1	0,8	0,8	0,8

Données : Solution mère de FeCl₃; MM= 162,5 g.mol⁻¹, pureté =41%, densité = 1,45.

Masse atomique du fer = 56,15

1. Calculer les différents volumes de chlorure ferrique à verser dans chaque bécher.
2. Déterminer la dose optimale.

Exercice N°05 :

Un bassin de floculation de forme carré de côté a = 4,5m et de profondeur h = 5m. Il est muni d'un agitateur vertical dont les pâles sont planes (15% de la surface). La vitesse de rotation est N= 3tr/mn et la distance à l'axe des pâles est de d=1,80m, l'écoulement de l'eau est horizontale enfin le débit d'eau est Q=400m³/h. La viscosité dynamique de l'eau $\eta = 1,2 \cdot 10^{-3}$ kg/m.s, le coefficient de traînée C_D=1,8, et la vitesse relative V_r de la pèle par rapport à celle du liquide

$$V_r = \frac{3}{4} V_p$$

1. Calculer le temps de séjour
2. Déterminer le gradient de vitesse G.



Fiche de T. D N°03: Traitement des eaux potables 'Décantation-Flottation'

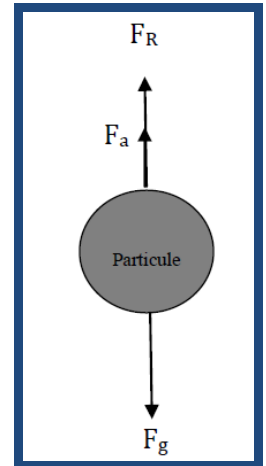
Exercice N°01 :

Une particule sphérique chute dans un bassin. Cette particule est soumise lors de sa chute à certaines forces.

Trouver sa vitesse de chute pour un régime laminaire

Données :

- F_g : force de gravitation due au poids de la particule
- F_a : force due à la poussée d'Archimède
- F_R : force résultante = $C_D S_p \rho_L v_p^2 / 2$ avec $C_D = 24 \eta / \rho_L v_p d$
- V : volume de la particule (m^3)
- S : section de la particule (m^2)
- v_p : vitesse de la particule (m/s)
- d : diamètre de la particule (m)
- ρ_L : masse volumique du liquide (kg/m^3)
- ρ_p : masse volumique de la particule (kg/m^3)
- η = viscosité dynamique de l'eau ($Pa.s$)
- t : temps (s)



Exercice N°02 :

Une usine de traitement de l'eau a quatre clarificateurs traitant $0,175 m^3/s$ d'eau. Chaque clarificateur mesure $4,88 m$ de largeur, $24,4 m$ de longueur et $4,57 m$ de profondeur. Déterminer:

- le temps de retenue ;
- le débordement ;
- la vitesse horizontale ;
- le taux de chargement du déversoir en supposant que la longueur du déversoir est égale à 2,5 fois la largeur du bassin.

Exercice 03 :

1. Calculer la vitesse de chute d'une particule de $0,1 mm$ de diamètre lorsque la température de l'eau est de $10^\circ C$ pour des valeurs de masse volumique égales à $2,65$ (sable) ; $1,2$ (matière organique), $1,04$ (floc) et $0,93$ (graisse).

2. Quel doit être le diamètre d'une particule de floc pour qu'il présente la même vitesse de chute qu'une particule de sable.

On assimilera ces particules comme grenues et qu'elles suivent la loi de Stokes.

Données : $v = 1,306 \cdot 10^{-6} m^2/s$ et $\eta = \eta^* \rho_l$

Exercice N°04 :

On considère un bassin de décantation de section rectangulaire (hauteur du liquide : $h = 1m$, largeur : $l = 4m$), dont la longueur est $L = 10m$. Une suspension contenant des particules de diamètre allant de 1 à $100 \mu m$ est alimentée à raison de $5 m^3 \cdot h^{-1}$, 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 la section de l'écoulement, l'inventaire en solution dans l'appareil, le temps de séjour moyen, la vitesse horizontale V_L du liquide.
- Calculer la vitesse de sédimentation V_S que doit avoir une particule pour qu'elle se retrouve au fond du bassin à l'aplomb du débordement (cette particule aura donc parcouru 10m horizontalement et 1m verticalement).
- Calculer le diamètre minimal des particules qui seront sédimentées dans ce bassin.

Rappel : en régime laminaire, la vitesse de sédimentation d'une particule est donnée par la loi de Stokes.

Données : $h = 1m, l = 4m, L = 10m, \rho_s = 1700Kg/m^3, \rho_L = 1000Kg/m^3, \eta_L = 10^{-3} Pa.s$

Exercice N°05 :

Soit une filière de traitement d'eau potable comportant deux décanteurs lamellaires D1 et D2 de surface S identiques et dont les vitesses de surverse sont respectivement 5 m/h et 8 m/h.

- Calculer le débit de chacun des décanteurs.

Exercice N°06 :

On étudie les conditions de vitesse des bulles de gaz dans une tour d'inter-oxydation car l'efficacité du procédé dépend du temps du contact entre l'ozone et l'eau à traiter.

- Calculer la vitesse de déplacement V_1 des bulles d' O_3 pour que le temps de contact soit de 4 minutes.
- Calculer la vitesse ascensionnelle V_2 théorique de ces bulles en supposant que leur diamètre est de 2 mm.
- Comparer ces vitesses et conclure quant à l'incidence du mouvement de l'eau.

Données : hauteur du flottateur = 6 m ; , $\eta = 10^{-3}kg.m^{-1}.s^{-1}$; $\eta_{eau} = 1000 kg.m^{-3}$ $\eta=1,35 kg.m^{-3}$



Fiche de T. D N°04: Traitement des eaux potables 'Filtration'

Exercice N°01 :

Calculer la fréquence de lavage du filtre à sable dont les caractéristiques sont données ci-après : Débit (Q) = $200\text{m}^3.\text{h}^{-1}$, vitesse de filtration (v) = $5\text{m}.\text{h}^{-1}$, porosité = 55%, hauteur du sable (h) = 1,8m, % du vide disponible = 25%, MES de l'eau décantée = $20\text{mg}.\text{L}^{-1}$, capacité de rétention en MES = $1,325\text{kg}.\text{m}^{-3}$.

Exercice N°02 :

Calculer la capacité de rétention d'un filtre à sable.

Données : volume vide disponible = 25% ; porosité = 45% ; surface ($S=40\text{ m}^2$) ; hauteur ($h=1,2$) ; $[\text{MES}]_{\text{retenue}} = 3\text{g}.\text{L}^{-1}$.

Exercice N°03 :

Une analyse granulométrique réalisée sur un matériau de filtration donne les résultats suivants :

Ouverture du tamis en mm	0,315	0,315 à 0,4	0,4 à 0,5	0,5 à 0,63	0,63 à 0,8	0,8 à 1,0	1,0 à 1,25	> 1,25
% non cumulés en masse des tamisats	0,2	1,3	8,5	30,8	33,3	20,4	4,9	0,6

1. Tracer la courbe granulométrique de ce matériau
2. Déterminer la taille effective et le coefficient d'uniformité.

Exercice N°04 :

Un filtre bicouche est constitué par la superposition de 2 matériaux dont les caractéristiques sont précisées ci-dessous :

	Porosité ϵ	Densité	% du vide disponible
Sable	42%	2,6	22%
Anthracite	55%	1,5	30%

Hauteur totale : $H_T = 1,8\text{ m}$; surface du filtre $S_f = 50\text{ m}^2$; Débit $Q = 200\text{ m}^3.\text{h}^{-1}$, $[\text{MES}]_{\text{décantée}} = 5\text{ mg}.\text{L}^{-1}$; Fréquence de lavage = 1 h.

1. Calculer h_1 et h_2 , les hauteurs respectives des deux matériaux.