

Fiche TD N°3

Exercice N°1 : Calculer le volume de la solution HTH ajouté dans un baril de mélange de (130 l) pour faire un dosage de 1% de chlore liquide.

Exercice N°2 : Quelle est la quantité d'eau de javel ajoutez-vous au camion-citerne de 4500 litres pour obtenir un chlore résiduel de 0,5 mg / l. La demande de chlore est de 1,5 mg / l

Exercice N°3 : On veut réaliser une station d'épuration pour ville contient une population de 3208 habitant (en 2017)

Calculer :

1. Nombre de population pour l'horizon de 2047 (taux d'accroissement est 2,8%)
2. Débit moyen journalier ($Q_{moy,j}$ en m^3/j) si la dotation en eau moyenne par un habitant est de 150l/j/habitant et le volume rejeté par les habitants est estimé à 80 % de la dotation d'approvisionnement en eau potable
3. Débit moyen horaire ($Q_{moy,h}$ en m^3/h)
4. Débit de pointe (Q_p en m^3/h)

Exercice N°4 : Calculer les dimensionnements de la grille d'une station d'épuration pour permettre le passage d'un débit de pointe instantané par temps sec est de ($Q_p = 0,15 m^3/s$)

Données :

Caractéristiques de la grille

Espacement entre barreaux	e (mm)	15
Diamètre des barreaux	d (mm)	10
Coefficient de colmatage	C (-)	0,5
Angle d'inclinaison	α (°)	60
V_{max}	m/s	0,6 à 1

Exercice N°5 : Calculer les dimensions d'un bassin dessableur/dégraisseur caractérisé par les paramètres indiqués dans le tableau ci-dessous et le débit de pointe instantané par temps sec est de 537 m3/h

Vitesse ascensionnelle, V_a	15 m/h
Temps de séjour, τ	10 min

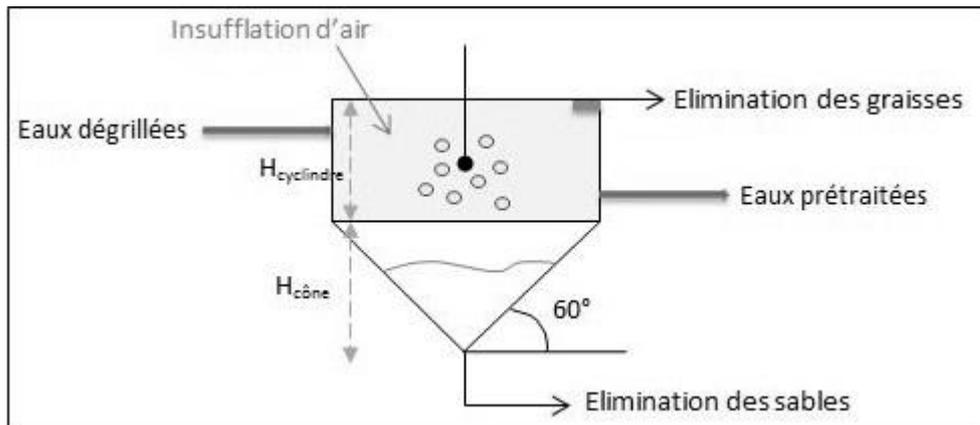


Schéma de déssableur/dégaisseur

Exercice N°6 : Dimensionner le décanteur primaire pour une STEP

Données :

- Débit $Q = 82 \text{ l/s}$
- Nombre de population = 25000 habitants
- Diamètre de la plus petite particule $d_p = 0,10 \text{ mm}$
- Poids spécifique des particules $\rho_s = 1200 \text{ kg/m}^3$
- Poids spécifique de l'eau 1000 kg/m^3
- Viscosité cinématique de l'eau $\nu_1 = 0,89 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
- Température moyenne des eaux usées $T = 25^\circ\text{C}$
- Temps de rétention (temps de séjour) $t_r = 2 \text{ h}$
- $g = 9,813 \text{ m/s}^2$
- chaque personne produit 1,08 litres de boues par jour
- Nombre d'extraction de boues est 6

Solution fiche TD N°3

Exercice N°1 : HTH (High Test Hypochlorite) : L'hypochlorite de calcium est également

$$V_1.C_1=V_2.C_2$$

V_1 : est le volume de chlore liquide (litres)

C_1 : est la concentration de chlore de la solution d'hypochlorite (74%)

V_2 : est le volume de la solution finale

C_2 : est la concentration de chlore de la solution finale (mg / L)

$$V_1.74\%=130.1\% \Rightarrow V_1=1.75l \text{ soit } 2\text{litres}$$

Donc, on mélange 2 litres de poudre de HTH avec 130 litres d'eau pour faire un chlore à 1%

Exercice N°2 :

V_1 est la quantité d'eau de Javel ajouté.

C_1 est la concentration de l'eau de javel (concentration de chlore est 4,5%.)

V_2 est le volume du camion 4500 litres

C_2 est la concentration en chlore de la solution finale (mg/l):

$$C_2=\text{demande de chlore} + \text{chlore résiduel}$$

Par conséquent, $C_2 = 1,5 + 0,5 = 2,0 \text{ mg/l}$

$$V_1.4,5\%=4500.2$$

Avant de calculer V_1 , il faut convertir 4.5% en mg/l

On a 1 mg / l est équivalent de 1 ppm (partie par million).

$$\frac{4.5}{100} = \frac{x}{1000000} \Rightarrow x = 45000\text{mg/l}$$

$$V_1.45000=4500.2 \Rightarrow V_1=0,2 \text{ l soit } 200\text{ml}$$

Nous devons ajouter 200 millilitres d'eau de Javel dans le camion-citerne pour avoir un résidu de chlore de 0,5 mg / l.

Exercice N°3 :

1. Calcul le nombre de population pour l'horizon 2047 (30ans)

$$P_f = P_0 \cdot (1+T)^n$$

$$P_f = 3208 \cdot (1+0.028)^{30} = 7346 \text{ habitants}$$

2. Calcul $Q_{moy.j}$

$$Q_{moy.j} = 0.80 \cdot P_f \cdot D = 0.80 \cdot 7346 \cdot 150 \cdot 10^{-3} = 881,52 \text{ m}^3/\text{j}$$

3. Calcul $Q_{moy.h}$

$$Q_{moy.h} = \frac{Q_{moy.j}}{24} = \frac{881,52}{24} = 36,73 \text{ m}^3/\text{h}$$

1. Calcul Q_p

$$Q_p = C_p \cdot Q_m$$

$$\text{Avec : } \begin{cases} C_p = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_m}} & \text{si } Q_m \geq 2,8 \text{ L/s} \\ C_p = 3 & \text{si } Q_m < 2,8 \text{ L/s} \end{cases}$$

Convertir $Q_{moy.j}$ en l/s $\Rightarrow Q_{moy.j} = 10,21/\text{s}$

$$C_p = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{10,21}} = 2,3$$

$$Q_p = 2,3 \cdot 881,52 = 2017,5 \text{ m}^3/\text{j} = 84,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

Exercice N°4 :

1. Calcule le coefficient de vide de la grille, (O)

$$O = \frac{e}{e+d} = \frac{15}{10+15} = 0,6$$

2. Calcul de la surface de la grille :

$$S_{grille} = \frac{Q_p}{V_{max} \cdot O.C}$$

$$\begin{cases} C= 0,10 \text{ à } 0,30 \text{ pour une grille manuelle} \\ C= 0,40 \text{ à } 0,50 \text{ pour une grille automatique.} \end{cases}$$

On prend : C=0,5 et $V_{max}=0,8\text{m/s}$

$$S_{grille} = \frac{0,15}{0,8 \cdot 0,6 \cdot 0,5} = 0,63 \text{ m}^2$$

3. Calcul de la longueur et largeur de la grille :

$$L_0 = \frac{t}{\sin \alpha}$$

On prend $t=1\text{m} \Rightarrow$

$$L_0 = \frac{t}{\sin \alpha} = \frac{1}{0,87} = 1,15\text{m}$$

On prend $\alpha=60^\circ$

$$l = \frac{S_{grille}}{L_0} = \frac{0,63}{1,15} = 0,54\text{m}$$

4. Calcul le nombre des barreaux

$$N_b = \frac{l - e}{d + e} = \frac{540 - 15}{10 + 15} = 21 \text{ barreaux}$$

5. Calcul de la perte de charge à travers la grille (formule de Kirschmer)

$$\Delta H = \beta \left(\frac{d}{e}\right)^{4/3} \frac{V_{max}^2}{2g} \sin \alpha$$

Avec

ΔH : perte de charge,

β : facteur de forme des barreaux (2,42 rectangulaire, 1,67 à 1,83 circulaire).

$$\Delta H = \beta \left(\frac{d}{e}\right)^{4/3} \frac{V^2}{2g} \sin \alpha = 2,42 \cdot \left(\frac{10}{15}\right)^{4/3} \cdot \frac{0,8^2}{2 \cdot 9,81} \cdot 0,87$$

La perte de charge au travers de la grille pour une vitesse maximale de 0,8 m/s est de **40 mm**,

Exercice N°5 :

1. Calcul du volume total de l'ouvrage

$$V = \tau \cdot Q_{p.sec} = 10 \cdot \frac{537}{60} = 90m^3$$

2. Calcul de la surface et de diamètre

$$S = \frac{Q_{p.sec}}{V_a} = \frac{537}{15} = 35,8m^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 35,8}{3,14}} = 6,8m$$

Le volume de l'ouvrage sur sa surface doit être compris entre 1,25 et 2,5 m.

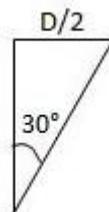
$$\frac{V}{S} > 2,5m \Rightarrow \frac{90}{35,8} = 2,51m$$

3. Calcul de la hauteur cylindrique

Le volume calculé correspond au volume total soit la somme des volumes de la partie cylindrique et de la partie conique.

$$V = V_{cylindre} + V_{cône} = S \cdot H_{cylindre} + \frac{\pi \cdot D^2 \cdot H_{cône}}{12}$$

On peut facilement déterminer la hauteur du cône par des considérations géométriques.



$$H_{cône} = \frac{D}{2 \cdot \text{tg}(30^\circ)} = \frac{6,8}{2 \cdot 0,58} = 5,86m = 6m$$

$$H_{cylindre} = \frac{V - \frac{\pi \cdot D^2 \cdot H_{cône}}{12}}{S} = \frac{90 - \frac{3,14 \cdot 6,8^2 \cdot 6}{12}}{35,8} = 0,49m = 0,5m$$

Exercice N° 6 :

1. Calcul la vitesse de sédimentation (décantation)

Selon la loi de Stokes

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

$$\mu_l = \rho_l \cdot \nu_l \Rightarrow v_s = \frac{g(\rho_s - \rho_l)d_p^2}{18\rho_l\nu_l} = \frac{9,81 \cdot (1,2 - 1) \cdot 10^3 \cdot (0,1 \cdot 10^{-3})^2}{18 \cdot 9,81 \cdot 10^{-6} \cdot 10^3} = 1,22 \cdot 10^{-3} \frac{m}{s} = 0,122 \text{ cm/s}$$

2. Calcul de la profondeur du décanteur

La sédimentation aurait lieu si le temps de rétention soit supérieur ou égal au temps de sédimentation

$$t_r > t_s \Rightarrow t_r \geq \frac{h}{v_s}$$

h = profondeur du décanteur (m)

t_s = temps de sédimentation (heure)

t_r = temps de rétention (heure)

$$\Rightarrow h \leq t_r \cdot v_s = 2 \times 3600 \times 0,122 \times (10^{-2}) = 7,2 \text{ m}, \text{ donc } h \leq 7,2 \text{ m}$$

Pour des raisons pratiques et puisque l'efficacité du traitement ne dépend pas de la profondeur on prend h = 6m

3. Calcul le volume du décanteur

Soit V_c la capacité du bassin (volume d'eau dans le bassin)

$$V_c = Q \cdot t_r = 0,082 \times 2 \times 3600 = 590,4 \text{ m}^3$$

Il convient d'ajouter le volume occupé par les boues estimé à 1,08 litres de boues par personne par jour.

- Soit V_b volume de boues produites par 25000 habitants pendant une année

$$V_b = 1,08 \times 25000 \times 365 = 9855 \cdot 10^3 \text{ litres/an} = 9855 \text{ m}^3/\text{an}$$

Si on effectue 6 extractions de boues par an, le volume des boues extraites de bassin est de

$$V_{ex} = \frac{9855}{6} = 1642,5 \text{ m}^3$$

Le bassin de décantation aura finalement comme volume V_b = V_c + V_{ex} = 590,4 + 1642,5 = 2232,9 m³

4. Surface (S) du bassin de décantation

$$S_b = \frac{V_b}{h} = \frac{2236,25}{6} = 372,70 = 373m^2$$

5. Calcul du diamètre de décanteur

$$D = \sqrt{\frac{4V}{\pi H}} = \sqrt{\frac{4.2232,5}{3.14,6}} = 21,77 = 22m$$