

Préoxydation par le chlore

Exercice 1

Au cours d'un essai de préoxydation par le chlore d'une eau de surface, on introduit des doses croissantes d'hypochlorite de sodium. Après un temps de contact d'une heure, on contrôle le chlore résiduel dans l'eau. Le tableau suivant présente les résultats obtenus.

| | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|---|---|-----|-----|------|------|------|------|-----|------|------|
| Chlore introduit (mg/L) | 0 | 1 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 20 |
| Chlore résiduel (mg/L) | 0 | 0 | 0.0 | 0.7 | 1.12 | 2.75 | 3.82 | 1.91 | 2.3 | 3.15 | 5.30 |

- 1) Tracer la courbe chlore résiduel en fonction du chlore introduit.
- 2) Comment on appelle cette courbe dans le domaine du traitement des eaux.
- 3) Que représente chaque zone de la courbe ?
- 4) Quel est l'objectif de cet essai ?
- 5) Déduire de ces valeurs la dose de chlore à introduire en station de traitement. Sachant que la teneur en azote ammoniacal est de 0,82 mg/L. Déterminer la dose théorique de chlore à introduire. Que peut-on conclure ?
- 6) La température de l'eau est de 20°C et la constante de dissociation du chlore est $K_1 = 2,5 \cdot 10^{-8}$ mol/L. Si le pH de l'eau est de 6,8. Calculer les pourcentages de HOCl et ClO⁻ présents dans l'eau. En déduire l'efficacité de la chloration.

Coagulation-Floculation

Exercice 1

On donne dans le tableau suivant les résultats d'un essai de Jar-Test.

| | | | | | | |
|--------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Becher | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Volume (ml) | - | - | - | - | - | - |
| Dose du coagulant (mg/l) | 0 | 5 | 7,5 | 10 | 12 | 15 |
| pH | 7,5 | 7,2 | 7 | 6,8 | 6,7 | 6,2 |
| MO (mg/l) | 8 | 2 | 1 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Turbidité (NTU) | 25 | 1,2 | 1 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |

- Décrire l'essai du Jar-Test.
- Si la solution mère du coagulant SA : sulfate d'aluminium) est de 10 g/l, expliquer la méthode de préparation de cette solution.
- Déterminer le volume à introduire dans chaque bécher à partir de la solution mère de SA.
- Expliquer la variation de : pH, Turbidité et MO.
- Déterminer la dose optimale du coagulant.

Décantation

Exercice 1

Une eau de surface est décantée dans un bassin à circulation d'eau verticale et à section horizontale circulaire. La vitesse de circulation de l'eau est $v = 2,08 \times 10^{-4}$ m/s. Le débit d'eau traversant le bassin est $Q = 1800$ m³/j.

- Calculer la vitesse de chute des particules en m/h.
- Si la profondeur d'eau dans le bassin est $H = 3$ m, calculer le temps de séjour du décanteur.
- Calculer la section horizontale du bassin. En déduire le diamètre.

Exercice 2

On considère un bassin de décantation à section horizontale rectangulaire et à écoulement d'eau horizontal. La vitesse des particules est de 0,75 m/h. Le débit d'eau à traiter est $Q = 4580$ m³/j. Le temps de séjour du décanteur est de 4 heures.

- Calculer la section horizontale du décanteur.
- Calculer la profondeur d'eau (H) dans le décanteur (Au-dessus de la zone de boues).
- Calculer la longueur (L) et la largeur (l) du bassin sachant que $L = 3 \times l$.
- Calculer le volume total du bassin.

Exercice 3

Soit un décanteur lamellaire $L = 16$ m, $l = 8,5$ m et $h = 3,5$ m, possède 35 lamelles de 8,5m de largeur sur 3 m de hauteur qui font un angle de 55° par rapport à l'horizontale. La vitesse de décantation du floc est de 0,4 m/h.

- Calculer le débit maximal d'eau admissible dans les cas suivants : absence et présence de lamelles.

Filtration

Exercice 1

Un filtre rapide comporte une couche de sable d'épaisseur L. La hauteur d'eau au-dessus du sable est de 0,8 m. Le débit d'eau traversant le filtre est de $Q = 2300$ m³/h.

- Sachant que la vitesse de filtration est de 5,18 m/h, calculer la section horizontale du bassin de filtration.
- Le coefficient de perméabilité à travers le lit de sable est $K = 1,8 \cdot 10^{-3}$ m/s et la perte de charge $\Delta H = 0,75$ m. En déduire l'épaisseur (L) de la couche de sable.
- Quelle est la valeur maximale admissible de la perte de charge ΔH ?

Exercice 2

Un lit filtrant à une surface horizontale de 40 m² et une hauteur de 0,8 m.

1. Si le débit qui traverse ce filtre est de 200 m³/h, calculer la vitesse de filtration et dire quel est le type de cette eau.
2. Quel débit, en m³/min, faut-il appliquer pour laver ce filtre si la vitesse d'eau de lavage est de 1,2m/min ?

Désinfection

Exercice 1

Pour la chloration d'un débit d'eau potable $Q = 25000 \text{ m}^3/\text{j}$ à $\text{pH} = 8$, on a introduit dans l'eau 55 Kg de chlore sous forme d'hypochlorite de sodium (eau de javel). La mesure régulière du chlore résiduel total a donné la valeur moyenne de 0,5 mg/l.

1. Déterminer la quantité de chlore réellement consommée par l'eau en g/m^3 .
2. Le calcul du pourcentage des formes du chlore libre actif a montré que la forme ClO^- représente 60%. Que peut-on dire de l'efficacité de la désinfection ? Expliquer.
3. Que proposez-vous dans ce cas pour que la désinfection soit plus réussite ?

Exercice 2

L'inactivation de la bactérie E.Coli par le chlore a donné les résultats suivants pour un taux de mortalité de 99 % :

| | | | | | | |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| t (minutes) | 1 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| C (mg/l) | 0,197 | 0,087 | 0,039 | 0,024 | 0,017 | 0,013 |

1. Donner une relation liant C et t.
2. Déterminer les valeurs approximatives des constantes de cette relation. Que représentent ces constantes ?
3. En s'aidant de la relation de la question (1), quelle concentration de chlore devra-t-on utiliser si on fixe un temps d'inactivation à 5 minutes ?

Calcul des décanteurs

a) Calcul des décanteurs à circulation d'eau verticale (flux vertical)

V_o (vitesse de chute) $\geq V_e$ (vitesse de l'eau)

A la limite, on aura $V_o = V_e = Q/S_H$, avec Q le débit d'eau circulant dans le bassin et S_H la surface horizontale du bassin, perpendiculaire à l'écoulement de l'eau.

b) Calcul des décanteurs à circulation d'eau horizontale (flux horizontal).

Considérons un décanteur rectangulaire de longueur L , I la largeur et H est la profondeur d'eau, Q est le débit d'eau traversant le bassin.

La vitesse d'une particule entrant dans le bassin à son niveau supérieur a deux composantes :

- V_e : vitesse horizontale de l'eau et tel que $V_e = Q/S_v$ avec $S_v = \text{section verticale du bassin} = I \cdot H$
- V_o : vitesse verticale limite donnée par la loi de stokes, vitesse de chute de la particule.

La particule sera retenue dans le bassin et pourra décanter si : $V_o/H \geq V_e/L = Q/H \cdot I \cdot L$,
soit $V_e/L = Q/H \cdot I \cdot L$ Alors, $V_o \geq Q/I \cdot L = Q/S_H$

Le rapport Q/S_H est la charge hydraulique superficielle ou vitesse de Hazen.

- La surface d'un décanteur à circulation d'eau verticale ou horizontale, qu'il soit rectangulaire ou circulaire peut être calculée à partir de la relation de Hazen :

$$V_o = Q/S_H$$

- Le temps de séjour peut être déduit de l'expression de la vitesse de chute $V_o = H/ts$
- Les profondeurs d'eau (H) sont de 2 à 4 m et une profondeur de la zone de boues égale à $(1/5)H$.
- Le temps de décantation varie entre 1 heure et 4 heures.
- Pour **les décanteurs rectangulaires**, on adopte : $3 \leq L/l \leq 6$ pour des longueurs de bassin $L \leq 30$ m.
- Les **diamètres des bassins** varient de 6 à 60 m mais de préférence 10 à 15 m de diamètre.
- En pratique, on doit avoir : L/H (décanteur rectangulaire) ou D/H (décanteur circulaire) voisin de 10

c) Décanteurs lamellaires

Les équations caractéristiques du décanteur lamellaires sont les suivantes:

$$STP = \frac{Q}{V_H}, \quad STP = n \cdot L_p \cdot l_p \cdot \cos\theta$$

Avec :

STP : surface totale projetée (qui est la projection au sol de la surface de décantation) .

l_p : largeur des lamelles.

L_p : longueur des lamelles.

n : nombre total de lamelle sur l'étape de décantation lamellaire.

θ : inclinaison des plaques

La vitesse de Hazen se calcule alors sur la surface projetée de l'ensemble des éléments lamellaires :

$$V_H = \frac{Q}{n \cdot S_L \cdot \cos\theta}$$

avec : $S_L = l_p \cdot L_p$;

S_L : Surface élémentaire de chaque lamelle.