

Chapitre IV : Traitement tertiaire

IV.1. Introduction

On entend par "*traitement tertiaire*", tout traitement physique, chimique ou biologique qui vient compléter les traitements primaire et secondaire. Les traitements tertiaires possibles sont nombreux et peuvent, dans certains cas, constituer une chaîne plus ou moins complexe; tout dépend de l'usage qu'on fera de l'eau traitée. Dans le cas des rejets en rivière, ils se limitent à la désinfection, l'élimination de l'azote et du phosphore. En revanche, quand il s'agit de recycler l'eau, alors les opérations sont plus nombreuses et plus complexes, tels que, les traitements physico-chimiques (coagulation-floculation et précipitation chimique).

IV.2. Dimensionnement du bassin de désinfection

Le dimensionnement de cet ouvrage rectangulaire sera réalisé sur la base du temps de contact (t_c), qui varie de 15 à 30 min.

a) Le volume du bassin (V)

$$V = Q_{pts} \cdot t_c \dots\dots\dots (m^3)$$

c) La surface horizontale (S_h)

$$S_h = V/H \dots\dots\dots (m^2)$$

b) La longueur (L) et la largeur (l)

- La hauteur pour les bassins de désinfection doit être d'une valeur (2 à 4) m.

Nous avons :

$$V = L \cdot l \cdot H \dots\dots\dots (m^3)$$

En plus : $L = (1 \text{ à } 1.5) * l$;

Si on prend $L = 1.25 * l \Rightarrow V = 1.25 * l^2 * H$

$$\text{Donc : - la largeur : } l = \sqrt{\frac{V}{1.25 * H}}$$

$$\text{- la longueur : } L = 1.25 * l$$

IV.3. Dose journalière du chlore à injecter (D_j)

Les doses habituellement adoptées se situent entre 5 et 10 g/m^3 de chlore ($D_{Cl} = 5 \text{ à } 10 \text{ g/m}^3$). La dose journalière est donnée par :

$$D_j = Q_j * D_{Cl} \dots\dots\dots (kg/j)$$

Si on prend une dose de 10 g/m^3 , $D_j = Q_j (m^3/j) * 0.01 (kg/m^3) \dots\dots\dots (kg/j)$



Figure IV.1 : Photo d'un bassin de désinfection

IV.4. Traitement des boues

L'objectif du traitement des boues est la réduction du volume des boues et l'élimination du pouvoir fermentescible.

IV.4.1. Origines des boues

Suivant leurs origines, on distingue :

- Les boues primaires issues du **d**écanteur **p**rimaire (DP)
- Les boues secondaires issues de la clarification (**d**écanteur **s**econdaire : DS).

Le mélange de boues primaires et secondaires constitue les boues fraîches.

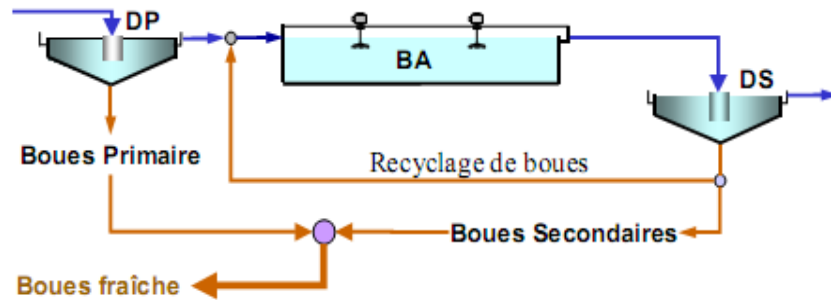


Figure IV.2 : Boues issues d'épuration par boues activées

a) Boues primaires

Elles proviennent de la séparation gravitaire de la plus importante quantité de matières en suspension contenues dans les eaux résiduaires au niveau du décanteur primaire. Ces boues sont hétérogènes et contiennent environ **80 %** de **MVS** et **20 %** de **MM**.

La concentration des boues primaires est (20 à 30 g/L) et la teneur en eau est inférieure à 95 %.

Les décanteurs primaires contiennent des boues fraîches représentées par la DBO_5 et **MM** éliminées, dont les concentrations sont : (**MM** = 40 à 80 g/L) et (**MVS** = 30 à 65 g/L).

b) Boues secondaires

Elles sont extraites des décanteurs secondaires qui reçoivent l'effluent des bassins d'épuration biologique (aération). Elles contiennent **75 %** des **matières organiques**. La **teneur en eau** des boues secondaires est d'environ = **99.2%** et leur concentration se situe entre 5 et 20 g/L.

IV.4.2. Choix de la filière de traitement

Le choix de la filière de traitement des boues repose sur plusieurs facteurs, tels que, l'origine des boues, composition des boues, la surface requise et l'économie de l'installation.

Les méthodes de traitement des boues utilisées sont :

- L'**épaississement**
- La stabilisation ou digestion par voie aérobie ou anaérobie (*bloquer les fermentations*)
- La conditionnement
- La déshydratation
- Le séchage
- L'incinération ou disposition.

IV.4.3. Epaissement

Le premier stade de la déshydratation est l'épaississement, il permet une réduction importante du volume des boues issues des traitements biologiques des effluents urbains.

Le procédé d'épaississement gravitaire est le plus répandant aux exigences de sécurité et économique du site.

Description de l'épaississeur gravitaire

C'est un ouvrage circulaire à fond conique (*cylindro-conique*) de pente de 20 à 70 % par rapport à l'horizontale. Il est équipé d'un système de raclage de fond surmonté d'une herse qui tourne à faible vitesse, ayant pour rôle de faciliter le glissement des boues vers le puits central.

Le rôle de la herse est de:

- faciliter le dégagement des gaz piégés dans les boues
- faciliter la remontée vers le haut de l'eau libre dont le dégagement peut être gêné par le piston de boue en décantation.

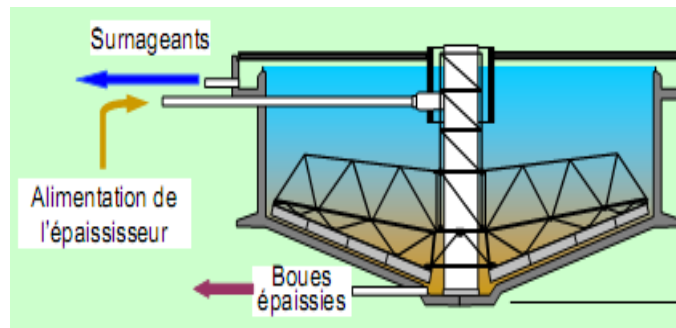


Figure IV. 3: Epaisseur des boues

IV.4.4. Dimensionnement de l'épaississeur

a) Boues issues du décanteur primaire (B_I)

$$B_I = (DBO_5)_{\text{élim}} + (MM)_e \dots\dots\dots (\text{kg/j})$$

b) Boues issues du décanteur secondaire (B_{II}) : Représente les boues en excès

$$B_{II} = \Delta X \dots\dots\dots (\text{kg/j})$$

c) Concentration des boues

A l'entrée de l'épaississeur, les boues fraîches ont les concentrations moyennes suivantes :

- Boues primaires $X_I = 20$ à 30 g/L.
- Boues secondaires $X_{II} = X_m = 1200/I_m$ en (g/L)

d) Calcul du débit journalier de boues entrant dans l'épaississeur

1 - Pour les boues primaires :

$$Q_{BI} = \frac{B_I}{X_I} \dots\dots\dots (\text{m}^3/\text{j})$$

2 - Pour les boues secondaires :

$$Q_{BII} = \frac{B_{II}}{X_{II}} \dots\dots\dots (\text{m}^3/\text{j})$$

3 - Le débit total de boues (Q_{BT})

$$Q_{BT} = Q_{BI} + Q_{BII} \dots\dots\dots (\text{m}^3/\text{j})$$

e) Volume de l'épaisseur (V_E)

$$V_E = Q_{BT} \cdot t_s \quad \dots (m^3)$$

t_s : temps de séjour (2 à 10 jours).

f) Diamètre de l'épaisseur (D)

$$V_E = S_E \cdot H = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot H \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot V_E}{\pi \cdot H}} \quad \dots (m)$$

H : hauteur de l'ouvrage (3 – 4 m).

g) La surface de l'épaisseur (S_E)

$$S_E = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad \dots (m^2)$$

h) Le débit de boues à la sortie de l'épaisseur (Q_{BE})

Après l'opération d'épaississement, les boues atteindront une concentration (C_{BE}) de l'ordre de 80 à 100 g/L.

Le débit de boues à la sortie de l'épaisseur (Q_{BE}) est donné par:

$$Q_{BE} = \frac{B_T}{C_{BE}} \quad \dots (m^3/j)$$

IV.4.5. Dimensionnement des lits de séchage

En général pour le dimensionnement des lits de séchage, on prend les valeurs suivantes :

- La hauteur des boues $H_B = 0.3$ à 0.6 m
- Le temps de séjour ou de séchage (10 à 30 jours)
- La largeur d'un lit (10 à 15 m)
- La longueur d'un lit (20 à 30 m).

a) Le volume total des lits de séchage (V_T)

$$V_T = Q_{BE} \cdot t_s \quad \dots (m^3)$$

Q_{BE} : débit des boues à la sortie de l'épaisseur (m^3/j)

b) La surface totale des lits de séchage (S_T)

$$S_T = \frac{V_T}{H_L} \quad \dots (m^2)$$

H_L est la profondeur du lit. En général, elle comporte ($H_B = 30$ à 60 cm, 10 cm de sable, 20 cm de gravier fin et 25 cm de gros gravier).

c) Le volume d'un lit de séchage (V_L)

$$V_L = \ell \cdot L \cdot H_L \quad \dots (m^3)$$

d) La surface d'un lit (S_L)

$$S_L = L \cdot \ell \quad \dots (m^2)$$

e) Nombres de lits (N_L)

$$N_L = \frac{V_T}{V_L}$$

f) Débit d'eau retiré des boues (Q_r)

$$Q_r = Q_{BT} - Q_{BE} \dots\dots (m^3/j)$$

Q_{BT} : Débit total des boues à l'entrée de l'épaississeur (m^3/j)

Q_{BE} : Débit total des boues à la sortie de l'épaississeur (m^3/j).

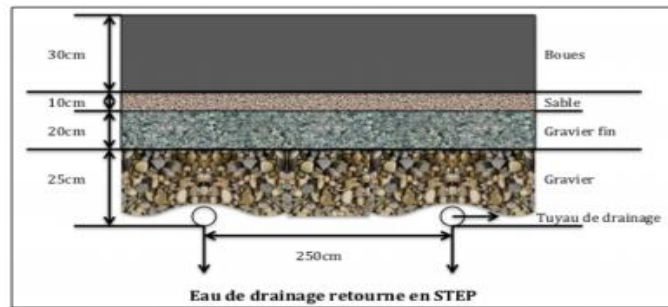


Figure IV.4 : Schéma de la composition principale du lit de sable

IV.4.6. La déshydratation

Les boues épaissies ou stabilisées sont acheminées vers l'ouvrage de déshydratation selon de deux manières :

- En faisant appel aux procédés artificiels mécaniques.
- Par appel aux éléments naturels.

a) Déshydratation mécanique

Ces procédés de traitement de boues reposent sur la filtration et la centrifugation.

b) La déshydratation naturelle (Lits de séchage)

Le séchage des boues sur des lits de sable réside en deux temps :

- 1- Dans un premier temps, se fait une filtration de l'eau à travers le support, par des forces à très faible pression qui sont essentiellement des forces gravitaires. L'eau est recueillie par un système de drains disposés à la base du lit. Le temps de cette première phase est relativement rapide puisqu'il est de **1 jour** pour les boues primaires et de **4 à 5 jours** pour un mélange de boue primaires et de boues activées.
- 2- Dans un deuxième temps, a lieu l'évaporation de l'eau liée, en faisant appel à des forces extérieures comme les conditions météorologiques. L'apparition de fissures augmente la surface de contact avec l'atmosphère qui se traduit par une évaporation plus intense.

Le séchage s'effectue à l'air libre sur des aires constituantes un massif drainant de 0.25 m à 0.4 m d'épaisseur constitué par des pierrailles réparties en couches de granulométrie décroissante de bas vers le haut.

Les aires de séchage sont en général constituées d'une couche de 10 à 20 cm de sable de diamètre de 0.5 à 0.15 mm disposée sur une couche de 15 à 20 cm de gravier fin de diamètre de 5 à 15 mm

sous laquelle 20 à 25 cm de gros gravier de diamètre de 10 à 40 mm assurent la circulation de l'eau filtrée qui est recueillie à la base du lit par un réseau de drains.

Les drains constitués de tuyauterie doivent avoir une pente de 3 à 4 %, et être distant de 2 à 3 m afin d'assurer un drainage homogène de la masse de boue. **Les eaux d'égouttage** sont collectées dans les drains et renvoyées à l'entrée de la station.

IV.4.7. Elimination finale des boues

Les boues finales produites par les lits de séchage sont destinées :

- Pour la valorisation (boues liquides ou solides) pour les régions à caractère agricole.
- Calcination (récupération d'énergie).
- Mise en décharge.