

Chapitre III : Filières de Prétraitement d'une station d'épuration des eaux usées urbaines

III.1 Introduction

La dépollution des eaux usées nécessite une succession d'étapes faisant appel à des traitements physiques, physico-chimiques et biologiques. En dehors des plus gros déchets présents dans les eaux usées, l'épuration doit permettre, au minimum, d'éliminer la majeure partie de la pollution carbonée. Donc, l'objectif final d'une épuration biologique est de traiter une eau urbaine de façon que le rejet ne nuire pas sur l'environnement et sur la santé publique.

Les principales étapes de l'épuration des eaux usées urbaines sont basées sur l'élimination de la pollution en suspension et dissoute (minérale et organique).

III.2. Implantation de la station

La station d'épuration reste un outil fondamental pour la protection des milieux naturels. La valorisation de l'image de la station passe par un ensemble de dispositions qui sont à prendre en considération dès l'élaboration du projet en commençant par le choix de l'emplacement du site.

A cet égard, quelques règles doivent être rappelées :

- Eviter les zones inondables entraînant parfois des dysfonctionnements pendant de longues périodes ; sinon veiller à mettre les équipements électriques hors d'eau.
- Eviter de construire à proximité d'habitations, de zones d'activités diverses (sportives, touristiques, industrielles, ...). Dans la pratique, et pour éviter tout contentieux avec le voisinage, on réserve une distance minimale de 200 m en tenant compte de la dominance des vents (si possible).
- S'éloigner le plus possible des zones de captage même si le périmètre de protection est respecté.
- Réaliser des études géotechniques (vérification de l'imperméabilité par exemple pour un lagunage). La portance du sol (tenue des ouvrages et des canalisations de liaison) et les qualités de sol conditionnent beaucoup le coût du génie civil.
- Prendre des précautions particulières lorsqu'un aquifère se situe à faible profondeur (clapets en fond de bassins, ...).
- Ne pas implanter les ouvrages dans les zones plantées d'arbres à feuilles caduques (lit bactérien, lagunage, bassin d'aération...).

- Penser aux extensions ou aux aménagements futurs (disponibilité et réservations de terrains).

III.3. Schéma classique d'une station d'épuration

La ligne de traitement complète des eaux résiduaires peut être schématiquement scindée en deux filières :

La filière eau dans laquelle l'eau est débarrassée de tous les polluants avant son rejet dans le milieu naturel/

La filière boue dans laquelle les résidus générés par la filière eau sont traités et déshydratés avant leur évacuation.

La filière eau

Selon le degré d'élimination de la pollution et les procédés mis en œuvre, la filière eau comprend généralement trois niveaux de traitements sont présentés sur la figure 1 et définis comme suit :

Un prétraitement pour l'élimination des objets de taille comprise entre 0,1 et 50 mm (dégrillage, dessablage – déshuilage).

Un traitement primaire pour l'élimination des matières en suspension facilement décantables,

Un traitement secondaire composé d'un réacteur biologique pour l'élimination de la pollution biodégradable organique (DBO_5) ou minérale (NH_3 , NO_3^- , P).

Certaines stations sont également équipées d'un traitement tertiaire pour l'élimination des microorganismes ou du phosphore résiduel.

Les boues provenant du décanteur primaire (boues primaires) et du traitement biologique (boues biologiques) seront ensuite traitées et conditionnées sur la filière boues.

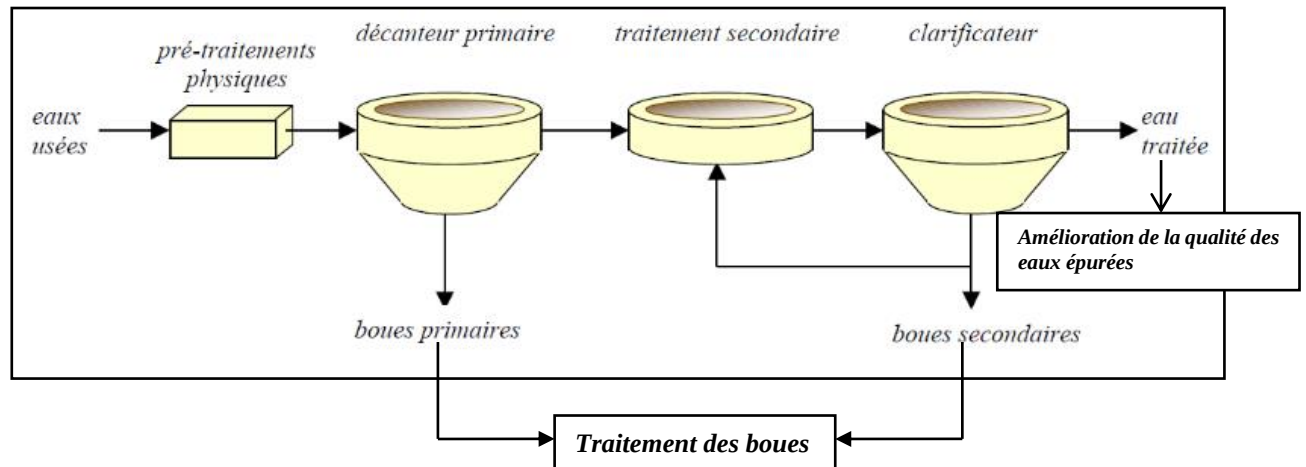


Figure 1: Schéma classique d'une station d'épuration des eaux usées urbaines

III.4. Les prétraitements

Les effluents doivent subir avant le traitement proprement dit, un prétraitement comportant un certain nombre d'opérations à caractère physique ou mécanique. Le but est dans ce cas d'extraire et d'éliminer de l'eau les éléments solides en suspension ou en flottation et qui pourraient constituer une gêne pour les traitements ultérieurs.

Les traitements successifs sont :

- Le relevage
- Le dégrillage
- Le dessablage – déshuilage

III.4. 1. Le relevage

Le relevage est nécessaire avant tous prétraitement pour assurer un passage gravitaire de l'eau dans les différents ouvrages de traitement, le niveau d'entrée des eaux à épurer étant plus bas que le niveau de sortie du clarificateur des eaux épurées avant rejet dans le milieu naturel. On utilise alors un système de relevage assuré par des pompes à roues multicanales fermées ou par vis d'Archimède.

III.4. 2. Le dégrillage

À l'arrivée à la station d'épuration, les eaux résiduaires brutes doivent subir un dégrillage (parfois un tamisage), permettant de séparer et d'évacuer les matières volumineuses (bois,

plastiques, papiers, bouteilles, feuilles) qui sont susceptibles de provoquer des dégâts aux conduites et machines des différentes unités de l'installation et qui pourraient aussi nuire à l'efficacité des traitements suivants ou en compliquer l'exécution. Dans une STEP pour eaux résiduelles, l'écartement est de l'ordre de 10 à 30 mm. Le volume des matières dégrillées est de 5 à 10 dm³ par usager et par an pour un espacement d'environ 20 mm.

La qualité de l'opération peut être définie de la façon suivante :

- Pré dégrillage : pour grille à barreaux espacés de 30 à 100 mm.
- Dégrillage moyen : pour grille à barreaux espacés de 10 à 25 mm.
- Dégrillage fin : pour grille à barreaux espacés de 3 à 10 mm.
- Tamisage : pour tamis à orifices de 0.3 à 5 mm.

Lorsque les eaux brutes sont susceptibles de véhiculer occasionnellement des corps anormalement volumineux, un pré grille de construction robuste est souhaitable.

Dans une station d'épuration les grilles peuvent être :

III.4. 2.1. Grilles manuelles

Elles sont réservées aux très petites installations, la grille fortement inclinée (angle de 60 à 80° sur l'horizontale) est munie d'un by-pass destiné à éviter le débordement (figure 2).

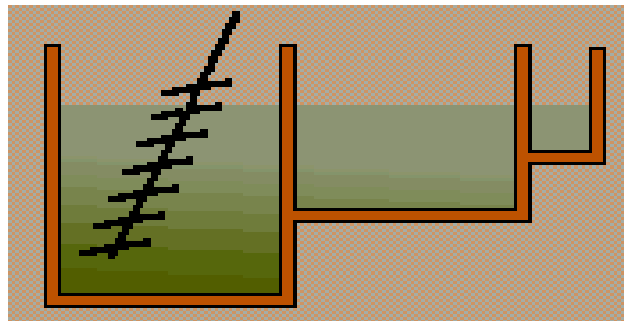


Figure 2 : Grille manuelle

III.4. 2.2. Grille mécanique

Dès que la station dépasse les 5.000 habitants, on doit doter l'installation de prétraitement d'une grille mécanique (Figure 3).



Figure 3 : Grille mécanique

III.4. 3. Calcul des dimensions du dégrillage

1. Largeur de la grille

On doit déterminer la largeur de la grille qui fait le rôle d'éliminer les déchets solides relativement volumineux. La formule est donnée par KIRCHMER :

$$L = \frac{S \sin \alpha}{h \max(1 - \beta) \delta}$$

Tel que : $S = \frac{Q_p}{V_e}$

Le débit traversant la grille est : $Q = S V_e (1 - \beta)$

- S : Section mouillée de la grille.
- Q_p : débit de pointe en temps sec (m^3/s).
- V_e : Vitesse d'écoulement de l'effluent en (m/s) entre les barreaux, peut aller de 0,6 m/s à 1,0 m/s
- $h_{\max}$: Hauteur maximale d'eau admissible sur la grille compris généralement entre 0,15 et 1,5 m.
- β : Coefficient de colmatage. $\beta = \frac{e}{(e + d)}$
- e: épaisseur des barreaux de la grille.
- d: espacement entre les barreaux.

Les valeurs de e et d sont données sur le tableau 1.

Tableau 1: Les valeurs de e et d selon le type de la grille

	Grille grossière	Grilles fines
e (cm)	2	1
d (cm)	1 à 5	0,3 à 1

- δ : coefficient tenant compte du mode de dégrillage tel que :
 $\delta = 0.25$ si le dégrillage est Manuel, (population raccordée < 5000 hab).
 $\delta = 0.5$ si le dégrillage est automatique, (Population raccordée ≥ 5000 hab).
- α : Angle d'inclinaison de la grille par rapport à l'horizontal, compris généralement entre 60° et 80°. Mais très souvent 60°.

2. Calcul des pertes de charges

Une grille provoque des pertes de charges, selon KIRSCHMER, ces dernières sont fonction de :

- La forme des barreaux.
- L'espacement entre les barreaux.
- La largeur des barreaux.
- La vitesse d'approche.
- L'inclinaison de la grille.

Elles peuvent être calculées par la formule suivante :

$$\Delta h = \frac{a \cdot (e)^{4/3}}{(d)^{4/3}} \cdot \frac{V^2}{2g} \cdot \sin \alpha$$

Δh : Perte de charge en mètre d'eau (m).

d : Largeur maximale d'un barreau (m).

e : Espacement entre les barreaux (m).

V : Vitesse d'approche ou vitesse de l'eau devant la grille (m/s).

α : Angle d'inclinaison de la grille, par rapport à l'horizontale

a : Coefficient de forme des barreaux.

- pour barreaux rectangulaires 2,42
- pour formes favorables 0,76
- pour barreaux ronds 1,75

g : Accélération de la pesanteur (m/s).

3. Calcul des volumes des déchets retenus

Le volume des déchets retenus par les grilles dépend :

- Du débit de l'effluent.
- De la finesse du dégrillage.

Pour une eau usée urbaine, la quantité de déchets récupérée par les grilles par habitant et par an est estimée à :

- 5 à 10 l/ hab/an pour une grille fine.
- 2 à 5 l/ hab/an pour une grille grossière.

Les volumes des déchets retenus dans notre cas seront ainsi estimés comme suite :

$$V \text{ (m}^3\text{/j)} = \frac{\text{Nbre d'hab} \times \text{volume retenu} \times 10^{-3}}{365 \text{ jours}}$$

On détermine pour la grille aussi:

- Le nombre d'unité : $U = \frac{L}{(d + e)}$
- le nombre de barreau : $n = U + 1$
- la largeur nette de passage : $l_p = d \times U$

Le refus de la grille

$$R = \frac{(12 \text{ à } 15)}{e} \text{ (l/h/j), (e exprimé en cm)}$$

D'où le refus total d'une année est

$$R_t = \frac{R * NEH}{1000} \text{ (m}^3\text{/an)}$$

4. Conditions générales de dimensionnement du dégrillage

- Surdimensionner les grilles manuelles sur les procédés rustiques,
- Prévoir des limiteurs d'effort ou de couple,
- Surdimensionner le dégrillage en réseau unitaire,
- Installer des bacs d'égouttage et de réception des déchets,
- Imposer un dégrilleur automatique pour toute station en réseau unitaire de Taille supérieure à 1000 EH
- Vitesse de passage 0,60 à 1m/s (1,20 à 1,40 m/s en pointe) : Suffisante pour

Appliquer les matières sur la grille et éviter les colmatages en profondeur et les pertes de charge.

- L'écartement des barreaux de la grille est défini par le choix de la taille et de La nature des objets acceptés par la station.
- Prévoir un espacement des barreaux selon la quantité des déchets à évacuer (nettoyage fréquent de la grille) : Un espacement de 10 mm maximum est quelquefois utilisé (dégrillage fin) en l'absence de décanteur primaire.
- Surdimensionner les grilles manuelles sur les procédés rustiques.
- Prévoir des limiteurs d'effort ou de couple.

III.4. 3. Le dessablage

Le dessablage est de plus en plus associé dans le même ouvrage au **déshuilage**. Donc, le dessablage et le déshuilage s'effectuent dans un même bassin. Il a pour but d'extraire des eaux brutes les sables, les graisses et les particules minérales plus ou moins fines en suspension (granulométries égales ou supérieures à 200 μm), de manière à éviter l'abrasion des pompes et conduites en aval. Le sable se dépose dans le fond de l'ouvrage, est raclé ou sucé par pompes montées sur pont roulant. Le volume extrait par habitant et par an est de l'ordre de 5 à 12 dm^3 . Les huiles et les graisses en principe flottent car leurs densités sont inférieures à celle de l'eau. On utilise souvent une aération sous forme de bulles d'air qui augmentent la vitesse de montée des particules grasses dont la récupération s'effectue dans une zone de tranquillisation. Le temps de séjour dans ce type d'ouvrage est de 5 à 12 minutes et le débit d'air insufflé est de l'ordre de 0,2 mètre cube et par heure.

On trouve deux types de dessableur : Longitudinaux ou circulaires

- Longitudinal :
 - Mono ou double canal
 - Aéré ou non aéré
 - Reprise manuelle ou par pompage.
- Circulaire ou tangentiel (escargot : mouvement de rotation)

L'ouvrage le plus utilisé est un canal dessableur ou dessableur-couloir, caractérisé par :

- un temps de séjour allant de 1 à 2 minutes.
- La vitesse d'écoulement est de l'ordre de 0,3 m/s
- Il élimine environ 80% de la matière minérale en suspension (MMS).

- Calcul du débit d'air a injecté

Dans le cas ou le dessableur est associé dans le même ouvrage au déshuilage, une quantité d'air étant nécessaire pour assurer l'aération, et la remontée des huiles en surface. Le débit d'air à injecter varie de 1 à 1,5 m³ par m³ d'eau à traiter soit :

$$Q_{\text{air}} (\text{m}^3/\text{h}) = (1 \text{ à } 1,5) Q_p = \text{m}^3/\text{h}$$

III.5. Traitement Primaire

Le traitement primaire c'est la Décantation primaire :

La décantation primaire (Figure 4) a pour objet de parfaire la qualité des prétraitements notamment par la capture des matières en suspension 'MES' naturellement décantables et par élimination poussé des flottants (huile et graisse). En moyenne elle élimine jusqu' à 80% de MES et 30% à 40% de la DBO₅.

La décantation primaire s'impose généralement pour les stations d'épuration de grandes agglomérations (moyenne et forte charge).

Les temps de séjours des eaux dans le décanteur primaire allant de 1 à 4 heures et la vitesse de chute des particules est de 2 à 2,5 m/h.

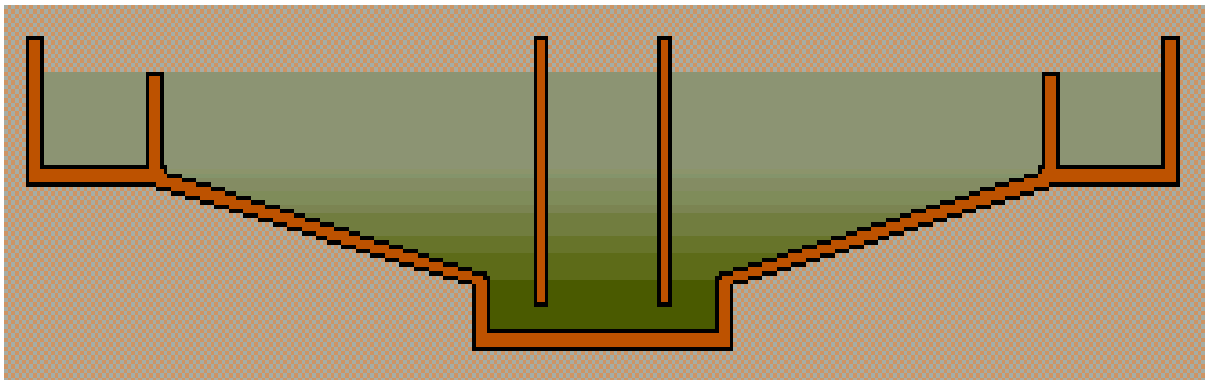


Figure 4 : Décanteur primaire