

Traitement aérobie et anaérobie des eaux usées urbaines ;

La station d'épuration de la ville de

Marseille comme exemple

Résumé :

Collectées par le réseau d'assainissement d'une agglomération, les eaux usées urbaines contiennent de nombreux éléments polluants, provenant de la population et des activités domestiques, commerciales et industrielles. Elles sont acheminées vers une station d'épuration où elles subissent plusieurs phases de traitement, dont le but est d'éliminer la majeure partie des substances polluantes de manière à ne pas perturber le milieu récepteur.

Il existe différentes méthodes d'épuration biologique des eaux usées classées en fonction du niveau d'aération (aérobie ou anaérobie) et du mode de culture bactérienne (libre ou fixée). Le choix entre ces procédés dépend de plusieurs facteurs (nombre d'habitants, quantité d'eau à traiter, budget, etc.)

Si aujourd'hui, la ville de Marseille a décidé de compléter son système d'épuration des eaux usées par un étage biologique fonctionnant par aérobie sur culture fixe, c'est en grande partie en suivant ces facteurs mais aussi suite aux études qui ont été menées par le Centre d'Océanologie de Marseille et relayées ensuite par les médias qui ont fait prendre conscience aux citoyens de l'urgence de ce nouveau traitement.

Dans ce rapport, qui a le mérite de traiter d'un sujet très large dans sa première partie alors qu'il est au contraire, très ciblé dans la seconde, nous traitons tout d'abord des différents modes de traitements biologiques aérobies et anaérobies existants des eaux usées, puis nous nous ciblons plus précisément sur la station d'épuration de la ville de Marseille qui vient de mettre en place une nouvelle extension biologique, le complexe « Géolide ».

Claire SEGUIN

Jean-Baptiste CARBUCCIA

Sommaire

Introduction (p.5)

I) Traitement aérobie et anaérobie des eaux usées (p.6)

1.1 : Les prétraitements (p.6)

- 1.1.1 Le dégrillage
- 1.1.2 Le déshuilage/dégraissage
- 1.1.3 Le dessablage

1.2 : Le traitement primaire (p.9)

- 1.2.1 La décantation primaire classique
- 1.2.2 La décantation lamellaire
- 1.2.3 La décantation avec floculation préalable

1.3 : Le traitement secondaire (p.10)

- 1.3.1 Principe d'épuration (p.11)
 - › 1.3.1.1 Traitement de la pollution carbonée
 - › 1.3.1.2 Traitement de la pollution azotée
 - › 1.3.1.3 Traitement de la pollution phosphorée
- 1.3.2 Les différents procédés de traitement biologique (p.15)
 - › 1.3.2.1 Les procédés aérobies (p.15)
 - Procédé aérobie à culture libre
 - Les boues activées
 - Procédé aérobie à culture fixe
 - Les lits bactériens
 - Les disques biologiques ou biodisques
 - La biofiltration ou Lits granulaires
 - › 1.3.2.2: Les procédés anaérobies (p.26)
 - 1.3.2.2.1 La méthanisation
 - Généralités
 - Les différentes étapes de la méthanisation
 - 1.3.2.2.2 Les procédés de digestion anaérobie

- Procédé anaérobie à culture libre
- Procédé anaérobie à culture fixée
- ▶1.3.2.3 : Le lagunage (p.33)
 - 1.3.2.3.1 Le lagunage naturel
 - 1.3.2.3.2 Le lagunage aéré
 - 1.3.2.3.3 Le lagunage anaérobie ou non aéré

1.4 : Le traitement tertiaire (p.38)

- **1.4.1 L'affinage**
- **1.4.2 Elimination de la pollution non biodégradable**
- **1.4.3 Elimination de la pollution azotée**
- **1.4.4 Elimination de la pollution Phosphorée: la déphosphatation**
- **1.4.5 La désinfection**

II) La station d'épuration de la ville de Marseille (p.46)

2.1 : Fonctionnement actuel et extension (p.46)

- **2.1.1 Historique**
- **2.1.2 Description de l'installation existante**
 - ▶2.1.2.1 Le réseau d'assainissement installé
 - Les chiffres clefs du réseau
 - ▶2.1.2.2 L'usine de traitement des eaux existante (partie physico-chimique)
 - Les chiffres clefs de la station
 - Description
 - ▶2.1.2.3 L'usine de traitement des boues
 - Les chiffres clés de cette usine de traitement des boues :
 - Description
 - ▶2.1.2.4 Les émissaires
- **2.1.3 Géolide : l'extension biologique de la station de traitement des eaux**
 - ▶2.1.3.1 Traitement biologique par BIOSTYR®
 - ▶2.1.3.2 Traitement des eaux de lavage par ACTIFLO®
 - ▶2.1.3.3 Traitement des graisses par BIOLIX®
 - ▶2.1.3.4 Modifications envisagées avec la mise en route de Géolide
 - Au niveau de la station des eaux
 - Au niveau de la station des boues

2.2 : Apport du traitement biologique (p.68)

- **2.2.1 Préservation de l'environnement**
 - ›2.2.1.1 Obtenir une meilleure qualité des rejets
- **2.2.2 Minimisation maximale de toute nuisance liée au traitement de l'eau**
 - ›2.2.2.1 Pour l'usine de Traitement des Eaux
 - ›2.2.2.2 En ce qui concerne l'usine de Traitement des Boues, émissaires
- **2.2.3 Amoindrissement de l'impact des rejets sur les espèces présentes**
 - ›2.2.3.1 Au niveau de l'usine de traitement des eaux
 - ›2.2.3.2 Concernant l'Usine de traitement des boues
- **2.2.4 Application du principe de développement durable**
 - ›2.2.4.1 Valorisation des boues
 - ›2.2.4.2 Valorisation du biogaz

2.3 : Quelques chiffres concernant les installations (p.73)

- **2.3.1 Récapitulatif**
- **2.3.2 Usine de traitement des eaux**
- **2.3.3 Usine de traitement des boues**
- **2.3.4 La plus vaste station d'épuration enterrée au monde**

Conclusion (p.75)

Remerciements (p.76)

Bibliographie (p.77)

Lexique (p.80)

Liste des figures (p.83)

Liste des abréviations (p.85)

Annexes : Pages de garde des documents de la station d'épuration de Marseille (p.87)

Introduction

Collectées par le réseau d'assainissement d'une agglomération, les eaux usées urbaines contiennent de nombreux éléments polluants, provenant de la population et des activités domestiques, commerciales et industrielles. Elles sont acheminées vers une station d'épuration où elles subissent plusieurs phases de traitement. Le but de ces différents traitements est de diminuer suffisamment la quantité de substances polluantes contenues dans les eaux usées pour que l'eau finalement rejetée dans le milieu naturel ne dégrade pas ce dernier. Le "nettoyage" des eaux usées obéit donc à une logique de préservation des ressources en eau et de protection de l'environnement. La réglementation récente en a sensiblement renforcé l'importance dans notre pays.

La dépollution des eaux usées nécessite une succession d'étapes faisant appel à des traitements physiques, physico-chimiques et biologiques. Depuis 1995, la réglementation en vigueur impose aux collectivités la mise en oeuvre d'un traitement de leurs eaux usées par voie biologique. Les traitements biologiques ou traitements secondaires, sont classés en fonction (i) des conditions d'aération du système (aérobie ou anaérobie) et (ii) de la culture des microorganismes qui est soit libre (en suspension) soit fixée (sur des supports). Le choix entre les procédés et les différentes techniques d'épuration biologique des eaux usées se fait selon plusieurs facteurs et notamment, en fonction du nombre d'habitants de la zone considérée à traiter. La communauté urbaine Marseille Provence Métropole a entrepris l'extension des installations existantes de traitement des eaux par la mise en place d'une filière de traitement biologique appelée « complexe Géolide ». En effet la station d'épuration de Marseille est raccordée à de nombreuses communes voisines et a une capacité d'épuration de 1 865 000 équivalents habitants soit un traitement journalier moyen de 246 000 m³ d'eaux usées. Le procédé biologique utilisé par la station de Marseille est une technique aérobie en culture fixe appelée « la biofiltration ».

Ce rapport s'organisera en deux parties ; une première décrira les différents niveaux de traitement des eaux usées urbaines (prétraitement, traitement primaire, secondaire et tertiaire) et portera plus particulièrement sur les différents modes existants de traitement biologique aérobie et anaérobie. La seconde partie s'intéressera à la station d'épuration de Marseille, à ses installations et son fonctionnement actuel, puis suite à l'extension biologique. Enfin, l'apport du complexe Géolide en terme économique et environnemental sera abordé.

I. Traitement aérobie et anaérobie des eaux usées

Selon le degré d'élimination de la pollution et les procédés mis en oeuvre, quatre niveaux de traitements sont définis ; les prétraitements, le traitement primaire, secondaire et tertiaire.

1.1 Les prétraitements

Les prétraitements visent à retirer de l'eau usée les matières qui peuvent nuire à la qualité du traitement aval ou à la pérennité des ouvrages ; ils permettent de débarrasser les eaux usées des gros déchets, des sables et graviers, des huiles et des matières flottantes. Les prétraitements correspondent à plusieurs étapes :

1.1.1 Le dégrillage

Il permet l'élimination de macro déchets (papiers, bois, plastique, chiffons, etc.) qui sont retenus par des grilles (Figure 1). Cela permet de protéger les ouvrages avals contre l'arrivée de gros objets susceptibles de provoquer des bouchages dans les différentes unités de l'installation. Il rend également plus efficace les traitements suivants car ils ne sont pas gênés par ces matières grossières et s'appliquent donc directement sur l'eau. Le dégrillage est classé en trois catégories selon l'écartement entre barreaux de grille :

- le pré dégrillage, pour un écartement supérieur à 40 mm
- le dégrillage moyen, pour un écartement de 10 à 40 mm
- le dégrillage fin, pour un écartement inférieur à 10 mm

Ces macro déchets sont ensuite récupérés par un dispositif mobile (râteau d'évacuation et godet) qui remonte le long des grilles et les fait tomber dans une benne qui une fois pleine les transporte vers un compacteur à déchets. Ce dernier permet de réduire le volume des macro déchets et de retirer une partie de l'eau qu'ils contiennent (eau redirigée vers la filière de traitement). Les macro déchets sont ensuite traités de manière spécifique, soit envoyés en centre d'enfouissement technique de classe 2 (CET II, cf. Lexique) soit en incinérateur.

1.1.2 Le déshuilage/dégraissage

On regroupe sous le terme « d'huile » des produits liquides aussi différents que les huiles végétales, les huiles minérales et les hydrocarbures légers. Le déshuilage permet l'élimination des huiles et des graisses qui remontent à la surface du bassins lorsque l'eau est soufflée et aérée (Figure 1); on parle de déshuilage par flottation assistée (utilisation de bulles d'air). Pour un dégraissage sommaire, l'air est insufflé par des diffuseurs à bulles moyennes allant de 2 à 4 mm de diamètre, provoquant une turbulence qui sépare les particules lourdes agglomérées des graisses. Pour un dégraissage plus poussé, les bulles utilisées sont plus fines (de 0,5 à 1 mm de diamètre) et sont produites par un aérateur immergé. Les huiles et les graisses sont ensuite récupérées par raclage en surface puis soit traitées spécifiquement, soit évacuées en CET, soit en incinération. Les graisses perturbent les traitements biologiques en limitant la diffusion d'oxygène dans l'eau et en gênant la décantation des boues ; de plus elles peuvent être, de par leurs propriétés chimiques, source d'odeurs nauséabondes et de colmatage des canalisations. Enfin, les substances lipidiques favorisent le développement des bactéries filamenteuses pouvant générer de graves perturbations des stations d'épuration. (CANLER 2001).

1.1.3 Le dessablage

Il permet l'élimination, par décantation, des sables et des graviers qui se déposent au fond des bassins au cours de l'écoulement. S'ils n'étaient pas enlevés, ils se déposeraient plus loin, gênant le fonctionnement de la station et provoquant une usure plus rapide des éléments mécanique comme les pompes. « Les sables » sont traités spécifiquement, et en fonction de la performance du traitement, ils pourront être valorisés par la suite.

En station d'épuration, les prétraitements commencent par le dégrillage, puis par le déshuilage et le dessablage ; ces deux dernières étapes (dessablage et déshuilage) se réalisent le plus souvent dans un même ouvrage ; les sables décantent au fond de celui-ci tandis que les graisses remontent en surface. Les eaux usées débarrassées des objets encombrants, des graisses et des sables sont alors dirigées vers le traitement primaire ou parfois directement en traitement secondaire.