

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université A. MIRA – BEJAIA



Faculté de Technologie

Département de Génie des Procédés

MEMOIRE DE FIN DE CYCLE

En vue de l'obtention du diplôme de

Master

Filière : Sciences et Génie de l'Environnement

Option : Génie des Procédés de l'Environnement

Thème

**Étude des performances épuratoires de la station d'épuration des eaux usées
de la ville de Béjaïa**

Présenté par

BOUMANSOUR Nabil et SMAHI Djamel-eddine

Soutenu le 29/09/2020

Devant le jury composé de :

Mme N. Cherchour

Maître de conférences classe A

Présidente

Mr M. Benamor

Professeur à l'université A. MIRA Béjaïa

Examinateur

Mme H. Belkacemi

Professeure à l'université A. MIRA Béjaïa

Promotrice

Promotion : 2019/2020

Remerciements

Nous adressons nos sincères remerciements à notre promotrice **Mme BELKACEMI** pour sa patience, sa disponibilité, ses précieux conseils et son encouragement durant le déroulement de ce travail.

Nos vifs remerciements vont également à Monsieur le directeur de l'Office National de l'Assainissement de la ville de Bejaïa, qui nous a accordé l'avis favorable pour la collecte des données et des informations au niveau de la station d'épuration de la ville de Bejaïa.

Nous tenons à remercier également, le personnel de la station d'épuration de la ville de Bejaïa pour son accueil chaleureux et pour tous les efforts fournis de sa part afin de nous apporter des éclaircissements à propos du fonctionnement de la STEP.

Nous remercions par ailleurs vivement les membres du jury de nous avoir fait l'honneur de juger notre travail et d'assister à la soutenance.

Je dédie ce travail à

Mes chers parents

Mes frères et sœurs

Mon neveu et nièces

Mes proches

Mes amis et amies

Djamel

Introduction.....1

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I.1. Généralités sur les eaux usées.....2

 I.1.1. Définition des eaux usées.....2

 I.1.1.1 : Les eaux usées domestiques.....2

 I.1.1.2 : Les eaux usées industrielles2

 I.1.1.3 : Les eaux de ruissellement.....2

 I.1.2 : Caractéristiques et composition des eaux usées2

 I.1.3 : Paramètres de caractérisation des eaux usées3

 I.1.3.1 : Paramètres physicochimiques3

 a. Température (T).....3

 b. Potentiel d'hydrogène (pH)4

 c. Conductivité (CE)4

 d. Couleur.....4

 e. Oxygène dissous4

 f. Turbidité :.....4

 g. Matières en suspension (MES)4

 h. Matières volatiles en suspension (MVS)5

 i. Matières sèches (MS)5

 j. Matières décantables5

 k. Demande chimique en oxygène (DCO) :.....5

 l. Demande biochimique en oxygène (DBO) :.....5

 m. Carbone organique total (COT) :.....5

 n. Composés azotés :.....6

 o. Composés phosphorés :.....6

 p. Biodégradabilité.....7

 q. Métaux toxiques :.....7

 I.1.3.2 : Paramètres particuliers :.....8

 a. Agents de surface :.....8

 b. Matières inhibitrices :.....8

 c. Huiles et graisses :.....9

 d. Soufre réducteur :.....9

 I.1.3.2 : Paramètres biologiques :.....9

Sommaire

a. Germes aérobies revivifiables (germes totaux) :.....	9
b. Escherichia coli et bactéries coliformes :.....	10
c. Entérocoques :.....	10
d. Bactéries sulfito-réductrices :.....	10
I.2 : Généralités sur le fonctionnement d'un réseau d'assainissement des eaux usées :.....	11
I.2.1 : Collecte des eaux usées :.....	11
I.2.2 : Définition d'une station d'épuration :.....	11
I.2.3 : Différents procédés de traitement mis en œuvre dans une STEP :.....	11
I.2.3.1 : Prétraitement :.....	12
I.2.3.1.1. Dégrillage :.....	12
I.2.3.1.2. Dessablage :.....	13
I.2.3.1.3. Dégraissage-déshuilage :.....	13
I.2.3.2 : Traitement primaire :	13
I.2.3.3 : Traitement secondaire :.....	15
I.2.3.3.1 : Traitements physico-chimiques :.....	15
I.2.3.3.2 : Traitements biologiques :.....	15
a. Les procédés biologiques extensifs (Lagunage et épuration par le sol)....	16
b. Les procédés biologiques intensifs :.....	17
b.1 : Les procédés à cultures fixées :.....	17
b.1.1 : Lit bactérien (ou lit à ruissellement)	17
b.1.2 : Lit immergé fixé (Biofiltres) :.....	18
b.1.3 : Disques biologiques :.....	19
b.2 : Les procédés à cultures libres (Boues activées) :.....	20
I.2.3.4 : Traitement tertiaire :.....	21
I.2.3.4.1 : Traitement de l'azote (N) :.....	21
I.2.3.4.2 : Traitement du phosphore (P) :.....	21
a. Déphosphatation biologique :.....	22
b. Déphosphatation physico-chimique :.....	22
I.2.3.4.3 : Elimination de la pollution récalcitrante :.....	22
I.2.3.4.4 : Désinfection :.....	22
a. Désinfection par le chlore :.....	23
b. Désinfection par l'ozone :.....	23
c. Désinfection par UV :.....	23
I.2.3.5 : Traitement des boues :.....	23

Sommaire

I.2.3.5.1 : L'épaississement :.....	24
I.2.3.5.2 : La stabilisation :.....	24
I.2.3.5.3 : La déshydratation :.....	24
I.2.3.5.4 : Le séchage :.....	24
I.3 : Perspectives de valorisation des eaux épurées et des boues produites :.....	25
I.3.1 : Réutilisation des eaux épurées :.....	25
I.3.2 : Valorisation des boues :.....	25
 Chapitre II : Présentation du réseau d'assainissement et de la STEP de la ville de Bejaïa	
II.1 : Présentation de l'Office National de l'Assainissement (ONA) :.....	27
II.1.1 : Les missions de l'ONA.....	27
II.2 : Présentation du réseau d'assainissement de la ville de Bejaïa :.....	27
II.3 : Présentation de la STEP de la ville de Bejaïa :.....	28
II.3.1 : Données de base :.....	29
II.3.2 : Caractéristiques et nature des effluents à traiter :.....	29
II.3.3 : Les étapes de traitement au niveau de la STEP de Bejaïa :.....	29
II.3.3.1 : Prétraitement :.....	31
II.3.3.1.1: Fosse à bâtards et dégrillage grossier :.....	31
II.3.3.1.2 : Station de relevage :.....	31
II.3.3.1.3 : Dégrillage fin :.....	31
II.3.3.1.4 : Dessablage déshuilage :.....	31
II.3.3.2 : Traitement biologique :.....	31
II.3.3.3 : Désinfection :.....	32
II.3.3.4 : Gestion des sous-produits :.....	32
II.3.3.4.1 : Refus de dégrillage :.....	32
II.3.3.4.2 : Sables :.....	32
II.3.3.4.3 : Huiles et graisses :.....	32
II.3.3.4.4 : Traitement des boues :.....	33
II.3.4 : Types d'analyses effectuées sur les eaux de la STEP :.....	33
II.4 : Valeurs limites des paramètres de rejet de l'eau traitée :.....	34
II.5 : Coefficient de biodégradabilité des eaux brutes :.....	34
II.6 : Rendement et performance :.....	35
II.7 : Etat de fonctionnement des différentes parties de la STEP :.....	36

Sommaire

Conclusion.....37

Références bibliographiques

Liste des abréviations

CE :	Conductivité Electrique
COT :	Carbone Organique Total
DBO :	Demande Biochimique en Oxygène
DCO :	Demande Chimique en Oxygène
EH :	Equivalent Habitant
E.P.I.C :	Établissement Public à caractère Industriel et Commercial
K :	Coefficient de biodégradabilité
MES :	Matières En Suspension
MVS :	Matières Volatiles en Suspension
MS :	Matières sèche
NK :	Azote Kjeldahl
NT :	Azote total
NTU :	NephelometricTurbidity Unit
OMS :	Organisation Mondiale de la Santé
ONA :	Office National de l'Assainissement
pH :	Potentiel Hydrogène
PT :	Phosphore Total
STEP :	Station d'épuration des eaux usées
T :	Température
°C :	Degré Celsius
k :	kelvin
µS/cm :	Microsiemens par centimètre
mg/L :	Milligramme par litre
ml/L :	Millilitre par litre
mm :	Millimètre
m/s :	Mètre par seconde
µm :	Micromètre

Liste des abréviations

V :	Volume (m ³)
Q :	Débit volumique (m ³ /j)
S :	Surface (ha)
m :	Mètre
tr/mn :	Tour par minute
CAG :	Charbon actif en grains
UV :	Ultraviolet
UVc :	Ultraviolet C
nm :	Nanomètre
NPK :	Azote Phosphore Potassium

Liste des figures :

Figure I.1 : schéma de principe d'une grille droite.....	12
Figure I.2 : Décanteur statique à fond raclé.....	14
Figure I.3 : Traitements par le sol.....	17
Figure I.4 : Lit bactérien.....	18
Figure I.5 : Biofiltre à flux descendant Biocarbone ® (Degrémont).....	19
Figure I.6 : Schéma de principe des disques biologiques.....	19
Figure I.7 : Schéma simplifié d'un système à boues activées.....	20
Figure II.1 : Carte du réseau d'assainissement de la ville de Bejaïa.....	28
Figure II.2 : Géolocalisation de la STEP de Bejaïa.....	28
Figure II.3 : Schéma de fonctionnement de la STEP de la ville de Béjaia.....	30

Liste des tableaux :

Tableau II.1 : Liste des analyses effectuées sur les échantillons prélevés.....	33
Tableau II.2 : Liste des paramètres et des normes de l'OMS pour les eaux usées.....	34
Tableau II.3 : Résultats d'analyses et rendement épuratoire sur les différents paramètres suivis dans la STEP de Bejaïa.....	35
Tableau II.4 : état de fonctionnement des différents équipements et procédés de la STEP....	36

Introduction

Introduction

L'eau est la substance minérale la plus répandue à la surface du globe. Elle constitue l'hydrosphère. Son volume est estimé à 1370 millions de kilomètres cubes, cependant 0,6 % seulement (de l'ordre de $8 \cdot 10^6 \text{ km}^3$) constitue les eaux continentales (y compris les nappes souterraines et l'humidité des sols) dont la moitié est difficilement exploitable. Cette dernière est le vecteur privilégié de la vie et de l'activité humaine. Ceci implique la nécessité impérieuse de la protéger et de la traiter pour limiter les rejets de pollution dans le milieu naturel, (Memento degremont® de SUEZ, s. d.).

On estime que 8% de l'utilisation mondiale de l'eau est à usage domestique (eau de boisson, baignade, cuisine, nettoyage et jardinage...), 22% pour les usages industriels (fluide thermique, fluide de nettoyage et agent intervenant dans un procédé de fabrication comme solvant ou matière première ...), 70% pour l'irrigation des cultures (Y. Li, K. Migliaccio, 2010).

Après son utilisation, l'eau contient une multitude de polluants chimiques et biologiques. À ce stade, elle est appelée "eau usée". Il convient alors de l'acheminer, par le biais du réseau d'assainissement, vers une station d'épuration des eaux usées où elle subira différents procédés de traitement qui la débarrasseront de ses contaminants. Ainsi, les risques de contamination et de perturbation des écosystèmes récepteurs seront évités.

Afin d'approfondir nos connaissances dans le domaine du traitement des eaux, nous avons choisi d'effectuer notre stage pratique au sein de la station d'épuration des eaux usées de la ville de Béjaïa.

Notre travail a pour objectif l'étude des performances épuratoires de la STEP. La démarche adoptée consiste à suivre la qualité de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP et la comparaison des différents résultats d'analyses physicochimiques et bactériologiques aux normes algériennes de rejet des eaux épurées.

Le présent mémoire est constitué de deux chapitres :

- Le premier chapitre comporte les généralités sur les eaux résiduaires, les STEP et les procédés de traitement des eaux résiduaires.
- Le deuxième chapitre présentera le réseau d'assainissement, la STEP de la ville de Béjaïa et ses performances épuratoires.

Chapitre I

I.1. Généralités sur les eaux usées :

I.1.1. Définition des eaux usées :

Les eaux usées sont toutes les eaux dont les caractéristiques initiales (physiques, chimiques, biologiques), conformes aux normes de qualités, ont été altérées après leurs utilisations domestiques ou industrielles. Ces dernières englobent également les eaux de ruissellement.

Chaque type d'eau usée possède des caractéristiques liées à son origine. Ainsi, les eaux usées sont divisées de façon générale en trois catégories :

I.1.1.1 : Les eaux usées domestiques :

Elles proviennent des ménages. Ces effluents sont un mélange d'eaux contenant des déjections humaines-urines, fèces (eaux vannes) et l'eau de toilette et de nettoyage des sols et des aliments (eaux ménagères). Elles sont essentiellement porteuses de pollution organique, de détergents, de graisses, de solvants, etc. (G. Grosclaude, 1999).

I.1.1.2 : Les eaux usées industrielles :

Elles comprennent les rejets liquides résultant de l'utilisation de l'eau dans les processus de fabrication dans différentes industries, les caractéristiques des eaux usées industrielles dépendent du type d'industrie et de la nature des matières premières entrant dans le procédé de fabrication. Les eaux issues des activités artisanales ou commerciales peuvent aussi être classées dans cette catégorie (S. k. Garg, 1979).

I.1.1.3 : Les eaux de ruissellement :

Les eaux de pluie constituent l'essentiel des eaux de ruissellement. Avant d'arriver dans les réseaux, elles se chargent de pollution en deux étapes, dans l'atmosphère en lavant les poussières et en dissolvant les gaz, puis lors du ruissellement sur les surfaces en entraînant les matières particulaires et en solubilisant les éléments solubles déposés sur les surfaces (J. LE COENT, 2019).

I.1.2 : Caractéristiques et composition des eaux usées :

Selon leurs origines, les eaux usées se caractérisent par une grande variabilité de débits, mais aussi de composition. Elles peuvent contenir en concentrations variables :

- des matières en suspension plus ou moins facilement décantables ou coagulables,
- des matières colloïdales ou émulsionnées : argiles, micro-organismes, macromolécules hydrophobes (huiles, graisses, hydrocarbures, etc.), ...
- des matières en solution de nature organique ou minérale, ou sous forme de gaz dissous,
- des micro-organismes végétaux (algues, plancton, ...) ou animaux (protozoaires, bactéries...).

On considère que ces caractéristiques varient suivant les habitudes alimentaires, le niveau de vie, le mode d'habitat (urbain ou rural), les activités économiques, la densité de population et le climat (J. Rodier, 2009).

I.1.3 : Paramètres de caractérisation des eaux usées :

Vu la grande variabilité des eaux usées (nature des polluants rencontrés, concentrations présentes), il serait illusoire de vouloir caractériser et quantifier individuellement les très nombreux polluants différents présents dans les eaux usées. Des paramètres globaux de pollution ont donc été introduits pour évaluer globalement cette pollution. Il s'agit :

- de paramètres basés sur des réactions chimiques (demande chimique en oxygène, carbone organique total...),
- de paramètres faisant intervenir des réactions biochimiques (demande biochimique en oxygène),
- de paramètres bactériologiques (bactéries coliformes, streptocoques, flore hétérotrophe totale...),
- de tests de toxicité reflétant l'impact d'une toxicité globale de l'effluent sur une population donnée (algues, bactéries, poissons...), (J. Rodier, 2009).

I.1.3.1 : Paramètres physicochimiques :

a. Température (T) :

La température est un paramètre essentiel, elle joue un rôle dans le métabolisme des bactéries, dans la solubilité des gaz, dans la vitesse des réactions chimiques et dans la viscosité de l'eau. La température des eaux usées est légèrement supérieure à la température des eaux naturelles en raison de la chaleur reçue lors de son utilisation. Elle s'exprime en degré Celsius (°C) ou en kelvin (k), (S. K. Garg, 1979).

b. Potentiel d'hydrogène (pH) :

Le pH est la mesure de l'activité de l'ion hydrogène dans l'eau. Il est donné par la relation suivante :

$$\text{pH} = -\log(\text{H}^+)$$

La détermination de sa valeur dans l'eau usée est importante car l'efficacité de certains traitements dépend entièrement de la plage de pH, (S. K. Garg, 1979).

c. Conductivité (CE) :

La conductivité est la mesure de l'aptitude d'une eau à conduire le courant électrique. Elle dépend de la quantité d'ions présents dans l'eau, leurs valences, leur mobilité et la température de l'eau. Elle nous renseigne donc sur le degré de minéralisation de l'eau, elle s'exprime en micro siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$), (AWWA Staff, 2011).

d. Couleur :

La couleur des eaux usées peut normalement être distinguée à l'œil nu, elle indique la fraîcheur de l'eau usée si elle est jaunâtre, grise ou brune claire. Cependant, si elle est noire ou brune foncée, elle indique la septicité de l'eau. D'autres couleurs peuvent aussi apparaître en présence d'effluents industriels spécifiques (S. K. Garg, 1979).

e. Oxygène dissous :

Ce paramètre représente la quantité d'oxygène dissous dans l'eau en milligramme par litre (mg/L), sa détermination est importante car elle permet de réguler les systèmes d'aération des procédés de traitement biologiques, (S. K. Garg, 1979).

f. Turbidité :

La turbidité est une propriété optique causée par les matières en suspension (organiques ou inorganique) et les planctons de l'eau, elle est l'inverse de la transparence. Elle s'exprime en unité de turbidité néphélométrique (NTU), (AWWA Staff, 2011).

g. Matières en suspension (MES) :

Les (MES) représentent les impuretés non dissoutes dans l'eau, leur teneur est mesurée par la pesée du gâteau formé par la filtration d'un certain volume d'eau sur une membrane spécifiée et après son séchage à l'étuve, (F. Berné, 1998).

h. Matières volatiles en suspension (MVS) :

C'est la quantité de matière perdue après le passage des (MES) au four à 550 °C, (F. R. Spellman, 2008).

i. Matières sèches (MS) :

Ce sont les matières déterminées par évaporation de l'eau brute tamisée. Elles peuvent aussi être calculées en faisant la somme des matières en suspension et des matières en solution. C'est en fait le résidu sec sur l'eau brute tamisée, (J. Rodier, 2009).

j. Matières décantables :

C'est le volume de toutes les particules en suspension qui peuvent être décantées, sous l'action de la pesanteur, en deux heures dans un litre d'eau. Elles s'expriment donc en millilitre par litre (ml/L). La vitesse de décantation dépend principalement de la taille et de la densité de la particule, ainsi que de la température de l'eau, (J. Rodier, 2009).

k. Demande chimique en oxygène (DCO) :

La demande chimique en oxygène (DCO) est la quantité d'oxygène en milligrammes par litre (mg d'O₂/L) consommée, dans des conditions opératoires bien définies, lors de l'oxydation chimique des matières organiques et inorganiques oxydables présentes dans l'eau, (J. Rodier, 2009).

l. Demande biochimique en oxygène (DBO) :

C'est la différence entre la quantité initiale d'oxygène dissous, dans un échantillon, et la quantité finale après une période déterminée d'incubation à 20 °C et à l'obscurité. Elle représente la quantité d'oxygène en milligramme par litre (mg d'O₂/L) nécessaire aux micro-organismes aérobies pour oxyder les matières biodégradables. Quand la période d'incubation est de cinq jours, elle est appelée DBO₅, elle représente la pollution organique carbonée biodégradable, (L. Nelson, F. Nemerow, J. Agardy, J.A. Salvato, 2009).

m. Carbone organique total (COT) :

C'est la quantité de composés organiques (naturels ou de synthèse) présents dans les eaux résiduaires. Le (COT) est déterminé par oxydation thermique catalysée ou par photooxydation. Suivant que l'eau a été préalablement filtrée ou non, on obtiendra le carbone

organique dissous (COD) ou le carbone organique total (COT). Cette mesure peut permettre de faciliter l'estimation de la demande en oxygène liée aux rejets et d'établir éventuellement une corrélation avec la DBO et la DCO. Le principe de la mesure repose sur l'oxydation des composés carbonés contenus dans l'eau en les transformant en dioxyde de carbone (CO_2) qui est ensuite dosé à l'aide d'un analyseur infrarouge. Le carbone d'origine inorganique étant éliminé préalablement par dégazage en milieu acide, la détermination conduit directement à la teneur en carbone organique de l'échantillon. (J. Rodier, 2009).

n. Composés azotés :

La présence de l'azote dans l'eau indique la présence de matières organiques et peut apparaître sous une ou plusieurs des formes suivantes :

— L'azote ammoniacal (N-NH_4^+), il traduit un processus d'ammonification de la matière organique azotée. Les ions ammoniums subissent une nitrification par action des bactéries nitrifiantes.

— L'azote organique (N-N_{org}),

— L'azote nitreux (N-NO_2^-), ils proviennent d'une oxydation incomplète de l'azote ammoniacal ou par une réduction des nitrates par dénitrification. Les nitrites sont instables et sont rapidement transformés en nitrates.

— L'azote nitrique (N-NO_3^-), sont produits par nitrification de l'azote ammoniacal.

Dans les eaux usées, l'azote se trouve principalement sous forme ammoniacale. Les concentrations des formes oxydées de l'azote sont faibles.

L'azote kjeldahl (NK) représente la somme de l'azote ammoniacal et l'azote organique, (S. K. Garg, 1979).

L'azote global (NGL) ou total (N_{total}) et défini par :

$$\text{NGL} = \text{N}_{\text{total}} = \text{N}_{\text{organique}} + \text{N}_{\text{minéral}} = \text{N}_{\text{org}} + \text{N-NH}_4^+ + \text{N-NO}_2^- + \text{N-NO}_3^-$$

o. Composés phosphorés :

Le phosphore est l'un des composants essentiels de la matière vivante. Les composés phosphorés ont deux origines, le métabolisme humain et les détergents. Dans les eaux usées, le phosphore se trouve soit sous forme d'ions orthophosphates isolés, soit sous forme d'ions phosphates avec des molécules organiques. Les orthophosphates correspondent au groupement PO_4^{3-} , leur présence dans les eaux usées est souvent liée à la décomposition de la matière organique, aux engrais phosphatés industriels entraînés par lessivage ou par infiltration, (R, Salghi).

p. Biodégradabilité :

Il est important d'estimer la biodégradabilité de l'effluent pour pouvoir choisir la combinaison de traitements adéquate. Le rapport de biodégradabilité est défini par :

$$K = \text{DCO} / \text{DBO}_5$$

La valeur de K donne le caractère de l'effluent :

$K = 1,5$ la pollution est spontanément biodégradable.

$2 < K < 3$ la pollution est biodégradable à condition de mettre au point un traitement adéquat.

$K > 5$ la pollution est non biodégradable, un traitement physico-chimique s'impose, (C. Cardot, 2010).

q. Métaux toxiques :

Les métaux lourds sont les éléments les plus nocifs dans les eaux résiduaires, notamment dans les boues où ils sont accumulés pendant les différentes phases de l'épuration. Leur origine est avant tout industrielle mais aussi diffuse (corrosion des tuyauteries).

Arsenic, As : Il est présent dans certains pesticides, il présente un intérêt environnemental car il représente une toxicité chronique pour l'homme et les animaux en s'accumulant dans certains organes sans être évacué avec l'urine ou les excréments, (E. R. Alley, 2007).

Cadmium, Cd : Le cadmium affecte le métabolisme et est très toxique pour les animaux et les humains, il s'accumule dans les organes (les reins et le foie) et peut causer la mort. On le rencontre généralement dans les effluents des industries métallurgiques, (E. R. Alley, 2007).

Chrome, Cr : La source du chrome dans l'eau est le sol où il est sous forme de métal lourd et les déchets industriels. Le chrome trivalent Cr^{3+} à l'état réduit est moins toxique que le chrome hexavalent Cr^{6+} oxydé, (E. R. Alley, 2007).

Cuivre, Cu : Il est hautement toxique à des quantités supérieures à 100 mg/L pour les animaux et les humains et peut provoquer des vomissements et des lésions hépatiques. Des concentrations élevées de cuivre rendent l'eau bleue. Le sulfate de cuivre peut être utilisé pour lutter contre les algues, (E. R. Alley, 2007).

Plomb, Pb : Il est ramené dans l'eau par les rejets de peintures et les déchets industriels. Le plomb est accumulé dans les organes animaux et humains avec plus de 0,5 mg/L causant un

empoisonnement au plomb. Le saturnisme est une maladie causée par le plomb qui affecte le système nerveux central des animaux et des humains, (E. R. Alley, 2007).

Nickel, Ni : Le nickel est rarement présent dans l'eau sous sa forme élémentaire. Il est relativement non toxique pour les humains, mais peut être toxique pour les poissons et la vie aquatique, (E. R. Alley, 2007).

Zinc, Zn : Il se trouve dans de nombreuses eaux usées industrielles. À des concentrations supérieures à 30 mg/L, le zinc donne un aspect laiteux aux eaux (E. R. Alley, 2007).

Mercure, Hg : La toxicité des sels de mercure varie très largement en fonction de leurs caractéristiques chimiques (état d'oxydation, formes minérales ou organiques). Les sels mercurieux sont faiblement toxiques, contrairement aux sels mercuriques et aux dérivés organo-mercuriels. Plusieurs formes de toxicité sont connues comme les stomatites, les syndromes néphrotiques et les troubles neurologiques irréversibles, (B. Legube, 2015).

I.1.3.2 : Paramètres particuliers :

Dans certains cas particuliers et dans le cas des effluents industriels, on pourra avoir recours :

- à l'analyse spécifique de certains polluants ou micropolluants, qu'ils soient chimiques ou bactériologiques.
- à l'analyse globale d'une classe de polluants (par exemple l'indice phénol ou les hydrocarbures totaux), (J. Rodier, 2009).

a. Agents de surface :

Les agents de surface présentent un intérêt car ils peuvent affecter le traitement des eaux usées en émulsifiant les huiles ou les métaux et peuvent former des mousses et ralentir le transfert d'oxygène, (E. R. Alley, 2007).

b. Matières inhibitrices :

Elles désignent l'ensemble des polluants des eaux (minéraux ou organiques) possédant une toxicité susceptible d'inhiber le développement et/ou l'activité de certains organismes aquatiques. Perturbant les écosystèmes aquatiques, ces diverses substances toxiques (pesticides, hydrocarbures, métaux, huiles, organochlorés...) posent également des problèmes

dans les stations d'épuration en empêchant la croissance des micro-organismes qui assurent l'épuration biologique des eaux, (J. Rodier, 2009).

c. Huiles et graisses :

Dans les eaux usées, les huiles et les graisses proviennent principalement des activités domestiques ainsi que des rejets industriels. Elles constituent une gêne considérable pour le fonctionnement normal des stations de traitement des eaux usées en provoquant le colmatage des canalisations et des pompes. De plus, au niveau du traitement biologique, un film graisseux peut se former à la surface de l'ouvrage, réduisant ainsi les échanges entre l'effluent et l'air, empêchant une bonne oxygénation du milieu ce qui pourra entraîner une baisse de l'activité des bactéries aérobies, (J. Rodier, 2009).

d. Soufre réducteur :

Les composés soufrés réducteurs sont importants dans le contrôle analytique des eaux résiduaires notamment anciennes ou stagnantes, c'est-à-dire quand l'effluent devient septique. En présence de sulfates et autres composés soufrés, cette septicité peut conduire à la formation de sulfures et provoquer le dégagement d'hydrogène sulfuré, à l'origine non seulement d'odeur nauséabonde mais aussi de corrosion du réseau, (J. Rodier, 2009).

I.1.3.2 : Paramètres biologiques :

Les micro-organismes sont très présents dans l'eau. Certains d'entre eux sont pathogènes. Certains sont indicateurs de contamination et/ou d'efficacité d'un traitement et doivent donc être impérativement recherchés. C'est le cas des bactéries *Escherichia coli* et *entérocoques*, ainsi que des *germes aérobies revivifiables* et des bactéries *sulfito-réductrices*, (B. Legube, 2015).

a. Germes aérobies revivifiables (germes totaux) :

Cette dénomination inclut toutes les bactéries aérobies mésophiles et hétérotrophes capables de se développer (donc de produire des colonies) à 22 °C en 72 h et à 36 °C en 48 h. Leur détermination est généralement effectuée par incorporation en milieu gélosé ou par ensemencement en surface, puis par comptage des colonies, (B. Legube, 2015).

b. Escherichia coli et bactéries coliformes :

Ce sont des organismes en bâtonnets, non sporogènes, présents dans les matières fécales et se développant naturellement dans les milieux aquatiques. Certaines espèces sont pathogènes, notamment *E. coli* (exclusivement d'origine fécale) dont certaines souches peuvent provoquer des troubles intestinaux (gastroentérites), voire des épidémies graves (dysenterie).

Les coliformes totaux (genres *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Yersinia*, *Serratia*) sont dénombrés à 35-37 °C après filtration sur membrane, puis développement en milieu de culture. Les méthodes analytiques permettent de distinguer les terminologies suivantes:

- coliformes fécaux ou coliformes thermotolérants : ils se développent après incubation à 44 °C ;
- *E. coli* présumé : coliformes thermotolérants produisant de l'indole à partir du tryptophane ;
- *E. coli* : coliformes thermotolérants produisant de l'indole à partir du tryptophane et ayant des caractéristiques biochimiques propres à cette espèce, (B. Legube, 2015).

c. Entérocoques :

De la famille des streptocoques, les entérocoques (anciennement appelés « streptocoques fécaux ») sont des témoins d'une pollution fécale. Ils peuvent être pathogènes chez l'homme et leur dénombrement se fait toujours en parallèle des coliformes fécaux. Comme pour les autres bactéries, les méthodes d'ensemencement traditionnelles (filtration sur membranes, ensemencement en milieu liquide en tubes ou sur microplaques) sont utilisées, (B. Legube, 2015).

d. Bactéries sulfito-réductrices :

Les bactéries sulfito-réductrices sont des témoins de pollution fécale (moins nombreuses que *E. coli*) et ce sont leurs spores (beaucoup plus résistantes à la chloration) qui sont particulièrement recherchées. Certaines de ces bactéries sont pathogènes, comme *Clostridium perfringens* qui est plutôt révélateur d'une pollution fécale et qui doit être spécifiquement analysé.

Les méthodes par incorporation en gélose, par enrichissement en milieu liquide et par filtration sur membrane (déposée ensuite sur une gélose nutritive) sont les méthodes normalisées, avec des milieux spécifiques pour *C. perfringens*, (B. Legube, 2015).

I.2 : Généralités sur le fonctionnement d'un réseau d'assainissement des eaux usées :

La dépollution des eaux usées, également nommée assainissement, permet de préserver l'environnement en nettoyant ces eaux usées de leurs pollutions avant de les rejeter dans leur milieu naturel. Ce processus d'épuration comprend trois étapes principales :

- La collecte des eaux usées,
- L'épuration (ou dépollution), c'est-à-dire le traitement des eaux usées,
- Le rejet des eaux dépolluées dans le milieu naturel,

I.2.1 : Collecte des eaux usées :

Cette étape est assurée par un système de collecte basé sur des canalisations souterraines qui transportent l'eau. Ces réseaux peuvent être unitaires, c'est-à-dire qu'ils collectent les eaux de pluie et les eaux usées, ou séparatifs. Les réseaux séparatifs sont en fait des doubles réseaux avec un raccordement pour les eaux de pluie, et un pour les eaux usées. L'avantage du réseau séparatif est que les eaux pluviales, considérées comme peu polluées, sont rejetées directement dans le milieu récepteur (rivières et lacs principalement). Ces eaux peuvent aussi être mises dans des déversoirs d'orage et servir à arroser les jardins publics. Cela permet de ne pas surcharger les stations d'épuration, (Air liquide, 2020).

Après leur collecte les eaux usées sont acheminées vers une station d'épuration où elles seront traitées.

I.2.2 : Définition d'une station d'épuration :

C'est une installation qui permet d'éliminer la pollution de l'eau (domestique, industrielle ou pluviale) afin de pouvoir la rejeter sans aucun risque dans le milieu naturel (lac, rivière, mer) ou de la réutiliser. Dans une station d'épuration, le traitement des eaux usées est assuré par une série de procédés bien adaptés à chaque type de rejet, (Air liquide, 2020).

I.2.3 : Différents procédés de traitement mis en œuvre dans une STEP :

Différentes combinaisons de procédés sont possibles, le choix de la combinaison est conditionné par les caractéristiques de l'effluent à traiter et le degré de traitement requis. Dans la majorité des cas, le traitement des eaux usées est réalisé en quatre étapes distinctes. Il s'agit du prétraitement, traitement primaire, traitement secondaire et traitement tertiaire.

I.2.3.1 : Prétraitement :

Les collecteurs urbains d'eaux usées véhiculent des matières très hétérogènes et souvent volumineuses, spécialement sur des réseaux unitaires. Un prétraitement est donc nécessaire pour protéger les conduites contre les obstructions et les autres appareils de traitement contre l'abrasion, et plus généralement pour éliminer tout ce qui pourrait gêner les traitements ultérieurs. Des opérations mécaniques ou physiques sont mises au point pour remplir cette tâche, (Memento degremont® de SUEZ, s. d.).

I.2.3.1.1. Dégrillage :

Il consiste à faire passer les eaux usées au travers d'une grille ou une série de grilles composées de barreaux placés verticalement ou inclinés de 60 à 80° sur l'horizontale. L'espacement des barreaux varie de 6 à 100 mm, cela permet de retenir les éléments les plus grossiers. La vitesse moyenne de passage entre les barreaux est comprise entre 0,6 et 1 m/s, juste ce qu'il faut pour provoquer l'application des matières sur la grille, sans pour autant provoquer une perte de charge trop importante ou faire passer des matières avec le flux d'eau.

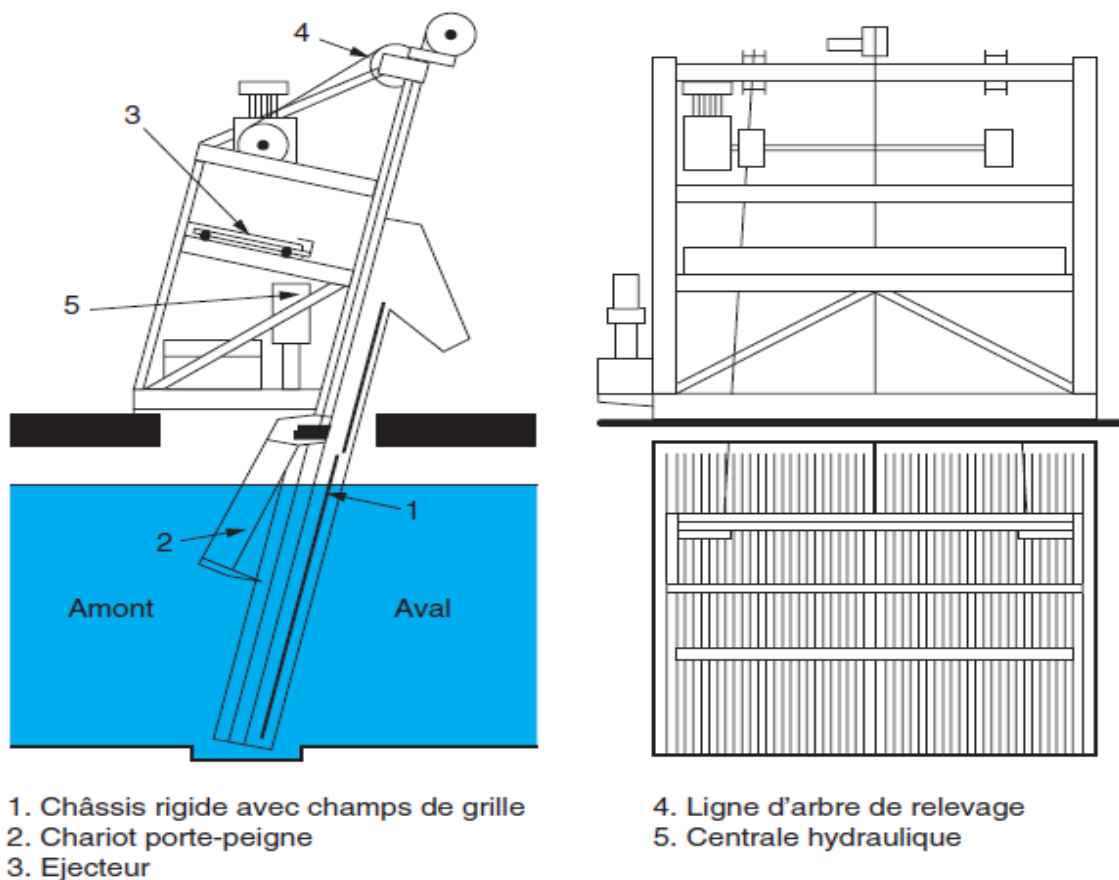


Figure I.1 : schéma de principe d'une grille droite (Memento degremont® de SUEZ, s. d.).

Le nettoyage de la grille est généralement mécanique. Il est réalisé par un peigne solidaire d'un chariot qui se déplace de bas en haut le long d'une crémaillère ou entraîné par deux câbles (figure I.1). Le fonctionnement du dispositif de nettoyage peut être commandé par une temporisation ou/et à partir d'un indicateur de perte de charge différentiel, (A. GAÏD, 1993).

I.2.3.1.2. Dessablage :

Il s'effectue sur des particules de dimensions supérieures à 200 μm . La vitesse de sédimentation se calcule par la loi de Stokes (chute libre). On calcule la section du dessableur de manière que la vitesse de l'eau ne descende pas au-dessous de 0,30 à 0,20 m/s ; on évite ainsi que les matières organiques se déposent en même temps que les sables. Les ouvrages à prévoir pour obtenir une vitesse d'écoulement de 0,30 m/s sont, par ordre d'importance :

- les dessableurs couloirs (à écoulement rectiligne), dont la vitesse d'écoulement est variable ou constante ;
- les dessableurs circulaires, à alimentation tangentielle et à brassage mécanique ou à insufflation d'air (pour éviter le dépôt de matières organiques, en heures creuses, avec faible débit) ;
- les dessableurs rectangulaires à insufflation d'air. On insuffle de l'air qui provoque une rotation de liquide et crée ainsi une vitesse constante de balayage du fond, perpendiculaire à la vitesse du transit, laquelle, beaucoup plus faible, peut alors être variable sans inconvénient. Le sable est extrait soit mécaniquement par raclage vers un poste de réception, puis repris par pompage, soit directement par pompe suceuse montée sur pont roulant, (A. GAÏD, 1993).

I.2.3.1.3. Dégraissage-déshuilage :

La dernière étape de prétraitement est le dégraissage-déshuilage. Il se base sur la réduction de la vitesse d'écoulement des eaux afin de faire flotter les graisses et les produits de densité légèrement inférieure à l'eau. Cette flottation est accélérée par l'injection de microbulles d'air par le fond. Les graisses sont ensuite raclées en surface. Cette technique permet d'éliminer 80 à 90% des graisses et matières flottantes, (S. Vandermeersch, 2006).

I.2.3.2 : Traitement primaire :

Les eaux usées après prétraitement ne contiennent plus qu'une charge polluante dissoute et des matières en suspension. Le traitement primaire consiste à réduire la quantité de

matières en suspension grâce à leurs densités qui sont supérieures à celle de l'eau. Ce procédé est mis en œuvre dans un bassin de décantation, ils en existent plusieurs types mais c'est le décanteur statique classique à fond raclé (figure I.2) qui est le plus utilisé pour le traitement des eaux résiduaires urbaines.

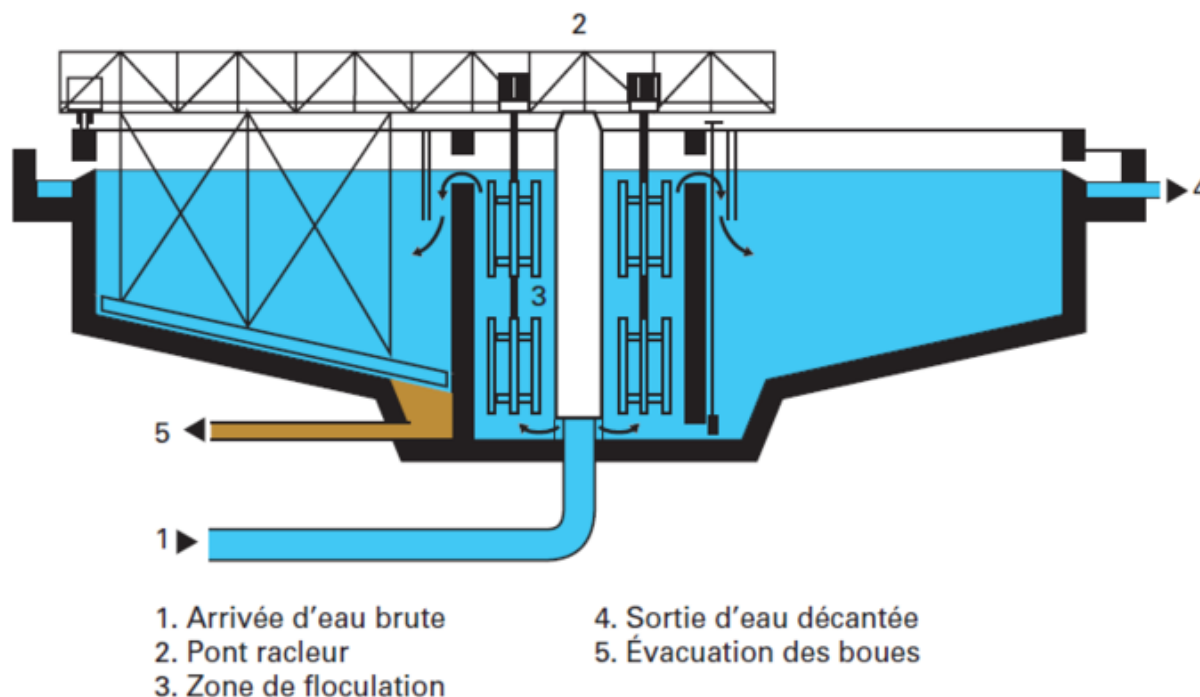


Figure I.2 : Décanteur statique à fond raclé, (Memento degremont® de SUEZ, s. d.).

Dans un décanteur statique classique, l'alimentation est centrale et par le bas, les boues primaires générées sont raclées par un pont roulant et éliminées au point bas, tandis que l'eau est évacuée à la périphérie.

Les décanteurs primaires assurent une réduction de la quantité de MES (50 à 60%), de DCO particulaire (30%), de DBO₅ particulaire (25 à 30%), d'azote particulaire (<10%), et de phosphore particulaire (10%), (Christophe Dagot, Julien Laurent, 2014).

Ses caractéristiques essentielles sont :

- le temps de séjour (V/Q) $t= 2$ heures
- la vitesse ascensionnelle (Q/S) 1,3 à 1,5 m/h
- Hauteur : 2,5 à 3 m

Les performances de la décantation primaire peuvent être améliorées en réalisant un traitement physico-chimique préalable. Cette démarche permet d'éliminer jusqu'à 90 % des matières en suspension et 75 % de la DBO, elle comporte deux phases :

La coagulation : dans cette phase, un sel de fer ou d'aluminium (sulfate d'aluminium $Al_2(SO_4)_3$ ou chlorure ferrique $FeCl_3$) est ajouté à l'eau pour neutraliser le potentiel zêta des colloïdes et les rendre floculables.

La floculation : cette phase permet, par l'ajout d'un floculant (polymère organique), l'agglomération des particules préalablement déchargées en microflocs puis en flocons décantables, (S. Vandermeersch, 2006).

I.2.3.3 : Traitement secondaire :

L'effluent sortant du traitement primaire contient une petite fraction de MES initiales et quasiment toute la pollution dissoute, quelle soit organique ou inorganique. L'objectif du traitement secondaire est de réduire significativement la fraction organique, dissoute ou en suspension, de l'effluent. Cet objectif peut être réalisé soit par un traitement physico-chimique soit par un traitement biologique, (H. S. Peavy, 1985).

I.2.3.3.1 : Traitements physico-chimiques :

Une combinaison de plusieurs procédés physico-chimiques tel que le microtamisage, la coagulation-floculation, la filtration, l'oxydation chimique, l'adsorption sur charbon actif... peut être utilisée pour réduire la DBO à un niveau acceptable, cependant, ces filières représentent de grandes dépenses d'investissement et de fonctionnement et ne sont donc pas couramment utilisées. Certaines installations de dépollution des eaux usées ont toutefois recours à ces filières, qui peuvent, dans différents cas (part importante d'effluents industriels dans les eaux collectées, conditions de température inadaptées aux traitements biologiques, niveaux de rejet moins exigeants...) s'avérer plus opportunes, (H. S. Peavy, 1985).

I.2.3.3.2 : Traitements biologiques :

Le traitement biologique d'une eau fait appel à une grande variété de micro-organismes, principalement des bactéries. Ces micro-organismes convertissent la matière organique biodégradable contenue dans l'eau résiduaire en produits simples ; gaz carbonique et biomasse dans le cas de procédés aérobies (en présence d'oxygène) et gaz carbonique, biomasse et méthane dans le cas des procédés anaérobies (en absence d'oxygène). On distingue les procédés biologiques extensifs et intensifs :

a. Les procédés biologiques extensifs (Lagunage et épuration par le sol) :

Le lagunage utilise la capacité épuratrice de plans d'eau peu profonds. Concrètement, les eaux usées sont envoyées dans une série de bassins, au minimum trois. L'oxygène est apporté par les échanges avec l'atmosphère au niveau du plan d'eau et par l'activité de photosynthèse des microalgues de surface. Dans ce procédé les eaux à traiter subissent une décantation préalable dans le premier bassin (lagunage primaire). La pollution organique se dégrade sous l'action des bactéries présentes dans le plan d'eau. Le rayonnement solaire détruit en outre certains germes (lagunage de finition, dans les derniers bassins). La durée de séjour des eaux usées dans les bassins peut atteindre 60 jours.

Ce mode d'épuration permet d'éliminer 80 % à 90 % de la DBO, 20 % à 30 % de l'azote et contribue à une réduction très importante de germes. Il a cependant l'inconvénient d'utiliser des surfaces importantes et de ne pas offrir des rendements constants durant l'année. Il est surtout bien adapté aux communes rurales.

Quant aux procédés d'épuration par le sol, ils mettent à profit les propriétés physiques et physicochimiques du sol : filtration, adsorption, échange d'ions et ses propriétés biologiques : action de la microflore, des végétaux. Le système épurateur est donc constitué à la fois du sol et des cultures. Certains éléments polluants sont évacués à l'atmosphère : une partie du carbone est transformée en gaz carbonique par la respiration bactérienne et nocturne des plantes. D'autres sont importés par les plantes : d'abord C et N, puis P, K, Ca, Mg et enfin, dans une proportion faible mais pouvant devenir dangereuse, les métaux lourds.

Les trois principaux modes de traitement par le sol sont l'irrigation, l'infiltration-percolation et le ruissellement contrôlé, (Memento degremont® de SUEZ, s. d.).

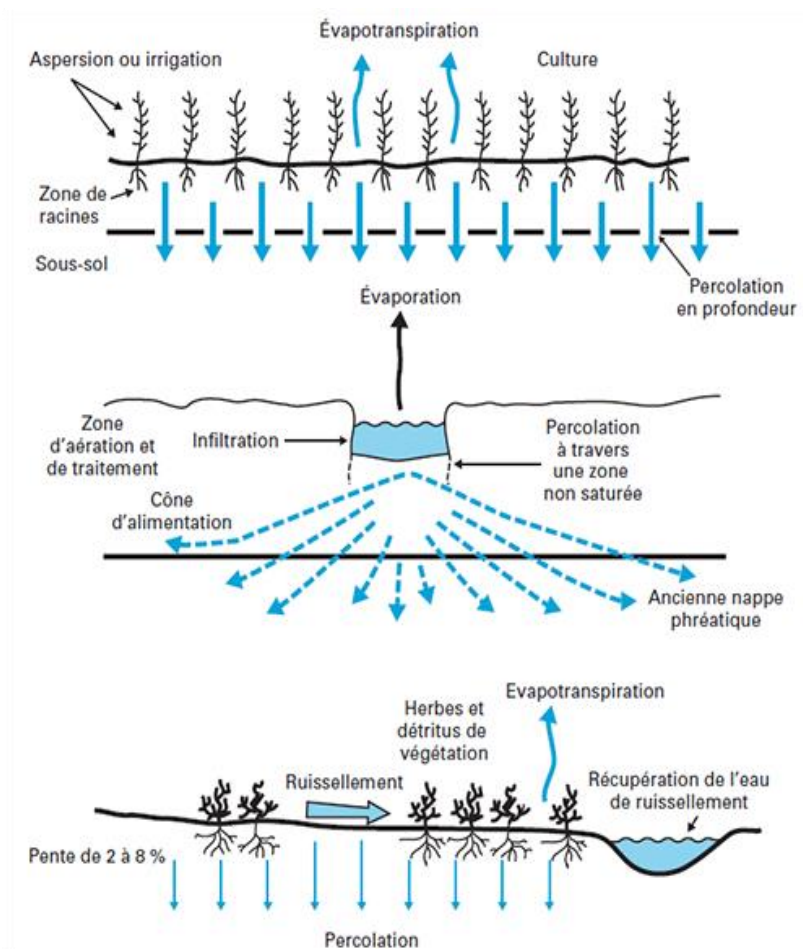


Figure I.3 : Traitements par le sol (Memento degremont® de SUEZ, s. d.).

b. Les procédés biologiques intensifs :

La mise en œuvre des cultures bactériennes peut revêtir de très nombreuses formes. Il est classique de distinguer les procédés dits à cultures libres et les procédés dits à cultures fixées.

b.1 : Les procédés à cultures fixées :

Différentes mises en œuvre peuvent s'utiliser pour les traitements aérobies, anoxiques ou anaérobies.

b.1.1 : Lit bactérien (ou lit à ruissellement) :

Le principe de fonctionnement d'un lit bactérien consiste à faire ruisseler l'eau à traiter, sortant du traitement primaire, sur une masse de matériau (naturel ou plastique) de grosse granulométrie servant de support aux micro-organismes épurateurs qui y forment un film

épais. L'oxygène nécessaire au métabolisme aérobie est fourni par tirage naturel ou par ventilation forcée, (H. Dhaouadi, 2008).

Le liquide collecté en sortie du film alimente un décanteur secondaire dans lequel les boues produites sont séparées de l'eau traitée.

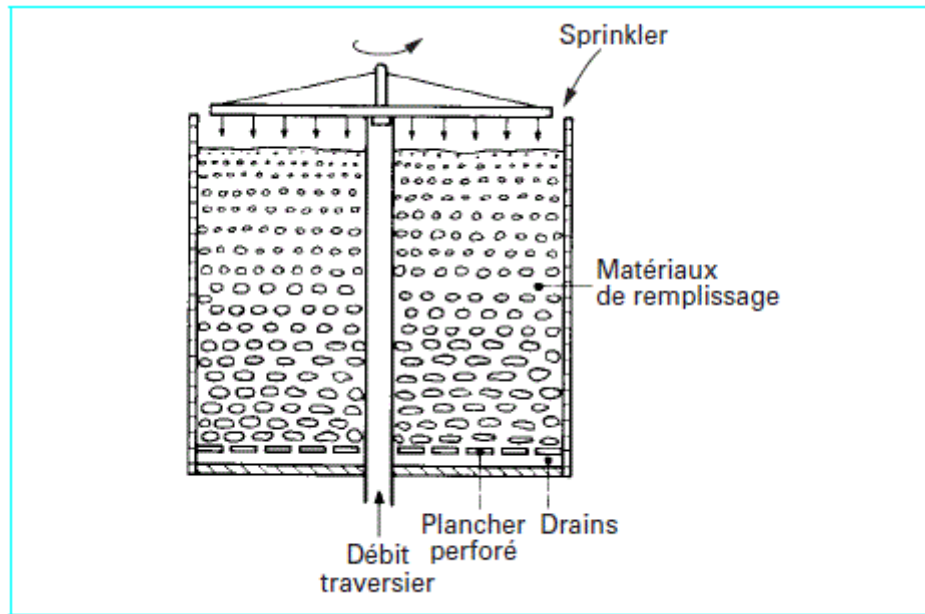


Figure I.4: Lit bactérien, (A. GAÏD, 1993).

b.1.2 : Lit immergé fixé (Biofiltres) :

Ce procédé permet une concentration de la biomasse épuratrice par utilisation d'un milieu granulaire fin et l'apport d'oxygène par insufflation d'air. L'ouvrage de clarification est supprimé. Il permet d'obtenir un effet de filtration efficace car le matériau sert à la fois de filtre et de support à la biomasse épuratrice.

Lors du fonctionnement, le biofiltre se colmate progressivement du fait du développement de la biomasse et des matières en suspension retenues. Des lavages périodiques sont donc nécessaires. Ils sont déclenchés par une horloge ou par une détection de perte de charge, (A. GAÏD, 1993).

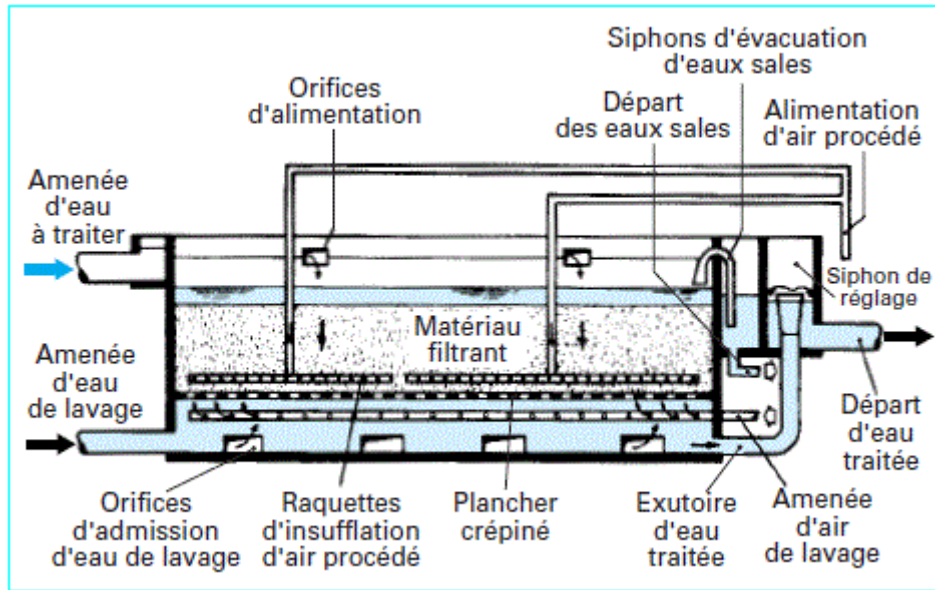


Figure I.5 : Biofiltre à flux descendant Biocarbone® (Degrémont), (A. GAÏD, 1993).

b.1.3 : Disques biologiques :

Cette technique consiste en une série de disques circulaires faiblement espacés, partiellement immergés (40 % généralement) dans l'eau à traiter et tournant autour d'un axe horizontal. De par la rotation, la biomasse qui se développe sur les disques se trouve alternativement en contact avec l'eau à traiter et l'oxygène de l'air.

Ils ont un diamètre de 1 à 3 m, sont espacés de 20 mm et tournent à une vitesse de 1 à 2 tr.mn⁻¹, (H. Dhaouadi, 2008).

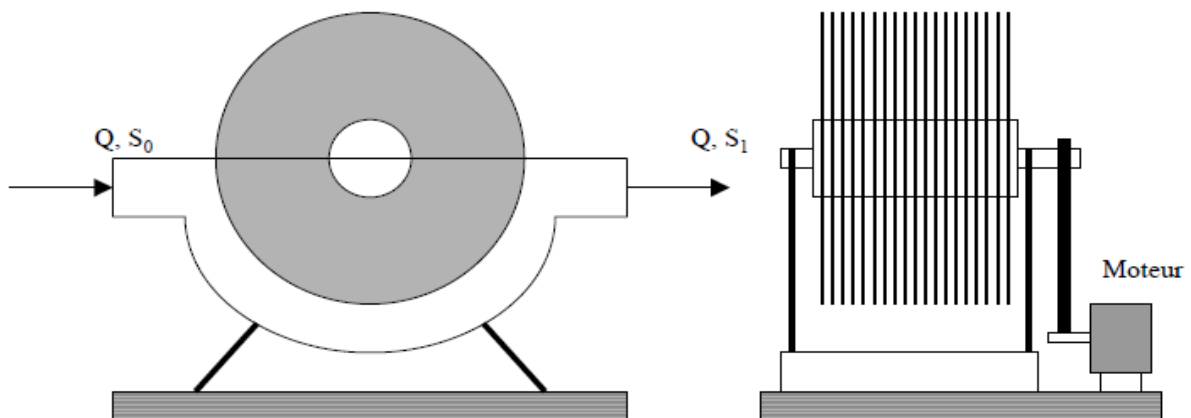


Figure I.6 : Schéma de principe des disques biologiques, (H. Dhaouadi, 2008).

b.2 : Les procédés à cultures libres (Boues activées) :

Le système par « boues activées » est le plus commun des procédés par cultures libres. Une station de traitement de ce genre comprend dans tous les cas :

- un bassin dit d'aération, muni d'un dispositif de fourniture d'oxygène, dans lequel l'eau à épurer est mise en contact intime avec la masse bactérienne épuratrice par un dispositif de brassage.
- un clarificateur, dans lequel s'effectue la séparation de l'eau épurée et les boues biologiques, auquel est adjoint un dispositif d'extraction et d'évacuation des boues en excès et un dispositif de recirculation assurant le retour vers le bassin d'aération des boues biologiques récupérées dans le clarificateur, (A. GAÏD, 1993).

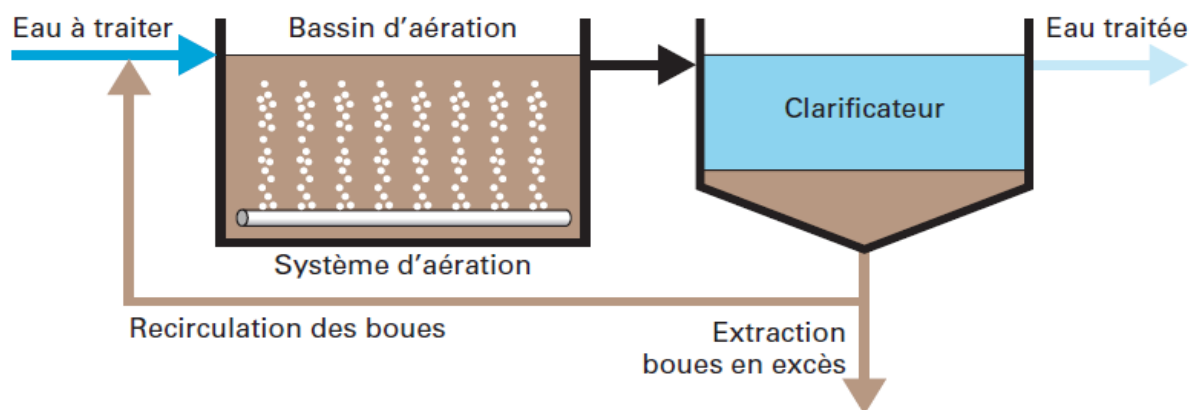


Figure I.7 : Schéma simplifié d'un système à boues activées (Memento degremont® de SUEZ, s. d.).

D'autres schémas de ce procédé sont possibles dans le cas où une élimination biologique du phosphore et/ou de l'azote est prévue. Dans le cas du traitement du carbone et azote uniquement, une configuration en anoxie et aération est adoptée tandis que pour l'élimination combinée du carbone, azote et phosphore, une configuration en anaérobie, anoxie et aération est adoptée.

Les traitements par boues activées éliminent de 85% à 95 % de la DBO₅, selon les installations. C'est le traitement biologique le plus simple et le plus fréquemment utilisé, (Memento degremont® de SUEZ, s. d.).

I.2.3.4 : Traitement tertiaire :

L'objectif de cette étape est l'amélioration de la qualité de l'eau traitée pour respecter les normes de rejet. Le traitement tertiaire vise :

- La réduction des matières en suspension résiduelles,
- La réduction de la pollution azotée ou phosphorée,
- La réduction de la pollution récalcitrante (pesticides, détergents, résidus pharmaceutiques, matières organiques non biodégradables, métaux lourds),
- L'élimination plus ou moins poussée de certains germes pathogènes ou parasites.

Pour réaliser cet objectif, différents procédés sont mis en œuvre, chacun d'entre eux vise l'élimination d'un ou plusieurs polluants.

I.2.3.4.1 : Traitement de l'azote (N) :

Il existe différents procédés pour éliminer la matière azotée. Malheureusement les méthodes physico-chimiques ne sont pas envisageables en traitement d'eau usée. Il reste donc comme seule voie le traitement biologique.

Pour assurer une élimination complète de la charge azotée, il est nécessaire de réaliser en deux étapes la nitrification et la dénitrification. En effet, la nitrification nécessite de l'oxygène dissous dans le milieu (processus aérobie) alors que la dénitrification est réalisée en absence d'oxygène moléculaire dans le milieu (anoxie).

La nitrification consiste en l'oxydation de NH_4^+ en NO_3^- par l'intermédiaire de deux espèces de bactéries autotrophe, elle est réalisée dans le bassin aéré.

Les nitrosomonas oxydent NH_4^+ en nitrites NO_2^- puis les nitrobacters oxydent les nitrites en nitrates NO_3^- .

La dénitrification consiste en la réduction des nitrates formés en azote gazeux par des bactéries hétérotrophes placées dans un milieu pauvre en oxygène (bassin anoxique). L'oxygène combiné des nitrates sert à dégrader le carbone organique nécessaire à la croissance de ces bactéries, (A. GAÏD, 1993).

I.2.3.4.2 : Traitement du phosphore (P) :

Le phosphore est un élément important dans les phénomènes d'eutrophisation des lacs, étangs et rivières. Il conviendrait donc dans certains cas d'assurer un traitement tertiaire de déphosphatation.

a. Déphosphatation biologique :

Au sein du bassin d'aération, l'assimilation bactérienne liée au traitement du carbone représente un abattement de la quantité de phosphore total correspondant à environ 1 % de la DBO₅ éliminée. Le principe d'une déphosphatation biologique est de maximiser cette assimilation en provoquant une suraccumulation de phosphore par le biais de bactéries spécifiques appelée (Phosphorus Accumulating Organisms). Ce phénomène est généré par l'alternance de conditions anaérobies et aérobies.

— Zone anaérobie : synthèse de réserves de polyhydroxybutyrate (PHB) via les ions acétate produits à partir du substrat organique de l'eau à traiter, relargage par les micro-organismes déphosphatants du phosphore intracellulaire,

— Zone aérobie : suraccumulation du phosphore sous forme de granulés de polyphosphate, consommation des réserves de PHB, (C. Dagot, J. Laurent, 2014).

b. Déphosphatation physico-chimique :

Elle consiste en l'injection d'un sel métallique (chlorure ferrique FeCl₃) pour permettre la précipitation du phosphore soluble. Ce mode de traitement permet également un abattement significatif des MES résiduelles après la clarification secondaire et nécessite donc un décanteur supplémentaire, (C. Dagot, J. Laurent, 2014).

I.2.3.4.3 : Elimination de la pollution récalcitrante :

Le moyen le plus sûr pour traiter cette pollution est l'adsorption sur charbon actif en grain (CAG). Il est utilisé sous forme de lit filtrant traversé par l'eau à traiter dont les impuretés s'adsorbent sur la grande surface développée du charbon actif. Ce dernier est régénéré après sa saturation.

I.2.3.4.4 : Désinfection :

Quand la sensibilité du milieu récepteur l'exige (zones de baignades, vie piscicole), il est primordial de mettre en œuvre une désinfection pour ne pas rejeter une eau épurée qui a une concentration élevée en pathogènes. Les différents procédés de désinfection susceptibles d'être mis en œuvre utilisent le chlore, l'ozone ou les ultra-violets

a. Désinfection par le chlore :

La chloration des eaux est effectuée à partir de chlore gazeux ou des hypochlorites de sodium et de calcium, plus faciles à mettre en œuvre. Elle permet l'élimination de la plupart des microorganismes pathogènes même à faible dose. Cette technique consiste à introduire le chlore dans l'eau dans une chambre de contact pour lui assurer un mélange homogène. Le temps de contact dépend de la cible visée et est généralement supérieur à 30 minutes. L'efficacité du chlore dépend du pH et de la température.

b. Désinfection par l'ozone :

L'ozone permet de dégrader la matière organique et d'éliminer les principaux agents pathogènes présents dans l'eau. Son potentiel d'oxydation est de 2,07. Il est nettement supérieur à celui du chlore qui n'est que de 1,35. Il peut oxyder les bactéries et les virus. La désinfection par l'ozone se déroule comme suit. L'eau, à la sortie de la STEP, est stockée dans une cuve tampon. Elle sera ensuite pompée pour passer à travers un ou plusieurs filtres à tamis pour ensuite être introduite dans une chambre d'impact où les injections d'ozone sont réalisées. Un mélange parfait entre l'ozone et l'eau est alors réalisé.

c. Désinfection par UV :

Le procédé d'ultraviolets se place à la suite d'un traitement secondaire du type boues activées plus clarificateur. Les rayonnements UV sont des ondes lumineuses de longueurs d'onde comprises entre 100 et 400 nm. Leur pouvoir germicide dépend de la longueur d'onde émise. Ce sont les UVc compris entre 200 et 280 nm qui sont les plus germicides. L'efficacité de cette technique dépend des paramètres de fonctionnement et de la qualité de l'effluent. Les plus importants sont le temps d'exposition, l'intensité UV émise par les lampes et l'absence de turbidité et de MES.

I.2.3.4 : Traitement des boues :

Tout traitement d'épuration conduit à la production de boues. Celles-ci sont collectées :
— Au niveau du prétraitement : refus de dégrillage, déchets du dégraissage et du dessablage,
— Au niveau des décanteurs primaires, secondaires, voire tertiaires.

Ces boues sont constituées de matière organique plus ou moins minéralisée, de matière minérale issue de l'effluent, de bactéries et de leurs résidus. Le traitement de ces dernières consiste en la réduction de leur volume (déshydratation), la réduction de leur caractère

fermentescible (minéralisation) et de leur hygiénisation (réduction du nombre de microorganismes), (C. Dagot, J. Laurent, 2014). Ces objectifs qualitatifs et quantitatifs se réalisent en différentes étapes:

I.2.3.4.1 : L'épaississement :

Cette opération peut être effectuée par simple épaisseur gravitaire dans un ouvrage cylindrique ou bien mécaniquement, par table ou tambour d'égouttage, par centrifugation ou encore par flottation moyennant l'ajout d'un polymère organique. Elle vise à concentrer les boues fraîches de 3 à 10 fois selon le type de boue et le procédé utilisé, (A. GAÏD, 1993).

I.2.3.4.2 : La stabilisation :

La stabilisation consiste à assurer une qualité constante des boues, sans reprise incontrôlée de fermentation, en minéralisant la matière organique résiduelle et complexe.

On distingue :

- la stabilisation aérobie qui consiste à apporter de l'oxygène aux boues par l'intermédiaire de turbines afin de favoriser l'oxydation de la matière organique constitutive des boues.
- la stabilisation anaérobie, ou fermentation méthanique, où les boues fermentent à l'abri en générant du biogaz ($\text{CO}_2 + \text{CH}_4$), (C. Dagot, J. Laurent, 2014).

I.2.3.4.3 : La déshydratation :

Cette opération permet de poursuivre l'opération d'épaississement jusqu'à un état pâteux. Elle se fait couramment par des moyens mécaniques tels que la décanteuse centrifuge, le filtre à bande ou le filtre-pressé à plateaux. Ces techniques exigent l'ajout de polymère, ou encore de chaux et de chlorure ferrique dans le cas des filtres à plateaux, (A. GAÏD, 1993).

I.2.3.4.4 : Le séchage :

Le séchage thermique est rendu nécessaire vu les limitations rencontrées par la déshydratation mécanique. Il consiste en l'élimination de l'eau liée, c'est-à-dire celle qui ne peut pas être éliminée par un procédé mécanique. Il conduit à une réduction de volume jusqu'à plus de 60 %, voire 90 %, (Memento degremont® de SUEZ, s. d.).

Une fois toutes ces opérations accomplies, les boues traitées sont soit valorisées, soit incinérées ou mises en décharge.

I.3 : Perspectives de valorisation des eaux épurées et des boues produites :

I.3.1 : Réutilisation des eaux épurées :

L'eau usée épurée représente une eau renouvelable non conventionnelle qui pourrait être une source attrayante et bon marché. Cependant, en raison de sa nature variable sa réutilisation devrait être gérée soigneusement, surveillée et contrôlée par des spécialistes afin de vérifier les risques et menaces potentiels sur les usagers ainsi que sur l'environnement dans son ensemble.

En mettant en œuvre les traitements adéquats en station d'épuration, plusieurs réutilisations non domestiques des eaux épurées sont envisageables :

- Irrigation des terres agricoles,
- Arrosage et nettoyage urbain,
- Nettoyage industriel et eaux de process,
- Réalimentation des nappes phréatiques, (Memento degremont® de SUEZ, s. d.).

I.3.2 : Valorisation des boues :

Les principales solutions envisageables sont la valorisation énergétique ou les valorisations agricoles très bien contrôlées (produits stables, de composition garantie et désinfectés...).

Pour les petites stations : la voie la plus raisonnable est la valorisation agricole locale avec souvent une stabilisation à la chaux.

Pour les grandes et moyennes stations : soit directement une valorisation énergétique, soit une panoplie de solutions permettant à l'exploitant de choisir la ou les voies les plus favorables. Le séchage est alors un point de passage, pas obligatoire, mais souvent incontournable :

- Il permet de minimiser le coût de transport vers toutes destinations extérieures ;
- Il ouvre la voie à une valorisation agricole parfaitement contrôlée allant jusqu'à la complémentation par des engrais chimiques assurant des formulations NPK garanties ;
- Il ouvre également la voie vers les valorisations énergétiques sur site pour rechercher l'autosuffisance énergétique de la filière boue (digestion anaérobie + séchage thermique + incinération) et éventuellement compenser les dépenses énergétiques liées à la filière eau et

Chapitre I : Synthèse bibliographique

contribuer de façon positive au bilan de fonctionnement de l'usine de traitement et ainsi contribuer à l'économie circulaire, (Memento degremont® de SUEZ, s. d.).

Chapitre II

II.1 : Présentation de l'Office National de l'Assainissement (ONA) :

Placé sous la tutelle du Ministère des Ressources en Eau, l'Office National de l'Assainissement (ONA) est un établissement public national à caractère industriel et commercial (E.P.I.C), créé par décret exécutif n° : 01-102 du 21 Avril 2001 (ONA, 2020).

II.1.1 : Les missions de l'ONA :

Dans le cadre de la mise en œuvre de la politique national de l'assainissement, l'Office National de l'Assainissement est chargé sur le territoire national, de l'exploitation, de la maintenance, du renouvellement, de l'extension et de la construction des ouvrages et des infrastructures d'assainissement. Ainsi, il assure :

- La protection et la sauvegarde des ressources et environnement hydrique.
- La lutte contre toutes les sources de pollution hydrique.
- La préservation de la santé publique.

L'ONA assure également pour le compte de l'Etat, la maîtrise d'ouvrage et d'œuvre déléguée concernant les projets d'études, de réalisation de réhabilitation, de diagnostics des stations d'épuration, des réseaux d'assainissement et de collecte de l'eau pluviale ainsi que des stations de relevage, (ONA, 2020).

II.2 : Présentation du réseau d'assainissement de la ville de Béjaïa :

Le réseau d'assainissement de la ville de Béjaïa est un réseau unitaire. Il collecte tous les types d'eaux usées de la ville. Comme le montre la carte ci-dessous (Figure II.1), il est constitué de deux parties ; le réseau de collecte principal et le réseau de collecte secondaire.

Le réseau de collecte secondaire permet d'acheminer les eaux usées des quartiers périphériques de la ville vers le réseau de collecte principal.

Le réseau de collecte principal est constitué des deux parties du Oued Sghir. Les eaux de l'une des parties se déversent directement dans l'Oued soummam tandis que l'autre partie achemine les eaux usées vers la station d'épuration de la ville, (ONA, 2020).

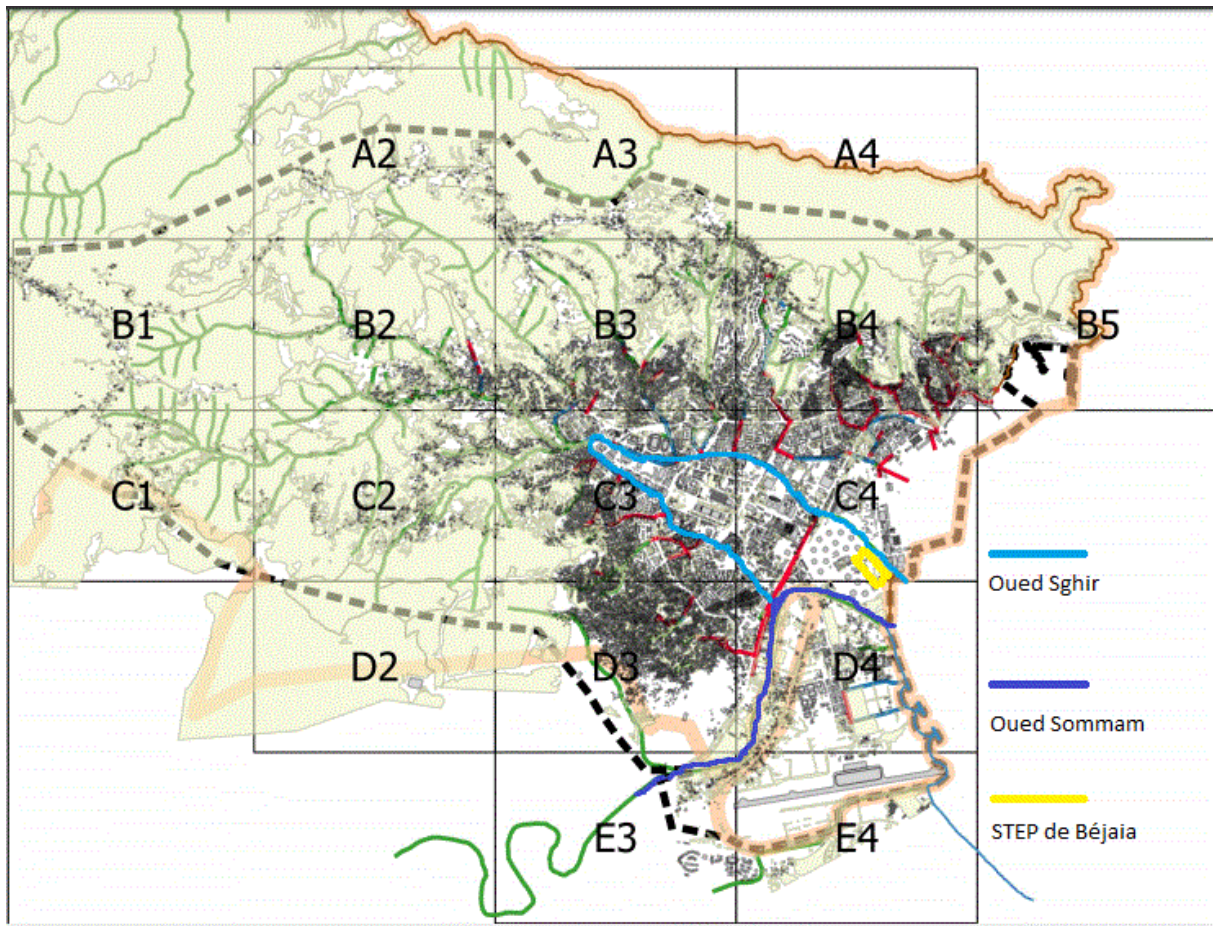


Figure II.1 : Carte du réseau d'assainissement de la ville de Béjaïa, (ONA, 2020)

II.3 : Présentation de la STEP de la ville de Béjaïa :

La STEP de Béjaïa est installée à l'extrémité du réseau de collecte de la ville (Figure II.2), à côté de la route arrière port et s'étend sur un terrain de 5.25 hectares de superficie et de 0.7 mètre d'altitude pour permettre la collecte gravitaire des eaux usées. Elle est mise en service en août 2013, sa gestion est assurée par l'office national de l'assainissement.



Figure II.2 : Géolocalisation de la STEP de Béjaïa (Google maps le 14/09/2020)

II.3.1 : Données de base :

Capacité nominale : 80 000 (EH)

Débit nominal : 13 000 m³/j

Nature des eaux brutes : urbaines

Milieu récepteur des eaux épurées : La mer

Volume moyen de déchets solides évacués par mois : 4 m³

Volume moyen de boues évacuées par mois : 45 m³

II.3.2 : Caractéristiques et nature des effluents à traiter :

Les eaux usées traitées par la STEP sont issues des activités domestiques et industrielles de la ville de Béjaïa. Etant donné que les activités industrielles de la ville sont majoritairement agroalimentaires, la pollution reçue par la STEP est biodégradable, c'est pour cela qu'il est convenable de les traiter dans la station par boues activées.

II.3.3 : Les étapes de traitement au niveau de la STEP de Béjaïa :

La station d'épuration de Béjaïa comprend une filière eau et une filière boues (Figure II.3). La première est composée d'un prétraitement, un traitement biologique et une désinfection. Quant à la deuxième elle est constituée d'un bassin d'épaississement suivi par deux installations parallèles :

— des lits de séchage ;

— Un bloc de déshydratation (filtre à bande presseuse, machine de préparation et de dosage de polyélectrolyte) ;

II.3.3.1 : Prétraitement :

II.3.3.1.1: Fosse à bâtards et dégrillage grossier :

À l'entrée de la STEP, les eaux usées collectées sont recueillies par une fosse à bâtards. Cette dernière est le premier système de traitement, elle permet la décantation ou la flottation des objets trop volumineux (cailloux, morceaux de verre, objets métalliques, bouteilles, papier ...). Les eaux sortant de la fosse à batards passent par un dégrillage grossier avant de rejoindre la station de relevage.

II.3.3.1.2 : Station de relevage :

Cette installation permet de relever les eaux au niveau le plus haut de la STEP, ainsi l'écoulement dans le reste des ouvrages se fera par gravité. Elle est constituée d'une bache de stockage temporaire, d'un trop plein prévu en cas de panne et de trois pompes fonctionnant en série de manière automatique grâce à des flotteurs qui communiquent le niveau de l'eau dans la bache à la partie commande du système automatisé.

II.3.3.1.3 : Dégrillage fin :

Sur le point le plus haut de la STEP, les eaux circulent dans trois canaux longitudinaux et traversent un dégrilleur automatique fin dans chaque canal, elles sont ainsi débarrassées des déchets solides susceptibles de gêner les traitements ultérieurs avant d'entrer dans les bassins de dessablage et déshuilage.

II.3.3.1.4 : Dessablage déshuilage :

Les sables et les huiles sont éliminés dans deux bassins rectangulaires à insufflation d'air. Les sables qui se sont déposés au fond des bassins sont récupérés par des pompes suceuses installées sur le pont roulant et sont ensuite envoyés vers les calibreurs à sable où ils sont séparés des eaux. Quant aux huiles et graisses, elles sont raclées en surface.

II.3.3.2 : Traitement biologique :

C'est le procédé par boues activées qui est mis en œuvre dans cette phase de traitement. Cette dernière est constituée de :

— deux bassins d'aération où la biomasse épuratrice est mise en suspension pour éliminer la pollution biodégradable contenue dans l'eau. Chaque bassin est muni de quatre aérateurs de

surface qui permettent l'apport d'oxygène;

— un clarificateur circulaire à pont racleur dans lequel sont séparées l'eau traitée sortant des bassins d'aération et les boues biologiques. Les eaux traitées sont recueillies par surverse dans une rigole périphérique pour être dirigées vers le bassin de désinfection.

— une station de boues qui reçoit les boues biologiques issues du clarificateur. Une partie de ces boues est recirculée vers les bassins d'aération tandis que l'autre partie est évacuée vers la filière boues.

II.3.3.3 : Désinfection :

Les eaux traitées sortant du clarificateur sont reçues dans le bassin de désinfection. Grâce à l'aménagement de chicanes dans le bassin, un temps de contact et un bon mélange entre le désinfectant et les micro-organismes sont assurés. Après la désinfection, les eaux traitées sont rejetées dans l'Oued Sghir avant de rejoindre la mer à quelques dizaines de mètres.

II.3.3.4 : Gestion des sous-produits :

À chaque étape de traitement au sein de la station d'épuration, des sous-produits de curage sont générés (des refus de dégrillage, des huiles et des graisses, des sables et des boues résultant du traitement biologique).

II.3.3.4.1 : Refus de dégrillage :

Les déchets recueillis lors des dégrillages grossier et fin sont déposés dans une benne qui est évacuée à la décharge dès qu'elle est remplie.

II.3.3.4.2 : Sables :

Les calibreurs à sable déchargent les sables dans des conteneurs grâce à des vis d'Archimède, ces conteneurs sont évacués à la décharge dès qu'ils sont pleins tandis que les eaux sont recyclées à l'entrée de la STEP.

II.3.3.4.3 : Huiles et graisses :

Les huiles et graisses raclées en surface dans les dessableurs déshuileurs sont récupérées par des pompes suceuses qui remplissent une citerne prévue à cet effet.

II.3.3.4.4 : Traitement des boues :

La station d'épuration de Béjaïa est équipée d'un système de traitement de boues qui est constitué d'un épaisseur gravitaire et d'un filtre à bandes presseuse pour la déshydratation moyennant l'ajout d'un polyélectrolyte, cependant, ces équipements ne sont pas encore en service.

Actuellement, ce sont les lits de séchages qui sont utilisés pour sécher les boues, ces derniers sont équipés d'un système de drainage permettant de recycler le percolât dans le clarificateur. Après avoir atteint le niveau de déshydratation souhaité, les boues sont retirées du lit manuellement ou à l'aide d'un engin motorisé pour être évacuées en décharge.

II.3.4 : Types d'analyses effectuées sur les eaux de la STEP :

Une fois par mois, des échantillons, prélevés par des échantillonneurs automatiques à l'entrée et à la sortie de la STEP, sont envoyés au laboratoire de la station d'épuration de Sidi Ali Lebhar pour analyse. Les paramètres analysés sont présentés dans le tableau II.1 ci-dessous :

Tableau II.1 : Liste des analyses effectuées sur les échantillons prélevés (ONA, 2020) :

Paramètre analysé	Unité de mesure
Débit moyen	m ³ /j
Matières en suspension (MES)	mg/L
DBO ₅	mg d'O ₂ /L
DCO	mg d'O ₂ /L
Azote ammoniacal (N-NH ₄ ⁺)	mg/L
Azote nitreux (N-NO ₂ ⁻)	mg/L
Azote nitrique (N-NO ₃ ⁻)	mg/L
Azote kjeldahl (NTK)	mg/L
Azote total (NT)	mg/L
Phosphore total (PT)	mg/L
Dioxygène (O ₂)	mg/L
Salinité	mg/L
Conductivité	µS/cm
Température (T)	°C
Potentiel d'hydrogène (pH)	/

II.4 : Valeurs limites des paramètres de rejet de l'eau traitée :

Les normes internationales selon l'organisation mondiale de la santé (OMS) pour les rejets d'eaux usées sont représentées par le tableau II.2.

Tableau II.2 : Liste des paramètres et des normes de rejets de l'OMS pour les eaux usées traitées

Paramètre	Unité	Valeur limite
Matières en suspension (MES)	mg/L	< 35
DBO ₅	mg d'O ₂ /L	< 35
DCO	mg d'O ₂ /L	< 125
Azote ammoniacal (N-NH ₄ ⁺)	mg/L	< 0.5
Azote nitreux (N-NO ₂ ⁻)	mg/L	1
Azote nitrique (N-NO ₃ ⁻)	mg/L	25 à 50
Azote kjeldahl (NTK)	mg/L	25
Azote total (NT)	mg/L	50
Phosphore total (PT)	mg/L	< 2
Dioxygène (O ₂)	mg/L	> 2
Conductivité	µS/cm	2700
Température (T)	°C	30
Potentiel d'hydrogène (pH)	/	6.5-8.5
Couleur	/	incolore
Odeur	/	inodore

II.5 : Coefficient de biodégradabilité des eaux brutes :

Comme nous l'avons vu précédemment, le rapport DCO/DBO₅ nous renseigne sur le caractère biodégradable de l'effluent.

$$K = \text{DCO}/\text{DBO}_5$$

$K = 372/150 = 2.48$ donc $2 < K < 3$ la pollution est biodégradable.

II.6 : Rendement et performance :

Afin de déterminer le rendement épuratoire de la STEP de Béjaïa et ainsi connaître sa performance, nous allons utiliser les résultats d'analyses des différents paramètres mesurés, à l'entrée et à la sortie de la STEP, durant le mois d'août 2020.

Les paramètres suivis et les résultats d'analyses obtenus sont résumés dans le tableau II.3 ci-après :

Tableau II.3 : Résultats d'analyses et rendements épuratoires sur les différents paramètres suivis dans la STEP de Béjaïa (ONA, 2020) :

Paramètre	Résultat d'analyse à l'entrée de la STEP	Résultat d'analyse à sortie de la STEP	Rendement d'élimination (%)
MES (mg/L)	189	110	41.79
DCO (mg d'O₂/L)	372	136	63.44
DBO₅ (mg d'O₂/L)	150	65	56.66
NT (mg/L)	37.21	31.58	15.13
PT (mg/L)	25.9	10.4	59.84

Nous remarquons que pratiquement tous les résultats des paramètres analysés dépassent les normes de l'OMS pour les eaux usées traitées.

II.7 : Etat de fonctionnement des différentes parties de la STEP :

Tableau II.4 : état de fonctionnement des différents équipements et procédés de la STEP :

Unité	Elément	Etat de fonctionnement
Prétraitement	Fosse à bâtards	Opérationnelle
	Dégrillage grossier	Opérationnel
	Poste de relevage	Opérationnel
	Dégrillage fin	Opérationnel
	Dessableur-déshuileur 1	Opérationnel
	Dessableur-déshuileur 2	Hors service
Traitement biologique	Bassins biologiques	Perturbés
	Clarificateur	Perturbé
Désinfection		Hors service
Traitement des boues	Station de boues	Opérationnelle
	Epaississeur	Opérationnel
	Lits de séchage	Opérationnels
	Bloc de déshydratation	Hors service
Laboratoire d'analyse		Hors service

Conclusion

Conclusion et perspectives

L'objectif de ce projet de fin d'étude a été d'étudier les performances épuratoires de la station d'épuration de la ville de Béjaïa. Pour le réaliser, nous avons décidé de faire un stage pratique au niveau de la STEP de Béjaïa, malheureusement cela n'a pas été possible à cause des conditions sanitaires de cette période. Pour remédier à cette difficulté, nous nous sommes rapprochés de l'ONA pour récupérer des informations et des données concernant la STEP et faire une visite des lieux.

Les résultats d'analyses des différents paramètres physico-chimiques, obtenus le mois d'août, indiquent que les eaux rejetées par la station d'épuration de la ville de Béjaïa ne sont pas conformes aux normes de rejets. Ainsi, la fonction principale de cet établissement, qui est de protéger la mer, n'est pas entièrement remplie.

En effet le rendement épuratoire de la STEP montre que cette dernière ne fonctionne pas correctement. Dans le cas où la STEP a été correctement dimensionnée, ce dysfonctionnement peut être attribué à quelques causes apparentes :

- La défaillance de l'un des dessableurs-déshuileurs entraîne des perturbations des débits et des temps de séjours des eaux dans le reste des ouvrages.
- La fréquence des contrôles de la qualité des eaux étant faible, le personnel exploitant ne peut pas adapter la conduite de la station aux variations de la qualité des eaux brutes et vérifier que les normes de rejet sont respectées.
- L'absence d'un traitement de désinfection des eaux traitées avant leur rejet.

Pour remédier à cette situation, certaines dispositions doivent être prises :

- Remettre en état les équipements défaillants.
- Mettre en service le laboratoire de la STEP afin d'avoir accès aux résultats d'analyses quotidiennement en vue de les interpréter et d'agir sur les paramètres importants des procédés d'épuration pour un meilleur rendement épuratoire.
- En outre, une désinfection des eaux traitées est indispensable pour éviter l'introduction d'agents pathogènes dans la mer.

Références bibliographiques

- Y. Li, K. Migliaccio, 2010.** ‘‘Water quality concepts, Sampling, and analyses’’, CRC press.
- G. Grosclaude, 1999.** ‘‘L’eau : Tome 2 : Usages et polluants’’, édition Quae.
- S. K. Garg, 1979.** ‘‘Sewage disposal and air pollution engineering’’, New Delhi, Vineet Khanna.
- J. LE COENT, 2019,** ‘‘Assainissement : Eaux usées – Eaux pluviales’’, BoD - Books on Demand.
- J. Rodier, B. Legube, N. Merlet, R. Brunet, 2009.** ‘‘L’analyse de l’eau - 9e éd.: Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer’’, Dunod.
- AWWA Staff, 2011.** ‘‘water quality - principles and practices of water supply operations’’, American Water Works Association.
- L. Nelson, F. Nemerow, J. Agardy, J.A. Salvato, 2009.** ‘‘Environmental Engineering: Water, Wastewater, Soil and Groundwater Treatment and Remediation’’, John Wiley & Sons.
- F. Berné, 1998.** ‘‘Traitement des eaux’’, Ophrys.
- F. R. Spellman, 2008.** ‘‘Handbook of Water and Wastewater Treatment Plant Operations’’, Second Edition, CRC Press.
- E.R. Alley, 2007.** ‘‘Water Quality Control Handbook’’, Second Edition, McGraw Hill Professional.
- B. Legube, 2015.** ‘‘Production d’eau potable: Filières et procédés de traitement’’, Dunod.
- C. Cardot, 2010.** ‘‘Les traitements de l’eau pour l’ingénieur: Procédés physico-chimiques et biologiques’’ - Cours et problèmes résolus, Ellipses.
- R. Salghi, 2017.** ‘‘Différentes filières de traitement des eaux’’, ENSA Agadir.
- A. GAÏD, 1993.** ‘‘Traitement des eaux usées urbaines’’, Techniques de l’ingénieur.
- S. Vandermeersch, 2006.** ‘‘Etude comparative de l’efficacité des traitements d’épuration des eaux usées pour l’élimination des micro-organismes pathogènes’’, université libre de Bruxelles.
- C. Dagot, J. Laurent, 2014.** ‘‘module d’enseignement ASTEP’’, Université Virtuelle Environnement et Développement durable.

Références bibliographiques

H. S. Peavy, 1985. “Environmental Engineering ; series in water resources and environmental engineering”, McGraw-Hill.

H. Dhaouadi, 2008. “Traitement des eaux usées urbaines ; les procédés biologiques d'épuration”, Université virtuelle de Tunis.

Office National de l'Assainissement (ONA), 2020.

Webographie :

Memento degremont® de SUEZ, (s. d), Eau et généralités, consulté le 25/06/2020, Disponible sur : <https://www.suezwaterhandbook.fr/>

Air Liquide France Industrie, 2020, Système de collecte des eaux usées, consulté le 25/06/2020. Disponible sur : <https://industrie.airliquide.fr/>

Office National de l'Assainissement, (s. d), consulté le 10/09/2020.

Disponible sur : <https://ona-dz.org/>

Résumé :

Notre travail a porté sur l'étude des performances épuratoires de la station d'épuration des eaux usées de la ville de Béjaïa.

Les résultats des analyses effectuées le mois d'août sur les eaux traitées montrent que la majorité des paramètres dépassent les valeurs maximales admissibles.

Le rendement épuratoire que nous avons calculé à partir des résultats d'analyses des différents paramètres physico-chimiques, effectuées sur les eaux brutes et les eaux traitées le mois d'août, a montré que la STEP de la ville de Béjaïa ne fonctionne pas correctement.

Mots clés : eaux usées, STEP, réseau d'assainissement, pollution, environnement

Abstract :

Our work has focused on the study of the purification performance of the wastewater treatment plant in the city of Béjaïa.

The results of the analyses carried out in August on the treated water show that the majority of the parameters exceed the maximum admissible values.

The purification efficiency that we calculated from the results of analyses of the various physical and chemical parameters, carried out on raw water and treated water in August, showed that the WWTP in the city of Béjaïa is not working correctly.

Keywords:

wastewater, WWTP, sewerage network, pollution, environment