

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Université Abdelhamid Ibn
Badis-Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة والحياة

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

HABI FERIEL IBTIHADJE

BOUCEDRA HANANE

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN BIOLOGIE

Spécialité : BIODIVERSITE ET ENVIRONNEMENT

THÈME

**Impacts environnementaux de la station d'épuration des eaux
usées des salettes**

Soutenu publiquement le 08/07/2021

Devant le Jury :

Président : BOUZID Aman

MCA

UMAB

Encadreur : MEDJAHED Mostefa

MAA

UMAB

Examineur : LABDAOUI Djamel

MCB

UMAB

Dédicace

*Avec l'aide d'Allah le tout puissant et
miséricordieux, j'ai pu achever ce modeste travail
que je dédie,*

Je dédie ce mémoire, fruit de mes efforts

*Je dédie ce mémoire de fin d'étude : A mes chers
parents, Ma très chère mère qui m'a toujours
apportée son soutien et son affection, mon père
Jayeb (ingénieur principale en hydraulique) qui
m'a toujours encouragée, conseillée et soutenue
dans mon travail que Dieu les garde pour moi.*

A tous mes enseignants.

Dédicace

*Avec l'aide d'Allah le tout puissant et
miséricordieux, j'ai pu achever ce modeste travail
que je dédie,*

Je dédie ce mémoire, fruit de mes efforts

*Je dédie ce mémoire de fin d'étude : A mes chers
parents, Ma très chère mère qui m'a toujours
apportée son soutien et son affection, mon père qui
m'a toujours encouragée, conseillée et soutenue
dans mon travail que Dieu les gardes pour moi.*

Remerciement

Je remercie tout d'abord Allah le tout puissant de m'avoir donné la patience, le courage et la volonté avec amour afin de terminer ce modeste travail

Je tiens à remercier beaucoup mon encadreur Monsieur MED JAHED Mostefa pour m'avoir aidé durant la préparation de ce mémoire, je lui exprime ma plus grande gratitude pour m'avoir suivi, encouragé et surtout soutenu tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Je tiens à remercier beaucoup le chef de STFP monsieur Etashi qui m'a donné des informations importantes sur ce thème.

Et je remercie aussi le chef de laboratoire monsieur ben Toune et son équipe.

Et mon parent qui a toujours donne beaucoup de amour et courage pour terminer ce mémoire.

Je tiens remercie tous les enseignants qui ont contribué à la construction du savoir qui m'a permis de produire ce document, synthèse de ma fin d'études.

Résumé

L'objectif de ce travail est de relever les impacts environnementaux de la station d'épuration des eaux usées des sablottes. Durant notre séjour dans cette station nous avons pu suivre les différentes étapes du traitement que subissent les eaux usées et relever vers la fin les effets positifs et négatifs de cette station. Le processus appliqué dans cette station permet de d'éliminer des impacts négatifs qui sont des odeurs et les nuisances olfactives, les nuisances auditives, d'un autre part elle a des effets positifs qui sont protection de littoral et la Protection de la population contre les maladies à transmission hydrique.

Les mots clé : traitement, épuration, eaux usées, impact environnemental

ملخص:

الهدف من هذا العمل هو تحديد الآثار البيئية لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي. خلال إقامتنا في هذه المحطة ، تمكنا من متابعة المراحل المختلفة للمعالجة التي تخضع لها مياه الصرف الصحي ونلاحظ قرب النهاية الآثار الإيجابية والسلبية لهذه المحطة. تتيح العملية المطبقة في هذه المحطة القضاء على الآثار السلبية المتمثلة في الروائح الكريهة والرائحة المزعجة ومضايقات السمع ، ومن ناحية أخرى لها آثار إيجابية تتمثل في حماية السواحل وحماية السكان من الأمراض التي تنقلها المياه.

الكلمات المفتاحية: المعالجة ، التنقية ، الصرف الصحي ، الأثر البيئي

Liste des abréviations

APD : l'Aide Publique au Développement.

OVGM : Organismes Végétales Génétiquement Modifié.

CO₂ : carbone.

L'OCDE : L'Organisation de coopération et de développement économiques.

NH₃ :L'ammoniac.

NH₄⁺ :d'ammonium.

STEP : station d'épuration.

PH : Potentiel d'hydrogène.

MES : Les matières en suspension.

DBO₅ : La demande biochimique en oxygène.

DCO : La demande chimie en oxygène.

PO₄³⁻ : Phosphate.

NO₃⁻ : Nítrate.

NGL: Natural gas liquide.

EH = Équivalent Habitant.

ONA : L'Office National de l'Assainissement.

EPIC : établissement public national industriel et commercial.

MTH : maladies à transmission hydrique on abréviations.

Liste des figures

Figure 1 : Spectrophotomètre.

Figure 2 : Appareil de chauffage multitube.

Figure 3 : Etuve de DBO5.

Figure 4 : Grains de dKOH.

Figure 5 : PH-mètre.

Figure 6 : Conductimètre.

Figure 7 : Déversoir d'orage.

Figure 8 : des pompe multicanaux à pistons fermés ou par vis d'Archimède.

Figure 9 : Dégrillage grossier et fin.

Figure 10 : clarificateur de sable.

Figure 11 : Explicative de prétraitement.

Figure 12 : Décanteur primaire.

Figure 13 : Le bassin d'aération.

Figure. 14 : Le Bassin biologique (le bassin d'aération).

Figure 15 : clarificateur.

Figure 16. : Schéma Résumé d'étape de traitement d'épuration des eaux usées.

Figure 17 : Carte administrative de la wilaya de Mostaganem.

Liste des tableaux

Tableau 1 : Sources d'odeurs par postes de traitement et remèdes envisageables

Tableau2 : Les sources de pollutions

Tableau 3 : Disruptions fonctionnelles de la station dépuraton

Tableau4 : Les différents types des boues selon leur origine et leur composition

Tableau 5 : les caractéristiques géographiques de Mostaganem.

Tableau 6 : Le volume global des eaux usées de la wilaya de Mostaganem.

Tableau 7 : Données Techniques d la STEP de Salamandre wilaya de Mostaganem.

Tableau 8 : Les paramètres techniques.

Tableau 9 : Des paramètres de rejet exigés.

Tableau 10: charge de pollution prise en compte -horizon 2030 (STEP Sablettes).

Tableau 11 : Qualité des eaux traitées (STEP Sablettes).

Table des matières

<i>Dédicace</i>	i
<i>Dédicace</i>	ii
<i>Remerciement</i>	iii
Résumé	4
Liste des abréviations.....	5
Liste des tableaux	7
Chapitre I.....	3
1-L'environnement :	2
1.1-Définition de l'environnement :.....	2
2-Développement durable :	2
2.1-La définition du concept de développement durable :	2
2.2-Les principes du développement durable :	2
2.2.1-La responsabilité :	2
2.2.3-La solidarité :.....	3
2.2.4-La participation :	3
2.2.5-La précaution :	3
2.2.6-La subsidiarité :.....	3
2.3-Les piliers.....	4
2.3.1-Le pilier économique:.....	4
2.3.2-Le pilier social et sociétal :.....	4
2.3.3-Le pilier environnemental :.....	4
2.3.4-Le pilier culturel (la culture et la diversité culturelle):.....	4
3-Généralité sur impact environnementaux des eaux usées :	5
3.1-Etude d'impact:	5
4-Les impacts sur l'environnement et leurs méthodes d'évaluation :	6
4.1-Definition :.....	6
4.2-Les déversements d'eaux usées dans le milieu naturel :	6
4.3-Les effets des rejets de polluants dans les écosystèmes et sur la santé humaine :	7
4.3.1-Rejet dans les eaux de surface :	7
4.3.2- Rejets dans l'atmosphère :	7
4.3.3- Rejets dans le sol :	7
4.3.4-Évaluation des effets des effluents d'eaux usées :	8

4.4-Généralités sur les impacts environnementaux de stations d'épuration des eaux usées :.....	8
4.4.1-Effet sur l'environnement - Impacts prévisibles du projet sur l'environnement :.....	8
4.4.2-Effets temporaires :	8
4.4.3-Les nuisances paysagères :	9
4.4.4-Milieu naturel :.....	9
4.4.5-Les nuisances auditives et vibrations :	9
4.4.6-Effets permanents :	9
4.4.6.1-Les nuisances olfactives :.....	9
4.4.6.2-Les nuisances auditives :.....	11
4.4.2-Les effets sur le milieu naturel :.....	11
4.4.3-la Pollution de l'eau :	12
4.4.3.1-L'origine de la pollution :	12
4.4.3.2-Les types de la pollution :.....	12
4.4.3.2.1-Pollution physique :.....	12
4.4.3.2.2-Pollution mécanique :.....	12
4.4.3.2.3-Pollution thermique :	12
4.4.3.2.4-Pollution chimique :.....	13
4.4.3.2.5-Pollution organique :	13
4.4.3.2.6-Les détergents :	13
4.4.3.2.7-La pollution microbiologique :	13
4.4.3.2.8-Pollution causée par le phosphore :	13
4.4.3.2.9-La Pollution causée par l'azote :	13
Chapitre II	11
1-Les eaux usées :	15
1.1-Définition :.....	15
1.2-Les différents types des eaux usées :	15
1.2.1- L'eau domestique :	15
1.2.2-Eaux industrielles :	15
1.2.3- Eaux pluviales :	15
1.3-Caractéristiques des eaux usées :.....	16
1.3.1-Paramètres physico-chimiques :	16
1.3.2-Potentiel d'hydrogène (pH) :.....	16
1.3.3-Conductivité :.....	16
1.3.4-Les matières en suspension (MES) :	16

1.3.4-La demande biochimique en oxygène (DBO5) :	17
1.3.5-La demande chimie en oxygène (DCO) :	17
1.3.6-Les teneurs en azote et en phosphore :	17
1.4-Comment mesure-t-on les matières polluantes contenues dans les eaux usées ?	17
1.4.1-Mesure des matières en suspension (MES) :	17
1.4.2-Mesure de la demande chimérique en oxygène (DCO) :	18
1.4.3-Mesure de la demande biochimique en oxygène en 5 jours (DBO5) :	18
1.4.4-Mesure du potentiel hydrogène (pH) :	19
1.4.5-Mesure de la conductivité électrique :	19
1.4.6-Le test des nitrates :	20
2-La collecte des eaux usées :	20
2.1-Structure du réseau d'assainissement :	20
3-Études des méthodes de traitement des eaux usées :	21
3.1-Choix de la méthode retenue en STEP (sablettes) :	22
3.2-Traitements classiques :	22
3.3-Le lagunage :	22
3.4-La définition de l'épuration :	23
4-Les étapes de traitement des eaux usées :	23
4.1-Prétraitements :	23
4.1.1-Les traitements successifs sont le relevage le dégrillage le dessablage - déshuilage :	23
4.1.1.1-Le relevage:	23
4.1.1.2-Le terme « dégrillage » :	24
4.1.1.3-Dessablage :	25
4.2-Traitement primaire :(au niveau du décanteur primaire)	26
4.3-Le traitement biologique :(au niveau de bassin biologique)	27
4.3.1-Bassin de boues actives :	27
4.3.2-Les organismes vivants et leurs rôles dans le traitement des eaux usées :	28
4.3.3-Les bactéries :	28
4.4-Les traitements complémentaires :(au niveau du clarificateur).....	29
4.4.1-Elimination de l'azote :	30
4.4.2-Elimination du phosphore :	30
4.4.3-Directement sur le bassin d'aération :	30
4.4.4-Elimination des micro-organismes :	30
4.4.5-Le clarificateur :	31

4.5- <i>Le traitement des boues</i> :.....	31
4.5.1- <i>Définition de la boue</i> :.....	32
4.5.2- <i>L'épaississeur</i> :.....	32
4.5.3- <i>Réduction du pouvoir fermentescible ou stabilisation</i> :.....	32
4.5.4- <i>La déshydratation</i> :.....	32
5-Station d'épuration et procédures de formation :	36
5.1- <i>Le rôle principal de station d'épuration des eaux usées</i> :.....	36
5.2- <i>Rejet des stations d'épuration</i> :.....	37
Partie Pratique.....	38
1-Présentation de ville Mostaganem :.....	38
1.1- <i>Situation géographique de la commune de Mostaganem.</i> :.....	38
1.2- <i>Quelques caractéristiques géographiques de la wilaya de Mostaganem</i> :.....	39
1.3-- <i>Les system opératoire à Mostaganem</i> :	39
2-La création de l'Office National d'Assainissement :.....	41
2.1- <i>Missions</i> :.....	41
3-Présentation de site d'étude : STEP (Mostaganem sablettes) :	41
3.1- <i>Situation géographique</i> :.....	42
3.2- <i>Les caractéristique techniques de la STEP : (Mostaganem sabelttes)</i>	42
3.3- <i>L'objectif de STEP : (Mostaganem sablettes)</i>	43
3.4- <i>Le service de STEP</i> :	44
3.5- <i>Les filières de traitement de STEP : (sablettes)</i>	45
3.5.1- <i>Filière eau</i> :	45
3.5.1.1- <i>Collecteur d'amenée des eaux brutes.</i>	45
3.5.1.2- <i>Ouvrage de réception et Fosse a batard.</i>	45
3.5.1.3- <i>Dégrillage</i> :	45
3.5.1.4- <i>Dessablage /désuilage</i> :.....	45
3.5.1.5- <i>Décantation primaire</i> :.....	45
3.5.1.6- <i>Traitement biologique (bassins d'aérations)</i> :.....	45
3.5.1.7- <i>Clarification (décanteur secondaire)</i> :.....	46
3.5.1.8- <i>La désinfection</i> :	46
3.5.2- <i>Filière boues</i> :.....	46
3.5.2.1- <i>Stabilisation des boues</i> :.....	46
3.5.2.2- <i>Epaississement des boues</i> :.....	47
3.5.2.3- <i>Déshydratation des boues</i> :	47
4-Impacte du projet de STEP (Mostaganem Sablettes) :	47

<i>4.1-Impact positif</i> :.....	47
<i>4.2-Impact négatif</i> :	47
<i>4.2.1-Paramètres de pollution</i> :.....	47
<i>4.2.1.1-Eaux résiduaires industrielles (ERI)</i> :.....	48
Conclusion :	49
Bibliographie	61
références Bibliographique	63

Introduction

Introduction :

Les dernières décennies montrent que l'humanité est de plus en plus consciente du danger menaçant la planète suite à la grande croissance démographique et aux énormes progrès technologiques qui engendrent l'insalubrité de l'environnement (Bourenane et al., 2018).

Les eaux usées domestiques rejetées après consommation contiennent des polluants, notamment organiques. Elles doivent donc être collectées et traitées avant d'être rejetées dans la nature, car si elles étaient rejetées dans le milieu sans traitement, elles pollueraient gravement l'environnement et la ressource en eau. En effet, certaines eaux usées contiennent une charge polluante importante. C'est pourquoi la réglementation impose des normes de rejet, dans les eaux superficielles comme dans le sol et le sous-sol suivant différents types de dispositifs d'épuration et de rejets (Amiri et al., 2017).

Les rejets d'eaux usées non traitées peuvent avoir de graves effets sur la santé humaine et l'environnement, et notamment des épidémies de maladies vectorielles transmises par l'alimentation et l'eau, ainsi que la pollution et la perte de diversité biologique et des services des écosystèmes.

Le rejet direct des eaux usées domestiques et des eaux résiduaires industrielles dans le milieu naturel perturbent l'équilibre aquatique de surface et souterrain, et la pollution de l'environnement engendrée, menace la biodiversité de notre environnement, parfois d'une manière irréversible.

Les eaux traitées doivent répondre aux normes hygiéniques établies dans le journal officiel Algérien (Saifi et al., 2018).

Pour pallier à cette pollution, il est utile de réaliser des stations d'épurations de ces eaux usées. En général les procédés de traitements appliqués aux eaux usées domestiques aboutissent à la production de deux sous-produits (eaux épurées et boues) (Amrouni and Labaci, 2016).

Le procédé d'épuration à boue activée est le procédé le plus utilisé en Algérie pour traiter les eaux usées. Bien que les performances épuratoires et la fiabilité de ce procédé soient approuvées, plusieurs types de dysfonctionnements peuvent apparaître. Le plus fréquent est le développement excessif de bactéries filamenteuses, susceptibles d'entraîner une dégradation de la décantation des boues (consécutive à l'augmentation de l'indice de boue) ou un moussage stable.

Revue
Bibliographique

Chapitre I

1-L'environnement :

1.1-Définition de l'environnement :

Environnement: La définition simplifiée du mot environnement correspond au cadre de vie, qu'il soit d'origine naturelle ou produit par l'homme. Il fournit de nombreuses ressources dont l'homme a besoin pour son existence , tout en étant simultanément une source de nuisance et d'inquiétude pour ce qui touche de près ou de loin à sa santé et à ses biens. Ceci concerne les pollutions d'origine diverses jusqu'aux cataclysmes climatiques. Autre définition de l'environnement de l'homme, annoncée dans la conférence de Stockholm sur l'environnement humain en 1972 est « l'ensemble des rapports parfois de nature conflictuelle qu'il entretient avec le milieu dans lequel il vit et qui nécessite des arbitrages au niveau de la société »(Ben Brahim, 2012).

2-Développement durable :

On commence par présenter l'évolution de la notion du développement durable au cours des 40 dernières années puis par définir les notions d'écologie, d'économie et de social. On présentera par la suite le principe de précaution et celui d'action et enfin, une première idée sur la façon d'agir pour préserver l'environnement.

2.1-La définition du concept de développement durable :

Cette séquence est consacrée à la définition du concept de développement durable. Avant de rappeler cette définition, nous reviendrons sur les sources de ce concept et sur les grandes dates de son développement. Nous insisterons à la fin de cette séquence sur les principes et les piliers du développement durable (Ott, 2018).

2.2-Les principes du développement durable :

Le développement durable vise à traduire dans des politiques et des pratiques un ensemble de 27 principes, énoncés à la Conférence de Rio en 1992. Parmi ces principes :

2.2.1-La responsabilité :

Elle s'exerce aux niveaux individuel et collectif. Au niveau international "étant donné la diversité des rôles joués dans la dégradation de l'environnement mondial, les Etats ont des responsabilités communes mais différenciées. Les pays développés admettent la responsabilité qui leur incombe dans l'effort international en faveur du développement durable" (Principe 7)(Anonyme, 2008).

Exemple : Les pays riches, principaux responsables du changement climatique global, s'engagent à respecter des quotas de réduction de leurs émissions de gaz à effet de serre, en faisant payer une taxe aux industries qui polluent beaucoup.

2.2.3-La solidarité :

Dans le temps : entre les générations présentes et futures. Ainsi, les choix du présent doivent être effectués en tenant compte des besoins des générations à venir, de leur droit à vivre dans un environnement sain. Dans l'espace : entre le Nord et le Sud, l'Est et l'Ouest, entre régions pauvres et régions riches, entre milieu urbain et rural... Exemple : l'engagement des 0,7 % du PIB pour l'Aide Publique au Développement (APD) aux pays du Sud. Actuellement, ce chiffre reste en moyenne de 0,3 %.

. Exemple : leur droit à vivre dans un environnement sain. Dans l'espace, entre les peuples, entre les pays, entre les régions pauvres et les régions riches, entre milieu urbain et milieu rural.

2.2.4-La participation :

Ce principe vise à mettre en œuvre des processus d'information transparente et pluraliste, de consultation, de débat public, de gestion des conflits, en intégrant tous les acteurs concernés à tous les niveaux de décision, du local à l'international. Exemples : les conférences de citoyens, le budget participatif, les dispositifs prévus dans les Accords de Cotonou, la Convention d'Aarhus de 1998 (accès à l'information, à la participation et à la justice environnementale).

Exemple : la mise en place de conseils de jeunes, les conférences de citoyens.

2.2.5-La précaution :

En cas de risque de dommages graves ou irréversibles, l'absence de certitude scientifique ne doit pas servir de prétexte pour remettre à plus tard l'adoption de mesures effectives visant à prévenir la dégradation de l'environnement. La précaution diffère de la "prévention", qui analyse par exemple le rapport entre coût de dépollution et bénéfices en termes d'emplois créés. En matière de précaution, face aux risques, on agit pour rendre les choix réversibles, sans évaluer les coûts. Exemple : le Protocole de Carthagène sur la Biosécurité (2000) autorise le refus d'importation de produits OVGGM pour des raisons sanitaires ou environnementales.

Exemple : Limiter les émissions de CO₂ pour freiner le changement climatique.

2.2.6-La subsidiarité :

La prise de décision et la responsabilité doivent revenir à l'échelon administratif ou politique le plus bas en mesure d'agir efficacement. Les règles internationales devraient être adaptées aux contextes locaux et sous régionaux. Exemple : une action de coopération

internationale doit s'intégrer aux politiques décidées et mises en œuvre localement et non s'y substituer.

Le développement durable et ses principes s'appliquent à toutes les activités et tous les secteurs. On parle ainsi de santé durable, de ville durable, de gestion durable des forêts, de modes de production et de consommation durables, etc.(Anonyme, 2008).

Exemple : Une action de coopération internationale doit s'intégrer aux politiques décidées et mises en œuvre localement et non s'y substituer.

2.3-Les piliers

2.3.1-Le pilier économique:

L'économie est un instrument au service du développement humain. Par conséquent, le développement durable n'exclut pas la poursuite de la croissance (l'augmentation de la production de biens et de services), pour répondre aux besoins des générations présentes et futures. Toutefois, le développement durable promet une gestion saine et durable, sans préjudice pour l'environnement et le social (Ott, 2018).

2.3.2-Le pilier social et sociétal :

Le développement durable vise à assurer la cohésion sociale en veillant à la réduction de la pauvreté et des inégalités, au partage équitable des revenus et des services, à une répartition équitable de la richesse en fonction de la contribution de chacun.

Le pilier social inclut aussi la dimension sociétale, qui vise les rapports de l'entreprise avec la société civile (élus, médias, administration, communauté scientifique, organismes non gouvernementaux, communautés, actionnaires, banquiers, assureurs, fournisseurs, sous-traitants, clients, consommateurs).

2.3.3-Le pilier environnemental :

Le développement durable vise la limitation de l'impact des activités humaines sur l'environnement naturel, mais aussi urbain. Il s'agit de préserver les ressources naturelles à long terme en réduisant leur surexploitation, les nuisances, la défiguration des paysages, l'exploitation des énergies fossiles au profit d'énergies renouvelables. Exemples: la réduction des rejets polluants l'atmosphère, la lutte contre le déboisement et la désertification, la protection de la biodiversité et des forêts, la promotion d'une agriculture respectueuse de l'environnement et de la santé.

2.3.4-Le pilier culturel (la culture et la diversité culturelle):

Depuis le Sommet mondial sur le développement durable de 2002, la culture est considérée comme une quatrième composante du développement durable. La culture, dans sa diversité, est une richesse. Il n'est plus possible de concevoir un développement durable qui

ne respecterait pas la préservation des libertés et des droits culturels, d'identités, de savoirs, de langues, de modes et de rythmes de développement diversifiés.

3-Généralité sur impact environnementaux des eaux usées :

La Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement est un service extérieur du Ministère de l'Industrie.

- DEBIT : La quantité d'eau s'évaporant par unité de temps en un point donné.
- EAUX USEES : Eaux rejetées après usage domestique ou industriel.

3.1-Etude d'impact:

Il s'agit d'une étude préalable à tout projet de construction ou de rénovation pouvant avoir un impact sur l'environnement. L'étude d'impact a pour but d'assister le maître d'œuvre dans l'élaboration d'un projet plus respectueux de l'environnement, d'aviser l'autorité administrative qui approuvera ou autorisera le projet et d'informer le public(Sadowski, 2002).

Conséquences écologiques du rejet d'eaux usées non traitées dans l'environnement a le potentiel de provoquer des changements massifs dans l'écosystème qui les reçoit

Parmi ceux-ci figurent :

- le déclin de la biodiversité aquatique du fait de la toxicité environnementale et de l'émergence de nouvelles espèces.
- l'eutrophisation des habitats récepteurs aquatiques.
- La dégradation de l'esthétique de l'environnement due à la diffusion d'odeurs nauséabondes.
- la perturbation du microclimat du récepteur.
- Conséquence d'ordre économique L'absence d'assainissement se traduit par un manque à gagner important :
- L'eutrophisation et la toxicité des étangs piscicoles entraînent des pertes énormes pour les porteurs de projets.
- des sommes importantes sont consacrées au traitement des maladies causées par le manque d'eau et le manque d'assainissement, entraînant une baisse de productivité pour une partie de la population touchée par les maladies hydriques.
- La perte de la valeur esthétique du milieu naturel est un obstacle à l'industrie touristique locale (Reounodji, 2015).

Le traitement des eaux usées permet ainsi aux populations urbaines et rurales de mieux maîtriser leur impact environnemental.

L'eau peut contenir des pesticides, des polluants et d'autres substances qui, même diluées, peuvent avoir un impact à long terme sur les milieux naturels. Le traitement des eaux

usées d'aujourd'hui a un objectif à la fois sanitaire et environnemental. Ces techniques s'efforcent d'être au plus près de la nature (Benelmouaz, 2015).

4-Les impacts sur l'environnement et leurs méthodes d'évaluation :

4.1-Definition :

Toute réflexion sur les outils d'évaluation environnementale doit commencer par une définition de l'objet d'étude : l'environnement et ses impacts associés.

L'environnement Le terme « environnement » a plusieurs sens: « ce qui l'entoure, ce qui constitue le voisinage », « l'encerclement habituel d'une personne, l'environnement dans lequel elle vit », et « l'ensemble des et des éléments artificiels qui conditionnent la vie humaine." En discutant du thème de la pollution et de ses effets sur l'environnement, C'est plutôt le troisième sens qui est en cause. Malgré le fait que de nombreux experts ont tenté de fournir une définition complète mais complexe de l'environnement, nous reviendrons sur la définition claire et synthétique fournie par l'Union européenne dans la directive. Les effets sur l'environnement sont définis comme « les effets directs et indirects d'un projet sur les facteurs suivants : - l'humain, l'animal, le végétal, - le sol, l'eau, l'air, le climat et le paysage, - les biens matériels et le patrimoine culturel, - l'interaction entre les facteurs ciblés sur les premier, deuxième et troisième tirets."

Les impacts environnementaux La pollution est l'un des nombreux liens qui existent entre les activités humaines et l'environnement. Elle se distingue par des perturbations et des dommages à ce qu'elle affecte : les impacts environnementaux. L'OCDE les définit comme « les impacts sur l'environnement, qui comprennent les aspects suivants :

- les effets sur la santé et le bien-être des personnes, l'environnement, les écosystèmes (y compris les plantes et les animaux), l'agriculture et les bâtiments (considérés comme « objets protégés »); - les effets sur le climat et l'atmosphère ; - l'utilisation des ressources naturelles (régénératives et minérales) ; - recyclage et élimination des déchets (Sebastien, 2006).

4.2-Les déversements d'eaux usées dans le milieu naturel :

Le rejet direct d'eau domestique dans le milieu naturel perturbe l'équilibre aquatique en transformant les milieux récepteurs (mer, rivière, laque) en étangs à ciel ouvert. Cette pollution a le potentiel de détruire toute vie. Il est nécessaire de retirer un maximum de déchets des eaux usées avant de les rejeter dans l'environnement. Afin que leur impact sur la qualité de l'eau en milieu aquatique naturel soit le plus faible possible. Les eaux industrielles usées ou récupérées ne sont pas épurées avant d'être rejetées dans le milieu naturel, L'altération de cette dernière et les déséquilibres qui en résultent ont non seulement des effets

immédiats sur l'utilisation de l'eau, mais aussi des effets à long terme, parfois irréversibles, sur la vie humaine (Hamsa, 2007).

4.3-Les effets des rejets de polluants dans les écosystèmes et sur la santé humaine :

4.3.1-Rejet dans les eaux de surface :

Voici quelques exemples de polluants que l'on peut retrouver dans les eaux usées, ainsi que les effets négatifs de ces polluants sur les écosystèmes et la santé humaine :

- la matière organique et les débris en décomposition peuvent consommer l'oxygène dissous dans l'eau de la mer, tuant les poissons et d'autres formes de vie aquatique.
- Des quantités excessives d'éléments nutritifs, tels que le phosphore et l'azote (dont l'ammoniac), peuvent provoquer une eutrophisation ou une sur fertilisation des eaux réceptrices, ce qui peut être toxique pour les organismes aquatiques, favoriser une croissance excessive des plantes, réduire l'oxygène disponible et nuire aux frayères, Altérer l'habitat et provoquer l'extinction de certaines espèces
- Les composés chlorés et les chloreamines inorganiques peuvent être toxiques pour les invertébrés, les algues et les poissons.
- Les bactéries, les virus et les agents pathogènes ont le potentiel de polluer les plages et de contaminer les populations de poissons, imposant des restrictions aux activités récréatives ainsi qu'à la consommation d'eau et de poisson.
- Certains métaux, comme le mercure, le plomb, le cadmium, le chrome et l'arsenic, peuvent avoir des effets toxiques à long terme sur certaines espèces.
- D'autres substances, telles que les produits pharmaceutiques et les produits de soins personnels, qui pénètrent dans l'environnement, en particulier par les effluents d'eaux usées, peuvent mettre en danger la santé humaine, les organismes aquatiques et la faune.

4.3.2- Rejets dans l'atmosphère :

La collecte et le traitement des eaux usées entraînent le rejet dans l'atmosphère de certains produits chimiques volatils, notamment du méthane, du dioxyde de carbone, des oxydes d'azote, de l'hydrogène sulfuré, du thiol et du chlore (si utilisé dans le processus de traitement). Divers autres produits chimiques peuvent également être rejetés dans l'atmosphère, bien qu'en plus petites quantités.

4.3.3- Rejets dans le sol :

L'élimination des solides organiques et inorganiques en suspension dans l'eau produit de grandes quantités de résidus solides. Dans les stations de traitement de type, les solides inorganiques (gravillons, débris) et autres matières non biodégradables sont envoyés vers les sites d'enfouissement. Plusieurs usines de traitement secondaire collectent les solides

organiques et les traitent dans un digesteur pour récupérer le méthane, qui est utilisé pour produire de l'énergie. Une fois que les solides organiques ont été complètement digérés (ils ne produisent plus de méthane), les stations d'épuration peuvent choisir parmi une variété d'options. Les déchets solides peuvent être utilisés comme engrais ou conditionneurs de sol, incinérés pour produire plus d'énergie, éliminés dans une décharge ou injectés dans des puits profonds [Anonyme 1].

4.3.4-Évaluation des effets des effluents d'eaux usées :

1. Restrictions sur les usages récréatifs (ex., fermetures de plages).
2. restrictions sur la consommation de poissons et de mollusques.
3. L'enrichissement en substances nutritives entraîne une croissance indésirable des algues et l'eutrophisation des plans d'eau.
4. détérioration de l'esthétique.
5. restrictions sur la consommation d'eau potable.
6. cas isolés et rares de maladie causée par une contamination microbiologique de l'approvisionnement en eau potable.
7. Coûts supplémentaires pour les utilisateurs agricoles, industriels et municipaux qui doivent traiter l'eau
8. dégradation et perte de l'habitat du poisson et de la faune.
9. réduction des populations aquatiques et faunistiques.
10. booste thermique, ainsi que dissipation de l'oxygène appauvrissement [Anonyme 2].

4.4-Généralités sur les impacts environnementaux de stations d'épuration des eaux usées :

4.4.1-Effet sur l'environnement - Impacts prévisibles du projet sur l'environnement :

Les stations d'épuration et leur réseau de collecte visent à améliorer l'environnement en rejetant les eaux épurées afin d'éviter que les effluents pollués ne détruisent totalement les écosystèmes aquatiques. Cependant, ces projets peuvent avoir des effets négatifs sur l'environnement en raison du bruit et des odeurs, ou ils peuvent entraîner des changements dans le paysage. En conséquence, nous étudierons les effets que cette future station d'épuration pourrait avoir. Dans le premier cas, nous examinerons les effets temporaires, et dans le second cas, nous examinerons les effets à long terme.

4.4.2-Effets temporaires :

Les effets temporaires sont ceux qui seront causés par la phase de construction de la station. La phase de construction est critique. En effet, c'est la première source de pollution de

l'environnement. Les effets sont ainsi analysés afin de minimiser leur impact environnemental. Des mesures spécifiques sont mises en place car le chantier produit des effets très différents de l'infrastructure elle-même.

4.4.3-Les nuisances paysagères :

Terrassements : Les effets d'éventuels terrassements en phase de construction sont liés aux divers dépôts et à l'encombrement du chantier. Les autres effets concernent les eaux de surface et souterraines. Leur turbidité peut être affectée par l'entraînement de particules fines. Il y a aussi la possibilité de pollution chimique. Ceci est lié au mouvement des engins de chantier ainsi qu'au stockage de matériaux polluants.

4.4.4-Milieu naturel :

La phase de construction peut provoquer des projections sur la végétation. Cela entraînera une diminution de la respiration en effondrant les stomates. En conséquence, la végétation souffre et devient plus vulnérable à d'autres menaces telles que les attaques parasitaires, la sécheresse et d'autres maladies.

La végétation peut également être affectée par les blessures imminentes des moteurs, qui peuvent traverser les routes existantes. Leur passage peut également provoquer la formation de panicules dans le sol, ce qui peut entraîner des problèmes d'infiltration d'eau.

Il en résulte des ruissellements et des zones « inondées ». Le déboisement qui permet l'accès aux moteurs doit être étroitement contrôlé. Dans le cas de la future station, aucune forêt ne gêne les engins de chantier dans les zones affectées car elles sont accessibles.

4.4.5-Les nuisances auditives et vibrations :

Le bruit est généré par la construction de l'infrastructure et donc aux différents moteurs utilisés. La circulation des moteurs entraîne également des nuisances sonores. Des vibrations peuvent également être engendrées même si celles-ci seront très infimes dans cette construction.

4.4.6-Effets permanents :

4.4.6.1-Les nuisances olfactives :

Les odeurs de la station d'épuration peuvent provenir de deux sources. La station sera équipée d'un bassin d'aération si le mode de traitement choisi est le procédé d'activation des boues. Ces derniers sont la source la plus importante d'émissions olfactives.

Les boues d'épuration représentent une autre source d'émission soit au niveau de leur stockage, transportés ou jetés. La présence d'odeurs est la principale motivation des communautés et populations locales à se mobiliser.

Au niveau d'une station d'épuration, les odeurs peuvent provenir de sources diverses. Les mesures de suppression ou de réduction varient, comme le suivi de la qualité des effluents ou le redimensionnement des canalisations d'eau et d'égout en fonction des caractéristiques qualitatives et quantitatives des effluents à traiter.

L'optimisation du dimensionnement est primordiale pour limiter la stagnation et les risques de fermentation en cas de fortes variations de charges.

Des mesures telles que couvrir ou désodoriser les postes les plus critiques sont possibles. L'air émis par le système de ventilation technique peut être traité pour réduire l'impact olfactif, tout comme une bonne gestion des déchets.

Il est préférable d'envisager une solution minimisant le risque d'émissions d'odeurs tout en respectant les contraintes économiques dès le début de la conception de la station.

Dans le tableau .1 ci-dessous sont regroupés les causes principales d'odeurs et les remèdes que l'on peut apporter selon les postes de traitement des eaux usées ou de boues :

Tableau 1 : Sources d'odeurs par postes de traitement et remèdes envisageables

Phases de traitement	Les prétraitements	
	Causes	Remèdes
Dégrillage	Produits du dégrillage sont putrescibles	Elimination régulière et fréquente. Mise en décharge incinération
dessablage dégraissage	Les sables retiennent des éléments organiques fermentescibles	Lessivage des sables puis élimination

Type de traitement	Traitement biologique	
	Causes	Remèdes
Boues activées	<p>Mauvais dimensionnement Mauvaise géométrie des bassins zones mortes Aération insuffisante (charge trop élevée, turbine insuffisante)</p>	<p>Procédé généralement peu polluant : surveillance de la charge et de la teneur en O2 des bassins Intervention rapide en cas de problème</p>

4.4.6.2-Les nuisances auditives :

L'aération des effluents (sur-presseurs, brosses, turbines), ainsi que le traitement des boues, provoquent des émissions sonores pendant la phase d'exploitation de la STEP. Le fonctionnement de portes métalliques ou d'un dégrillateur génère également du bruit. Le transport de déchets dangereux et de produits chimiques provoque également une pollution acoustique.

4.4.2-Les effets sur le milieu naturel :

Dans le cas d'une station d'épuration, les nuisances les plus graves sont causées par les rejets dans le milieu naturel. Il s'agit de désagréments qui sont fréquemment visibles et peuvent se manifester de diverses manières :

- Dégradation d'un cours d'eau due à l'aval immédiat de la station. Par exemple, une station d'épuration des eaux usées polluée en mer a eu un impact significatif sur la faune aquatique, entraînant une diminution significative de la population.
- Eutrophisation : La Sègre présente des zones sensibles à l'eutrophisation. Si les déchets sont rejetés dans cette mer, ils seront amplifiés.
- L'interdiction de baignade est parfois prononcée lorsque l'eau est jugée de mauvaise qualité, c'est-à-dire lorsque le nombre d'E. coli dépasse le maximum autorisé (2000 pour 100ml). Les paramètres physiques et chimiques doivent également être respectés.
- Quant à la pêche, elle peut aussi être interdite si un aquifère n'est pas respecté.
- Dysfonctionnement de l'écosystème

- Le projet prévoit le rejet direct des effluents épurés dans la mer, mais la qualité des effluents devra respecter la réglementation. Les valeurs se situent dans la partie réglementation pour les stations d'épuration. Nous allons réaliser une modélisation des rejets d'effluent sur la rivière afin de voir leur dispersion et leur dilution dans la mer [Anonyme 3].

4.4.3-la Pollution de l'eau :

4.4.3.1-L'origine de la pollution :

La pollution de l'eau a plusieurs causes : naturelles, domestiques, industrielles et agricoles. L'origine naturelle implique un phénomène tel que la pluie, qui se produit lorsque l'eau de ruissellement traverse un terrain riche en métaux lourds, ou lorsque les précipitations transportent des polluants de l'atmosphère vers le sol

L'origine domestique fait référence à l'eau utilisée dans les milieux domestiques (salles de bain, cuisines, etc.), ainsi qu'à l'eau rejetée par les hôpitaux, les entreprises et autres institutions.

En termes d'origine agricole et industrielle, il s'agit de l'eau qui a été contaminée par des produits liés à la pollution (par exemple, des engrais, des pesticides) ou de l'eau qui a été contaminée par des résidus de transformation des métaux, et, plus largement, par des produits chimiques tels que métaux lourds, hydrocarbures, etc. (Mohammed, 2019).

4.4.3.2-Les types de la pollution :

4.4.3.2.1-Pollution physique :

Tous les micro-organismes excrétés avec les matières fécales sont présents dans les eaux usées. Cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes. L'ensemble de ces organismes peut être divisé en quatre grands groupes, par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes

4.4.3.2.2Pollution mécanique :

Elle est le résultat des rejets de déchets et de particules solides des eaux usées industrielles ainsi que des eaux de ruissellement. Ces substances polluantes sont soit des éléments plus lourds, du sable, soit du MES en suspension.

4.4.3.2.3-Pollution thermique :

La pollution thermique est causée par les eaux usées rejetées par les usines qui utilisent un circuit de refroidissement pour refroidir certaines installations (centrales thermiques, centrales nucléaires, raffineries, aciéries, etc.). L'augmentation de température qu'il provoque réduit la teneur en oxygène dissous. Elle accélère la biodégradation et la prolifération des cellules germinales. On découvre qu'à charge égale, une augmentation de température se produit.

4.4.3.2.4-Pollution chimique :

La pollution chimique est causée par les rejets chimiques, qui sont principalement de nature industrielle, domestique et agricole. La chimie de la pollution de l'eau se divise en deux catégories :

Organiques (hydrocarbures, pesticides, détergents, etc.). Minéraux (métaux lourds, cyanure, azote, phosphore...).

4.4.3.2.5-Pollution organique :

La pollution organique est causée par les effluents contenant des matières organiques fermentescibles (biodégradables), qui sont fournis par les industries agro-alimentaires (laiteries, abattoirs, sucreries...) ainsi que les effluents domestiques (déjections, céréales...).

Le premier effet de cette pollution est la consommation d'oxygène dissipée par ces eaux. Les détergents, les pesticides et les hydrocarbures sont les polluants organiques les plus courants.

4.4.3.2.6-Les détergents :

Ce sont des composés tensioactifs synthétiques dont la présence dans l'eau est provoquée par les rejets d'effluents urbains et industriels.

• Voici les effets secondaires de l'utilisation de détergent :

- L'apparition d'une odeur saline.
- La formation d'une mousse qui étouffe le processus de purification naturel ou artificiel.
- Ralentissement du transfert et de la dissolution de l'oxygène dans l'eau.

4.4.3.2.7-La pollution microbiologique :

Tous les micro-organismes excrétés avec les matières fécales sont présents dans les eaux usées. Cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes. L'ensemble de ces organismes peut être divisé en quatre grands groupes, par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes (Benelmouaz, 2015).

4.4.3.2.8-Pollution causée par le phosphore :

Les origines du phosphore remontent aux industries du traitement de surface des métaux, de la blanchisserie industrielle et des engrais agricoles. Comme pour l'azote le phosphore est un élément nutritif qui contribue au phénomène d'eutrophisation, ou à la croissance excessive des algues et du plancton dans les milieux aquatiques.

4.4.3.2.9-La Pollution causée par l'azote :

Les activités industrielles peuvent être à l'origine de déchets riches en azote (nutritionnels) rejetés par les engrais, les cokeries et les industries chimiques et agrochimiques. Il existe deux

types d'azote : l'azote réduit (NH₃ ou NH₄⁺) et l'azote organique (protéine, créatine, acide urique).

Tableau2.Les sources de pollutions: (Y.Libes, 2010).

Substances	Origines	Effets
Hydrocarbures Essences, huiles, Fioul	Transports routiers, industries, accidents pétroliers, fuites lors des déchargements des pétroliers, lessivage par la pluie des zones urbaines (parking, route)	Altération des mécanismes physiologiques de tous les organismes vivants
Métaux lourds	Transports routiers, industries métallurgiques et pétrochimiques, peinture et carénage des bateaux	Affectent surtout les animaux Ralentissement de la croissance Altération des organes Classement par ordre de nocivité croissante : Hg>Ag>Cu>Cd>Zn>Pb>Cr>Ni>Co
Pesticides et Insecticides	Utilisation domestique, agriculture	Trouble du métabolisme et du système neurologique Altération des processus Enzymatiques
Composés azotés et phosphatés	Agriculture, aquaculture, industries agroalimentaires, eaux usées domestiques	Phénomène d'anoxie et d'eutrophisation
Détergents	Eaux usées domestiques, industries	Affectent les plantes et les algues Effet amplifié si combinaison avec des hydrocarbures
Matières en suspension MES	Eaux usées domestiques, lessivages des sols, industries	Diminution apport de lumière

Chapitre II

1-Les eaux usées :

1.1-Définition :

Les eaux usées, également appelées résiduaires, sont des eaux qui contiennent des résidus, solubles ou insolubles, de l'activité humaine industrielle ou agricole et qui s'écoulent dans les stations d'épuration. Elles représentent une partie du volume total des ressources en eau utilisables, mais leur faible qualité nécessite une épuration avant rejet dans le milieu naturel. Lorsque l'état et la composition de l'eau sont altérés par des actions humaines de telle sorte qu'elle ne se prête plus facilement à tout ou partie des usages qu'elle pourrait servir à l'état naturel, on parle d'« eaux usées ». De nos jours, on parle beaucoup d'idées d'eau claire. (Benelmouaz, 2015).

1.2-Les différents types des eaux usées :

Les eaux usées regroupent les eaux résiduaires domestiques (les eaux vannes et les eaux Ménagères), les eaux de ruissellement et les effluents industriels (eaux usées des usines) ils sont rejetées dans un émissaire d'égout vers le milieu naturel ou vers les STEP (Mohammed, 2019).

On distingue 3 types d'eaux usées :

1.2.1- L'eau domestique :

Principalement une source de pollution organique, avec une concentration de détergents, de céréales, de solvants et de débris organiques ; et une forte concentration de matière organique azotée, ainsi que de germes fécaux et porteurs d'agents pathogènes. (Cherifa et al., 2017).

1.2.2-Eaux industrielles :

Leurs propriétés diffèrent d'une industrie à l'autre. En plus des matières organiques azotées ou phosphorées, ils peuvent contenir des sous-produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques, des hydrocarbures, les produits chimiques etc.

1.2.3- Eaux pluviales :

Elles peuvent aussi être une source importante de pollution, car elles peuvent ramasser des impuretés dans l'air (fumées industrielles) puis ruisselle, ramassant des résidus laissés sur les toits, les rues, et le sol (poussières, huiles végétales, essence, cendres de pneus, métaux lourds, pesticides, etc. (El Hachemi, 2012).

1.3- Caractéristiques des eaux usées :

L'utilisation de l'eau est définie par la mesure de ses paramètres physiques, chimiques et biologiques dont les valeurs doivent être inférieures ou égales à certains seuils pour être rejetée sans causer de dommages significatifs à l'environnement.

1.3.1- Paramètres physico-chimiques :

La température est essentielle dans toutes les réactions chimiques qui se déroulent dans un milieu liquide. Des températures supérieures à 15 °C intensifient les odeurs, tandis que des températures inférieures à 15 °C ralentissent la vitesse de certaines réactions chimiques. Le taux de dégradation des matières organiques dans les eaux usées augmente avec l'augmentation de la température. Son importance est mise en évidence dans la chimie de l'épuration par l'accélération des processus d'épuration lorsque le milieu biologique est prêt.

1.3.2- Potentiel d'hydrogène (pH) :

Le pH vous permet d'exprimer votre caractère acide ($\text{pH} < 7$), basique ($\text{pH} > 7$) ou neutre ($\text{pH} = 7$). Sa valeur est déterminée par les équilibres ioniques dans l'eau. Le pH influence directement sur la répartition des métaux lourds. Les mesures sont effectuées in-situ à l'aide d'un pH-mètre. Le pH de l'eau peut affecter le processus de désinfection et la solubilité des métaux sous une forme ionique plus toxique.

Le pH d'une solution influence de nombreuses réactions physico-chimiques ainsi que la répartition des micro-organismes impliqués dans la dégradation de la matière organique.

1.3.3- Conductivité :

La conductivité est la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. En raison des relations établies entre la minéralisation et la conductivité, il est possible d'estimer le niveau approximatif de minéralisation de l'effluent. La majorité des substances présentes dans l'eau sont sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de conductivité peut ainsi être utilisée pour calculer la quantité de sels dissoute dans l'eau. La conductivité de l'eau est influée par sa température : elle devient d'autant plus importante quand la température augmente. Par conséquent, les résultats de mesure doivent être présentés en termes de conductivité équivalente à 20 ou 25°C. Elle est exprimée en S/cm (micro Siemens par centimètre). Il permet d'évaluer l'efficacité d'épuration des stations d'épuration (Amrouni and Labaci, 2016)

1.3.4- Les matières en suspension (MES) :

La majorité des matériaux de suspension sont biodégradables par nature. La majorité des micro-organismes pathogènes retrouvés dans les eaux usées sont véhiculés par les MES

(matières en suspension). Ils donnent également à l'eau un aspect trouble. Un mauvais goût et une odeur désagréable (Baumont et al., 2014).

1.3.4-La demande biochimique en oxygène (DBO5) :

Exprimée en milligrammes d'oxygène par litre. Elle exprime la quantité de matière organique biodégradable présente dans l'eau. Plus précisément, ce paramètre mesure la quantité d'oxygène nécessaire à l'oxydation des matières organiques via des processus aérobies. Pour cette métrique, la quantité d'oxygène consommée au cours de cinq jours est utilisée comme référence. Il s'agit du DBO5, qui nécessite une demande biochimique en oxygène tous les cinq jours.

1.3.5-La demande chimie en oxygène (DCO) :

Exprimée en milligrammes d'oxygène par litre. Elle est la teneur totale en eau dans les matières oxydables. Ce paramètre représente la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder chimiquement ces matériaux.

1.3.6-Les teneurs en azote et en phosphore :

Sont également des paramètres très importants, à cause des problèmes d'eutrophisation expliqués plus haut. Cette fragilité du milieu naturel a été prise en compte par la réglementation avec la notion de "zones sensibles" (Y.Libes, 2010).

1.4-Comment mesure-t-on les matières polluantes contenues dans les eaux usées ?

1.4.1-Mesure des matières en suspension (MES) :

La méthode dite « photométrique » est utilisée pour déterminer les matières en suspension. L'échantillon d'eau utilisé a été pré-mesuré dans une cellule de 25 ml et placé dans un spectrophotomètre. La concentration de MES par rapport à un témoin, qui est l'eau distillée, est affichée sur un écran numérique en milligrammes par litre.



Figure1 : Spectrophotomètre

1.4.2-Mesure de la demande chimérique en oxygène (DCO) :

La méthode dite de « digestion au réacteur » est utilisée pour mesurer la demande chimérique en oxygène. Après homogénéisation des échantillons usagés, 10ml sont prélevés et placés dans des tubes DCO, puis incubés à 160°C pendant 2 heures dans un réacteur DCO (appareil de chauffage multitube). Le DCO de l'échantillon est mesuré en mg/l à l'aide d'un spectrophotomètre après refroidissement des tubes.



Figure2 : Appareil de chauffage multitube

1.4.3-Mesure de la demande biochimique en oxygène en 5 jours (DBO5) :

Au laboratoire, 157 ml d'échantillon contenus dans un flacon opaque DBO5 ont été incubés à 20°C dans un analyseur le DBO. Le CO₂ est absorbé par trois à quatre grains de dKOH introduits dans le creux bouchon de la bouteille et ils absorbent également le CO₂ qui est libéré. La quantité de mercure dans le tube du manomètre qui correspondait à la quantité d'oxygène consommée par les bactéries a été mesurée chaque jour pendant 5 jours



Figure 3 : étuve de DBO5



Figure 4 : Grains de dKOH

1.4.4-Mesure du potentiel hydrogène (pH) :

À l'aide d'un pH-mètre, les mesures du pH et du potentiel redox (Eh) ont été déterminées. Après un étalonnage préliminaire du pH-mètre avec des tampons avec des valeurs de 7,00 et 4,01, l'électrode de verre a été placée dans 100 ml d'échantillon, et les valeurs ont été affichées sur un écran d'affichage numérique.



Figure5 : PH-mètre

1.4.5-Mesure de la conductivité électrique :

La conductivité électrique a été mesurée à l'aide d'un conductimètre. Les unités de mesure sont S/cm.



Figure 6 : Conductimètre

1.4.6-Le test des nitrates :

Est une méthode de détermination de la quantité de nitrates en colorimétrie avec un spectrophotomètre et le Nitrater ont été utilisés pour déterminer les concentrations en nitrates. La lecture a été faite à 400 nm, et les résultats ont été exprimés en mg/L de NO_3^- est une version abrégée de Mesure des ortho phosphates La colorimétrie avec un spectrophotomètre et le phosver III ont été utilisés pour mesurer les teneurs en eau des ortho phosphatés. La lecture a été faite à 890 nm, et les résultats ont été exprimés en mg/L de PO_4^{3-} (Sadowski, 2002).

2-La collecte des eaux usées :

2.1-Structure du réseau d'assainissement :

Le réseau d'assainissement d'une agglomération a pour vocation de collecter ces eaux et de les acheminer vers une station d'épuration. La collecte s'effectue par l'évacuation des eaux domestiques (et éventuellement industrielles ou pluviales) par les conduites d'un réseau d'irrigation appelé collecteurs. La plupart du temps, l'eau utilisée dans les collecteurs est transportée par gravité, c'est-à-dire par l'effet de leur poids. Cela peut parfois se produire par refoulement, sous pression ou en dépression. Les tuyaux sont en ciment, parfois en terre cuite ou en PVC, et rarement en acier ou en aluminium. Lorsque la configuration du terrain ne permet pas une évaporation satisfaisante des eaux captées, différents moyens (stations de pompage et/ou de recharge) sont utilisés pour faciliter leur évacuation. La protection du réseau contre l'incrustation et la corrosion est assurée en premier lieu par le prétraitement de certaines eaux industrielles avant leur rejet dans le réseau. En cas de mélange d'eaux usées et pluviales, la régulation du débit est assurée par des équipements destinés à retenir temporairement des apports d'eau importants et soudaine, appelés bassins orages. Dans certains cas, ces débits peuvent provenir en tout ou partie de déversoirs d'orage ou de dérivations de chef de gare. De tels équipements permettent le bon fonctionnement des stations d'épuration tout en limitant les risques de contamination.

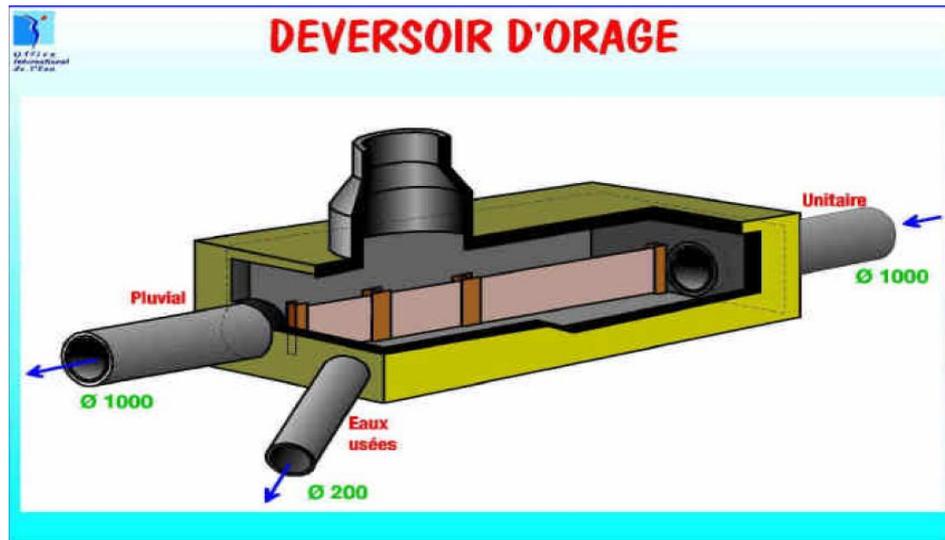


Figure 7 : Déversoir d'orage (Joseph PRONOST and BERLAND, 2002)

3-Études des méthodes de traitement des eaux usées :

Parce que la plupart du temps, le réseau est unidirectionnel, les eaux usées utilisées dans les villes sont constituées de déchets domestiques et commerciaux, ainsi que de déchets industriels et d'eaux souterraines. Par conséquent, les résidus industriels tels que les sels, les métaux lourds et les composés organiques augmentent la charge polluante. Les types de traitement les plus courants sont le lagunage, les boues actives, les lits bactériens, une station de percolation, les lagunages aérés et une seule station semi-fermée avec un réservoir opérationnel.

Pour le traitement des eaux récupérées, diverses technologies sont disponibles : Filtres bactériens, lagunes anaérobies, lagunes facultatives, séries de bassins à recirculation, lagunes aérées de divers types, installations de boues actives, filtres biologiques rotatifs, bio disques et bio filtres, un réservoir de stabilisation en série ou parallèle ou isolé, un traitement sur un seul aquifère et d'autres options

L'application de ces différents traitements, selon les cas, présente des avantages et/ou des inconvénients en ce qui concerne : la climatologie, la pédologie, la disponibilité des terres, le coût d'investissement, le coût d'exploitation et la maîtrise technologique par les utilisateurs.

La décision générale sur le type de traitement des déchets à utiliser repose sur le développement de diverses alternatives extensives, intensives ou semi-extensives, ainsi que sur une comparaison de leurs performances sur différentes dimensions, dont le coût, les contraintes techniques et les contraintes environnementales (El Haité, 2010).

3.1-Choix de la méthode retenue en STEP (sablettes) :

La recherche a été divisée en plusieurs étapes :

- création d'un dossier technique contenant des données de terrain,
- création d'une analyse fonctionnelle et d'une analyse de Pareto
- création d'une analyse des dysfonctionnements à partir de laquelle sera construit le plan de maintenance préventive.

La première étape du processus consiste à rassembler tous les documents nécessaires au diagnostic/maintenance. La gestion de la documentation, du point de livraison au plan de construction et au mode d'utilisation des matériaux, fait partie intégrante du service de maintenance. Ainsi, le dossier technique a été créé en collaboration avec ce service.

Ce dossier peut contenir le plan de processus global, les plans mécaniques des équipements, les plans électriques, la liste complète des références matérielles, et l'historique des interventions de maintenance corrective. La masse d'informations ainsi rassemblées sert de base à l'élaboration d'analyses fonctionnelles et dysfonctionnelles. Dans la deuxième étape, une analyse fonctionnelle du système est effectuée. C'est un « processus qui consiste à rechercher, organiser, caractériser, hiérarchiser et/ou valoriser les fonctions » attendues d'un utilisateur. Cette analyse sert de préalable à la mise en œuvre de l'analyse fonctionnelle et de la sûreté de fonctionnement. Son objectif est de déterminer et d'identifier clairement les rôles des différents processus d'épuration, ainsi que les interactions qui existent entre eux (El Haïté, 2010).

3.2-Traitements classiques :

Celles-ci sont bien connues et largement diffusées : les boues modiques représentent la grande majorité du réseau de stations algériens. Cependant, le recours à ces techniques n'est pas toujours la meilleure solution pour les petites capacités, en raison notamment des contraintes d'exploitation et des coûts d'exploitation. Dans tous les cas, il faut veiller à assurer la sécurité des boues, la fiabilité des équipements électriques et le bon dimensionnement des clarificateurs. Lorsqu'il s'agit de stations préfabriquées, il est particulièrement important de prioriser les dispositifs conçus pour permettre un accès facile aux organes de viabilité lors de l'exploitation et de l'évaluation des performances.

3.3-Le lagunage :

Principe général Le lagunage est une méthode naturelle de purification des eaux usées qui permet la séparation des éléments solides de la phase liquide par sédimentation ainsi qu'une purification biologique principalement par l'action de bactéries. Les bassins de

lagunage sont généralement au nombre de trois. Ils sont conçus pour recevoir de l'eau, la traiter pendant un certain temps, puis la renvoyer au système de réception. Un bassin lagunaire, bien que simple dans sa conception et son apparence, est en fait un système de purification impliquant une multitude de processus physiquement, chimiquement et biologiquement complexes. L'opération repose sur la formation d'une chaîne alimentaire complète, qui repose sur la symbiose de deux organismes vivants : les algues et les bactéries. L'écosystème est extrêmement complexe car le comportement des êtres vivants est influencé par une pléthore de facteurs incontrôlables tels que la température, la lumière du soleil, etc.

3.4-La définition de l'épuration :

Le rejet direct des eaux usées dans le milieu naturel perturbe l'équilibre aquatique en transformant le milieu accepteur en exutoires. Cette pollution a le potentiel de détruire toute vie. Pour ce faire, il est nécessaire de purifier et d'éliminer un maximum de déchets des eaux usées avant de les rejeter dans l'environnement, En tant que milieu aquatique naturel, il doit être aussi faible que possible en termes d'impact sur la qualité de l'eau.

Le procédé d'épuration élimine les débris organiques ou minéraux les plus importants, ainsi que les MES de différentes densités dans l'eau tels que les grains de sable et les particules minérales, ainsi que les pollutions résiduelles pouvant être nocives en aval (germes pathogènes, azote, phosphore(Mohammed, 2019)).

4-Les étapes de traitement des eaux usées :

4.1-Prétraitements :

Avant traitement, les effluents doivent subir une série d'opérations physiques ou mécaniques. L'objectif dans ce cas est d'extraire et d'éliminer de l'eau les solides en suspension ou flottants pouvant constituer une menace pour les traitements ultérieurs (Mercoiret, 2010).

4.1.1-Les traitements successifs sont le relevage le dégrillage le dessablage - déshuilage :

4.1.1.1-Le relevage:

Est obligatoire avant tout prétraitement pour s'assurer que l'eau s'écoule gravitairement à travers les différentes installations de traitement, le niveau d'eau purifiée entrant étant supérieur au niveau d'eau purifiée sortant du clarificateur avant d'être rejeté dans le milieu naturel. Ensuite, un système de récupération est utilisé, qui est assuré par des

Pompes multicanaux à pistons fermés ou par vis d'Archimède.



Figure 8 : des pompe multicanaux à pistons fermés ou par vis d'Archimède.

4.1.1.2-Le terme « dégrillage » :

Désigne le procédé de rétention des gros déchets solides grâce à l'utilisation de grilles à barreaux verticaux dont l'écartement varie entre 3 et 100 mm selon l'efficacité recherchée. En conséquence, tous les bois, plastiques, papiers, bouteilles et papiers qui pourraient endommager les différents variateurs et machines de l'installation ont été supprimés. Dans une étape pour les eaux contaminées (Altmeyer et al., 1990).



Figure 9 : Dégrillage grossier et fin.

4.1.1.3-Dessablage :

Est de plus en plus associé au déshuilage dans une même œuvre. Son objectif est d'extraire les sables, les grains et les particules minérales en suspension des eaux brutes, évitant ainsi l'abrasion des pompes et des avaloirs. Le sable est déposé dans la fondation de l'ouvrage et est raclé ou sucé par des pompes montées sur un pont mobile. Le volume extrait par habitant et par an varie de 5 à 12 dm³. Les huiles et les grains flottent en général car leurs densités sont inférieures à celle de l'eau. L'aération sous forme de bulles d'air est fréquemment utilisée pour augmenter la vitesse de remontée des particules d'herbe, la récupération s'effectuant dans une zone de tranquillisation. Le temps passé dans ce type de structure varie de 5 à 12 minutes, et la quantité d'air insufflé est de l'ordre de 0,2 mètre cube par heure.



Figure 10 : clarificateur de sable.

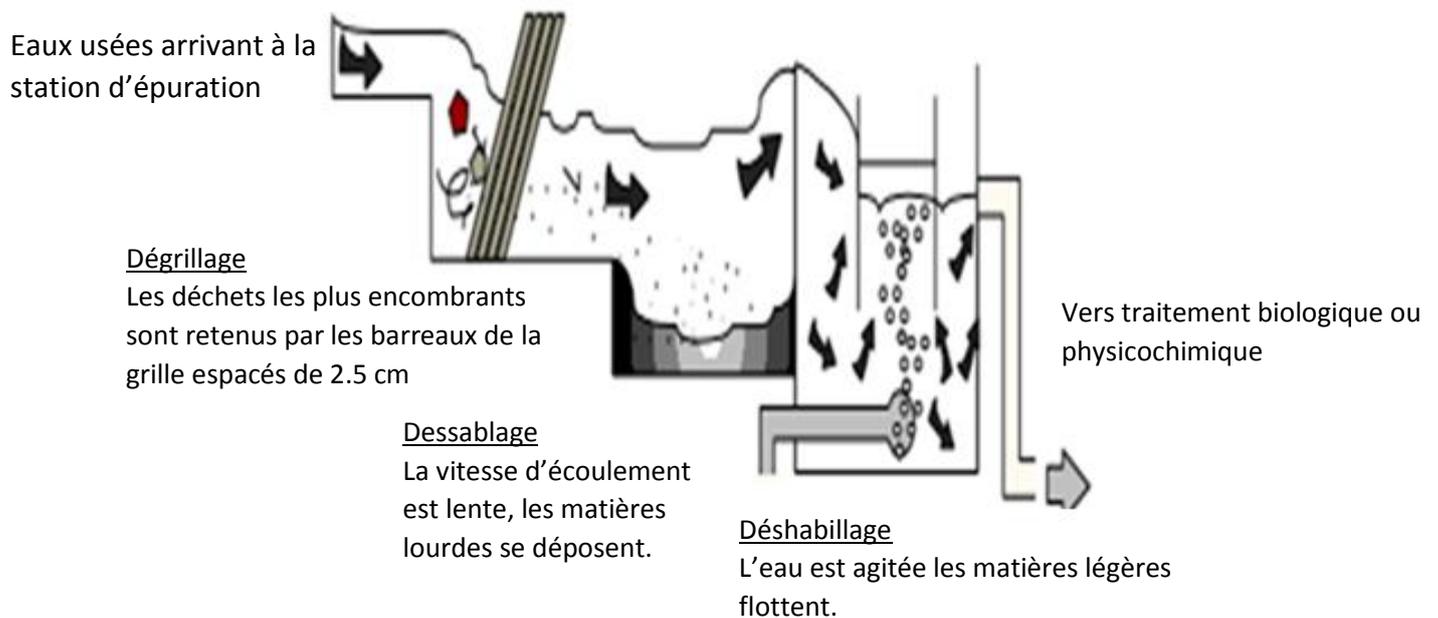


Figure 11 :Explicative de prétraitement (Sadowski, 2002).

4.2-Traitement primaire :(au niveau du décanteur primaire)

Le traitement primaire élimine plus de la moitié des matières en suspension et constitue un prétraitement nécessaire mais insuffisant pour assurer la qualité du rejet dans le milieu naturel. Il emploie divers procédés physiques ou chimiques. Parce que leur densité est supérieure à celle de l'eau, les matières en suspension se déposent au fond. La décantation classique est possible lorsque les eaux prétraitées restent calmes dans le bassin de décantation primaire. Affaires en suspension Organiques ou non, ils se retrouvent au fond du lac par gravité. Ils sont arrachés et évacués, formant les boues primaires. Mais, malheureusement, c'est insuffisant. En effet, si le temps qu'il faut à un gravier pour couler dans un mètre d'eau est d'une seconde sous la seule influence de son poids, il faut deux minutes pour que le sable coule, deux heures pour l'argile, huit jours pour une bactérie, et deux à 200 ans pour un colloïde.

De ce fait, les matières sont extrêmement stables en suspension et ne peuvent se dégrader naturellement aux débits communément admis en station d'épuration. Pour déstabiliser la suspension, il est nécessaire de favoriser l'agglomération des colloïdes en diminuant leurs forces de répulsion électrostatique. Il y a floculation ou coagulation lorsque ces particules s'agrègent. Ce type de traitement primaire n'est pas applicable à toutes les

STEP, mais la coagulation-floculation suivie d'une décantation permet d'éliminer jusqu'à 90 % de MES et 40 à 65 % de DBO5 des effluents urbains, Les résidus qui en résultent sont particulièrement riches en matières fermentescibles et doivent subir un traitement particulier pour être stabilisés.

Dans certains cas, si les éléments à éliminer ont une densité légèrement inférieure à celle de l'eau, ils peuvent être éliminés par flottation avec ou sans adjudication de polymère.(Cherifa et al., 2017).



Figure 12 : Décanteur primaire

4.3-Le traitement biologique :(au niveau de bassin biologique)

Si les prétraitements impliquent des procédés physiques, le traitement secondaire est une épuration biologique. Ce traitement élimine la majorité de la pollution carbonée biodégradable. Différents types de bassins ou de réacteurs sont utilisés

Selon que les microorganismes sont fixés sur un support ou en suspension dans l'eau. Lorsque la biomasse est en suspension, des cultures libres ou des boues activées sont utilisées pour répliquer et accélérer les mécanismes d'autoépuration des milieux aquatiques.

Les cultures fixées ou lits bactériens se produisent lorsque la biomasse est fixée sur un support : cela reproduit le mécanisme de bio filtration par le sol (Méot and Alamy, 1990).

4.3.1-Bassin de boues actives :

Il s'agit de mettre en contact les eaux usées avec une biomasse épuratrice, qui est en fait un écosystème simplifié et sélectionné faisant appel à des micro-organismes. Elle est composée de micro-organismes de tailles inférieures au millimètre, de microflore bactérienne, de microfaune animale, de protozoaires, etc. La dégradation s'effectue alors par voie aérienne (en présence d'oxygène), et elle consiste en la transformation des impuretés par l'action de la biomasse. Les bactéries digèrent la matière organique afin de réguler la quantité d'oxygène dissipée dans l'eau en fonction de la concentration de la biomasse.

Le développement d'une culture bactérienne libre sous forme de flocons est induit dans un bassin cuivré, aéré et alimenté en eau purifiée. Un brassage peut se faire en surface avec une turbine ou dans les profondeurs du bassin avec diffusion de bulles d'air. Son objectif est d'éviter les dépôts et d'homogénéiser le mélange de flocons bactériens et d'eau usée ; l'aération, qui se produit à partir de l'oxygène de l'air, vise à dissiper cet oxygène dans l'eau et ainsi répondre aux besoins des épurateurs bactériens. Une partie des boues formées sera recyclée dans le bassin d'aération pour assurer la reprise des micro-organismes, les boues excédentaires étant extraites et traitées.

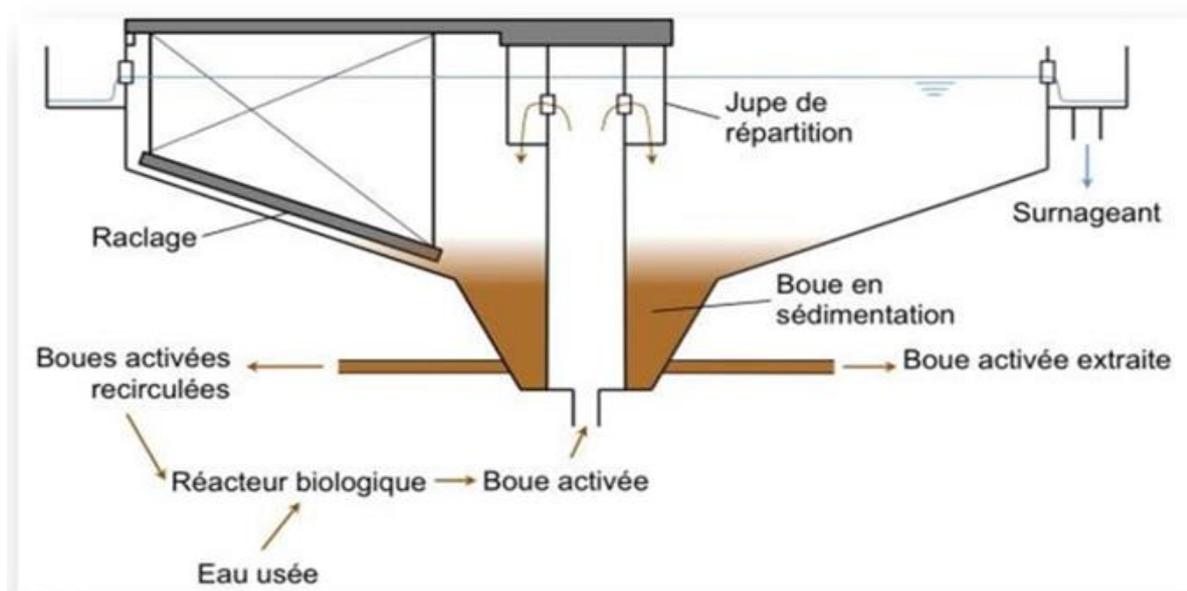


Figure 13 :Le bassin d'aération (Hafsaoui and Khammar, 2020).

4.3.2-Les organismes vivants et leurs rôles dans le traitement des eaux usées :

Ces nombreuses espèces peuvent varier en fonction des effluents traités, du climat, de la charge organique et de la profondeur de l'eau. Les bactéries, les algues et le zooplancton sont les trois principaux groupes.

4.3.3-Les bactéries :

Sont des micro-organismes ont la capacité de dégrader et d'assimiler une grande partie de la matière organique présente dans l'eau potable. Ces bactéries excrètent des produits de dégradation tels que des minéraux solubles et des gaz résiduels dans l'environnement. Les bactéries les mieux adaptées à leur environnement se développent rapidement et sont plus nombreuses que les autres espèces, selon l'équilibre du milieu, notamment les teneurs en azote et en phosphore. Il existe une régulation naturelle du taux bactérien en fonction de la matière

organique présente dans l'environnement et d'autres conditions de développement (température, ensoleillement, pH, oxygène dissous, etc.).

Quel que soit le processus biologique considéré, on trouve : Des bactéries aérobies qui se transforment en présence d'oxygène dissous, de charge organique dissoute en minéraux (nutriments) et de gaz. Les bactéries du cycle de l'azote assurent la nitrification (formation de nitrites) et la nitrification (formation de nitrates).

Les bactéries anaérobies, qui sont principalement des méthanogènes (formation de méthane), assurent la transformation de la matière organique au niveau cellulaire (Sadowski, 2002).



Figure 14 : Le Bassin biologique (le bassin d'aération).

4.4-Les traitements complémentaires : (au niveau du clarificateur)

Les eaux usées contiennent une variété de composés azotés dérivés des déchets humains, ainsi que du phosphore dérivé de la majorité des détergents utilisés dans les lessives. Les phosphates, par exemple, sont utilisés pour neutraliser l'action du calcaire en liant les ions calcium, ce qui améliore les performances de nettoyage des détergents. Même si ces substances ne sont pas directement nocives, leur impact sur le milieu aquatique est négatif. Ils diffusent vers la surface éclairée, où ils favorisent la croissance excessive d'algues et d'autres plantes, qui à leur tour décomposent les nitrates et les phosphates dans lesquels l'oxygène est libéré dans l'atmosphère. Ils jouent un rôle important dans l'eutrophisation de l'eau. Dans le STEP, ce traitement est de plus en plus utilisé en conjonction avec le traitement secondaire.

C'est un processus biochimique connu sous le nom de boues activées avec changement de phase.

4.4.1-Elimination de l'azote :

La plupart du temps, l'azote est sous forme inorganique ou ammoniacale (NH_4^+) dans l'eau. Une bonne oxygénation dans le bassin d'aération permet aux bactéries de convertir l'azote organique en ammoniac puis d'oxyder l'ammoniac en nitrate (NO_3^-). Cette oxydation est une nitrification.

Les nitrates sont ensuite transformés en azote gazeux dans des conditions anoxiques : L'absence d'oxygène présuppose la présence d'oxygène en combinaison avec des nitrates. Pour terminer ce processus appelé dénitrification, l'aération doit être arrêtée.

Il est à noter que dans de nombreuses installations, cette phase ne se distingue pas du traitement secondaire car elle est réalisée à faible charge dans un bassin de boues. Il suffit d'alterner les phases d'aération et d'anoxie (Metahri, 2012).

4.4.2-Elimination du phosphore :

La méthode la plus couramment utilisée pour la purification du phosphore est la précipitation chimique par adjonction d'éléments métalliques (fer ou aluminium) ou de chaux. Les phosphates précipitent sous forme de sels ou d'hydroxydes métalliques et sont séparés de la phase liquide par décantation. Les principaux réactifs sont le sulfate d'aluminium, l'aluminate de sodium, le sulfate de fer, le ferrique de chrome, le ferrique de chlore sulfate et la chaux.

La précipitation est un type de réactif qui peut être ajouté après les prétraitements et avant le décanteur primaire ou le bassin d'aération.

Le terme « post-précipitation » fait référence à la précipitation qui se produit après que le clarificateur a été retiré de l'effluent. L'exigence d'un compteur supplémentaire.

4.4.3-Directement sur le bassin d'aération :

C'est le type de précipitation le plus couramment utilisé. L'élimination peut également être réalisée en partie par des moyens biologiques ; cependant, l'installation doit être équipée d'un bassin ou d'une zone anoxique. L'alternance d'aérobiologie et d'anoxie favorise un mécanisme de recirculation/accumulation de phosphore dans l'épuration de la biomasse.

4.4.4-Elimination des micro-organismes :

L'eau épurée contient plus d'un million de micro-organismes par litre, dont certains sont nocifs pour l'homme. Lorsque de l'eau contaminée est déversée dans un bassin versant

pour l'eau potable ou les eaux usées, une réduction des micro-organismes se produit. Cette réduction s'effectue de la manière suivante :

Sur un filtre à sable, qui retient les particules les plus récentes, et donc les micro-organismes qui s'y sont fixés par désinfection chimique (chlore, ozone, etc.)

Quand il n'y a pas de problème d'encombrement.

4.4.5-Le clarificateur :

Est un bassin circulatoire avec une pointe de racleur. La liqueur mixte, qui provient des bassins biologiques via la deuxième chambre de séparation, est séparée en poids en eau distillée et boues biologiques. Les boues décantées sont aspirées par une pompe à vide.

Une partie sera délivrée à la première chambre du séparateur, assurant la recirculation des boues contenant la culture épuratrice bactérienne. Afin de maintenir la concentration de biomasse nécessaire dans ce bassin, la portion restante sera transférée au flot tâteur.(Benelmouaz, 2015).



Figure 15 : clarificateur

4.5-Le traitement des boues :

Le traitement des boues peut être intégré dans un système de gestion des déchets à part entière. La production varie entre 55 et 70 g/L d'effluent traité. Ils partagent les caractéristiques d'être liquides, fermentescibles, nauséabondes et hautement pathogènes. Une solution ancestrale (après 1880) consistait à enfouir les boues dans les champs pour qu'elles participent à l'amendement organique du sol. Cette technique est toujours utilisée, mais un manque de cohérence dans les calendriers d'expansion, un risque biologique non nul et la

présence éventuelle d'éléments toxiques dans les boues ont ouvert la porte à d'autres méthodes d'éradication. Quoi qu'il en soit, les boues seront soumises à divers traitements afin de réduire leur teneur fermentescible ainsi que leur volume avant d'être réalisées pour élimination.

4.5.1-Définition de la boue :

Définition de la boue Sédiments résiduaux d'installations biologiques ou physico-chimiques Matières de curage après traitement pour diminuer la teneur en sables et en graisses Matières de vidange issues des dispositifs non collectifs d'assainissement (Sadowski, 2002).

4.5.2-L'épaississeur :

Est le chemin obligé pour réduire le volume de boues à traiter à moindre coût. Il fonctionne comme une carafe et réduit légèrement la résistance à la traction de l'eau. La digestion est un processus de stabilisation qui entraîne la dégradation des matières organiques volatiles. Elle aspire aux objectifs suivants :

- Réduire à un le volume et la masse des boues afin de limiter les coûts d'évacuation.
- Stabiliser la boue, c'est-à-dire la transformer pour qu'elle se biodégrade lentement. Cette stabilisation doit se manifester par l'absence de désagréments et la destruction partielle des bactéries pathogènes.
- Produire une boue de qualité (Hechehouche and Bourenane, 2017).

4.5.3-Réduction du pouvoir fermentescible ou stabilisation :

Les boues qui sortent de la station d'épuration sont extrêmement riches en matières organiques et en germes pathogènes. Il existe plusieurs techniques pour abaisser ces paramètres, dont les trois plus importantes sont les suivantes : La digestion anaérobie est basée sur le principe de la fermentation aérobie du méthane. Les matières organiques complexes se dégradent en méthane et dioxyde de carbone. Dans les grandes stations d'épuration, le digesteur peut être relié à une chaudière car la réaction est exothermique (environ 35°C) et produit environ 500L de méthane par tonne de boues introduite.

La réduction du volume :

Les boues fraîches qui émergent des bassins de décantation primaire et secondaire sont constituées de 95 à 99,5 % d'eau. Pour réduire les coûts de transport, on essaie de séparer l'eau de la matière sèche. Les différentes techniques présentées sont utilisées après un premier épaissement (le plus souvent une décantation).

4.5.4-La déshydratation :

La déshydratation survient à la suite d'un épaissement ou d'une digestion. En raison de l'effet de concentration, elle réduit le volume de boue. Elle est une étape critique

dans la chaîne de traitement des boues car la siccité obtenue est un facteur déterminant dans les processus aval de la chaîne de traitement des boues. Il existe quatre types de déshydratation :

Centrifugation : La boue est déshydratée sous l'effet de la force mécanique de la centrifugeuse.

- Filtration par filtre presse :

La boue est déshydratée par compression entre deux plateaux. Cette technique nécessite un conditionnement minéral (chaux, chlorure ferrique) et/ou organique (polymère).

- Filtration à l'aide d'un filtre à bandes :

La boue flocculée est déshydratée par compression et cisaillement entre deux toiles, - le lit de séchage : la boue est placée sur un tapis drainant, et l'eau est évaporée par infiltration et évaporation. Cette technique est réservée aux petites stations. (Sebastien, 2006)

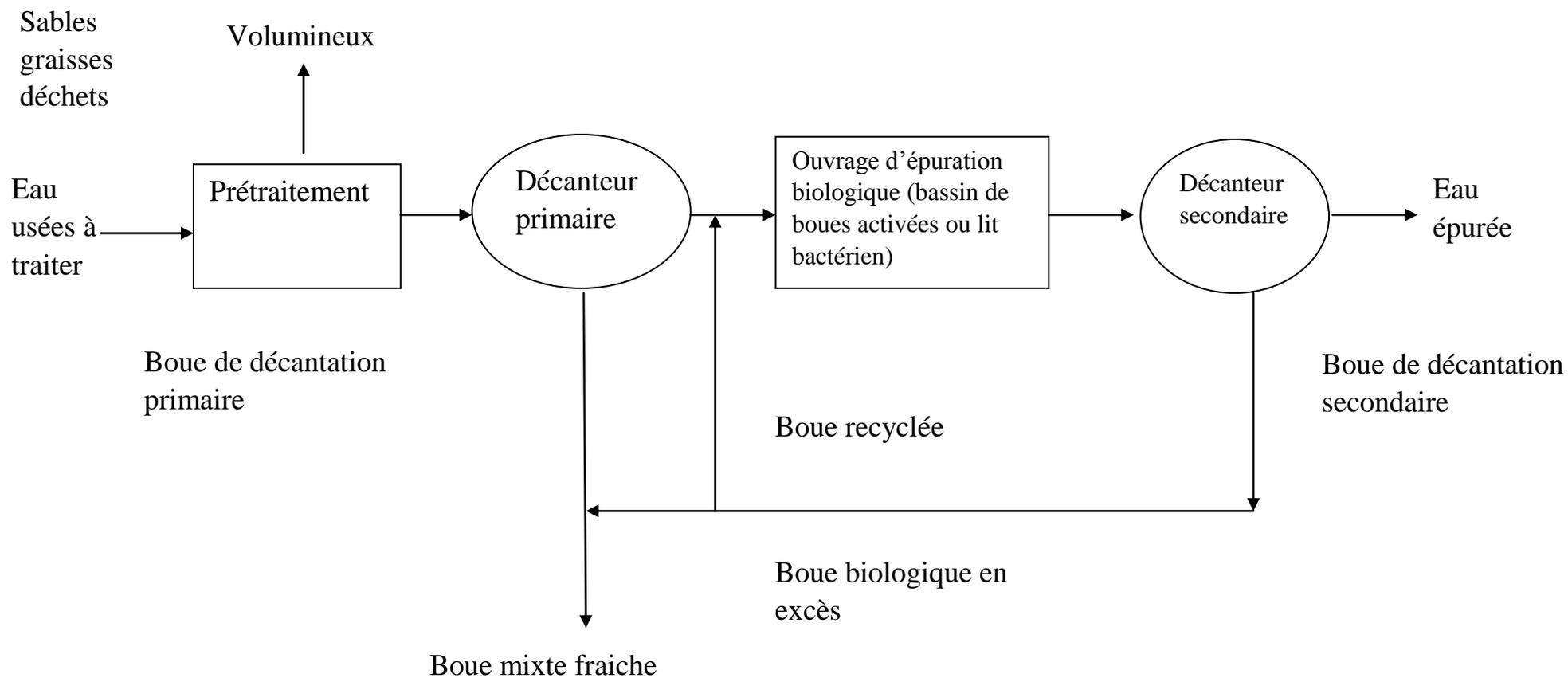


Figure 16 : Schéma Résumé d'étape de traitement d'épuration des eaux usée
(Méot and Alamy, 1990)

Tableau 3 :Disruptions fonctionnelles de la station d'épuration (Thivel et al., 2004).

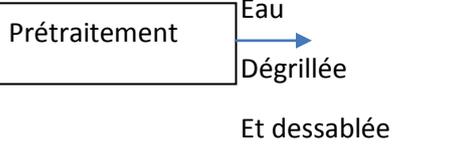
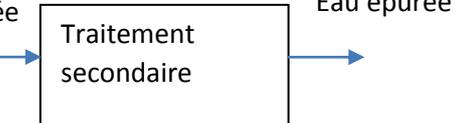
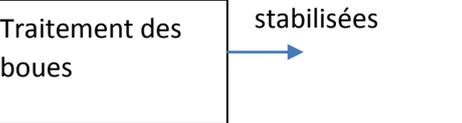
Zone	Actigramme	Processus	Sous-processus
		<p>Prétraiter : Enlever de l'eau usée les matériaux pouvant entraîner des problèmes de maintenance ou de fonctionnement dans les étapes ultérieures.</p>	<p>Relevage : relever l'effluent Afin d'alimenter la filière de Traitement gravitairement. Dégrillage : arrêter la macro-déchets Dessablage : décantier le sable présent dans l'effluent</p>
		<p>Décanter : Enlever de l'eau dégrillée Et dessablée, par décantation et flottation, une partie de MES</p>	<p>Décantation et évacuation des boues : éliminer les boues papetières, une partie Etant recyclée Flottation et élimination des flottants : Eliminer le polystyrène en surface</p>
		<p>Traiter biologiquement : réduire la MO et extraire les boues de l'effluent.</p>	<p>Bassin biologique : développer et maintenir une population de micro-organismes dégrader et MO dissoute par les microorganismes Clarification : clarifier l'effluent avant rejet et concentrer les boues avant traitement.</p>
		<p>Traiter les boues : Stabiliser les boues fraîche avant transport et Epannage.</p>	<p>Stockage : stockage des boues papetières et des boues biologiques en excès avant traitement, Mélange et floculation : ajouter des poly mètres d'aide à la floculation et homogénéiser les boues. Egouttage : éliminer une partie de l'eau contenue dans les boues. Presse : éliminer l'eau des boues et obtenir une siccité autour de 30 %.</p>

Tableau4. Les différents types des boues selon leur origine et leur composition
(Hafsaoui and Khammar, 2020)

Type de boue	Boues primaires	Boues biologiques (boues secondaire ou boues activées)	Boues mixtes	Boues physico-chimiques
Origine	traitement primaire par décantation	traitement biologique secondaire	Traitement primaire et secondaire	décantation après traitement avec un réactif
Composition	matière inorganique	composés organiques avec un petit pourcentage de composés inorganiques	mélange de boues primaires et de boues biologiques	mélange des réactifs chimique et des boues
Siccité	couleur grise siccité 5%	boue granulaire, de couleur brun-jaunâtre, pulvérulente et de décantation difficile siccité 1-2%	siccité 5%	siccité 4-5%

5-Station d'épuration et procédures de formation :

Une station d'épuration est constituée de plusieurs étapes de traitement que l'on divise en trois catégories : la chaîne de traitement de l'eau : elle regroupe la chaîne des procédés qui dépolluent l'eau utilisée, la chaîne de traitement des boues : elle regroupe la chaîne des procédés qui dépolluent l'eau utilisée, la chaîne de traitement des boues : elle regroupe la chaîne des procédés qui dépolluent :elle conditionne les boues en vue de leur élimination et de leur valorisation éventuelle, les procédés annexes : ce sont les procédés qui ne traitent ni l'eau, ni les boues mais qui ajoutent une qualité de service à l'usine d'épuration. (Hafsaoui and Khammar, 2020).

5.1-Le rôle principal de station d'épuration des eaux usées :

Les stations d'épuration jouent un rôle principal pour la protection de l'environnement et la conservation de la santé humaine et évite le Problème de contamination de la nappe phréatique. Les stations d'épuration permettent également une économie d'eau, grâce à la

réutilisation de celle-ci. Cependant ce procédé n'est que très peu pratiqué en raison d'un fort coût de mise en place (Hafsaoui and Khammar, 2020).

5.2-Rejet des stations d'épuration :

Les contaminants trouvés dans les effluents comprennent les matières en suspension, les grosses particules, les débris, les micro-organismes et les produits chimiques. La STEP reçoit de l'eau de diverses sources, notamment des résidences, des industries, des entreprises commerciales et des institutions, ainsi que de l'eau d'infiltration. Industries, entreprises commerciales, institutions, ainsi que les eaux d'infiltration La quantité de pollution émise est déterminée par la taille de la population, le nombre et la taille des industries de services, et la capacité du STEP à éliminer ou réduire la pollution (ou, dans certains cas, y contribuer). La capacité des industries et des particuliers à réduire les apports de contaminants grâce à de meilleures pratiques de gestion et de prétraitement a un impact sur la charge émise [Anonyme 4].

Les organisations gouvernementales définissent les paramètres de qualité de l'eau en fonction du pays et des milieux récepteurs. Ils permettent de suivre et de mesurer l'impact des activités humaines sur un plan d'eau. Ils sont souvent constitués de divers ratios et évalués en fonction du débit total du cours d'eau.

Les paramètres de qualité des eaux utilisées comprennent généralement la DBO5, la DCO et les MES. Ces paramètres sont souvent accompagnés du NGL, NH4, NO3 et du Pt. Dans certains cas particuliers ou pour les grosses stations d'épuration municipales, ces paramètres sont complétés de paramètres particuliers comme l'azote pendant ainsi que de ratio comme celui de la DCO / DBO5 [Anonyme5].

Partie Pratique

1-Présentation de ville Mostaganem :

1.1- Situation géographique de la commune de Mostaganem. :

Mostaganem est la 27e wilaya de l'administration territoriale algérienne. Elle est située dans la partie nord-ouest de l'Algérie, sur la côte méditerranéenne. 350 kilomètres à l'ouest d'Alger et 80 kilomètres à l'est d'Oran.

Les wilayas limitrophes de Mostaganem (Figure 17) La wilaya de Chleff est à l'est, et la wilaya de Relizane est au sud. La Wilaya d'Oran est à l'ouest, et la Wilaya de Mascara est au sud-ouest.

La commune de Mostaganem est située à l'ouest de sa wilaya. à 363 km à l'ouest d'Alger. 79 kilo mètres à l'est d'Oran. Situé à 48 kilomètres au nord d'Arzew et à 81 kilomètres au nord de Mascara1(Mohammed, 2019).

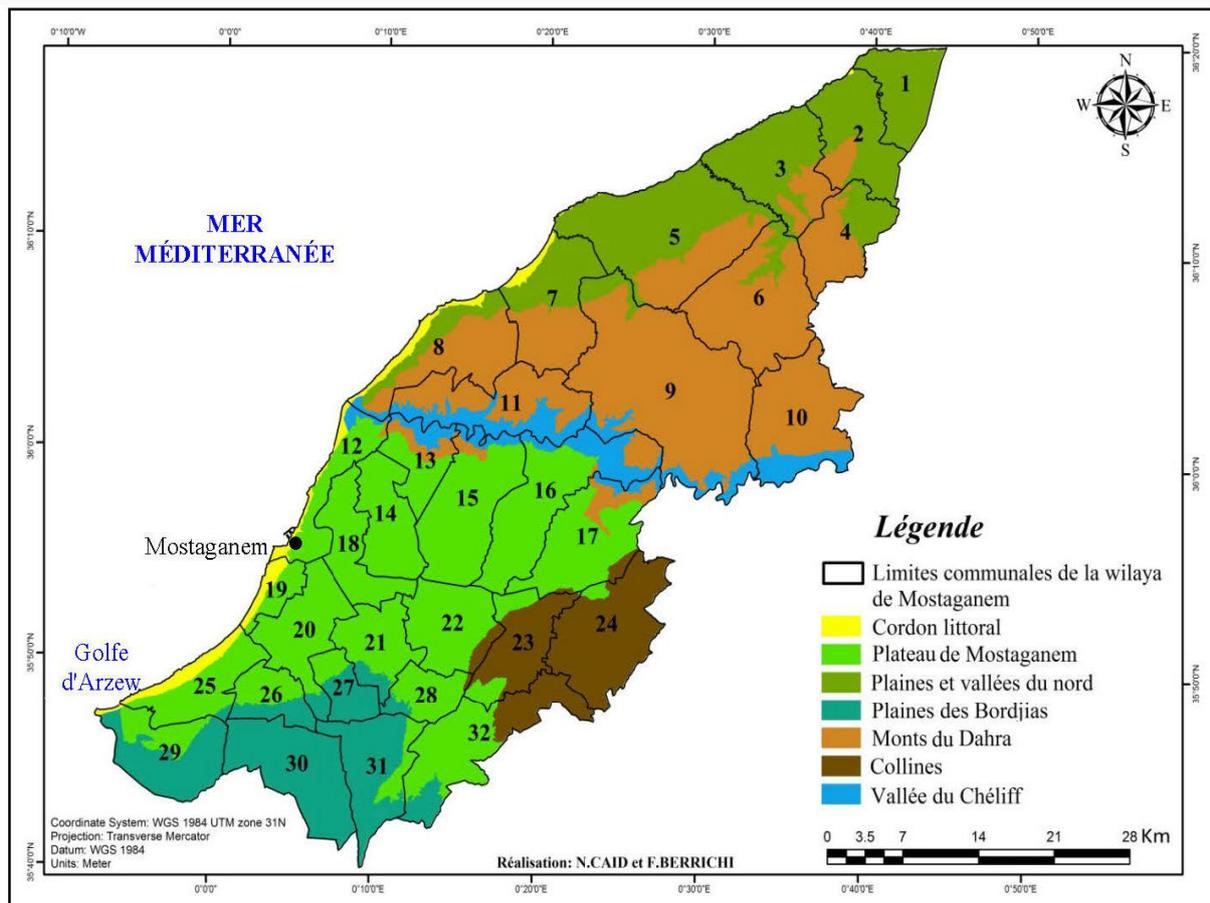


Figure 17 : Carte administrative de la wilaya de Mostaganem [6]

1.2-Quelques caractéristiques géographiques de la wilaya de Mostaganem :

Tableau 5 : les caractéristiques géographiques de Mostaganem.

Coordonnées géographiques	104 m
Altitude	399 740 habitants
Superficie	50 km²
Agglomération urbaine	399 740 habitants
Agglomération rurale	477 710 habitants au nombre de 590 Douars.
Pluviométrie moyenne	350 à 400 mm/an

1.3--Les system opératoire à Mostaganem :

La Wilaya de Mostaganem dispose actuellement de neuf stations d'épuration (STEP). Dont quatre réceptionnées : Mostaganem. Sidi Ali. Sidi Lakhdar et Khadra. Les autres stations sont celles de Mesra. Ben Yahi. Hadjadj. Bouguirat et Fornaka sont en finitions Les eaux épurées de la STEP de Mostaganem devraient en théorie servir à l'irrigation d'environ 2 000 ha. Ce qui n'est pas encore le cas

Le détail du rendement de fonctionnement de chacune des STEP en exploitation dans la wilaya de Mostaganem est présenté dans le tableau suivant :

Tableau 6 : Le volume global des eaux usées de la wilaya de Mostaganem.

Stations	Capacité EH*	Volume épuré m ³ /j	Superficie irriguée ha	Bénéficiaire
Sidi Lakhdar	35 000	35 000	220	220 ha irrigué au profit des fellahs. en exploitation depuis le 23/01/2017
Khadra	30 000	4 300	150	150 ha irrigué au profit des fellahs. en exploitation depuis le 22/01/2017
Mostaganem	350 000	50 000	2000	Projet en cours d'étude
Stations d'épuration en exploitation				
Ain nouissy et Beni Yahi	36 000	5 200	100	L'irrigation de plus de 300 ha en projet
Fornaka et Kedadra	27 000	4 000	120	L'irrigation de plus de 300 ha en projet
Bouguirat	18 000	2 600	120	220 ha irrigué au profit des fellahs. en exploitation depuis 09/10/2016
Mesra	18 000	2 600	120	Travaux de raccordement des drains sont en cours dans le cadre d'un programme FNE
Hadjadj	18 000	2 600	100	100 ha irrigué au profit des fellahs. en exploitation depuis le 07/11/2016

* EH = Équivalent Habitant : unité de mesure permettant d'évaluer la capacité d'une station d'épuration. Cette unité de mesure se base sur la quantité de pollution émise par personne et par jour. 1 EH = 60 g de DBO₅/jour en entrée station soit 21.6 kg de DBO₅/an.

Une fois les neuf stations en exploitation et achevées raccordées au réseau d'irrigation, la superficie irriguée sera de 3330 ha, soit 8,15 pour cent de la superficie agricole irriguée de la wilaya de Mostaganem.

2-La création de l'Office National d'Assainissement :

L'Office National de l'Assainissement, en abrégé ONA, est un établissement public national à statut EPIC industriel et commercial qui a été créé par l'arrêté exécutif n°01/102 du 21 avril 2001.(M.Gharzouli, 2014).

2.1-Missions :

1. La lutte contre toutes les formes de pollution des eaux relevant de sa compétence.
2. Gestion, exploitation et entretien des infrastructures d'aqueduc et d'égout (systèmes de collecte des eaux usées, stations de relèvement et stations d'épuration).

3-Présentation de site d'étude : STEP (Mostaganem sablettes) :

La station d'épuration de la ville de Mostaganem est conçue pour traiter les eaux domestiques avant leur rejet en mer. La station de purification d'eau de Mostaganem est une station pleinement opérationnelle avec une capacité de 350 000 EQ/H et un débit de 65 000 m³/j.

Cette station d'épuration (sise à sablettes) a mis un terme à la pollution de la zone côtière, où les eaux usées s'écoulaient librement depuis des années. Cette installation, d'une valeur de 3,5 milliards de dinars, permettra la décontamination des eaux urbaines à usage domestique dans les régions ouest et sud de Mostaganem.



Figure 19 : Schéma global de la station d'épuration (STEP) Mostaganem

3.1-Situation géographique :

La station d'épuration de la ville de Mostaganem couvre une superficie de 12 hectares. Elle est située sur la côte de la sablettes et est délimitée au nord par la mer. SOACHLORE et CELPAP à l'est, une caserne de pompiers (SEOR) à l'ouest, et des dunes de sable au sud.

3.2-Les caractéristiques techniques de la STEP : (Mostaganem sablettes)

La station d'épuration de la Salamandre a été mesurée à partir des bases de données suivantes :

Capacité de la station : 350 000 Eq /h (horizon 2030).

Débit : 56 000 m³/j.

Filière de traitement : boues activées a moyenne charge.

Tableau 7 : Données Techniques de la STEP de Salamandre wilaya de Mostaganem.

Nom de la station d'épuration	Sabelette
Commune	Mazagran
Wilaya	Mostaganem
Localités raccordées	Mostaganem - Mazagran – Aizeb –Amarna-Sayada- Sidi Othmane – Vallée des jardins -Hai el Wiam – Hassi Mamech – Douar Djedid –Sidi Mejdoub-Douar Bleidia Ouriah- Sabelette Stidia- Khair-Eddine – Douar Oulad Larbi – Ain Boudina
Le milieu récepteur	La mer
Le périmètre concerné par	Projet en cour étudié

Tableau 8 : Les paramètres techniques .

Paramètres	Unité	Horizon 2030
Charge hydraulique		
Equivalent habitant	E.H	350 000
Volume journalier	m³/j	56 000
Débit moyen par temps sec	m³/ h	2 334
Débit de pointe par temps sec	m³/ h	3 735
Débite maximal admis en temps de pluie	m³/ h	5 600
Charge polluante		
Charge journalière en DCO	Kg/j	47 250
Charge journalière en DBO5	Kg/j	19 600
Charge journalière en MES	Kg/j	24 500
Charge en azote (NTK)	Kg/j	3 500
Charge en phosphore total (pt)	Kg/j	880

3.3-L'objectif de STEP : (Mostaganem tablettes)

Des filières de traitement adoptées pour la station d'épuration est de traiter, sur l'ensemble de la filière, le débit par temps sec à l'horizon 2030 afin d'atteindre les valeurs des paramètres de rejet exigés . Ces valeurs sont définies dans le tableau suivant :

Tableau 9 : Des paramètres de rejet exigés.

Paramètres	Concentration en mg/l
DBO5	≤ 90mg/l
DCO	≤ 30mg/l
MES	≤ 30mg/l

Tableau 10: charge de pollution prise en compte -horizon 2030 (STEP Sablettes).

Paramétré	g (h*j)	Charge	Concentration
DCO	135	47250 kg/j	843,8 mg/l
DBO5	56	19600 kg/j	350,0 mg/l
MES	70	24500 kg/j	437,5 mg/l
NTK	10	3500 kg/j	62,5 mg/l
P (total)	2.5	880 kg/j	15,7 mg/l

Tableau 11 : Qualité des eaux traitées (STEP Sablettes).

Paramètre	Unité	concentration	rendement minimum d'élimination en %
DCO	mg/l	d90	e80
DBO	mg/l	d30	e90
MES	mg/l	d30	e90

3.4-Le service de STEP :

- ❖ Chef de STEP
- ❖ L'opérateur maintenance.
- ❖ Responsable maintenance.
- ❖ Des technicien maintenance.
- ❖ Des agents maintenance.
- ❖ Des gardes.
- ❖ Des biologistes et chimiste.

3.5-Les filières de traitement de STEP : (sablettes)

3.5.1-Filière eau :

3.5.1.1-Collecteur d'amenée des eaux brutes.

3.5.1.2-Ouvrage de réception et Fosse a batard.

3.5.1.3-Dégrillage :

Les dégrilleurs assurent la protection des équipements électromécaniques et réduisent les risques de colmatage des conduites mises en place dans la station d'épuration. Le plus souvent il s'agit de grilles qui récupèrent les déchets plus ou moins volumineux entraînés par les eaux s'écoulant dans les canalisations d'assainissement. Une grande diversité de grilles est disponible sur le marché (droite, courbe, nettoyage amont, aval, ...).

3.5.1.4-Dessablage /déshuilage :

Le désableur est un ouvrage dans lequel les particules denses, dont la vitesse est inférieure à 0,3 m/s, vont pouvoir se déposer. Il s'agit principalement des sables. Il est en effet souhaitable de les récupérer en amont de la station plutôt que de les laisser s'accumuler en certains points (bassin d'aération, ...) où ils engendrent des désordres divers. Par ailleurs, ils limitent la durée de vie des pièces métalliques des corps de pompe ou d'autres appareillages (effet abrasif, ...). Le dégraisseur a pour objet la rétention des graisses par flottation naturelle ou accélérée par injection de fines bulles. Les teneurs en graisses sont appréciées analytiquement par la mesure des MEH (Matières Extractibles à l'Hexane). Ces matières grasses sont susceptibles de nuire à la phase biologique du traitement (mousses, ...).

3.5.1.5-Décantation primaire :

Décantation classique : La base de ces procédés de séparation solide-liquide est la pesanteur. Ces procédés permettent d'éliminer, d'une part 50% à 60% des matières en suspension et réduit d'environ 30% la DBO et la DCO et d'autre part, de réduire leurs caractéristiques dimensionnelles (élimination des matières présentant une taille supérieure à 50µm. Les matières solides se déposent au fond d'un ouvrage appelé "décanteur" pour former les "boues primaires". Ces dernières sont récupérées au moyen d'un système de raclage(Noureddine, 2019).

3.5.1.6-Traitement biologique (bassins d'aérations) :

Les bassins d'aération sont les réacteurs biologiques dans lesquels s'effectue la transformation de la matière organique par les microorganismes aérobies. Ils constituent un élément fondamental de la filière définie sous le terme de boues activées. Une bonne gestion de l'aération permet également d'assurer les réactions de nitrification et de dénitrification.(Coquery et al., 2011).

3.5.1.7-Clarification (décanteur secondaire) :

Dans une station d'épuration, le décanteur secondaire (figure 7) est l'ouvrage fondamental qui assure la séparation gravitaire de la boue et de l'eau épurée rejetée dans le milieu récepteur. Le bon fonctionnement de cet ouvrage implique le respect des règles de conception, une gestion rationnelle de la production de boue ainsi que la maîtrise de sa décantabilité (Joseph PRONOST and BERLAND, 2002).

3.5.1.8-La désinfection :

La désinfection est une étape essentielle de la filière de traitement. Elle assure la désactivation des germes pathogènes et des virus dans l'eau. La bonne qualité bactériologique des eaux distribuées est le critère principal de la notion de potabilité d'une eau.

La stérilisation consiste à ajouter une dose de chlore ou de l'eau de javel à l'eau filtrée, avant l'alimentation des réservoirs de stockage. Ceci permet la destruction des germes pathogènes et de fournir un taux de stérilisant libre pour garantir une désinfection totale de l'eau et une protection durant son

Stockage et son acheminement dans le réseau de distribution.

3.5.2- Filière boues :

3.5.2.1-Stabilisation des boues :

Les boues d'épuration sont composées de matières organiques d'origine dégradée, de matières minérales et d'organismes pathogènes. La stabilisation induit la stabilisation du caractère fermentescible des boues, en dégradant les matières organiques ou en bloquant les réactions. On distingue, en effet, différents procédés de stabilisation : par voie aérobie, anaérobie, et chimique. La stabilisation par voie aérobie peut se faire dans des bassins d'aération. Cette dernière s'effectue en deux étapes majeures : la première durant laquelle la matière organique fraîche est dégradée à hautes températures (50 à 70°C) sous l'action de bactéries. Cette élévation de température est essentiellement d'origine biologique due à l'activité microbienne ; la deuxième phase dite de maturation qui est une phase de dégradation moins soutenue. La stabilisation par voie chimique est également employée et se réalise par chaulage. Contrairement au compostage, le chaulage ne transforme pas la matière organique mais bloque toute évolution des boues par augmentation du P H. Comme son nom l'indique, la digestion anaérobie permet la digestion de l'essentiel de la matière organique contenue dans les boues.(Noureddine, 2019).

3.5.2.2-Epaississement des boues :

Il s'agit d'une étape intermédiaire dans la diminution du volume de boues produites par la station. Cette étape est réalisée dans des épaisseurs. Elle ne doit pas être confondue avec le stockage des boues sur une longue période (silo) en vue de leur épandage ultérieur.

3.5.2.3-Déshydratation des boues :

La déshydratation est une étape de réduction de volume d'eau également, mais encore plus poussée que l'épaississement. On peut faire la déshydratation au moyen de centrifugeuses, filtres presses ou des filtres à bandes, la siccité.

4-Impacte du projet de STEP (Mostaganem Sablettes) :

4.1-Impact positif :

- ❖ La protection de littoral.
- ❖ Protection de la population contre les maladies a transmission hydrique.
- ❖ Réutilisation des eaux épurées et des boues à des fins agricoles.
- ❖ Création de l'emploi.

La première des choses la protection de littoral c'est au lieu de rejeté les eaux usées sans les traité vers la mer (et c'est le cas avant de réaliser cette station) maintenant on traite des eaux usée.

La deuxième des choses la protection de la population contre les maladies à transmission hydrique on abréviations s'appeler (MTH) aussi c'est des maladies qu'il peut être provoques par les eaux usée mais maintenant puisque on ait fait le traitement on diminuer ces maladies

Le troisième point à propos réutilisation des Boues déshydratée et l'eau épurée dans l'agriculture. Mais pour le moment la réutilisation est interdite.

4.2-Impact négatif :

4.2.1-Paramètres de pollution :

Les eaux résiduaires urbaines (ERU) regroupent les eaux ménagères, les eaux vannes et les eaux de ruissellement. La composition et les caractéristiques d'une eau résiduaire urbaine sont peu variables par rapport aux eaux usées industrielles.

- Les matières en suspension (MES).
- La demande biochimique en oxygène (DBO).
- La demande chimique en oxygène(DCO).

– Les teneurs en azote et en phosphore sont également des paramètres importants, à cause des problèmes d'eutrophisation.

– Les microorganismes excrétés avec les matières fécales.

L'ensemble de ces organismes peut être classé en quatre grands groupes : les bactéries, les virus, les protozoaires et les helminthes.

4.2.1.1-Eaux résiduaires industrielles (ERI) :

Sont des eaux rejetées après la fabrication des produits ou nettoyage. Les principaux polluants transitant dans les eaux usées d'origine industrielle sont :(Noureddine, 2019).

– Les métaux toxiques.

– Les toxines organiques.

– Les matières colorées.

– Les huiles et graisses.

– Les sels.

Les eaux usées chargées en polluants et en contaminants divers, pose le problème de risque sanitaire. Il peut s'agir des effets directs sur la santé d'une population ou des effets plus indirects à partir de facteurs intermédiaires ayant une influence sur les déterminants de la santé de la population. De tels impacts peuvent être ressentis immédiatement à court terme ou après un long délai. Des « évaluations du risque sanitaire », sont conduites afin de déterminer l'excès de risque pouvant provoquer une maladie du fait d'une exposition spécifique à un polluant (atmosphérique par exemple). L'évaluation du risque sanitaire (ERS), par convention, en 4 étapes

L'identification du danger (qui traduit le danger potentiel du polluant considéré) décrit les troubles biologiques ou les pathologies susceptibles d'apparaître du fait des propriétés intrinsèques d'un polluant; elle décrit aussi le degré de vraisemblance de la relation causale entre l'exposition au polluant et le développement de ces troubles et pathologies «le poids de la preuve» (Abdesselem et al., 2011).

Conclusion

Conclusion :

En conclusion le travail que nous avons réalisé au niveau de cette station d'épuration des eaux usées (STEP) nous a permis de connaître le type de traitement à son niveau il s'agit d'un traitement classique , suite aux différents étapes suivantes , prétraitement (dégrillage, dessabler , déshuileur) décanteur primaire et décanteur secondaire (clarificateur) et bassin aération , l'épaississeur , stabilisateur , déshydratation, le rejet des eaux épurées vers le milieu récepteur (la mer).

La méthode d'épuration utilisée par les cadres professionnels répond aux normes internationales est ce qui donne une bonne qualité d'eau épurée avec un impact positif en réduisant la pollution du littoral, l'émergence des maladies hydriques et la perturbation de milieu aquatique ce qui contribue à la protection de littoral et de la population contre les maladies à transmission hydrique.

Références
Bibliographiques

Bibliographie

A

Abdesselem, K., Azedine, H., and Lynda, C. (2011). Impact des eaux usées domestiques sur l'environnement, et évaluation de l'indice de risque sur la santé publique: Cas de la ville de Bechar, SW Algérien. *European Journal of Scientific Research***53**, 582-589.

Altmeyer, N., Abadia, G., Schmitt, S., and Leprince, A. (1990). Risques microbiologiques et travail dans les stations d'épuration des eaux usées. *Documents pour le Médecin du Travail*.

Amiri, K., Bekkari, N., Débbakh, A., Benmalek, A., and Bouchahm, N. (2017). Caractérisation des eaux usées des rejets domestiques de la ville de Touggourt (Algérie). *Journal Algérien des Régions Arides*.

Amrouni, H., and Labaci, S. (2016). Contribution à l'évaluation des paramètres de traitement des eaux usées domestiques de la STEP Est de la commune de Tizi-Ouzou, Université Mouloud Mammeri.

Anonyme (2008). Principes et pratiques de développement durable.

B

Baumont, S., Camard, J.-P., Lefranc, A., Franconi, A., ., O. r. d. s., and d'Ile-de-France, I. d. a. e. d. u. d. l. r. (2014). "Réutilisation des eaux usées épurées: risques sanitaires et faisabilité en île-de-france," ORS Ile-de-France.

Ben Brahim, H. (2012). Environnement et de développement durable. Université Virtuelle de Tunis.

Benelmouaz, A. (2015). Performances épuratoires d'une station d'épuration de Maghnia.

Bourenane, I. C., Zaouia, I., and Khammar, H. (2018). Etude du fonctionnement de la station d'épuration (STEP) de Ain-Beida à boues activée et son impact sur l'environnement.

C

Cherifa , B., Khawla, M., and Rima, S. (2017). Analyses physico-chimiques des eaux usées au niveau de la station d'épuration de la Willaya de BBA (Comparaison avec les normes algériennes et L'OMS).

Coquery, M., Pomies, M., Ruel, S. M., Budzinski, H., Miege, C., Esperanza, M., Soulier, C., and Choubert, J. (2011). Mesurer les micropolluants dans les eaux usées brutes et traitées. Protocoles et résultats pour l'analyse des concentrations et des flux. *Techniques Sciences Méthodes***1**, 25-43.

E

El Hachemi, O. (2012). Traitement des eaux usées par lagunage naturel en milieu désertique (oasis de figuig): performances épuratoires et aspect phytoplanctonique.

El Haité, H. (2010). Traitement des eaux usées par les réservoirs opérationnels et réutilisation pour l'irrigation, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne.

H

Hafsaoui, A., and Khammar, H. (2020). Etude et fonctionnement de la station d'épuration à boues activées de la ville d'Ain Beida et son impact sur l'environnement.

Hamsa, D. (2007). Utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbaines. Utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbaines.

Hechehouche, O., and Bourenane, S. A. (2017). Etude de la station d'épuration sur oued beni messous Alger, Université Mouloud Mammeri TiziOuzou.

J

Joseph Pronost , R. P., Laurent Deplat ,, and Berland, J. M. e. J.-M. (2002). Station d'épuration:dispositions constructives pour améliorer leur fonctionnement et faciliter leur exploitation.

M

M.Gharzouli (2014). Investir dans le développement durable :La réutilisation des eaux usées épurées.

Méot, B., and Alamy, Z. (1990). les eaux usées urbaines

Mercoiret, L. (2010). Qualité des eaux usées domestiques produites par les petites collectivités–Application aux agglomérations d'assainissement inférieures à 2 000 Equivalent Habitants. *ONEMA and Cemagref. Lyon, France.*

Metahri, M. S. (2012). Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par des procédés mixtes: cas de la STEP est de la ville de Tizi Ouzou, Université Mouloud Mammeri.

Mohammed, S. (2019). Traitement des eaux usées dans la ville de Mostaganem, état actuel et perspectives.

N

Noureddine, M. (2019). Traitement et epuration des eaux Cours et Exercices.

O

Ott, C. D.-M. (2018). Le concept de developpement durable. *DÉVELOPPEMENT DURABLE*, 11.

R

Reounodji, A. (2015). Evaluation de la gestion des eaux usées de l'abattoir d'Etoudi: Impacts environnementaux et sociaux. *Mermoire, Environnement, université de Yaoundé1*.

S

Sadowski (2002). Traitement des eaux usées urbains

Saifi, H., Saifi, R., Benabdelkader, M., Saidi, M., and Mabrouk, Y. (2018). Impact des Stations d'Épuration des Eaux Usées sur l'Environnement.

Sebastien, R. (2006). Analyse de cycle de vie appliquée aux systèmes de traitement des eaux usées. *École Nationale Supérieure des Industries Chimiques, Lorraine*.

T

Thivel, P.-X., Hus, P., Depriester, M., and Rougeot, F. (2004). Diagnostic maintenance d'une station d'épuration des eaux usées de papeterie. *Déchets sciences et techniques, la revue francophone d'écologie industrielle***34**, 27-35.

Y

Y.Libes (2010). Les eaux usées urbaines et leur épuration.

[1Anonyme]<https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/eaux-usees/pollution.html>

[2Anonyme]<https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/eaux-usees/documents-reference/evaluation-scientifique-effluents-municipales.html>

[3Anonyme]<http://hmf.enseeiht.fr/travaux/bei/beiere/book/export/html/1471>

[4Anonyme]<https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/eaux-usees/documents-reference/evaluation-scientifique-effluents-municipales.html>

[5Anonyme]<https://www.1h2o3.com/apprendre/parametres-des-eaux-usees/parametres-de-qualite-des-eaux-usees/>

[6Anonyme]https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fjournals.openedition.org%2Fphysio-geo%2F7675%3Flang%3Den&psig=AOvVaw0Ib2BeU1MDbjodrljbTWe_&ust=1625780624527000&source=images&cd=vfe&ved=0CAcQjRxqFwoTCPiFwIj30fECFQAAAAAdAAA AABAP

Annexes