

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE
LA TERRE ET DE L'UNIVERS
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences Biologiques
Spécialité/Option : Biologie Moléculaire et Cellulaire

Thème :

**Evaluation du traitement d'épuration de la station de la ville de
Guelma**

Présenté par :

- BRAHMIA Raouia
- GHIBA Fatima Zohra
- GOUAIDIA Ghada

Devant le jury composé de :

Présidente	: M ^{me} CHERAIRIA M.	M.C.A	Université de Guelma
Examineur:	MrBENOUARETH D.E.	Pr.	Université de Guelma
Encadreur	: M ^{me} TABET M.	M.C.B	Université de Guelma

Juillet 2021

Remerciements

Tout d'abord, nous remercions dieu le tout puissant qui nous a donné le courage et la patience pour l'élaboration de ce travail.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à notre encadreur de mémoire, Mme **TABET M.**, qui nous a donné l'opportunité de diriger ce travail, nous la remercions pour le partage des savoirs de la connaissance avec nous, pour la patience et la confiance, pour la disponibilité et de son grand aide durant la réalisation de ce travail.

Nous tenons à remercier Mme **CHERAIRIA M.** pour avoir accepté de présider le jury de ce mémoire.

Nous remercions vivement Mr **BENOUARETH D.E.** de bien vouloir accepter de juger notre travail.

Nous remercions très respectueusement le chef de département d'écologie Mr **ROUABHIA K.** et Mr **GUETTAF M.** pour leur aide dans la réalisation de ce mémoire.

Nous remercions aussi notre chef de département de biologie Mr **CHEMAM.**

Nous tenons aussi à remercier le personnel du laboratoire de biophysique et de microbiologie de l'université de Guelma et particulièrement **Mme Hassiba, Mme Houda, Mme Louiza** et **Mme Asma** pour leurs aides.

Nous tenons à exprimer nos profonds remerciements à tout le personnel de la station d'épuration des eaux usées et de l'office national d'assainissement de Guelma qui nous ont apportés une aide efficace et précieuse dans l'élaboration de ce travail.

Notre remerciement s'adresse également à tous nos professeurs spécialement **Mme GHIT K,** **Mme DJEMAA F** et **Mr ATTAMNIA M.**



Dédicace

*Avec l'aide de Dieu, j'ai pu réaliser ce modeste travail que je le dédie à :
A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur,
ma vie et mon bonheur ; **maman** que j'adore.*

***Mon père**, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est
toujours sacrifié pour me voir réussir.*

*Et bien sur ma chère sœur **Chaima**.*

*Et à mon fiancé **Mohammed**.*

*Mes cousins, mes cousines et toute ma grande famille pour leurs
encouragements.*

*A mes trinômes **Ghada** et **Raouia** je les remercie pour le courage qu'elles
m'ont donnés et tous les moments qu'ont passé ensemble.*

*A mes merveilleux collègues et amis : **Zahra, Amel, Roumaissa, Ikram,
Nesrine, Hasna, imen, khawla et Manel**. Et ma plus proche **Nour**.*

A toute la promotion de la biologie moléculaire et cellulaire 2021.

*Et enfin à tous ceux qui me sont chers, je leur dédie ce modeste travail et
qu'ils trouvent de ma part tous mes respects ma fidélité et mes sentiments les
plus sincères.*

Dédicace de Fatima Zohra



Dédicace

Je remercie avant tout Dieu de m'avoir donné la volonté et la santé pour réaliser ce modeste travail que je dédie à :

***Ma chère mère,** qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.*

***Mon père,** qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie.*

*A ma chère sœur et mon bras droit **Hadil.***

*Et bien sur mes chères frères **Amir** et **Anis.***

Mes cousines, mes cousins et toute ma grande famille pour leurs encouragements.

*A mes trinômes **Zahra** et **Raouia** qui m'ont fortement soutenue dans les moments durs et je les remercie énormément pour les années qu'on a passées ensemble.*

*A tous mes amies et particulièrement **Meriem, Nada, Zahra, Raouia, Hasna, Nesrine** et **Ikram.***

A toute la promotion de la biologie moléculaire et cellulaire 2021.

Et enfin à toutes les personnes qui m'ont aidé et participé dans ce travail et tous ceux qui me sont chers.

Dédicace de Ghada

Dédicace



Avant tout je rends à dieu de m'avoir donné la force et le courage d'achever ce travail, malgré toutes les difficultés traversé

Je dédie ce modeste travail à :

***Ma mère :** Ma première source de tendresse, d'assistance, d'inspiration et de sacrifices. Tout ce que je peux t'offrir ne pourra jamais exprimer l'amour et la reconnaissance que je te porte».*

***A mon père :** « L'épaule solide, l'œil attentif, compréhensif et la personne la plus digne de mon estime et de mon respect. C'est le seul qui a le pouvoir de me guider et m'encourager durant toute ma vie.*

Que dieu te préserve et te parcourue santé et longue vie »

*A mon chère frère **Dhia Eddine.***

A mon Ange gardien ma douce grande mère.

A mon grand-père... Paix a son âme que dieu le béni.

*A toutes mes tantes, spécialement ma tante **Kamila** ma deuxième mère qui on a perdu récemment, que dieu bénisse son âme et qu'il lui offre le paradis pour dernière demeure...*

*A mes ancles: **Zohir** et **Fayssal** et sa petite famille pour leurs aides.*

*A mon groupe de travail : **Ghada** et **Zahra.***

*A mes chères amies : **Nesrine**, **Ikram**, **Khouloud**, **Samira**, et spécialement **chahra Fareh** et ma proche **Nesrine** et à ma chère cousine **Chahra Zed.***

Dédicace de Raouia

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction	1
--------------------	---

Partie bibliographique

Chapitre I: Généralités sur les eaux usées

I.1.Définition des eaux usées.....	3
I.2.Origine des eaux usées	3
I.3.Les différents types des eaux usées.....	3
I.3.1. Les eaux usées industrielles	3
I.3.2. Les eaux usées agricoles	3
I.3.3. Les eaux pluviales	4
I.3.4. Les eaux usées domestiques.....	4
I.4.Composition des eaux usées.....	4
I.4.1. Microorganismes.....	4
I.4.2. Les matières en suspension	5
I.4.3.Les éléments traces	5
I.4.3.1. Les métaux lourds	5
I.4.3.2.Eléments toxiques organiques.....	6
I.4.4. Substances nutritives.....	6
I.5.Les paramètres physico-chimiques des eaux usées.....	6
I.5.1.La température	7
I.5.2.Le potentiel d'Hydrogène (pH)	7
I.5.3.Conductivité.....	7
I.5.4.La demande chimique en oxygène (DCO).....	7
I.5.5.La demande biochimique en oxygène (DBO ₅)	7

I.5.6.La turbidité	8
I.5.7.Oxygène dissous.....	8
I.6.Impacts des eaux usées.....	8
I.6.1. Effet sur le milieu naturel.....	8
I.6.2. Effet sur la santé de l' Homme	9
I.7.La réutilisation des eaux usées	10
I.7.1.Les principales voies de réutilisation	10

Chapitre II: Description de la STEP de la ville de Guelma

II.1.Description de la STEP des eaux usées de la ville de Guelma	13
II.2. Rôle de STEP.....	13
II.3. Les étapes d'épuration du STEP	13
II.3.1. Prétraitement.....	14
II.3.1.1. Dégrillage.....	14
II.3.1.2. Dessablage	15
II.3.1.3. Dégraissage	16
II.3.2. Traitement primaire	17
II.3.3. Traitement secondaire.....	17
II.3.4.Décantation secondaire	18
II.3.5.Désinfection	18
II.3.6.Traitement des boues d'épuration	19
II.4. Points de Rejet (destination).....	19
II.4.1. L'eau épurée	19
II.4.2. Le sous-produit issu de l'épuration.....	20

Partie expérimentale

Chapitre III Matériel et méthodes

III.1. Sites de prélèvement.....	20
III.2. Paramètres physico-chimiques	20

III.2.1. Le pH	21
III.2.2. La turbidité	22
III.2.3. La DCO	22
III.2.4. La DBO ₅	23
III.2.5. Les MES	24
III.3. Paramètres bactériologiques	26
III.3.1. Recherche et numération des Germes Totaux (GT)	26
III.3.2. Recherche et dénombrement des Coliformes Totaux (CT) et fécaux (CF)	26
III.3.3. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux (SF)	28
III.3.4. Recherche et dénombrement des Anaérobies Sulfito-Réducteurs (ASR)	29
III.3.5. Isolement des bactéries pathogènes	30
III.4. Identification bactérienne	30
III.4.1. Aspect macroscopique des colonies	30
III.4.2. Aspect microscopique	31
III.4.2.1. Coloration de Gram	31
III.4.3. Tests biochimiques	31
III.5. Galerie biochimique	32
III.5.1. API 20 E	32
III.5.2. API 20 NE	33
III.5.3. API 20 Streptocoques	35

Chapitre IV Résultats et discussion

IV.1. Les paramètres physico-chimiques	37
IV.1.1. pH	38
IV.1.2. Température	38
IV.1.3. La conductivité	39
IV.1.4. MES	40
IV.1.5. DBO ₅	41

IV.1.6.DCO	42
IV.1.7.Oxygène dissous.....	42
IV.1.8.Turbidité	43
IV.2. Les paramètres bactériologiques	44
IV.2.1. Résultats du dénombrement	44
IV.2.1.1. Recherche et dénombrement des GT	44
IV.2.1.2. Recherche et dénombrement des CT.....	45
IV.2.1.3. Recherche et dénombrement des CF	45
IV.2.1.4. Recherche et dénombrement des SF	46
IV.2.1.5. Recherche et dénombrement des ASR.....	47
IV.2.2. Résultats d'identification.....	47
IV.2.2.1.Examen macroscopique.....	47
IV.2.2.2.Examen microscopique	49
IV.2.2.3. Test oxydase et catalase	49
IV.2.2.4. Galerie biochimique	50
Conclusion.....	51
Références bibliographiques	
Webographie	
Annexes	
Résumé	
Abstract	
ملخص	

Liste des abréviations

ASR : Anaérobies Sulfito-Réducteurs.

BCPL : Bouillon lactose au pourpre de bromocrésol.

Cd : Cadmium.

CF: Coliforme Fécaux.

CT: Coliformes totaux.

Cu : Cuivre.

DBO: Demande Biochimique en Oxygène.

DCO: Demande Chimique en Oxygène.

DSDS :Direction de la santé et du développement social.

E.coli : Escherichia coli.

EPA: Eau PeptonéeAlcaline.

FAO:Food and Agriculture Organization.

Fe :fer.

GN: Gélose nutritive.

GNAB: Gélose Nutritive Alcaline de Billé.

GT: Germes Totaux.

HAP : hydrocarbures polycycliques aromatiques.

JORA: Journal Officiel de la République Algérienne.

MES : Matières En Suspension.

NPP: Nombre plus probable.

OMS: Organisation Mondiale de la santé.

ONA : Office National de l'Assainissement.

Pb : plomb.

SF : Streptocoque fécaux.

SFB : Bouillon Sélénite Cystéine.

SS : Suspended solids

STEP : Station d'épuration des eaux usées.

TGEA: Tryptone – Glucose – Extrait de levure – Agar.

UFC: Unité formant colonie.

VF: Viande Foie.

WHO: World health organization

WWTP: Wastewater treatment plant

Zn : zinc.

Liste des tableaux

Tableau 1: Résultats des analyses physicochimiques.	37
Tableau 2: Aspect macroscopique des bactéries isolées.	48
Tableau 3: Résultats de l'identification bactérienne.	50

Liste des figures

Figure 1: Le processus de traitement des eaux usées	14
Figure 2: Dégrilleur de STEP	15
Figure 3: Dessableur de STEP	16
Figure 4: Etape de Dégraissage de la STEP	16
Figure 5: Décanteur primaire	17
Figure 6: Bassin d'aération.....	18
Figure 7: Clarificateur	18
Figure 8: Bassin de désinfection	19
Figure 9: Entrée de la station.....	20
Figure 10: Sortie de la station.....	20
Figure 11: Multi-paramètre WTW	21
Figure 12: pH mètre Adwa	21
Figure 13: Turbidimètre	22
Figure 14: Réacteur pour mesurer la DCO	23
Figure 15: Un spectrophotomètre	23
Figure 16: Enceinte d'incubation (OxiTop Box)	24
Figure 17: pH des échantillons étudiés.....	38
Figure 18: variation de la température des échantillons étudiés.....	39
Figure 19: Variation des valeurs de la conductivité des échantillons étudiés.	40
Figure 20: Variation des valeurs de MES des échantillons étudiés.	41
Figure 21: Variation des valeurs de DBO ₅ des échantillons étudiés.....	41
Figure 22: Variation des valeurs des DCO des échantillons étudiés.....	42
Figure 23: Variation des valeurs de l'oxygène dissous des échantillons étudiés.	43
Figure 24 : Variation des valeurs de la turbidité des échantillons étudiés.	43
Figure 25: Résultats de dénombrement des GT des échantillons étudiés.	44
Figure 26: Résultats du dénombrement des CT des échantillons étudiés.	45
Figure 27: Résultats du dénombrement des CF des échantillons étudiés.....	46

Figure 28: Résultats du dénombrement des SF des échantillons étudiés.	46
Figure 29: Colonies indénombrables pour les deux sites S1 et S2.....	47
Figure 30: Les différents types des bactéries observées.....	49
Figure 31: Résultat positif à l'oxydase.....	49
Figure 32: Résultat négatif à l'oxydase.....	49
Figure 33: Résultat positif à la catalase.....	50
Figure 34: Résultat négatif à la catalase.....	50

Introduction

Introduction

L'eau ne peut être considérée comme un simple produit commercial, elle doit être classée comme un patrimoine universel et donc protégée, défendue et traitée comme tel. Elle est une ressource vitale pour l'homme ; elle l'est également pour ses activités agricoles, économiques et la qualité de son environnement en dépend étroitement. Cependant, elle est le réceptacle universel de tout type de pollution (**Eddabra, 2011**).

Les rejets des eaux usées brutes dans les milieux naturels constituent une source de pollution. Ces rejets modifient et parfois détruisent la nature des eaux réceptrices, ce qui engendre le déséquilibre de l'écosystème, menant à des résultats catastrophiques sur l'environnement qui peuvent être irréversibles (**Hafsi, 2017**).

Pour répondre à cette situation, Le recours à l'épuration des eaux usées urbaines, souvent chargées en éléments nutritifs tels que l'azote et le phosphore, représenterait une source d'eau renouvelable et fiable pour l'agriculture d'une part et d'autre part, permettrait la protection de l'environnement (**Metahri, 2012**).

Ainsi, la réutilisation des eaux usées épurées dans l'agriculture devient de plus en plus nécessaire surtout dans les régions où les ressources en eau sont rares et où les systèmes d'approvisionnement en eau sont fragiles (**Al-Khatib et al., 2017**).

La présente étude a pour objectif d'évaluer les traitements effectués au niveau de la station d'épuration (STEP) de la ville de Guelma en étudiant les principaux paramètres physicochimiques et bactériologiques des eaux usées avant et après épuration..

Ce travail comprend deux parties :

I- La partie bibliographique est structurée en deux chapitres :

-Le premier chapitre présente des généralités sur les eaux usées.

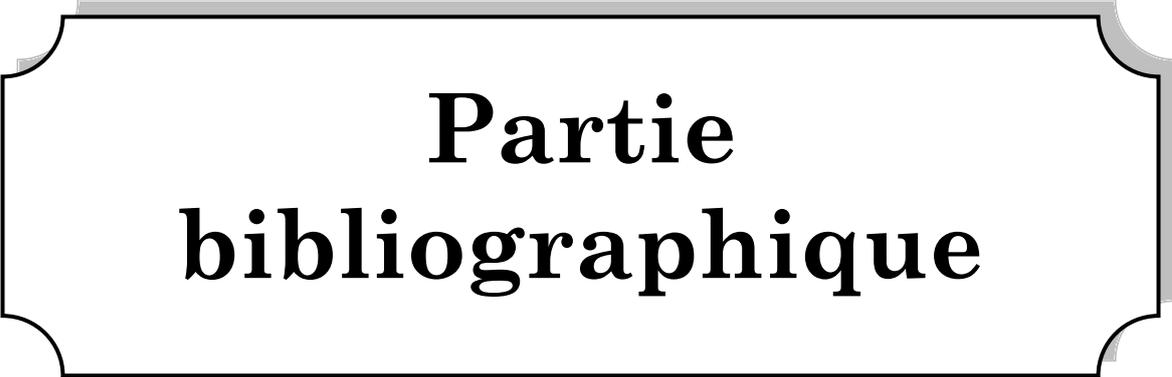
-Le deuxième chapitre décrit les caractéristiques et le procédé de traitement de la station d'épuration des eaux usées (STEP) de la ville de Guelma.

II- La partie expérimentale avec deux chapitres :

-Le premier chapitre est une étude expérimentale consacrée à la présentation du matériel et des méthodes suivies pour la réalisation des analyses bactériologiques et physico-chimiques effectuées durant ce travail.

- Le deuxième chapitre sera consacré à la présentation des résultats obtenus ainsi que leur discussion.

Une conclusion générale clôturera ce travail où sont récapitulés les principaux résultats obtenus.



**Partie
bibliographique**

Chapitre I

Généralités sur les eaux usées

I.1. Définition des eaux usées

La pollution de l'eau s'entend comme, une évolution défavorable ou nocive des propriétés physicochimiques et biologiques, produite directement ou indirectement par les activités humaines, les rendant impropres à l'utilisation normale établie. Les eaux usées sont toutes les eaux des activités domestiques, agricoles et industrielles chargées en substances toxiques qui parviennent dans les canalisations d'assainissement. Les eaux usées incluent également les eaux de pluies et leur charge polluante, elles engendrent au milieu récepteur toutes sortes de pollution et de nuisance (**Dugniolle, 1980 ; Glanic et Benneton, 1989**).

I.2. Origine des eaux usées

Les eaux usées proviennent des principales sources suivantes :

-De la pollution tant physico-chimique que bactériologique des eaux de consommation.

-Des activités humaines (qu'elles soient domestiques, industrielles ou agricoles).

-Des ruissellements suivant l'origine des substances polluantes (**Bontaux, 1994**).

I.3. Les différents types des eaux usées

Dans les ouvrages et les rapports d'étude spécialisés, les eaux usées sont souvent présentées en trois classes.

I.3.1. Les eaux usées industrielles

Les eaux usées industrielles dépendent (en quantité et qualité) du type d'industrie. Outre les constituants dominants (MES, matières organiques, azote, phosphores), elles peuvent contenir des matières minérales diverses, dont des métaux (dits « lourds ») et des polluants organiques potentiellement dangereux toxiques (**Rodier, 2016**).

I.3.2. Les eaux usées agricoles

L'agriculture est une source de pollution des eaux non négligeable par ce qu'elle apporte les engrais et les pesticides. Elle est la raison essentielle des pollutions diffuses. Les eaux agricoles issues de terres cultivées chargées d'engrais nitrates et phosphatés, sous une forme ionique ou en quantité telle, qu'ils ne seraient pas finalement retenus par le sol et

assimilés par les plantes, conduisent par ruissellement à un enrichissement en matières azotées ou phosphatées des nappes les plus superficielles et des eaux des cours d'eau (Metahri, 2012).

I.3.3. Les eaux pluviales

Les eaux pluviales, issues des ruissellements sur les surfaces (toits, chaussées...), peuvent être plus ou moins polluées (Rodier, 2016).

I.3.4. Les eaux usées domestiques

Sont un mélange d'eaux ménagères appelées encore « eaux grises » (salles de bains et cuisine principalement) et d'eaux-vannes ou « eaux noires » (toilettes). Ces eaux contiennent des matières en suspension, des matières organiques, de l'azote, du phosphore, des germes fécaux et des produits divers issus de l'activité humaine domestique (détergents, cosmétiques, produits pharmaceutiques, etc...) (Rodier, 2016).

I.4. Composition des eaux usées

La composition des eaux usées varie en fonction de leur source (Industrie, domestique, etc...). Ils peuvent contenir de nombreuses substances, forme solide ou dissoute et de nombreux micro-organismes. Selon leurs caractéristiques des dangers physiques, chimiques, biologiques et pour la santé représentative, ces substances peuvent être divisées en quatre catégories : microorganismes, matières en suspension, les éléments traces minéraux ou organiques, et les substances nutritives (Tabet, 2015).

I.4.1. Microorganismes

Les micro-organismes peuvent être rencontrés dans les eaux usées domestiques et industrielles et finalement se retrouvent dans les eaux usées brutes des stations d'épuration (Jacobetal., 2002). De nombreux organismes pathogènes, tant pour l'Homme que pour les animaux, sont excrétés dans les matières fécales ; en revanche les microorganismes jouent un rôle essentiel dans les processus d'épuration (Belaid, 2015).

L'ensemble de ces organismes peut être classé en quatre grands groupes, par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes (Baumont et al., 2004).

I.4.2. Les matières en suspension

Les matières en suspension (MES) indique les matières qui ne sont ni à l'état soluble ni à l'état colloïdal, donc c'est la fraction constituée de l'ensemble des particules de la pollution, soit organiques ou minérales, non dissoutes. C'est un paramètre nécessaire qui note bien le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel (**Rodier, 1996**).

I.4.3. Les éléments traces

Les effets sanitaires à long terme des éléments traces sont moins connus, notamment leur implication potentielle dans la survenue de cancers. Les trois voies de contamination que l'on retrouve classiquement sont :

- La contamination par ingestion : c'est la plus commune. Il existe deux types d'ingestion, il y a l'ingestion directe et l'ingestion indirecte, dans le cas d'ingestion directe : lorsqu'il y a une consommation d'eau. Celle-ci peut être volontaire lors de la consommation d'eau potable, ou involontaire, par exemple « boire la tasse » en natation. Il y a l'ingestion indirecte, par exemple quand les eaux épurées sont utilisées pour irriguer des cultures dont les produits sont ensuite consommés.
- la contamination par inhalation : ce fait dans le cas de l'irrigation par aspersion ou de l'utilisation d'un karcher, qui favorisent la formation d'aérosols, mais ce type de contamination est moins important et n'est pas possible pour tous les polluants.
- La contamination par voie cutanée : un simple contact peut entraîner une contamination, souvent grâce à des microcoupures sur la peau. Seule la bactérie *Leptospira* est vraiment concernée par ce mode de transmission (**Baumont et al., 2009**).

I.4.3.1. Les métaux lourds

Les métaux lourds sont les éléments les plus nocifs dans les eaux résiduaires, où ils sont accumulés pendant les différentes phases de l'épuration. Leur origine est avant tout industrielle mais aussi diffuse (corrosion des canalisations) (**Rodier, 2016**).

Les métaux lourds que l'on trouve dans les eaux usées urbaines sont extrêmement nombreux ; les plus abondants (de l'ordre de quelques µg/l) sont le fer (Fe), le zinc (Zn), le cuivre (Cu) et le plomb (Pb). Les autres métaux (manganèse, aluminium, chrome, arsenic,

sélénium, mercure, cadmium (Cd), molybdène, nickel, etc....) sont présents à l'état de traces. (Baumont et al., 2009).

I.4.3.2. Eléments toxiques organiques

Les eaux usées contiennent des produits chimiques toxiques, qui sont très persistants et qui ont une grande lipophilicité. Parmi ces composés, on peut citer les hydrocarbures polycycliques aromatiques (HAP), alkylphénols, chlorophénols, phtalates, pesticides et résidus pharmaceutiques actifs. Certains composés ont la capacité de perturber le système endocrinien, comme les HAP et les alkylphénols (Belgiorno et al., 2007). La pollution des environnements aquatiques est due principalement aux eaux usées qui sont chargées fortement par ces composés en plus des autres substances pharmaceutiques. Il s'est avéré que les stations d'épuration sont des sources potentielles de ces produits toxiques (Belaid, 2010).

I.4.4. Substances nutritives

Les substances nutritives sont très abondantes dans les eaux usées, elle constitue un paramètre de qualité essentiel pour la valorisation de ces eaux en agriculture et en gestion des paysages. Les éléments les plus fréquents dans les eaux usées sont l'azote, le phosphore et parfois le potassium, le zinc et le soufre. Ces éléments se trouvent en quantités appréciables, mais en proportions très variables que ce soit, dans les eaux usées épurées ou brutes (Belaid, 2010).

I.5. Les paramètres physico-chimiques des eaux usées

La qualité de l'eau a été déterminée en mesurant plusieurs paramètres physico-chimiques à l'aide de procédures standards d'analyse de l'eau, qui se traduisent généralement par des modifications des caractéristiques physicochimiques du milieu récepteur. Les échantillons d'eau ont subi les mesures suivantes : température, pH, conductivité électrique (CE), turbidité, matière en suspension (MES), oxygène dissous (DO), demande biologique en oxygène sur 5 jours (DBO5), demande chimique en oxygène (DCO), La mesure de ces paramètres se fait au niveau des rejets, à l'entrée et à la sortie de STEP (Tabet, 2015).

I.5.1. La température

La température est un élément constitutif écologique nécessaire de milieu aqueux, son évaluation peuvent troubler fortement la vie asiatique Elle possède un rôle important dans la nitrification et la dénitrification biologique, La nitrification est optimale pour des températures variant de 28 à 32°C par contre, elle est fortement diminuée pour des températures de 12 à 15°C et elle s'arrête pour des températures inférieures à 5°C (**Tabet, 2015**).

I.5.2. Le potentiel d'Hydrogène (pH)

L'influence du pH se fait ressentir par le rôle qu'il exerce sur les autres éléments comme les ions des métaux dont il peut diminuer ou augmenter leur mobilité en solution bio disponible et donc leur toxicité. Même pour les organismes qui sont très sensibles pour leur variation. Le pH joue un rôle important dans l'épuration d'un effluent et le développement bactérien où le bon développement de la faune et de la flore aquatique n'est possible que si sa valeur est comprise entre 6 et 9 (**Metahri, 2012**).

I.5.3. Conductivité

C'est une valeur simple qui se pratique avec une électrode et fournit une indication précise sur la concentration totale en sels dissous. La valeur de la conductivité nous permet de déceler immédiatement la composition de l'eau donc apprécier la quantité des sels dissous. L'unité de la conductivité est généralement en micro-Siemens par cm (uS/cm) (**Rodier et al, 2009**).

I.5.4. La demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène est la quantité de dioxygène consommée par les matières oxydables dans des conditions réactionnelles spécifiques, c'est l'un des paramètres utilisés pour quantifier la pollution organique d'une eau. Elle est exprimée en mg O₂/l (**Cardot et Gilles, 2013**).

I.5.5. La demande biochimique en oxygène (DBO₅)

La DBO correspond à la quantité l'oxygène nécessaire pour que les bactéries détruisent ou dégradent les matières organiques biodégradables présentes dans les eaux usées. Cette mesure traduit donc indirectement la fraction biodégradable dans l'eau, est

représenté assez fidèlement le processus de dégradation naturelle. La DBO₅ définit la quantité d'oxygène consommée par les bactéries à 20°C et à l'absence de la lumière pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon pré-ensemencé (**Rodier, 1997**).

I.5.6. La turbidité

Elle indique la capacité de l'eau à diffuser la lumière, du fait de l'existence des matières en suspension et des matières colloïdale ,la turbidité est inversement proportionnelle à la transparence de l'eau, elle est de loin le paramètre de pollution indiquant la présence de matière organique ou minérale sous forme colloïdales en suspension dans les eaux usées. Elle varie suivants les MES présentent dans l'eau (**Metahri, 2012**).

I.5.7. Oxygène dissous

L'oxygène dissous est un facteur qui conditionne les réactions de dégradation de la matière organique et plus généralement l'équilibre biologique des milieux hydriques car il inhibe les activités dénitrifiantes de la flore. Sa disponibilité dans l'eau dépend de la température, du degré de pollution par les matières organiques, et des solides en solution (**Maïga, 2010**).

I.6. Impacts des eaux usées

Les eaux usées ont des impacts sur les milieux aquatiques mais également sur la santé de l'Homme.

I.6.1. Effet sur le milieu naturel

Si le réseau de collecte des eaux usées ne couvre pas l'ensemble de la population ; Ce manque d'infrastructure à un impact non négligeable sur la qualité des milieux récepteurs.

- **L'océan**

Lorsque les eaux usées sont rejetée dans la mer après un traitement insuffisant ou sans épuration, elles polluent les eaux de baignades .tels que les plages de la corniche oranaise (Paradis-Plage, coralés,St-Roch). Ces sites sont contaminés par des bactéries, des virus et

de parasites issus des eaux usées domestique rejetées en mer sans traitement, selon la DSP (Direction de la santé et de la population).

Ces eaux peuvent transmettre à l'homme des maladies, en cas d'ingestion ou de contact (JORA, 2006).

- **Effet sur les eaux superficielles**

Le rejet des eaux usées sans épuration ou après un traitement insuffisant donne des cours d'eau fortement pollués (pollution biologique et chimique). Ces derniers traversent ou passent à proximité d'agglomérations urbaines et de zones industrielles majeures (oued El-Harrach à Alger, oued Soummam à Bejaia, oued Rhumel à Constantine, oued Seybouse à Annaba), causant ainsi beaucoup de problèmes sanitaires et d'insalubrité aux riverains. Les oueds véhiculent de fortes charges polluantes et leur capacité de dilution et d'autoépuration ne suffit plus à résorber la charge polluante. On observe parfois des marées noires ou encore la mort de poissons, suite à l'intoxication dues aux lessives ou à des rejets industriels. En effet, quand les eaux rejetées contiennent des huiles ou des graisses, la formation de films peut s'opposer à l'accès de l'oxygène dans les cours d'eau et provoquer des effets d'intoxication sur les microorganismes et les poissons. Les huiles et les graisses végétales et animales peuvent être assez facilement dégradées par voie biochimique mais c'est le contraire pour les huiles et les graisses minérales. Des effets toxiques sur les microorganismes et les poissons peuvent également être provoqués par des déversements d'eaux résiduaires industrielles contenant des tannins, des goudrons, des colorants (Metiche, 2004).

- **Effet sur les eaux souterraines**

La qualité de l'eau des nappes phréatiques peut être dégradée par les eaux usées, si l'étanchéité de la station d'épuration ou lorsque le système d'assainissement non collectif présente des dysfonctionnements (JORA, 2006).

I.6.2. Effet sur la santé de l'Homme

L'eau est une ressource vitale pour l'homme, sa survie, sa santé, son alimentation, est aussi devenue, de manière directe ou indirecte, la première cause de mortalité et de

maladie au monde. L'inégalité dans la répartition des ressources en eau associée à la dégradation de la qualité de l'eau engendrent de grands problèmes de santé (**JORA, 2006**).

Ces eaux usées constituent en absence d'un traitement un danger croissant pour la santé humaine à cause de leurs charges en matières chimiques toxiques et de micro-organismes pathogènes (bactéries, virus, parasites...). Elles constituent donc des menaces permanentes pour la santé aussi bien humaine qu'animale. Selon l'OMS, 80% des maladies qui affectent la population de la planète sont liées à la pollution des eaux. En effet, la plupart des microorganismes qui sont à l'origine des grandes épidémies historiques d'origine hydrique, ont pour habitat normal les intestins de l'homme (**El Ouali et al., 2014**).

I.7. La réutilisation des eaux usées

La réutilisation des eaux usées a pour objectif non seulement de fournir des quantités supplémentaires d'eau de bonne qualité, mais également d'assurer l'équilibre du cycle d'eau et la protection du milieu environnant.

Par définition, cette réutilisation ou recyclage peut se définir comme une action volontaire et planifiée qui vise la production des quantités complémentaires en eau pour différents usages afin de combler des déficits hydriques. Le recyclage de l'eau est devenu une pratique de plus en plus courante et constitue une source alternative d'eau qui aide à répondre aux besoins croissants en eau par les différentes activités humaines.

Afin de garantir la protection de la santé publique, il est indispensable de mettre en place des normes et des réglementations strictes et adaptées à la spécificité des différentes cultures dont l'objectif principal est d'éliminer les risques sanitaires (**Ecosse, 2001**).

I.7.1. Les principales voies de réutilisation

La réutilisation des eaux usées peut s'appliquer en plusieurs domaines, parmi les on peut citer :

- **Le secteur agricole**

La majorité des projets de réutilisation des eaux usées concerne des utilisations agricoles, l'irrigation de cultures ou d'espaces verts est la voie la plus répandue de la réutilisation des eaux usées urbaines, cette réutilisation des eaux améliore les rendements

des cultures et apporte des bénéfices financiers. Au niveau mondial, c'est également la solution qui a le plus d'avenir à court et à moyen terme (**Ecosse, 2001**).

- **Le secteur industriel**

La réutilisation industrielle des eaux usées et le recyclage interne sont désormais une réalité technique et économique. Pour certains pays et types d'industries. Les secteurs les plus grands consommateurs en eau sont les centrales thermiques et nucléaires (eau de refroidissement) et les papeteries (**Ecosse, 2001**).

- **Le secteur urbain**

Les usages urbains des eaux usées correctement traitées se développent rapidement et deviennent un élément fondamental de la politique de gestion intégrée de l'eau dans les grandes agglomérations.

Les bénéfices obtenus sont importants. Les usages les plus courants sont l'irrigation d'espaces verts (parcs, golfs, terrains sportifs), l'aménagement paysager (cascades, fontaines, plans d'eau), le lavage des rues ou des véhicules et la protection contre l'incendie. Une autre application importante est le recyclage en immeuble avec, par exemple l'utilisation de l'eau ménagère traitée pour le lavage des sanitaires. Les normes qui régissent la qualité des eaux usées destinées à de tels usages sont très sévères et voisines à celles en vigueur pour l'eau potable.

La réutilisation des eaux usées est une technique en pleine expansion, principalement associée à l'agriculture. De nombreuses solutions techniques permettent de répondre aux normes de réutilisation existantes (**Ecosse, 2001**).

Chapitre II

Description de la STEP de la ville de Guelma

II.1. Description de la STEP des eaux usées de la ville de Guelma

La station d'épuration de Guelma a été mise en service le 18 février 2008, couvrant une superficie de 8 hectares. Il est situé à environ 1 kilomètre au nord de la ville, sur le flanc droit de la vallée aménagée par Oued Seybouse, à la sortie de l'agglomération sur la route nationale 21 menant à Annaba, Les responsables de la station se fixent comme objectif l'épuration de 43 388 m³/j d'eaux usées de la ville de Guelma. Elle utilise le procédé de culture libre (boue activée) comme procédé d'épuration. La STEP est alimentée par 02 conduites du refoulement :

-SR1 : alimentée par Oued El Maiz, avec un débit de 1575 m³/h.

-SR2 : alimentée par Oued Skhoun, avec un débit de 1125 m³/h (ONA, 2011).

II.2. Rôle de STEP

-Réduire au maximum la quantité de polluants contenus dans les eaux usées afin que l'eau finalement rejetée dans le milieu naturel ne soit pas dégradée. L'épuration des eaux usées suit la logique de l'économie des ressources en eau et de la protection de l'environnement.

-Améliorer la qualité de l'eau d'irrigation dans la région de Guelma.

-Protéger le niveau des eaux souterraines alluviales de Guelma de la pollution.

-L'augmentation du débit peut irriguer 1 700 hectares (ONA, 2011).

II.3. Les étapes d'épuration du STEP

Le traitement des eaux usées de la station d'épuration municipale de Guelma comprend : Prétraitement (dégrillage, dessablage et déshuilage), un traitement primaire par décantation, des traitements biologiques secondaires par boues activées et un traitement tertiaire par chloration(**Fig.01**), ce sont des techniques qui consistent à purifier l'eau, soit pour recycler les eaux usées dans le milieu naturel, soit pour transformer les eaux naturelles en eau potable (**Baumont et al., 2004**).

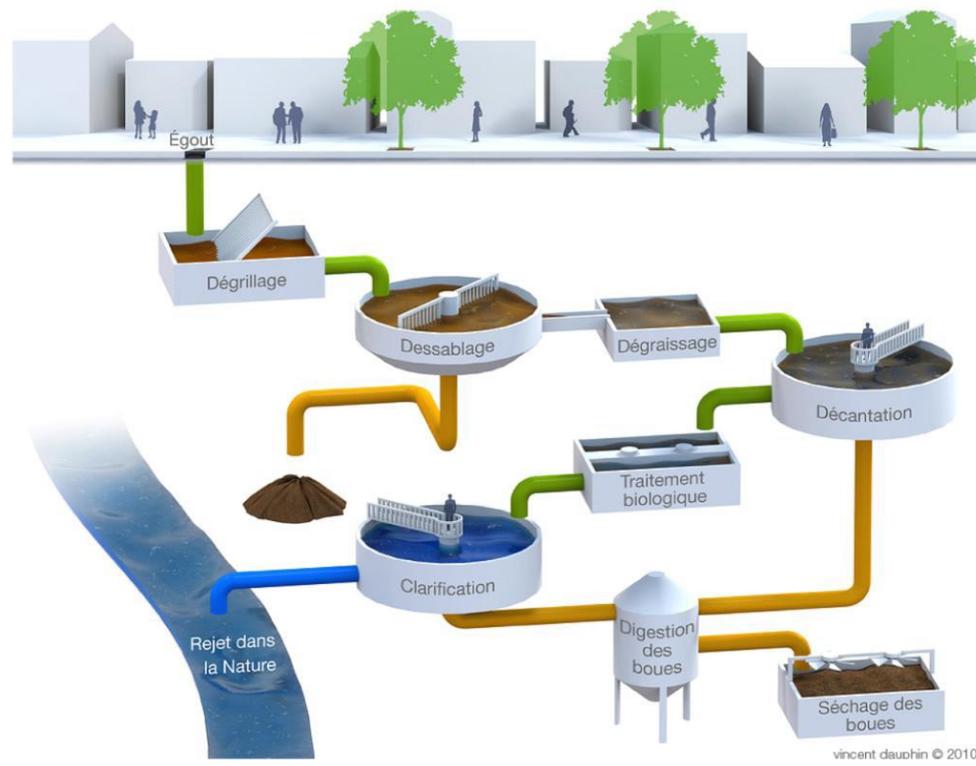


Figure 1: Le processus de traitement des eaux usées [1].

II.3.1. Prétraitement

Le prétraitement consiste en trois étapes importantes, qui permettent l'élimination des déchets insolubles, des sables et des graisses, lesquels éléments gêneraient les phases suivantes de traitement. Il comprend le dégrillage pour retenir les déchets volumineux, le dessablage, pour obtenir une meilleure décantation, le dégraissage et le déshuilage pour éviter l'encrassement de la station par des corps gras (Mathlouthi, 2011).

II.3.1.1. Dégrillage

A l'arrivée, les eaux usées en provenance des égouts passent entre les barreaux métalliques d'une grille, qui retiennent les rejets volumineux (papiers, feuilles, matières plastiques, objets divers, etc...) et l'effluent est relevé jusqu'au niveau de l'usine à l'aide de vis d'Archimède ou de pompes. Ce prétraitement se décline en trois sous-catégories : le pré-dégrillage (de 30 à 100 mm), le dégrillage moyen (de 10 à 30 mm) et enfin le dégrillage fin (les barreaux sont espacés de moins de 10 mm).

Les grilles peuvent être verticales, mais elles sont le plus souvent prédisposées de 60° à 80° sur l'horizontale (ONA, 2011).

Dans le cas de la STEP de Guelma, un dégrilleur automatique (**Fig.02**) permet de bloquer les déchets d'une taille supérieure à 20 mm.

En cas de panne du dégrilleur, les eaux sont dirigées vers un canal parallèle équipé d'une grille (maille de 30 mm) à nettoyage automatique par élévations de niveau et déversement d'une lame déversant.

Le racleur du dégrilleur est mis en marche cycliquement pour décolmater la grille d'évacuer les déchets dans une benne par l'intermédiaire d'une vis (**ONA, 2011**).



Figure 2:Dégrilleur de STEP (**prise personnelle**).

II.3.1.2. Dessablage

Le dessablage consiste à retirer de l'effluent les sables et les particules minérales plus ou moins fines, pour la protection des conduites et des pompes contre la corrosion et éviter même le colmatage des canalisations par les dépôts au cours du traitement, la technique classique du dessableur (**Fig.03**) consiste à circuler l'eau dans une chambre de tranquillisation avec une vitesse d'environ de 0.3m/s qui permet le dépôt d'une grande partie des sables (**Haoua, 2007**).



Figure 3:Dessableurde STEP (prise personnelle).

II.3.1.3. Dégraissage

Le dégraissage (**Fig.04**) vise à éliminer la présence de graisse dans les eaux usées, graisses qui peuvent gêner l'efficacité des traitements biologiques qui interviennent ensuite. Les opérations de dégraissage - déshuilage comprennent les eaux usées brutes, l'huile et la graisse séparées par flottation. L'injection d'air au fond de l'ouvrage permet la remontée en surface des corps gras. Les graisses sont raclées à la surface, puis stockées avant d'être éliminées (**Silman, 2003**).

Les opérations de dégraissage - déshuilage comprennent les eaux usées brutes, l'huile et la graisse séparées par flottation (**ONA, 2011**).

Le dégraissage correspond à une opération de séparation liquide-liquide, et de séparation solide-liquide (**Koller, 2009**).

La méthode de dégraissage est généralement associée au dessablage (**Badot et Crini, 2007**).



Figure 4: Etape de Dégraissage de la STEP(prise personnelle).

II.3.2. Traitement primaire

Après les prétraitements, il reste dans l'eau une charge polluante dissoute et des MES. Les traitements primaires ne portent que sur les matières décantables (décantation primaire).

Dans ce cas, la séparation qui s'effectue par gravité ne concerne que les particules de diamètre supérieur à 100 micromètre, celle de diamètre inférieur à 100 micromètres ne décantent pas, mais seront entraînées vers les unités ultérieures de traitement.

Les bassins de décantation(**Fig.05**) sont des bassins à ciel ouvert, le plus souvent cylindriques ,l'effluent brut arrive par un point central, les matières décantables en suspension dans l'eau vont se séparer de l'effluent et se déposer au fond du bassin ou elles seront raclées par un pont radial tournant et les eaux de surface seront déversées.

Les matières décantables ainsi obtenues par séparation de l'effluent appelées les boues primaires, seront récupérées et orientées vers le traitement des boues (**ONA, 2011**).



Figure 5:Décanteur primaire (prise personnelle).

II.3.3. Traitement secondaire

Ce traitement biologique est dont l'objectif d'une élimination de la pollution carbonée, azotée et phosphorée contenues dans les eaux usées. Le traitement biologique utilise la capacité auto-épuratrice de microorganismes déjà présents dans ces eaux, dont l'activité est améliorée en la plaçant dans des conditions optimales, et ce généralement en présence d'air ou d'oxygène qu'est amenée par des rampes au fond du bassin(**Fig.06**) , la croissance de la faune et de la flore donne lieu à des floes plus ou moins abondants qu'on éliminera par une simple décantation (**Ramdani, 2005**).



Figure 6: Bassin d'aération (prise personnelle).

II.3.4. Décantation secondaire

La décantation permet de collecter les agglomérats sous forme de boues bactériennes (les boues plus denses que l'eau, tombent au fond du bassin ou elles sont raclées). Un clarificateur (**Fig.07**) permet de séparer par décantation l'eau épurée déversant. Tandis que les boues dont une partie sont évacuées vers le traitement des boues, et l'autre sont recyclées pour maintenir une masse biologique suffisante pour l'épuration (**ONA, 2011**).



Figure 7: Clarificateur (prise personnelle).

II.3.5. Désinfection

La désinfection est réalisée en injectant 0,5 mg de chlore actif dans une cuve de désinfection (**Fig.08**) d'un volume de 730 m³ puis en le rejetant dans le milieu naturel (oued Seybouse).

Cette javellisation permet de détruire les germes avant le rejet. Un contrôleur de chlore est installé à la sortie du bassin pour pouvoir contrôler le taux du chlore résiduel (ONA, 2011).



Figure 8:Bassin de désinfection (prise personnelle).

II.3.6. Traitement des boues d'épuration

Une partie des boues secondaires est recyclée vers le bassin d'aération pour éviter de perdre le nombre de bactéries d'épuration.

On peut définir le traitement des boues comme l'ensemble des opérations visant à modifier les caractéristiques des boues (le pouvoir fermentescible, la liquidité) afin de rendre leur destination finale fiable et sans nuisance.

Les boues subissent des traitements de stabilisation, réduction de la teneur en eau et d'hygiénisation avant d'être rejetées dans le milieu naturel ou réutilisées à des fins agricoles ou énergétiques (Derouiche, 2011).

Les procédés de traitement des boues peuvent varier suivant leurs natures et la taille de la station d'épuration (Mubamopili, 2012).

II.4. Points de Rejet (destination)

II.4.1. L'eau épurée

Le rejet est réalisé dans l'oued Seybouse situé près de la station d'épuration à 331m de distance, les effluents sont acheminés jusqu'à l'oued par une canalisation de rejet (ONA, 2011).

II.4.2. Le sous-produit issu de l'épuration

- **Boues** : Les boues sont épaissies puis hydratées sur lits de séchage avant leur envoi en décharge (ou autres= utilisation Agricole).
- **Les produits de Dégrillage** : Les refus de dégrillage sont évacués par un tapis transporteur ou une vis de convoyage dans une benne à ordure.
- **Graisse et Huiles** : Elles sont stockées dans une fosse à graisse avant enlèvement.
- **Sables** : Ils sont extraits de l'ouvrage de prétraitement, séparés de leur eau par un classificateur, puis stockés dans une benne relevable (**ONA, 2011**).

La définition du mode de stockage dépend de plusieurs facteurs :

- les contraintes réglementaires
 - la configuration du site
- l'environnement du stockage (odeurs, habitats, zones de loisirs...)
- des contraintes naturelles, c'est-à-dire du milieu physique et du degré de vulnérabilité du réseau hydraulique de surface et souterrain
- les caractéristiques des boues (les boues liquides, pâteuses ou solides ne se stockent pas de la même façon). Ci-dessous sont reprises les caractéristiques recommandées pour les ouvrages d'entreposage en fonction du type de boue à stocker (**ONA, 2011**).

Partie expérimentale

Chapitre III

Matériel et méthodes

Les analyses physicochimiques et bactériologiques des échantillons des eaux usées prélevés à partir de la STEP de la ville de Guelma ont été effectuées au sein des laboratoires de microbiologie et de biophysique de l'Université 08 Mai 1945 Guelma.

III.1. Sites de prélèvement

Deux sites de prélèvement ont été choisis, entrée de la station (S1) et sortie de la station (S2) (**Fig.09** et **Fig.10**).

Durant notre étude, nous avons réalisé deux prélèvements pour les paramètres physicochimiques (durant les mois d'Avril et de Mai), et un seul prélèvement pour les paramètres bactériologique (Durant le mois d'avril).

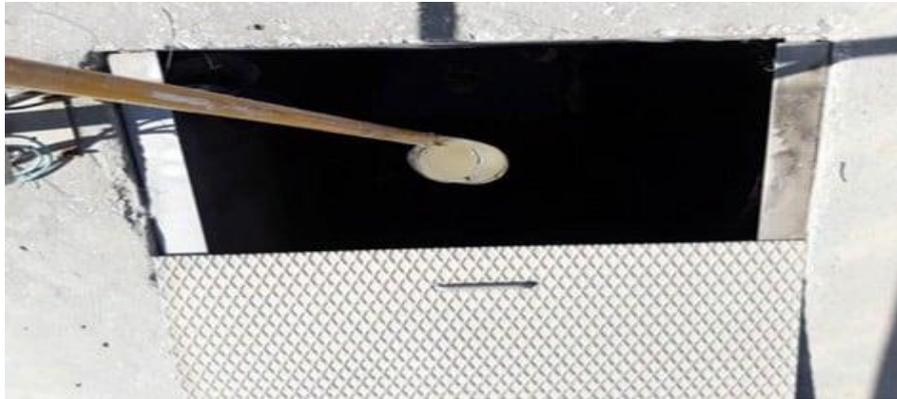


Figure 9: Entrée de la station (Prise personnelle).



Figure 10: Sortie de la station (Prise personnelle).

III.2. Paramètres physico-chimiques

La mesure de la température, la conductivité électronique, l'oxygène dissous a été effectué à l'aide d'un multi-paramètre WTW (**Fig.11**).



Figure 11: Multi-paramètre WTW (prise personnelle).

III.2.1. Le pH

Le pH a été mesuré par un pH mètre Adwa (Servin et al., 1995). (Fig.12).

- **Mesure du pH**

-Rincer le becher, le barreau magnétique, l'électrode, avec de l'eau distillée puis avec l'échantillon.

-Remplir le becher de mesure avec l'échantillon.

-Faire la correction de température.

-Immerger l'électrode avec les précautions habituelles et agiter.

- Lire directement le pH lorsque la valeur s'est stabilisée (Sevrin et al., 1995).



Figure 12: pH mètre Adwa (prise personnelle).

III.2.2. La turbidité

La turbidimétrie ou opacimétrie est une variante de la spectrométrie d'absorption, Elle indice la capacité de l'eau à diffuser la lumière (Frank, 1984), Sa mesure a été effectuée à l'aide d'un turbidimètre AQUA LYTIC (Fig. 13).



Figure 13: Turbidimètre (prise personnelle).

III.2.3. La DCO

Elle s'exprime en milligramme par litre (mg/l) d'oxygène et correspond effectivement à la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder dans des conditions opératoires définies (Metahri, 2012).

- **Matériel**

- Eau brute.
- Eau épurée.
- Réacteur DCO.
- Spectrophotomètre.
- Kits (tubes contenant les réactifs).

- **Technique**

- Faire agir les kits.
- Couler 2ml de la suspension dans les kits et bien mélangé.

-Les mettre sur le réacteur DCO pour le chauffage à une température de l'ordre de 148°C pendant deux heures.

-Après deux heures, on laisse les kits se refroidissent, puis on mesure la DCO avec le spectrophotomètre (Metahri, 2012) (Fig.14 et Fig.15).



Figure 14: Réacteur pour mesurer la DCO (prise personnelle).

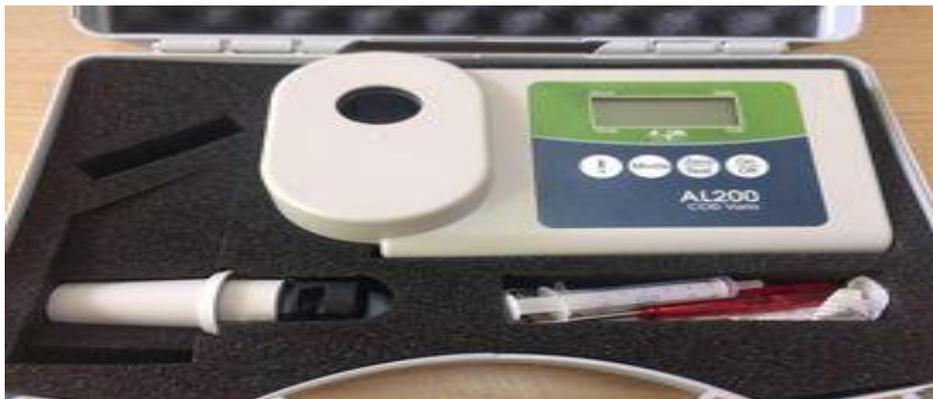


Figure 15: Un spectrophotomètre (Prise personnelle).

III.2.4. La DBO5

Est une expression pour indiquer la quantité d'oxygène (Rodier et al., 2009).

- **Le Principe**

Une quantité d'eau est versée dans une bouteille d'incubation de 300 ml, reliée à un manomètre à mercure ou fermée avec un bouchon muni d'un capteur de pression (OxiTop) (Fig.16).

Le volume choisi est fonction de la gamme de mesures souhaitée. La bouteille est placée dans une enceinte à 20°C. On suit ensuite, en fonction du temps, soit tous les jours pendant 5 jours pour la DBO5, la consommation d'oxygène, qui se traduit par une

diminution de la pression d'air. On procède enfin à la correction de la mesure par un facteur correctif qui dépend de la quantité d'échantillon prélevée et de la gamme de mesure souhaitée.

- **Mode opératoire**

- Mesurer la quantité désirée avec pipette jaugé et verser dans la bouteille propre.
- Introduire l'agitateur magnétique dans chaque bouteille.
- Mettre 2 pastilles d'hydroxyde de potassium dans chaque bouchon intérieur (noir) avec deux pincettes.
- Fermer le bouchon.
- Mettre sur le système d'agitation à 20 °C.
- Relever les valeurs après 5 jours.
- Utiliser les mesures des autres groupes et déterminer la précision des mesures (**Rodier et al., 2009**).



Figure 16: Enceinte d'incubation (OxiTop Box) (**Prise personnelle**).

III.2.5. Les MES

Les MES s'obtiennent soit par filtration des effluents peu chargés soit par centrifugation des solutions, séchage jusqu'à obtenir un résidu sec.

La détermination des MES se fera par filtration sur filtre en fibres de verre compte tenu de l'origine domestique des effluents (**STEP, 2020**).

La mesure des MES par filtration repose sur le principe de la double pesée :

- Un volume d'eau est filtré sur une membrane (préalablement pesée à vide) de 1,5 micron et les résidus sur cette dernière sont pesés.

-Le rapport de la différence de masse sur le volume d'eau filtré donne la concentration des MES en milligramme/litre (**STEP, 2020**).

- **Appareillage et verrerie**

-Equipement de filtration sous vide.

-Filtres en microfibres de verre Wattman GF/C (\varnothing 47mm).

-Fioles jaugées ou éprouvettes graduées.

- **Mode opératoire**

- Prendre une membrane GFC et la marquer avec précaution pour ne pas l'abîmer.

-Peser la membrane et noter sa masse à vide M0.

-Placer la membrane sur la rampe de filtration.

-Bien agiter l'échantillon.

- Prélever un volume de l'échantillon et le transvider sur la membrane.

-Procéder à la filtration

-le volume filtré ne doit pas dépasser 1 litre et la filtration ne doit pas durer plus d'une demi-heure.

-Récupérer la membrane après la filtration, puis la placer dans une étuve à 105°C pendant 1h30 mn pour enlever l'excès d'eau.

-Peser de nouveau la membrane, après séchage, puis noter sa masse M1 (**STEP, 2020**).

III.3. Paramètres bactériologiques

- **Dilution**

-Des dilutions décimales ont été préparées à partir de l'eau à analyser : 1/10, 1/100, 1/1000..., et ceci en fonction du degré de pollution d'eau usée et sa nature. Les dilutions 10^{-3} et 10^{-2} sont utilisées pour les échantillons prélevés à partir du S1 et S2 respectivement.

III.3.1. Recherche et numération des Germes Totaux (GT)

Ce sont des microorganismes aérobies revivifiables à 22 et à 37°C dans les eaux usées. C'est un test d'orientation, utilisé comme indicateur de pollution soit dans les milieux naturels soit dans les réseaux, également utilisé comme indicateur d'efficacité de traitement (Rodier et al, 2009).

- **Technique**

-Porter aseptiquement à partir des dilutions décimales 1ml en double dans deux boîtes de Pétri vides numérotées.

-Couler ensuite le milieu gélosé : TGEA, mélanger par des mouvements circulaires en 8.

-Laisser solidifier et incuber.

*La 1^{ère} série à 22°C pendant 72h.

*La 2^{ème} série à 37°C pendant 48h.

- **Lecture**

- Les colonies apparaissent en masse sous forme lenticulaire, on lit les boîtes de pétri où le nombre de colonies est compris entre 15 et 300 colonies (Rodier et al, 2009).

III.3.2. Recherche et dénombrement des Coliformes Totaux (CT) et fécaux (CF)

Les coliformes sont des bacilles à GN, aéro-anaérobies facultatifs, non sporulés, oxydase négatif, se multiplient en présence de sels biliaires, fermentent le lactose avec production d'acide et de gaz en 24 à 48h à 37°C (Delarras, 2003).

Les coliformes thermotolérants ont les mêmes propriétés que les coliformes mais elles peuvent se développer à 44 °C (Lebres, 1999).

- **Dénombrement**

En milieu liquide, se fait en deux étapes consécutives :

***Test de présomption**

A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement :

-50 ml dans un flacon de 50ml de milieu BCPL (Bouillon Lactosé au pourpre de Bromocrésol) D/C (doublement concentré) muni d'une cloche de Durham.

-5 fois 10 ml dans 5 tubes contenant 10ml de BCPL D/C.

-5 fois 1 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de BCPL S/C (simplement concentré).

-Incuber à 37°C pendant 24 à 48h.

- **Lecture**

Seront considérés comme positifs lorsque les tubes présentant à la fois :

-Un dégagement de gaz (supérieur au 1/10ème de la hauteur de la cloche).

-Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune.

-La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP.

***Test de confirmation**

Le test de confirmation est basé sur la recherche de coliformes thermo tolérants parmi lesquels on redoute surtout la présence *d'Escherichia coli*.

-Les tubes de BCPL trouvés positifs lors du dénombrement des coliformes feront l'objet d'un repiquage à l'aide d'un ose bouclé dans des tubes contenant le milieu Schubert muni d'une cloche de Durham.

-L'incubation se fait au bain marie à 44°C pendant 24 heures.

- **Lecture**

Seront considérés comme positifs lorsque les tubes présentant à la fois :

- Un dégagement gazeux.

- Un anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole par *Escherichia coli* après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs (**Delarras, 2003**).

III.3.3. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux (SF)

- **Définition**

Il s'agit de streptocoques et entérocoques fécaux, pris globalement en compte comme des témoins de pollution fécale (**Rodier et al, 2009**).

- **Dénombrement**

Méthode par ensemencement en milieu liquide :

***Test de présomption**

A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement :

- 50 ml dans un flacon contenant 50 ml de milieu Rothe D/C.
- 5 fois 10 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu Rothe D/C.
- 5 fois 1 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu Rothe S/C.

L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures.

- **Lecture**

Seront considérés comme présomptifs les tubes présentant un trouble microbien.

***Test de confirmation**

Les tubes de Rothe trouvés positifs feront l'objet d'un repiquage dans un tube contenant le milieu EvaLitsky.

- **L'incubation**

Se fait à 37°C, pendant 24 heures.

- **Lecture**

Seront considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois :

- Un trouble microbien.

- Une pastille violette (blanchâtre) au fond des tubes.

La lecture finale s'effectue selon les prescriptions de la table du NPP (**Abouelouafa et al., 2002**).

III.3.4. Recherche et dénombrement des Anaérobies Sulfito-Réducteurs (ASR)

- **Définition**

Les ASR sont des Bacilles à Gram Positifs souvent considérés comme des témoins de pollution fécale ancienne ou intermittente (**Rodier et al, 2009**).

-A $36 \pm 2^\circ\text{C}$ en 24 à 48 heures en gélose profonde de type viande foie (VF), la présence des ASR donnent des colonies caractéristiques blanches entourées d'une auréole noire.

- **Dénombrement** (méthode par incorporation en gélose en tubes profonds)

A partir de l'eau à analyser :

-On transfère environ 25 ml dans un tube stérile, puis on le chauffe à 75°C pendant 15 min.

-On le refroidit immédiatement.

-On répartit ensuite le contenu du tube, dans 4 tubes stériles.

-On ajoute environ 20 ml de gélose VF fondue.

-On mélange doucement le milieu et l'inoculum.

-On Laisse les tubes solidifier sur une pailleasse puis on les incube à 37°C .

- **Lecture et interprétation**

- On fait une première lecture 16h après l'incubation, une deuxième 24h après et une dernière 44 ± 4 h après.

-On dénombre toute colonie noire de 0,5 mm de diamètre, ayant poussé en masse et rapporter le nombre total des colonies dans les quatre tubes à 20 ml d'eau (**AFNOR, 2001**).

III.3.5. Isolement des bactéries pathogènes

L'isolement des bactéries pathogènes a été effectué sur des milieux gélosés tels que : Chapman, Hektoen, Cetrimide, Gélose Nutritive Alcaline de Billé (GNAB) par ensemencement sur les boîtes de Pétri (Aissam, 2003).

- **Enrichissement**

L'enrichissement a été réalisé dans les bouillons Bouillon Sélénite Cystéine (SFB) et Eau Peptonée Alcaline(EPA) et ceci pour la recherche des salmonelles et des vibrions cholériques.

- Un deuxième isolement est effectué sur les géloses Hektoen et GNAB à partir des bouillons SFB et EPA respectivement.

- L'incubation se fait à 37C° pendant 24 h (Lebresetal., 2002).

- **Purification**

Une fois isolées, les souches sont purifiées par repiquages successifs sur le milieu d'isolement convenable (Aissam, 2003).

III.4. Identification bactérienne

III.4.1. Aspect macroscopique des colonies

C'est l'étude de l'aspect qui contraindre l'observation à l'œil nu, constitué par des milliards de descendance d'une seule cellule bactérienne vivante à la surface d'un milieu solide et dont la taille, la forme, la couleur, la consistance sont les caractéristiques de chaque espèce.

La description des colonies doit indiquer plusieurs éléments :

-**La taille** : petites colonies, moyennes, grosses/grandes.

-**La forme** : à contours régulier, irrégulier, envahissantes.

- **La surface** : colonies lisses, muqueuses.

-**Transparence** : transparentes, opaques.

- **Couleur** : orangés, blanches, pigmentées en noirs (**Rouaigia, 2010**).

III.4.2. Aspect microscopique

III.4.2.1. Coloration de Gram

- On prépare un frottis d'une culture bactérienne pure.

- On recouvre le frottis de violet de gentiane, on le laisse agir une minute et on rince à l'eau distillée.

- On recouvre par le lugol et on laisse agir 20 secondes après on rince à l'eau distillée.

- On décolore le frottis à l'alcool pendant 5 à 10 secondes et on rince à l'eau distillée.

- On le recouvre avec la fushine et on le laisse agir 1 min, puis on rince à l'eau distillée.

- On sèche la lame au-dessous de la flamme d'un bec bunsen.

- On observe le frottis à l'objectif à immersion (**Joffin et Leyral, 1995**).

III.4.3. Tests Biochimiques

➤ Test de catalase

La recherche de cette enzyme est utile afin de différencier les bactéries appartenant aux familles des *Micrococaceae*, *Dermacoccaceae*, *Enterococcaceae*, *Streptococcaceae*.

• Technique

- On prend une lame propre et on dépose une goutte d'eau oxygénée.

- On prélève une colonie par une anse de platine.

- On dissout la colonie dans la goutte.

- On effectue le test sur les souches à caractériser et l'observer.

* le dégagement de bulles de gaz indique la présence de catalase : test catalase + (**Delarras, 2008**).

➤ Test d'oxydase

Le principe de ce test est basé sur la fabrication bactérienne d'une enzyme oxydase intracellulaire. En existence d'oxygène atmosphérique et de cytochrome c, cette enzyme oxyde le réactif pour produire un composé coloré en violet, l'indophénol (Delarras, 2014).

- **Technique**

- Un disque d'oxydase est mis dans une suspension bactérienne.
- Les résultats positifs se traduisent par l'apparition de couleur violette : oxydase+.
- Les résultats négatifs se traduisent par l'absence de coloration : oxydase - (Marchal et al., 1982).

III.5. Galerie biochimique

III.5.1. API 20 E

Est un système standardisé pour l'identification des *Enterobacteriaceae* et autres bacilles à Gram négatif.

Technique

- **Préparation de la galerie**

- Réunir fond et couvercle d'une boîte d'incubation et répartir environ 5 ml d'eau distillée ou déminéralisée « ou toute eau sans additif ou dérivés susceptibles de libérer des gaz » dans les alvéoles pour créer une atmosphère humide.
- Incrire la référence de la souche sur la languette latérale, de la boîte (ne pas inscrire la référence sur le couvercle, celui-ci pouvant être déplacé lors de la manipulation).
- Sortir la galerie de son emballage.
- Placer la galerie dans la boîte d'incubation.

- **Préparation de l'inoculum**

- Ouvrir une ampoule d'API NaCl 0.85% Medium (5 ml) ou une ampoule d'API suspension Medium (5 ml) ou utiliser un tube contenant 5 ml d'eau distillée stérile, sans additif.
- A l'aide d'une pipette, prélever une seule colonie bien isolée sur milieu gélosé, et utiliser préférentiellement des cultures jeunes (18-24 heures).

- Réaliser une suspension d'opacité égale à 0,5 de McFarland. Cette suspension doit être utilisée extemporanément.

- **Inoculation de la galerie**

Introduire la suspension bactérienne dans les tubes de la galerie à l'aide de la même pipette (pour éviter la formation de bulles au fond des tubes, poser la pointe de la pipette le côté de la cupule en inclinant légèrement la boîte d'incubation vers l'avant) :

- Pour les tests CIT, VP et GEL, remplir tube et cupule.
- Pour les autres tests, remplir uniquement les tubes (et non les cupules).
- Pour les tests : ADH, LDC, ODC, H₂S, URE créer une anaérobiose en remplissant les cupules d'huile de paraffine.
- Refermer la boîte d'incubation.
- Incuber à 37°C pendant 18-24 heures.

- **Lecture de la galerie**

- Après l'incubation, la lecture de galerie doit se faire en se référant au tableau de lecture.
- Si 3 tests ou plus (GLU+ ou-) sont positifs, noter sur la fiche de résultats toutes les réactions spontanées puis révéler les tests nécessitant l'addition de réactifs :
- Test TDA : ajouter 1 goutte de réactif TDA, une couleur marron-rougeâtre indique une réaction positive à noter sur la fiche de résultats.
- Test IND : ajouter 1 goutte de JAMES, une couleur rose diffusant dans toute la cupule indique une réaction positive à noter sur la fiche.
- Test VP : ajouter 1 goutte des réactifs VP 1 et VP 2 attendre au minimum 10 min, une couleur rose ou rouge indique une réaction positive, une faible coloration rose apparaissant après 10 min doit être considérée négative (**Bouchaala, 2010**).

III.5.2.API 20 NE

Technique

- **Préparation de la galerie**

-Réunir fond et couvercle d'une boîte d'incubation et répartir environ 5 ml d'eau distillée ou déminéralisée dans les alvéoles pour créer une atmosphère humide.

-Inscrire la référence de la souche sur la languette latérale de la boîte.

-Sortir de la galerie de son emballage individuel.

-Placer la galerie dans la boîte d'incubation.

- **Préparation de l'inoculum**

-Ouvrir une ampoule d'API NaCl 0,85 % medium (2 ml) sans additif.

-A l'aide d'une pipette, prélever 1 à 4 colonies de morphologie identique, par aspirations ou par touche successives. Utiliser préférentiellement des cultures jeunes (18-24).

- Réaliser une suspension d'opacité égale à 0,5 de McFarland. Cette suspension doit être utilisée extemporanément.

- **Inoculation de la galerie**

-Remplir les tubes des tests NO₃ à PNPG avec la suspension précédente en utilisant la pipette, poser la pointe de la pipette sur le côté de la cupule pour éviter la formation de bulles.

-Ouvrir une ampoule d'API AUX Médium et y transférer environ 200 µl de la suspension précédente, homogénéiser avec la pipette.

-Remplir tubes et cupules des tests GLU à PAC en veillant à créer un niveau horizontal ou légèrement convexe.

-Remplir d'huile de paraffine les cupules des trois tests soulignés (GLU, ADH, URE)

-Refermer la boîte d'incubation et faire incuber à 37°C pendant 24 h.

- **Lecture**

Après 24 h d'incubation, on ajoute :

-Test NO₃ : Une goutte de réactifs NIT1 et NIT2 dans la cupule NO₃.

Couleur rouge : indique une réaction positive.

-Ajouter 2-3 mg de réactif Zn dans la cupule NO₃.

Cupule incolore après 5 mn : indique une réaction positive.

Cupule rose-rouge après 5mn : indique une réaction négative.

-Test TRP : Ajouter une goutte de réactif Kovacs.

Couleur rose : indique une réaction positive.

-Attendre 10 min puis lire toutes les réactions en se référant en tableau de lecture.

-Noter toutes les réactions sur le fiche de résultats (**Delarras, 2008**).

III.5.3. API 20 Streptocoques

Technique

- **Préparation de la galerie**

-Réunir fond et couvercle d'une boîte d'incubation et répartir environ 5 ml d'eau distillée dans les alvéoles pour créer une atmosphère humide.

-Inscrire la référence de la souche sur la languette latérale de la boîte.

-Sortir la galerie de son emballage individuel.

-Placer la galerie dans la boîte d'incubation.

- **Préparation de l'inoculum**

-Ouvrir une ampoule d'API suspension medium (2 ml) précaution d'utilisation ou utiliser un tube contenant 2 ml d'eau distillée sans additif.

-A l'aide d'un écouvillon, prélever toute la culture préalablement préparée.

-Réaliser une suspension très dense : opacité supérieure à 4 de Macfarland. Cette suspension doit être utilisée extemporanément.

- **Inoculation de la galerie**

Dans la première moitié de la galerie (tests VP à ADH) répartir la suspension précédente en évitant la formation de bulles (pour cela, incliner la boîte d'incubation vers l'avant et placer la pointe de la pipette sur le côté de la cupule) :

-Pour les tests VP à LAP : environ 100µL dans chaque cupule.

-Pour le test ADH : remplir uniquement le tube.

-Dans la deuxième moitié de la galerie (tests RIB à GLYG).

-Ouvrir une ampoule d'API GP Medium « précaution d'utilisation » et y transférer le reste de la suspension, soit 0,5 ml au minimum bien homogénéiser.

-Répartir cette nouvelle suspension dans les tubes uniquement.

-Remplir les cupules des tests soulignées ADH à GLYG avec de l'huile de cèdre.

-Refermer la boîte d'incubation et faire incuber à 37°C en aérobie pendant 24 h.

- **Lecture**

Après 24h d'incubation :

On ajoute les réactifs :

-Test VP : 1 goutte de VP1 et VP2.

-Test HIP : 2gouttes de NIN.

-Tests : PYRA, α GAL, β GUR, β GAL, PAL, LAP on ajoute une goutte de zym A et une autre de zym B.

-Attendre 10 min puis lisez toutes les réactions en se référant en tableau de lecture.

-Noter toutes les réactions sur le fiche de résultats (**Delarras, 2008**).

Chapitre IV

Résultats et discussion

IV.1. Les paramètres physico-chimiques

Les résultats des paramètres physicochimiques des eaux usées prélevées sont présentés dans le tableau (01).

Tableau 1: Résultats des analyses physicochimiques.

		Prélèvement 1	Prélèvement 2
pH	S1	7.37	7.68
	S2	7.74	7.77
Température (°C)	S1	19.6	18.1
	S2	18.5	18.7
Conductivité ($\mu\text{s/cm}$)	S1	1195	1114
	S2	1240	1225
MES (mg/l)	S1	85	130
	S2	20	10
DBO ₅ (mg/l)	S1	50	30
	S2	12	20
DCO (mg/l)	S1	94	69
	S2	20	54
Oxygène dissous (mg/l)	S1	1.81	2.30
	S2	2.62	3.18
Turbidité (NTU)	S1	32.5	59.9
	S2	6.89	13.7

S1 : entrée de la station, S2 : sortie de la station

IV.1.1.pH

Le pH désigne la concentration en ions H^+ de l'eau qui lui confère son caractère acide ou basique (**franck, 2002**). Ce paramètre est un élément important pour l'interprétation de la corrosion dans les canalisations des installations (**Tabet, 2015**).

Il influe aussi directement sur le milieu récepteur où les valeurs inférieures à 5 ou supérieures à 8,5 affectent la croissance et la survie des micro-organismes(**Fig.17**).

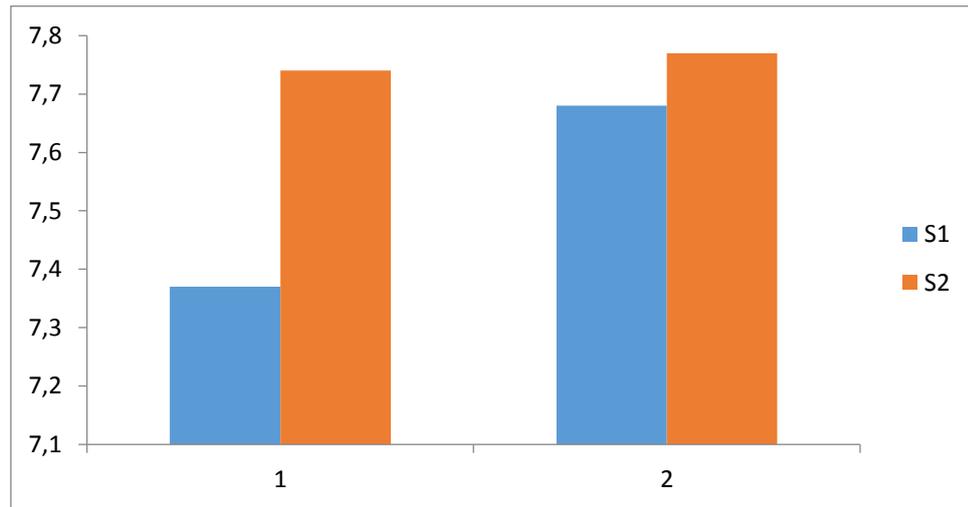


Figure 17: pH des échantillons étudiés.

Les résultats montrent que les eaux usées recueillies sont très voisines de la neutralité. Elles varient entre 7,37 et 7,68 à l'entrée de la station (S1) et de 7,74 à 7,77 à la sortie (S2).

Ces résultats montrent que le pH de l'eau est neutre dans les deux sites étudiés, ils sont en accord avec ceux obtenus par Tabet et al (2015) et par El Guamri et Belghity (2006) et ils sont conformes avec les normes de rejet algériennes ($6,5 < pH < 8,5$) (**voir Annexe I**).

IV.1.2.Température

La température des eaux usées constitue un des paramètres influençant leur composition (effet sur la solubilité des sels). Elle favorise aussi la formation d'une biomasse bactérienne importante. La température élevée, freine également la vie de la flore et de la faune aquatique et beaucoup d'organismes dépourvus de mécanismes de régulation thermique, verront leurs activités vitales ralenties (**Khemici, 2014**).

Durant notre étude, Les valeurs moyennes de la température varient entre 19,6 et 18,1°C à S1 et de 18,5 à 18,7 °C à S2 de la station. Cette variation est en relation avec la température de l'atmosphère (**Fig.18**).

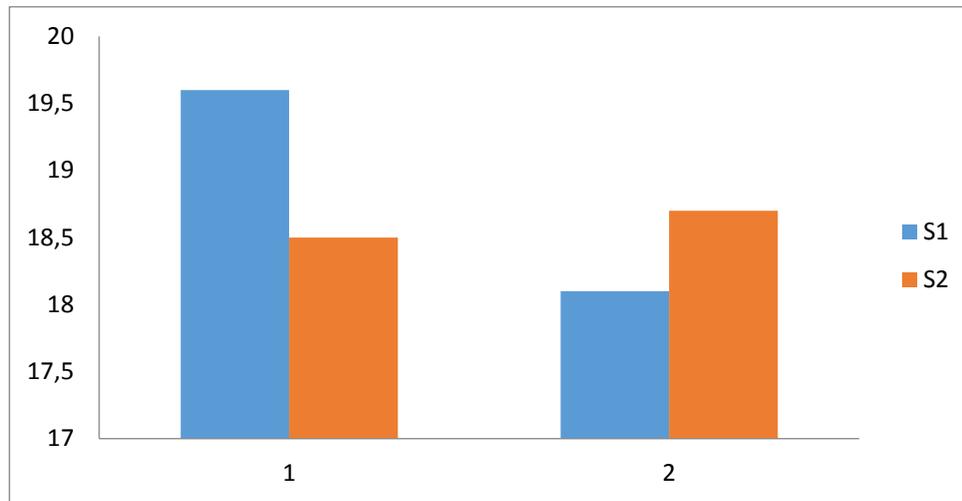


Figure 18:variation de la température des échantillons étudiés.

Les valeurs moyennes de la température détectées durant notre étude sont conformes à celles obtenues par Tabet et al(2015), elles sont inférieures à la valeur limite des rejets directs dans le milieu récepteur, et également elles sont inférieures à 30°C, considérée comme valeur limite indicative pour les eaux destinées à l'irrigation des cultures (**JORA, 2006**).

IV.1.3.La conductivité

C'est une mesure simple, qui se pratique avec une électrode et fournit une indication précise sur la concentration totale en sels dissous, elle s'exprime généralement en $\mu\text{S}/\text{cm}$ (**Rodier, 1996**).

D'une manière générale les valeurs moyennes de la conductivité détectées varient entre 1195 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 1240 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour l'échantillon prélevé à partir de l'entrée et la sortie au cours de premier prélèvement et de 1114 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 1225 $\mu\text{S}/\text{cm}$ respectivement d'entrée et sortie dans le deuxième prélèvement (**Fig.19**).

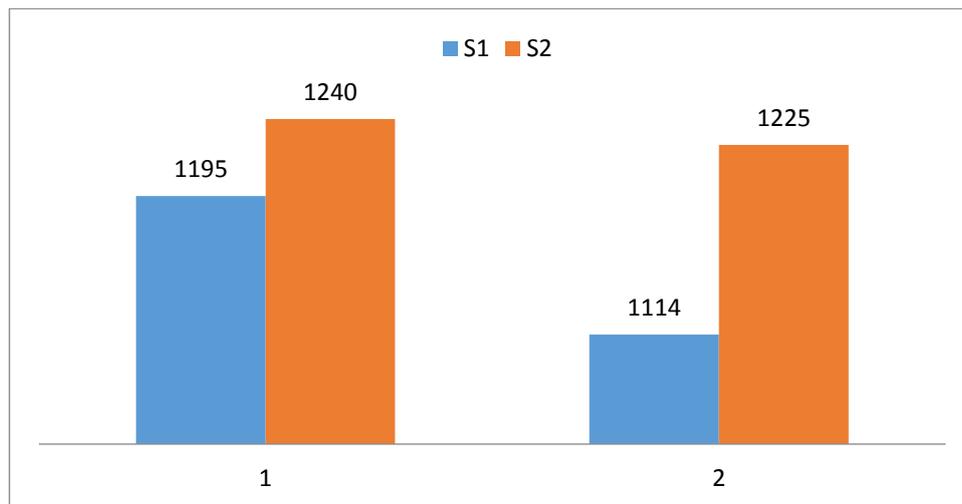


Figure 19: Variation des valeurs de la conductivité des échantillons étudiés.

La comparaison des valeurs obtenues avec les normes de qualité des eaux destinées à l'irrigation permet de déduire que ces eaux usées traitées sont acceptables pour l'irrigation (inférieures à 2700 $\mu\text{S}/\text{cm}$, considérée comme valeur limite de rejet direct dans le milieu récepteur) (FAO, 2003).

IV.1.4.MES

Les MES désignent toutes les matières minérales ou organiques qui ne se solubilisent pas dans l'eau et la troublent. Les MES diminuent la luminosité dans l'eau, donc la photosynthèse (Koller, 2009).

Les teneurs de matières en suspension, des prélèvements effectués, diminuent en allant de l'entrée vers la sortie pour les deux prélèvements, avec une variation observable au niveau de l'entrée où on a obtenu une valeur maximale de l'ordre de 130 mg/l pour le 1^{er} prélèvement, et 85 mg/l pour le 2^{ème}. La valeur minimale enregistrée à la sortie de la station est 10 mg/l au cours du 2^{ème} prélèvement. La plupart des MES dans les eaux usées sont éliminées dans les bassins de décantation (Fig.20).

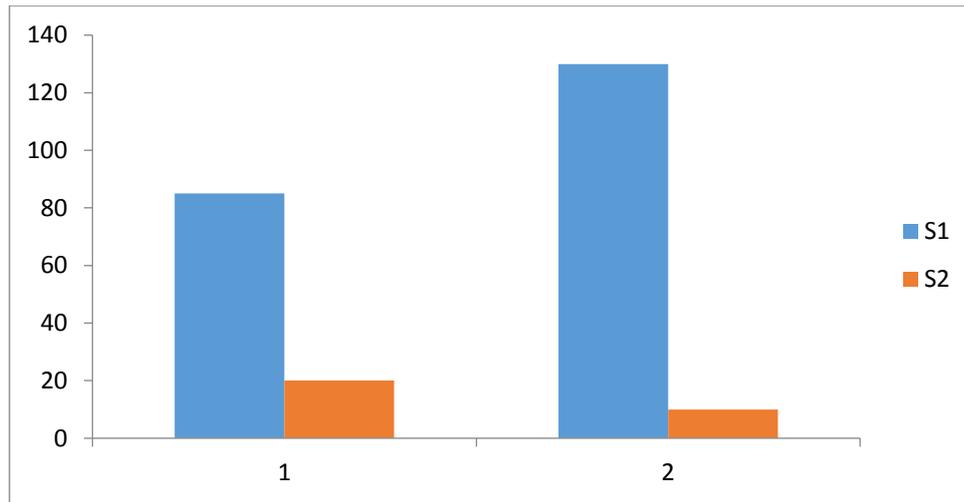


Figure 20: Variation des valeurs de MES des échantillons étudiés.

Les résultats sont en accord avec ceux obtenus par Tabet et al (2015) et avec la norme algérienne (30mg/l).

IV.1.5. DBO₅

La DBO₅ traduit la quantité d'oxygène moléculaire utilisée par les microorganismes pendant une période d'incubation de 5 jours à 20°C pour décomposer la matière organique dissoute ou en suspension, contenue dans l'eau (**Derwich et al., 2010**).

D'après les résultats obtenus, les valeurs de DBO₅ des eaux usées détectées varient entre 30 et 50mg/l, et celles des eaux traitées varient entre 12 et 20 mg/l respectivement pour le premier et le deuxième prélèvement (**Fig.21**).

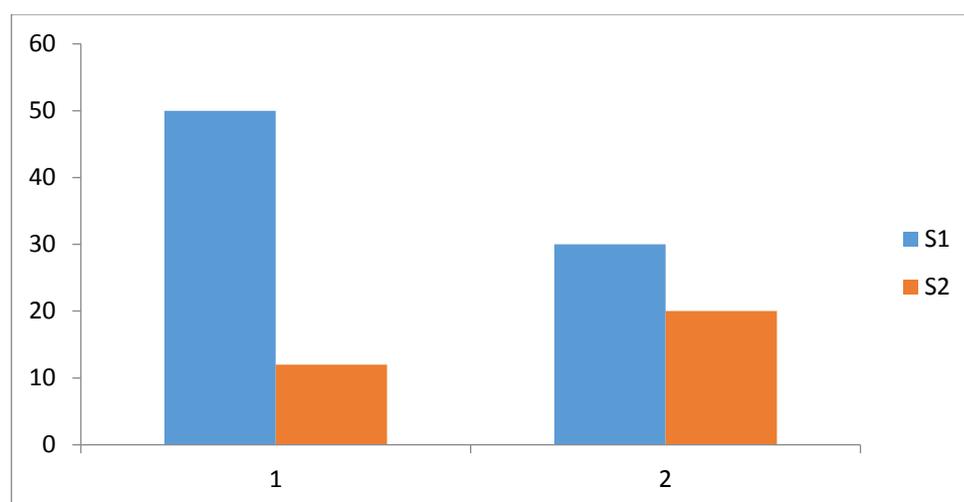


Figure 21: Variation des valeurs de DBO₅ des échantillons étudiés.

La valeur maximale enregistrée après épuration des eaux usées indique que le traitement biologique effectué sur l'eau usée est acceptable selon la norme algérienne (30 mg/l) (JORA, 2006) et de la FAO qui exige une DBO₅ inférieure à 25 mg/l (FAO, 2003).

IV.1.6.DCO

La valeur de la DCO est une indication importante, avec laquelle on peut caractériser la pollution globale des eaux usées (Bliefert et Perraud, 2004).

On a enregistrées à l'entrée de la station une valeur maximale de l'ordre de 948 mg/l, avec une chute jusqu'à 69 mg/l entre les deux prélèvements, pour le site de prélèvement 2 on observe une faible augmentation de 20 mg/l jusqu'à 54 mg/l (Fig.22).

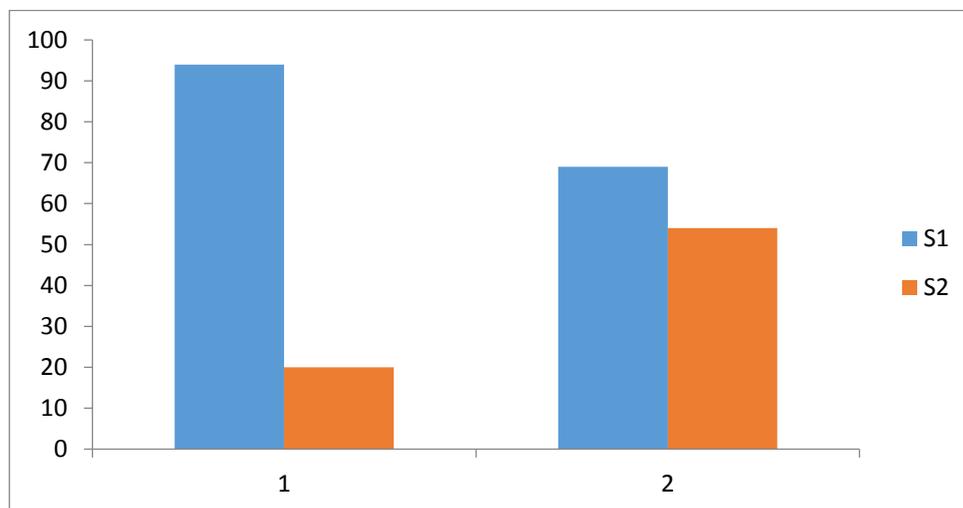


Figure 22: Variation des valeurs des DCO des échantillons étudiés.

Les valeurs enregistrées après traitements sont inférieures aux normes algériennes admises aux rejets (90mg/l) (JORA, 2016).

IV.1.7.Oxygène dissous

L'oxygène constitue un excellent indicateur de la qualité de l'eau. Sa valeur nous renseigne sur le degré de pollution et par conséquent sur le degré de l'autoépuration d'un cours d'eau (Derradjiet al., 2005).

Les teneurs en oxygène dissous enregistrées pendant notre étude dans les deux sites sont comprises entre 1.81 mg/l et 2.30 mg/l pour le P1, et entre 2.62 mg/l et 3.18 mg/l pour le P2 (Fig.23).

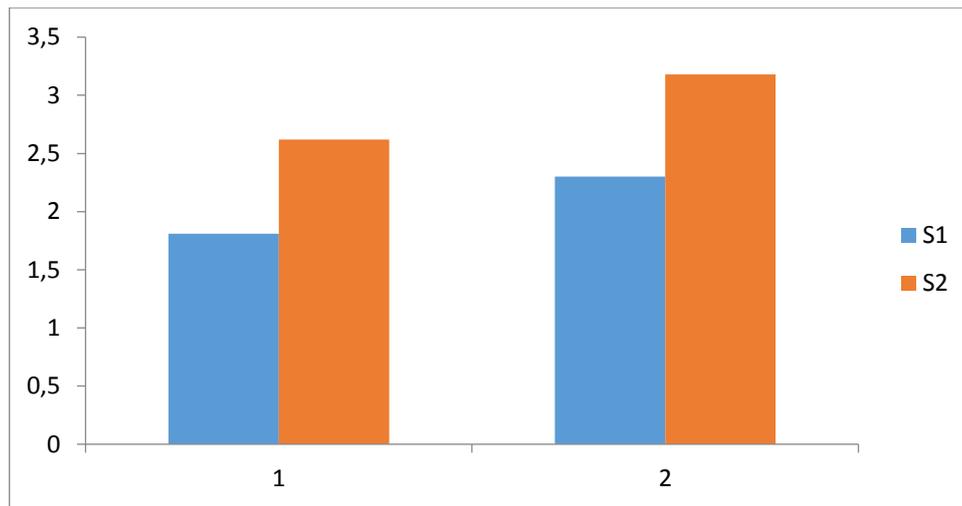


Figure 23: Variation des valeurs de l'oxygène dissous des échantillons étudiés.

La teneur en oxygène dissous (O₂) enregistrée au niveau du S2 de la STEP est nettement supérieure à celle de S1. Cette augmentation est due à l'aération des eaux au niveau du bassin biologique (traitement secondaire) (JORA, 2016).

IV.1.8. Turbidité

Les résultats obtenus pour la turbidité présentent des variations importantes entre les deux sites de prélèvement (avant et après traitement) et même entre les deux prélèvements, où on a enregistré les valeurs 32,5 et 59,9 NTU dans le site 1 et les valeurs 6,89 et 13,7 NTU pour le site 2 (Fig.24).

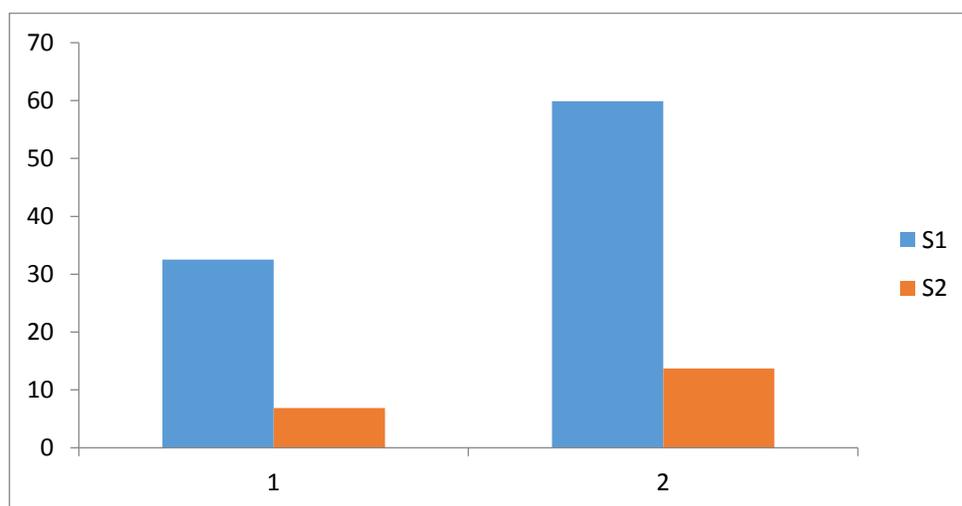


Figure 24 : Variation des valeurs de la turbidité des échantillons étudiés.

On observe que la turbidité diminue après le traitement, cette diminution est due à l'absence des particules en suspension et de matières colloïdales dans l'eau traitée (Apfelbaum, 2009).

IV.2. Les paramètres bactériologiques

IV.2.1. Résultats du dénombrement

IV.2.1.1. Recherche et dénombrement des GT

La flore mésophile aérobie totale est utilisée comme un indicateur de pollution globale. Cependant le dénombrement de ces germes nous donne une idée sur la charge en microorganismes dans les eaux usées traitées, il est également utilisé comme indicateur d'efficacité de traitement biologique (Tabet, 2015).

La valeur maximale des GT à 22°C a été enregistrée au niveau du S1 est de 150000 UFC/ml et la valeur minimale a été enregistrée au niveau du S2 est de 400UFC/ml seulement.

La valeur maximale des GT à 37°C a été enregistrée au niveau du S1 est de 60000 UFC/ml et S2 d'une valeur de 4800 UFC/ml.

Les teneurs les plus élevées des GT à 22°C ont été enregistrées au niveau de S1 avec un nombre de 150000 UFC/ml et les teneurs les plus faibles ont été enregistrées au niveau du S2 avec un nombre de 400 UFC/ml seulement.

Les valeurs après l'incubation à 37°C et à 22°C montrent une différence de nombre des GT enregistré au niveau du S1 et du S2 (Fig.25).

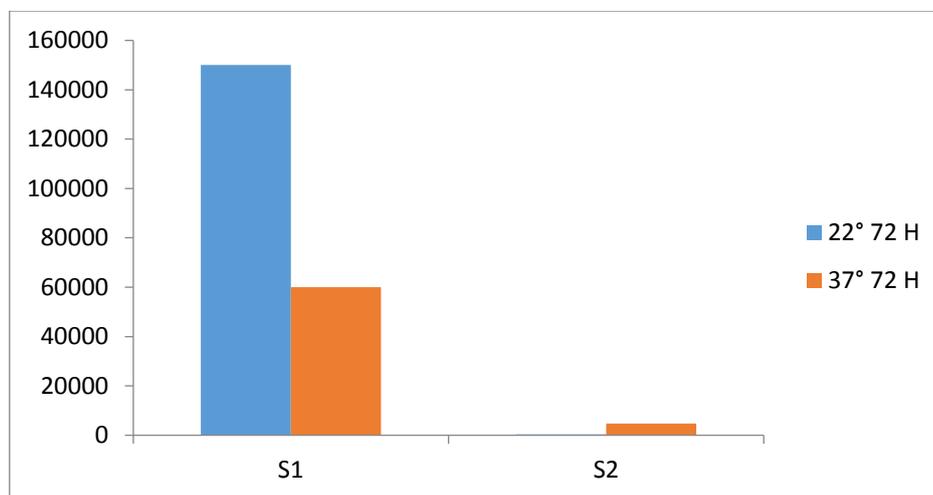


Figure 25: Résultats de dénombrement des GT des échantillons étudiés.

Les résultats obtenus ont révélé une diminution de ces germes au niveau de S2 par rapport au S1, cette diminution peut être due au système épuratif de la STEP, cette constatation sur l'effet d'épuration des stations de traitement est en accord avec les observations d'Eddabra (2011) au Maroc.

IV.2.1.2. Recherche et dénombrement des CT

Les CT sont des entérobactéries, Ce groupe bactérien est utilisé comme indicateur de la qualité microbienne de l'eau parce qu'il contient notamment des bactéries d'origine fécale, comme *Escherichia coli* (Archibald, 2000).

La figure (26) représente les résultats du dénombrement des CT des eaux usées prélevées des deux sites S1 et S2, Le teneur le plus élevées de ces germes sont détectées au niveau du S1 avec une valeur de 1800 UFC/100ml, alors que la valeur minimale a été enregistrée au niveau du S2 avec une valeur de 1400 UFC/100ml.

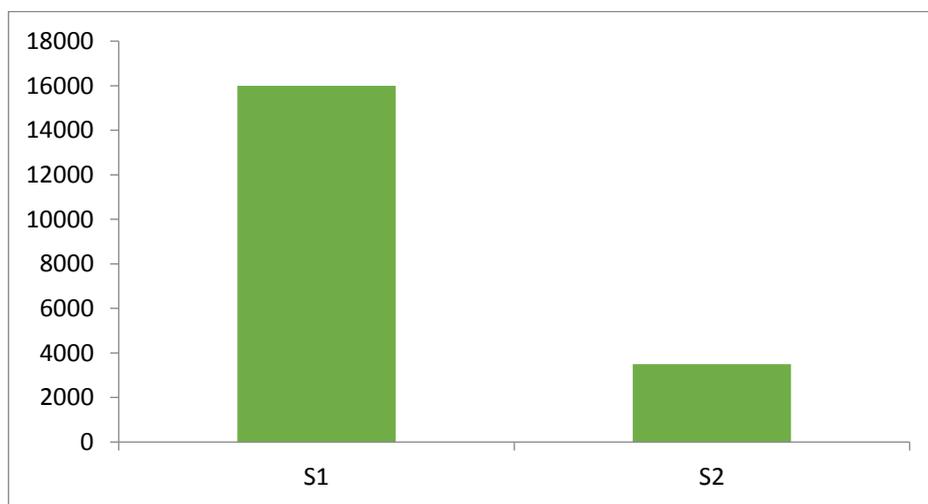


Figure 26: Résultats du dénombrement des CT des échantillons étudiés.

IV.2.1.3. Recherche et dénombrement des CF

Les résultats du dénombrement des CF des eaux usées prélevées des deux sites S1 et S2 sont présentés dans la figure (27), ces germes sont détectés au niveau du S1 avec une valeur de 1400 UFC/100ml, alors que la valeur minimale a été enregistrée au niveau du S2 avec une valeur de 1100 UFC/100ml.

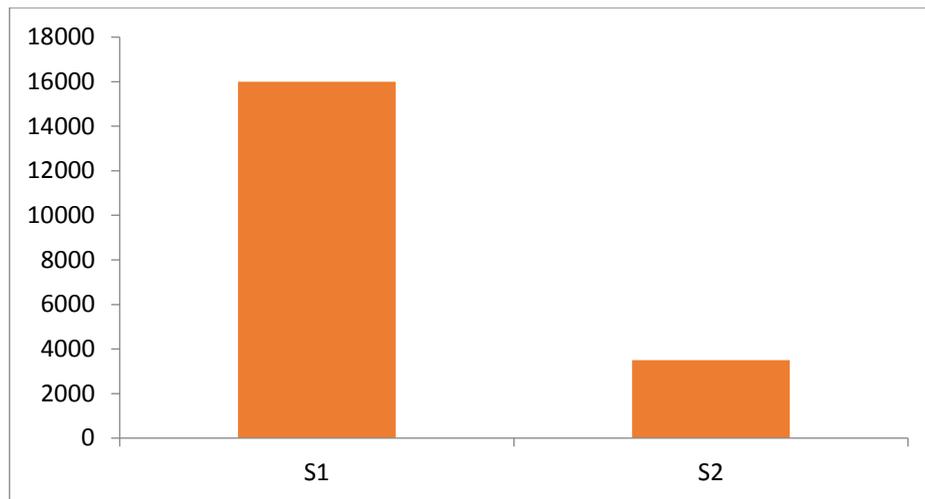


Figure 27: Résultats du dénombrement des CF des échantillons étudiés.

Ces valeurs obtenues dépassent légèrement la concentration limite (1000 germes/100ml) recommandée par l'OMS, ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par Tabet et al (2015).

IV.2.1.4. Recherche et dénombrement des SF

Les streptocoques sont susceptibles de contaminer l'approvisionnement en eau. Ce sont des excréments d'animaux typiques. Ils peuvent parfois exister chez les humains ou les plantes (Bitton, 1999).

Les résultats du dénombrement des SF à 37°C après 24h à 48h d'incubation des eaux usées prélevées sont présentés dans la figure (28).

La valeur la plus forte de ces germes a été enregistrée au niveau du S1 est de 16000 UFC/100ml. Alors que la valeur la plus faible a été enregistrée au niveau du S2 est de 3500 UFC/100 ml.

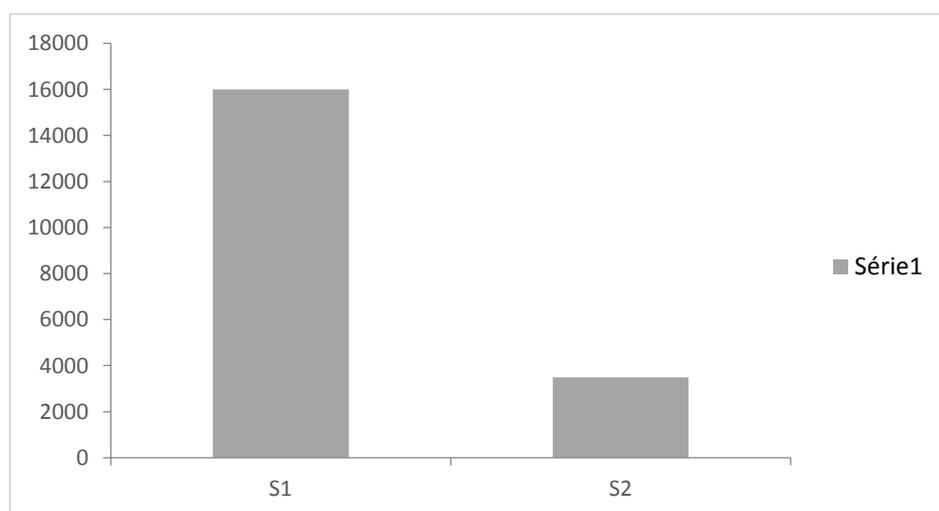


Figure 28: Résultats du dénombrement des SF des échantillons étudiés.

Les résultats obtenus ont révélé une diminution des SF aux niveaux du S2 par rapport au S1, Cette diminution peut être due au traitement d'épuration du STEP (George, 1997 ; Eddabra, 2011), ils sont en accord avec ce obtenu par Tabet et al (2015).

IV.2.1.5. Recherche et dénombrement des ASR

Les résultats de la recherche et du dénombrement des ASR ont présenté une forte charge de ces germes où les colonies ont été indénombrables (Fig.29) pour les deux prélèvements du S1 et S2.



Figure 29:Colonies indénombrables pour les deux sites S1 et S2

(Prise personnelle).

IV.2.2. Résultats d'identification

IV.2.2.1.Examen macroscopique

Les résultats des caractères cultureux des bactéries isolées sont présentés dans le tableau 02.

Tableau 2: Aspect macroscopique des bactéries isolées.

	Hektoen	Chapman	GNAB
S1	<ul style="list-style-type: none"> - Grandes colonies noires muqueuses envahissantes. - colonies Moyennes vertes lisses à contour irrégulier. - Petites colonies de couleur orangée convexes à contour régulier. 	<ul style="list-style-type: none"> - colonies Moyennes pigmentés convexes à contour irrégulier. - Petites colonies pigmentés convexes à contour irrégulier. 	<ul style="list-style-type: none"> - colonies Moyennes transparentes m à contour irrégulier. - Petites colonies jaunes convexes envahissantes.
S2	<ul style="list-style-type: none"> - colonies Moyennes vertes lisses à contour irrégulier. - Petites colonies orangées convexes à contour régulier. 	<ul style="list-style-type: none"> - Grandes colonies blanches (opaques) convexes à contour régulier. - Petites colonies blanches (opaques) convexes envahissantes. 	<ul style="list-style-type: none"> - colonies Moyennes transparentes m à contour régulier. - Petites colonies transparentes convexes enva

IV.2.2.2.Examen microscopique

L'examen microscopique après coloration de Gram permet d'observer des Bacilles à Gram négatif / à Gram positif et des Cocci à Gram positif (**Fig.30**).

(a) (b) (c)



Figure 30: Les différents types des bactéries observées ($\times 100$).

(a) : Bacilles à Gram négatif [2].

(b) : Bacilles à Gram positif [3].

(c) : Cocci à Gram positif [4].

IV.2.2.3. Test oxydase et catalase

Les résultats obtenus des tests oxydase et catalase des bactéries isolées sont présentés dans les figures (31,32, 33, 34).



Figure 31:Résultat positif à l'oxydase
(Prise personnelle).

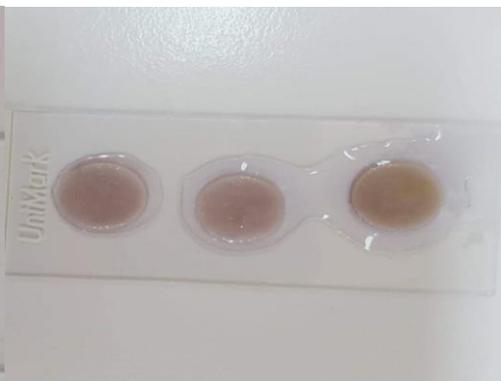


Figure 32:Résultat négatif à l'oxydase
(Prise personnelle).



Figure 33: Résultat positif à la catalase
(Prise personnelle).

Figure 34: Résultat négatif à la catalase
(Prise personnelle).

IV.2.2.4. Galerie biochimique

Les résultats de l'identification biochimique des bactéries isolées sont présentés dans le tableau 03.

Tableau 3: Résultats de l'identification bactérienne (**Annexe v**).

	API système	Nombre caractéristique (code)	Espèce
S1	API 20 E	5214773	<i>Klebsiellapneumoniae</i>
	API NE	7777741	<i>Aeromonashydrophila</i>
	API STREP	2007110	<i>Aerococcusviridans 1</i>
S2	API NE	1462550	<i>Sphingomonaspaucimobilis</i>
	API STREP	6002010	<i>Aerococcusviridans 2</i>

Ces bactéries appartiennent à la catégorie des bactéries pathogènes.

Conclusion

Conclusion

Les eaux usées sont des milieux extrêmement complexes, altérées par les activités anthropiques à la suite d'un usage domestique, industriel, artisanal, agricole ou autres. Elles sont considérées comme polluées et doivent être donc traitées avant toute réutilisation ou injection dans les milieux naturels récepteurs.

Cette étude s'inscrit dans le cadre de l'évaluation de l'efficacité du traitement d'épuration des eaux usées de la ville de Guelma, en étudiant les différents paramètres physico-chimiques et bactériologiques au niveau des deux sites choisis (entrée et sortie de la station).

L'analyse des échantillons prélevés avant et après épuration, nous a donné les résultats suivants :

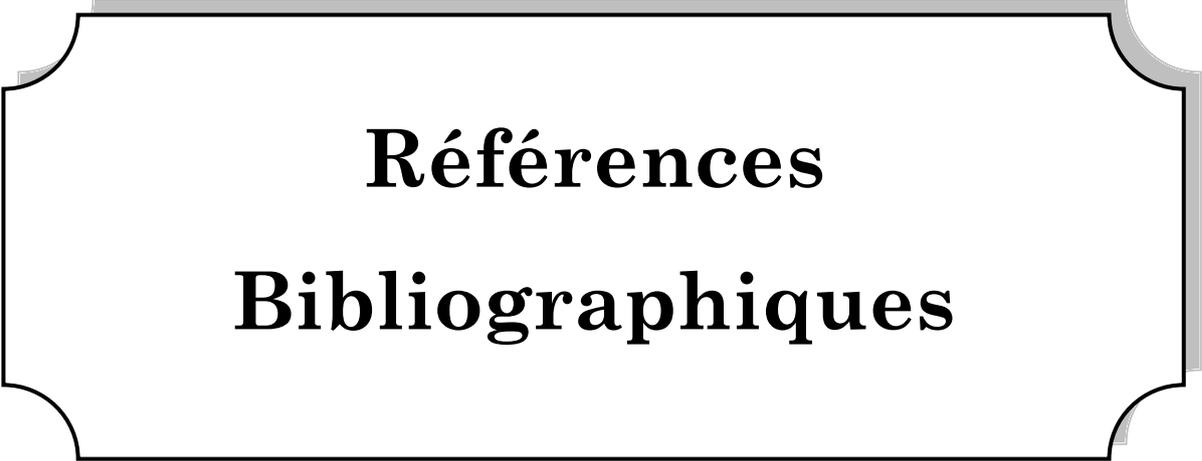
Les principaux paramètres physicochimiques mesurés pour l'eau usée brute indiquent évidemment une pollution importante. Elle est caractérisée par des valeurs élevées de DBO₅, DCO et MES. Une diminution dans les niveaux de ces paramètres a été enregistrée au niveau des échantillons d'eaux épurées et ceci pour les deux prélèvements réalisées, ce qui indique qu'il y a une dégradation de la matière organique par les microorganismes.

Les études bactériologiques réalisées ont montré que les eaux usées brutes sont fortement chargées. Une diminution de la charge bactérienne : germes totaux, coliformes totaux, coliformes fécaux, streptocoques fécaux a été enregistré après traitement d'épuration. La recherche des germes pathogènes dans les échantillons d'eau montrent une absence des Salmonelles, Shigelles, vibrion cholérique, avec une présence des espèces : *Klebsiellapneumoniae*, *Aeromonashydrophila*, *Aerococcusviridans* 1, *Sphingomonaspaucimobilis*, *Aerococcusviridans* 2.

Les résultats obtenus permettent d'affirmer que les eaux usées épurées de la STEP de Guelma peuvent être valorisées, leurs caractéristiques physicochimiques et bactériologiques leur confèrent un potentiel d'utilisation, notamment pour l'irrigation.

A la lumière de ces résultats à l'exception de ceux obtenus pour les ASR, on peut conclure que le traitement des eaux usées à la STEP de Guelma est suffisant pour permettre d'abaisser les concentrations en polluants et de minimiser donc le risque sanitaire à un niveau très acceptable. Cependant, il est nécessaire, pour évaluer davantage

sa qualité de compléter les analyses physico-chimiques faites par le laboratoire de la station par des analyses microbiologiques, ainsi qu'un contrôle de la boue activée.



**Références
Bibliographiques**

Références bibliographiques

- 📖 **Abouelouafa M., El Halouani H., Kharboua M., Berrichi A., (2002).** Caractérisation physico-chimique et bactériologique des eaux usées brutes de la ville d'Oujda : canal principal et Oued Bounaïm, Acte édition, Rabat, vol 22 (23). Page 143-150.
- 📖 **Agence Française de Normalisation (AFNOR), (2001).** Eaux-méthodes d'essai. In : Recueil de normes françaises (6ème édition). La Défense, Paris. 171p.
- 📖 **Aissam H., (2003).** Etude de la biodégradation des effluents des huileries (margines) et leur valorisation par production de l'enzyme tannase. Thèse de doctorat, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah. 182p.
- 📖 **Al-Khatib N., Shoqeir J.A.H., Özerol G., Majaj L., (2017).** Governing the reuse of treated wastewater in irrigation: the case study of Jericho, Palestine. Int J Glob. Environ. Issues 16. Page 135–148.
- 📖 **Apfelbaum M., Romrn M., Dubus M., (2009).** Diétique et nutrition. 7^{ème} édition. Paris: Masson. 516p.
- 📖 **Archibald F., (2000).** The presence of coliform bacteria in Canadian pulp and paper mill water systems: a cause for concern? Water Quality Research Journal of Canada, 35(1). Page 1-22.
- 📖 **Bardot P., Crini G., (2007).** Traitement et épuration des eaux industrielles polluées : procédés membranaires, bioadsorption et oxydation chimique. Presses universitaires de Franche-Comté. France. 352p.
- 📖 **Baumont S., Camard J. P., Lefranc A., (2009).** Réutilisation des eaux usées épurées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France, École nationale supérieure agronomique de Toulouse (ENSAT). 222p.
- 📖 **Baumont S., Camard J. P., Lefranc A., Franconi A., (2004).** Réutilisation des eaux usées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS. 220p.
- 📖 **Belaid D., (2015).** Utilisation des boues résiduelles de station d'épuration en Algérie, Dossier agronomiques. Algérie. 22p.
- 📖 **Belaid N., (2010).** Evaluation des impacts de l'irrigation par les eaux usées traitées sur les plantes et les sols du périmètre irrigué d'El Hajeb-Sfax : salinisation, accumulation et phytoabsorption des éléments métalliques, thèse de doctorat, Université de Limoges. 236p.

- 📖 **Bengarina B., (2016).** Contribution de la qualité physico-chimiques et bactériologique des eaux de consommation de la région d'Oued Es-Soura cas de Béni-Abbés ougarta et zeghamra. Thèse de doctorat, université Ahmed Ben bella, 1 oran. 122p.
- 📖 **Bitton G., (1999).** Wastewater Microbiology. John Wiley & Sons, USA. 578p.
- 📖 **Bliefert C., et Perraud R., (2004).** Chimie de l'environnement : Air, eau, sols, déchets. 1re éd. De Boeck Supérieur. Bruxelles. 499p.
- 📖 **Bontaux J., (1994).** Introduction à l'étude des eaux résiduaires industrielles, 2ème Edition Lavoisier technique et documentation. 225p.
- 📖 **Bouchaala L., (2010).** Contribution à l'étude de la qualité microbiologique et physicochimique de l'eau de l'Oued-Zénati (Guelma). Mémoire de Magister. Université 8 Mai 1945, Guelma. 135p.
- 📖 **Cardot C., et Gilles A., (2013).** Analyse des eaux : Réglementation, analyses volumétriques et spectrophotométriques, statistiques cours et exercices corrigés. Ellipses. France. 296p.
- 📖 **Delarras C., (2003).** Surveillances sanitaire et microbiologique des eaux. Ed; TEC& DOC, London, Paris, New York. 269p.
- 📖 **Delarras C., (2008).** Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyse et de contrôle sanitaire. Tec & doc/Lavoisier, France. 476p.
- 📖 **Derouiche F.,(2011).** Contribution à l'étude des boues résiduaires comme amendement organiques pour les cultures maraichères. Université d'Oran. Mémoire de Magister. Université d'Oran. 126p.
- 📖 **Derradji E., Kherici N., Djorfi S., Romeo M., Caruba K., (2005).** Etude de l'influence de la pollution de l'oued Seybouse sur l'aquifère d'Annaba (Algérie Nord-orientale) par le chrome et le cuivre. La Houille Blanche, no 1. 80p.
- 📖 **Derwich E., Benaabidate L., Zian A., Sadki O., Belghity D., (2010).** Caractérisation physico-chimique des eaux de la nappe alluviale du haut Sebou en aval de sa confluence avec Oued Fes. LARHYSS Journa. Page101-112.
- 📖 **Document de la STEP Guelma (2020).** (Fiche technique). Page 18-19.
- 📖 **Dugniolle H., (1980).** L'assainissement des eaux résiduaires domestiques, CSTC - revue n° 3-septembre. Page 44-52.
- 📖 **Ecosse D., (2001).** Techniques alternatives en vue de subvenir à la pénurie d'eau dans le monde. Mém. D.E.S.S. « Qualité et Gestion de l'Eau », Fac. Sciences, Amiens, 62p.

- 📖 **Eddabra R., (2011).** Évaluation de la contamination bactériologique des eaux usées des stations d'épuration du grand Agadir : isolement, caractérisation moléculaire et antibioresistance des espèces du genre vibrio, thèse en co-tutelle, de l'université ibn zohr faculté des sciences d'Agadir et de l'université de Strasbourg Ecole doctorale science de la vie et de la sante. 146p.
- 📖 **El Guamri Y., et Belghyti D., (2006).** Etude de la qualité physico-chimique des eaux usées brutes de la commune urbaine de Saknia, rejetées dans le lac Fouarat (Kénitra, Maroc), Journal Africain des Sciences de l'Environnement, N° 1. Page 53-60.
- 📖 **El Ouali Lalami A., Zanibou K., Bekhti F., Zerrouq M., Merzouki., (2014).** Contrôle de la qualité microbiologique des eaux usées domestiques et industrielles de la ville de Fès au Maroc (Microbiological Control wastewater domestic and industrial city of Fes. Morocco). 2332p.
- 📖 **FAO., (2003).** L'irrigation avec des eaux usées traitées. Manuel d'utilisation. 68p.
- 📖 **Franck M., (2002).** Analyses des eaux. Centre de documentation pédagogique d'Aquitaine. Page 165-240.
- 📖 **Frank N., (1984).** Manuel de l'eau. Ed ; TEC & DOC, Paris. 930p.
- 📖 **George I., Crop P., et Servais P., (1997).** Quantification des apports de coliformes en Seine par les rejets de stations d'épuration, Ecologie des Systèmes Aquatiques, Université Libre de Bruxelles, Belgique. 15p.
- 📖 **Glanic R., Benneton J.P., (1989).** Caractérisation d'effluents d'assainissement individuel et essais de matériels d'assainissement autonome - TSM - L'eau - 84 année - N 11 – page 573-584.
- 📖 **Hafsi R., (2017).** Contribution à l'étude des flux de polluants dans les hydro-systèmes. Thèse de Doctorat. Université KasdiMerbah, Ouargla. 135p.
- 📖 **Haoua A., (2007).** Modélisation de séchage solaire sous serre des boues de station d'épuration urbaine, thèse de doctorat, université Louis Pasteur- Strasbourg I Discipline : Sciences pour l'ingénieur. 105p.
- 📖 **Joffin J. N., Leyral G., (1995).** Microbiologie technique (Dictionnaire des techniques) Tome 1. Centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine. Bordeaux (France). 185p.
- 📖 **Journal Officiel de la République Algérienne (JORA), (2006).** Valeurs limites des paramètres de rejets de effluents liquides industriels. Journal. N° 26. 27p.
- 📖 **Journal officiel de la République Algérienne (JORA), (2016).** Méthode officielles d'analyses physico-chimique et microbiologique. Journal. N° 32. 22p.

- 📖 **Khemici Y., (2014).** Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique d'une eau usée épurée par un lit de plantes. Mémoire de master professionnel. Université KASDI Merbah Ouargla 56p.
- 📖 **Koller E., (2009).** Traitement des pollutions industrielles. 2ème. Dunod, L'Usine Nouvelle. Paris. 570p.
- 📖 **Lebres E., Azizi D., Hamza A., Taouchichet B., (2002).** Cours national d'hygiène et de microbiologie des aliments : microbiologie des eaux, des boissons et des produits de la mer. Institut pasteur d'Algérie. 147p.
- 📖 **Lebres H., (1999).** Coliformes, Coliformes Thermo Tolérants et Echerichia coli. Institut Pasteur d'Algérie. 60p.
- 📖 **Maiga Y., (2010).** Processus d'élimination d'Escherichia coli et des entérocoques des bassins de lagunage sous climat sahélien : influence de la radiation solaire [Rapport] : Thèse de doctorat. – Ouagadougou. 153p.
- 📖 **Makhoukh M., Sbaa M., Berrahou A., Clooster Van M., (2011).** Contribution à l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'oued Moulouya (Maroc oriental). Larhyss Journal. No 09. Page 149-169.
- 📖 **Marchal N., Bourdon J. L., Richard C., (1982).** Les milieux de culture pour l'isolement et l'identification biochimique des bactéries, 2ème édition. 482p.
- 📖 **Mathlouthi S., (2011).** Recherche des bactéries pathogènes et des bactériophages dans les résidus des stations d'épuration. (Mémoire d'ingénieur). Institut National des Sciences Appliquées et de Technologie, Université du 7 novembre, Carthage. 60p.
- 📖 **Metahri M.S., (2012).** Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par des procédés mixtes cas de la STEP de la ville de Tizi-Ouzou, thèse de doctorat, spécialité : Agronomie, université mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 148p.
- 📖 **Metiche M., (2004).** Environnement : phénomènes de pollution et techniques de protection. Centre Universitaire de Béchar, Algérie. 304p.
- 📖 **Mubamopili L., (2012).** Traitement des eaux usées par macrophytes. Edition Universitaires européennes. 100p.
- 📖 **ONA., (2011).** Descriptif de fonctionnement et d'exploitation de la station d'épuration de Guelma, Ministère des Ressources en Eaux, Office National de l'Assainissement, Algérie. 64p.

- 📖 **Ramdani N., (2005).** Contribution à l'étude des boues urbaines de la station d'épuration des eaux usées résiduaires. Effet sur la fertilité d'un sol sableux. (Mémoire de Magister). Université d'Oran, Algérie. 154p.
- 📖 **Rodier J., (1997).** L'analyse de l'eau. 8ème édition DUNOD. 1432p.
- 📖 **Rodier J., (2016).** L'analyse de l'eau. 10e éd. Dunod. 1824p.
- 📖 **Rodier J., (1996).** L'analyse de l'eau, les eaux usées résiduaires, eau de mer, DUNOD, 2ème Edition, Paris. 1383p.
- 📖 **Rodier J., Legube B., Merlet N., Brunet R., (2009).** L'analyse de l'eau - 9e éd : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 9e éd. Dunod. 1579p.
- 📖 **Rouaigia M., (2010).** Qualité microbiologie de l'eau d'Oued Messida. Mémoire de Master. Université 8 Mai 1945. Guelma 78p.
- 📖 **SevrinReyssac J., Proulx D., (1995).** Le recyclage du lisier de porc par lagunage. Edition Technique et Documentation Lavoisier 118p.
- 📖 **Silman S.Y., (2003).** Etude de réhabilitation de la station d'épuration de Salyportudal, département de génie civil, diplôme d'ingénieur de conception, université Cheikh antadiop de Dakar. Sénégal 70p.
- 📖 **Tabet M., (2015).** Etude physico-chimique et microbiologique des eaux usées et évaluation du traitement d'épuration. Thèse de Doctorat. Université 8 Mai 1945, Guelma. 161p.
- 📖 **Tabet M., Abda A., Benouareth D.E., Liman R., Konuk M., Khallef M., Taher A., (2015).** Mutagenic and genotoxic effects of Guelma's urban wastewater, Algeria. Environ Monit Assess. DOI 10. 1007/s10661-015-4281-4. 13p.

Webographie

- [1] http://www.vincentdauphin.fr/le-traitement-des-eaux-usees/?fbclid=IwAR2YxAKeKN_laWV0GFS7lh6KR4AZ-j-ICHnADXM4psOmQUq9LnMuPtowN90. Consulté le 25 mai 2021.
- [2] https://i0.wp.com/www.medical-actu.com/wp-content/uploads/2013/11/bacilles-gram-negatif.jpeg?w=226&fbclid=IwAR0nonoWw6n6Q_En-yPZAbhdzJq4igy3aMuM-PUhbJrUzrjv3e5-pCD3vu8. Consulté le 5 Juin 2021.
- [3] http://www.microbes-edu.org/etudiant/imgcory/ed1.jpg?fbclid=IwAR3s4IkkAguGr7DTd-082MYRvdISoE6GKRBZvh72xCdB_xrTO7R1r2BD1CU. Consulté le 5 Juin 2021.
- [4] https://previews.123rf.com/images/toeytoey/toeytoey1506/toeytoey150600076/40857118-gram-positive-cocci-gram-stain.jpg?fbclid=IwAR3MAjELj4CiLfpmsSbps2T7Q_vhaLXPJUO8NG3m3NIEHLhxy-FNvgjuREU. Consulté le 5 Juin 2021.

Annexe

ANNEXE I

Tableau I : Les valeurs limites des paramètres de rejet dans un milieu récepteur et de rejet pour
L'irrigation (JORA, 2006).

N°	PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLRANCES AUX VALEURS LIMITES ANCIENES INSTALLATIONS
1	Température	°C	30	30
2	pH	-	6,5-8,5	6,5-8,5
3	MES	mg/l	35	40
4	Azote Kjeldahl	mg/l	30	40
5	Phosphore total	mg/l	10	15
6	DCO	mg/l	120	130
7	DBO5	mg/l	35	40
8	Aluminium	mg/l	3	5
9	Conductivité	ms/cm	1	1,2
10	Cyanures	mg/l	0,1	0,15
11	Fluor et composés	mg/l	15	20
12	Indice de phénols	mg/l	0,3	0,5
13	Hydrocarbures totaux	mg/l	10	15
14	Huiles et graisses	mg/l	20	30
15	Cadmium	mg/l	0,2	0,25
16	Cuivre total	mg/l	0,5	1
17	Mercure total	mg/l	0,01	0,05
18	Plomb total	mg/l	0,5	0,75
19	Chrome total	mg/l	0,5	0,75
20	Etain total	mg/l	2	2,5
21	Manganèse	mg/l	1	1,5
22	Nickel total	mg/l	0,5	0,75
23	Zinc total	mg/l	3	5
24	Fer	mg/l	3	5
25	Composés organiques chlorés	mg/l	5	7

ANNEXE II

Tableau II : Norme OMS

	unités	Normes utilisée (OMS)
pH	-	6.5-8.5
DBO ₅	mg /l	<30
DCO	mg /l	<90
MES	mg /l	<20
NH ₄ ⁺	mg /l	<0.5
NO ₂	mg /l	1
NO ₃	mg /l	<1
P ₂ O ₅	mg /l	<2
Température	°C	<30
Couleur	-	Incolore
Odeur	-	Incolore
Conductivité	ms/cm	1à2

ANNEXE III

Tableau III : Table de NPP

1 X 50 ml	5 X 10 ml	5 X 1 ml	N caractéristique	Limite de confiance	
				Inférieur	Supérieur
0	0	0	<1	<0,5	4
0	0	1	1	<0,5	6
0	0	2	2	<0,5	4
0	1	0	1	<0,5	6
0	1	1	2	<0,5	8
0	1	2	3	<0,5	6
0	2	0	2	<0,5	8
0	2	1	3	<0,5	11
0	2	2	4	<0,5	8
0	3	0	3	<0,5	13
0	3	1	5	<0,5	13
0	4	0	5	<0,5	4
1	0	0	1	<0,5	8
1	0	1	3	<0,5	11
1	0	2	4	<0,5	15
1	0	3	6	<0,5	8
1	1	0	3	<0,5	13
1	1	1	5	1	17
1	1	2	7	2	21
1	1	3	9	<0,5	13
1	2	0	5	1	17
1	2	1	7	3	23
1	2	2	10	3	28
1	2	3	12	2	19
1	3	0	8	3	26
1	3	1	11	4	34
1	3	2	14	5	53
1	3	3	18	6	66
1	3	4	21	4	31
1	4	0	13	5	47
1	4	1	17	7	59
1	4	2	22	9	85
1	4	3	28	12	100
1	4	4	35	15	120
1	4	5	43	8	75
1	5	0	24	12	100
1	5	1	35	18	140
1	5	2	54	27	220
1	5	3	92	39	450
1	5	4	160		
1	5	5	>240		

ANNEXEIV

Composition et mode de préparation des milieux utilisés :

I. Milieux de culture

• **BCPL :****Composition :**

- Peptone	05g
- Extrait de viande	03g
- Lactose	05g
- Pourpre de Bromocrésol	0,0025g

pH =6

Préparation :

-12g poudre par litre d'eau distillée.

- Stérilisation des tubes préparés a 115°C pendant 20 min.

• **Milieu d'Eva Litsky :****Composition :**

- Peptone	20g
- Glucose	05g
- Chlorure de sodium	05g
- Phosphate monopotassique	2,7g
- Phosphate baipotassique	2,7g
- Azothydrate	0,3g
- Ethyl-violet	0,0005g

pH =6,8-7

Préparation :

-35,7g de milieu déshydraté dans 1 litre d'eau distillée.

- Stériliser a 115°C pendant 20 min.

• **Milieu de Rothe :****Composition :**

- Peptone	20g
- Glucose	05g
- Azothydrate de sodium	0,2g
- Nacl	05g

- Hydrogénophosphate de potassium 2,7g
- Dihydrogénophosphate de potassium 2,7g

pH =6,8-7

Préparation :

- pour obtenir Rothe simple concentration, il faut mettre 35,6g du milieu déshydraté dans 1 litre d'eau distillée.
- Stériliser les préparations a 115°C pendant 20 min.

• **Milieu de culture Chapman :**

Le milieu de Chapman mannite est un milieu sélectif pour la culture des staphylocoques.

Composition :

- Peptone bactériologique 10g/l
- Extrait de viande de bœuf 01g/l
- Chlorure de sodium 75g/l
- Mannitol 10g/l
- Rouge de phénol 0,025g/l
- Agar agar 15g/l

pH =7,5 (environ)

Préparation :

- Verser 111g de poudre dans 1 litre d'eau distillée.
- Porter par ébullition jusqu'à dissolution compère.
- Stériliser la préparation a l'autoclave à 121°C pendant 15 min.

• **Milieu Héктоen :**

- Protéose-Peptone 12g
- Extrait de levure 3g
- Désoxycholate de sodium 9g
- Lactose 12g
- Saccharose 12g
- Salicine 2g
- Bleu de bromothymol 65mg
- Fuchsine acide 100mg
- Thiosulfate de sodium 5g
- Citrate ferrique ammoniacal 1.5g

Chlorure de sodium 5g

Agar 15g

pH = 7.5

-Stériliser la préparation à l'autoclave à 121° C pendant 15 min.

- **Gélose nutritive (G.N) :**
 - Peptone pepsique de viande 5g
 - Extrait de viande 1g
 - Extrait de levure 2g
 - Chlorure de sodium 5g
 - Agar-agar 15g

pH: 7.4±0.2

- Stériliser la préparation à l'autoclave 15 min à 121°C. Pour les vibrions ajuster le pH à 8, (g/ litre d'eau distillée).

- **Gélose au Cétrimide :**
 - Peptone 20g
 - Chlorure de sodium 3g
 - Sulfate de potassium 10g
 - Monohydrogénophosphate de potassium 0.3g
 - Cétrimide (bromure de tétradonium) 0.2g
 - Acide nalidixique 0.015g
 - Agar-agar 12g

pH = 7.1

- Stériliser la préparation à l'autoclave 20 min à 121°C, (g/ litre d'eau distillée).

ANNEXE V

Tableau I : tableaudelecturede la galerie API 20 E (Dellaras, 2008).

tests	Composants actifs (réactions/enzymes)	Résultats	
		Négatif	Positif
ONPG	2-nitrophényle- β -D-galactopyranoside	incolore	Jaune (et coloration jaune légère)
ADH	L-arginine	Jaune	Rouge/orange
LDC	L-lysine		
ODC	L-ornithine		
CIT	Trisodium citrate	Vert pâle/ jaune	Bleu vert/ bleu (dans la cupule)
H₂S	Sodium thiosulfate	Incolore, grisâtre	Dépôt noir/ fin liseré
URE	Urée	Jaune	Rouge/ orangé
TDA	L-tryptophane (tryptophane désaminase)	Jaune	Marron- rougeâtre
IND	L-tryptophane (production d'indole)	Incolore, vert pâle	Rose
VP	Sodium pyruvate	incolore	Rose/ rouge
GEL	Gélatine d'origine bovine	Pas de diffusion	Diffusion de la pigmentation noire
GLU	D-glucose	Bleu/ bleu vert	Jaune
MAN	D-mannitol		
INO	Inositol		
SOR	D-sorbitol		
RHA	L-rhamnose		
SAC	D-saccharose		
MEL	D-melibiose		
AMY	Amygdaline		
ARA	L-arabinose		

La galerie API 20 NE

Tableau II : extrait du tableau de lecture de la galerie Api 20 NE (Dellaras, 2008).

Tests	Compositions actifs (réactions/enzymes)	Résultats	
		Négatif	Positif
NO	Potassium nitrate (réduction des nitrates en nitrites)	incolore	Rose rouge
		Rose après Zn	Incolore après Zn
TRP	L-tryptophane (formation d'indole)	Incolore à vert pâle/jaune	Rose
GLU	D-glucose (fermentation)	Bleu à vert	jaune
ADH	L-arginine (arginine dihydrolase)	Jaune	Orange/ Rose/ rouge
URE	Urée (uréase)		
ESC	Esculine et citrate de fer (hydrolyse de l'esculine)	Jaune	Gris/marron/ noir
GEL	Gélatine (origine bovine) Hydrolyse par protéase	Pas de diffusion du pigment	Diffusion du pigment noir
PNPG	4-nitrophényl- β D- galactopyranoside (β -galactosidase)	incolore	Jaune
GLU	D-glucose ³	Transparence	Trouble
ARA	L-arabinose		
MNE	D-mannose		
MAN	D-mannitol		
NAG	N-acétylglucosamine		
MAL	D-maltose		
GNT	Potassium gluconate		
CAP	Acide caprique		
ADI	Acide adipique		
MLT	Acide malique		
CIT	Trisodium citrate		
PAC	Acide phénylacétique		
OX	Test oxydase hors galerie		

La galerie API 20 streptocoques

Tableau III : extrait du tableau de lecture de la galerie Api 20 streptocoques (Delarras, 2008)

TESTS	COMPOSANTS ACTIFS	QTE (mg/cup.)	REACTIONS/ENZYMES	RESULTATS			
				NEGATIF		POSITIF	
VP	sodium pyruvate	1,9	production d'acétoïne (Voges Proskauer)	VP 1 + VP 2 / jusqu'à 10 min (3)			
				Incolore		Rose-Rouge	
HIP	acide hippurique	0,4	hydrolyse (acide HIPpurique)	NIN / jusqu'à 10 min			
				Incolore/Bleu pâle Gris-bleuté		Bleu foncé/Violet	
ESC	esculine citrate de fer	1,16 0,152	hydrolyse β -glucosidase (ESCuline)	4 h	24 h	4 h	24 h
				Incolore Jaune pâle	Incolore Jaune pâle Gris clair	Noir Gris	Noir
PYRA	acide pyroglutamique- β -naphthylamide	0,0256	PYRrolidonyl Arylamidase	ZYMA + ZYM B / 10 min (PYRA à LAP) (1) au besoin décoloré par éclaircissement intense			
				Incolore ou Orange très pâle		Orange	
α GAL	6-bromo-2-naphtyl- α D-galactopyranoside	0,0376	α -GALactosidase	Incolore		Violet	
β GUR	acide naphтол-ASBi-glucuronique	0,0537	β -GIUCuRonidase	Incolore		Bleu	
β GAL	2-naphtyl- β D-galactopyranoside	0,0306	β -GALactosidase	Incolore ou Violet très pâle		Violet	
PAL	2-naphtyl phosphate	0,0244	Phosphatase ALcaline	Incolore ou Violet très pâle		Violet	
LAP	L-leucine- β -naphthylamide	0,0256	Leucine AminoPeptidase	Incolore		Orange	
ADH	L-arginine	1,9	Arginine DiHydrolase	Jaune		Rouge	
RIB	D-ribose	1,4	acidification (RIBose)	4 h	24 h	4 h	24 h
				Rouge	Orange/ Rouge	Orange/ Jaune	Jaune
ARA	L-arabinose	1,4	acidification (ARABinose)	Rouge	Orange/ Rouge	Orange/ Jaune	Jaune
MAN	D-mannitol	1,36	acidification (MANnitol)	Rouge	Orange/ Rouge	Orange/ Jaune	Jaune
SOR	D-sorbitol	1,36	acidification (SORbitol)	Rouge	Orange/ Rouge	Orange/ Jaune	Jaune
LAC	D-lactose (origine bovine)	1,4	acidification (LACTose)	Rouge	Orange/ Rouge	Orange/ Jaune	Jaune
TRE	D-tréhalose	1,32	acidification (TREhalose)	Rouge	Orange/ Rouge	Orange/ Jaune	Jaune
INU	inuline	5,12	acidification (INUline)	Rouge	Orange/ Rouge	Orange/ Jaune	Jaune
RAF	D-raffinose	3,12	acidification (RAFFinose)	Rouge	Orange/ Rouge	Orange/ Jaune	Jaune
AMD	amidon (2)	2,56	acidification (AMIDon)	Rouge	Orange/ Rouge	Orange/ Jaune	Jaune
GLYG	glycogène	1,28	acidification (GLYcoGène)	Rouge ou Orange		Jaune franc	

Résumés

Résumé

Notre étude porte sur la caractérisation physico-chimique et bactériologique des eaux usées prélevées à partir de la station d'épuration de la ville de Guelma (STEP), et ceci afin d'évaluer l'efficacité du traitement en vue de la protection du milieu récepteur. L'échantillonnage a été effectué sur une période de deux mois (Avril et Mai 2021).

Des principaux paramètres physicochimiques (pH, température, conductivité, turbidité, oxygène dissous, DCO, DBO5, MES) ont été mesurés dans les échantillons prélevés à l'entrée et à la sortie du STEP. L'analyse bactériologique porte sur le dénombrement des germes totaux, des germes indicateurs de contamination fécale, des streptocoques fécaux et des ASR et la recherche des germes pathogènes.

Les résultats obtenus montrent une diminution dans les valeurs de ces paramètres et ceci peut être due à l'efficacité du traitement d'épuration, les valeurs enregistrées à la sortie de la STEP sont conformes aux normes recommandées par l'OMS.

À la lumière de ces résultats, on a pu constater que la station de Guelma fonctionne d'une façon efficace et régulière.

Mots clés : Eaux usées, pollution, station d'épuration, paramètres physico-chimiques, analyse bactériologique, traitement.

Abstract

Our study focuses on the physico-chemical and bacteriological characterization of wastewater collected from the wastewater treatment plant of the city of Guelma (WWTP), in order to evaluate the effectiveness of the treatment for the protection of the receiving environment. The sampling was carried out over a period of two months (April and May 2021).

The main physicochemical parameters (pH, temperature, conductivity, turbidity, dissolved oxygen, COD, BOD5, and SS) were measured in the samples taken at the inlet and outlet of the WWTP. The bacteriological analysis included the enumeration of total germs, indicator germs of faecal contamination, faecal streptococci and RSA and the search for pathogens.

The results obtained show a decrease in the values of these parameters and this may be due to the efficiency of the purification treatment, the values recorded at the exit of the WWTP are in accordance with the standards recommended by the WHO.

In the light of these results, it could be seen that the plant of Guelma is operating efficiently and regularly.

Key words: Wastewater, pollution, plant, physico-chemical parameters, bacteriological analysis, treatment.

ملخص

تركز دراستنا على الوصف الفيزيوكيميائي البكتريولوجي للمياه المستعملة التي تجمع من محطة معالجة مياه الصرف الصحي في مدينة قالمة، من أجل لتقييم فعالية المعالجة لحماية البيئة المستقبلية. أجريت عملية أخذ العينات على مدى شهرين (أفريل وماي 2021).

تم قياس الخصائص الفيزيوكيميائية الأساسية (pH، Temperature، conductivité، turbidité،

في العينات المأخوذة من مدخل و مخرج المحطة. وشمل التحليل البكتريولوجي تعداد (MES، DBO₅، DCO، Oxygène dissous، ASR، CF، SF، GT)، والبحث عن الجراثيم المسببة للأمراض).

وتظهر النتائج التي تم الحصول عليها انخفاضا فيقيم هذه الخصائص، وقد يكون ذلك راجعا إلى كفاءة معالجة التطهير، القيم المسجلة عند مخرج المحطة متطابقة مع معايير منظمة الصحة العالمية.

وفي ضوء هذه النتائج، تبين لنا أن محطة قالمة تعمل بكفاءة وانتظام.

الكلمات المفتاحية: المياه المستعملة، التلوث، محطة المعالجة، الخصائص الفيزيوكيميائية، التحليل

البكتريولوجي، المعالجة.