

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHES CIENTIFIQUE



Université 08 Mai 1945 Guelma

**Faculté des Sciences et de la Technologie**

**Département: Génie des Procédés**

## **Mémoire de Projet de Fin d'Etude**

*2<sup>ème</sup> Année Master*

---

---

### **Effet de la nature des rejets sur le fonctionnement de la station d'épuration des eaux usées (STEP) de GUELMA**

---

---

**Filière :** Génie des Procédés

**Spécialité :** Génie des Procédés des  
Matériaux

**Présenté par:**

**SAHRI Nada  
BOUKHAROUBA N/EL Houda**

**Sous la Direction de:**

**Dr. HASSAINIA A/GHANI**

**2020/2021**

## *Remerciements*

*Nous remercions avant tout Dieu de nous avoir donné la volonté et la santé pour réaliser ce modeste travail.*

*Nous avons l'honneur et le plaisir de présenter notre profonde gratitude et nos sincères remerciements à notre encadreur **Dr. HASSAINIA A/GHANI**, pour sa précieuse aide, ses orientations et le temps qu'il nous a accordé pour notre encadrement : Merci du fond du cœur Monsieur car ce fut un immense plaisir de travailler avec vous.*

*Nos remerciements vont également aux membres de jury qui nous feront l'honneur de juger ce travail.*

*Nous adressons également notre profonde gratitude à tous les professeurs de l'université 08 mai 1945 Guelma en particulier ceux du département De génie des procédés. Votre enseignement a porté ses fruits.*

*Enfin, nous remercions toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à l'élaboration de ce mémoire.*

## *Dédicaces*

*Je voulais tout d'abord, dire : Louange à Allah qui m'a inspiré le courage et la capacité de faire et accomplir ce modeste travail.*

*Que je dédie :*

*A toi papa.*

*L'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, que Dieu le bénisse.*

*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.*

*A*

*Mon grand frère Malik*

*A*

*Ma très chère tante NOUSSA*

*Et a toute ma famille et tous mes amis*

*Sahri Nada*

## *Dédicaces*

*Je dédie ce mémoire à celle qui  
M'a mis au monde, le symbole de tendresse et la joie,  
Qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, à ma  
mère, à mon chéri papa.*

*A*

*Mes adorables sœurs hanna, chems, kaouter et aya pour  
leur amour et leur soutien,*

*A*

*Mes tantes nadia, assia, wahiba et ma cousine sabrina.*

*A*

*Toute ma famille et à tous mes amis.*

*Boukharouba Nour.H*

# Sommaire

Remerciements

Liste des tableaux.....	I
Liste des figures.....	II
Liste des abréviations.....	III
Introduction générale.....	1

## Chapitre I : Généralités sur les eaux usées

1- Introduction .....	2
2- Définition des eaux usées .....	2
3- L'origine des eaux usées .....	2
4- Composition des eaux usées .....	3
5- Épuration des eaux usées .....	4
5-1- Définition de l'épuration .....	4
5-2- Station d'épuration des eaux usées .....	4
6- Présentation de la station d'épuration de Guelma .....	4
6-1- Localisation .....	5
6-2- Emplacement et accès .....	5
6-3- Caractéristique et Nature des effluents .....	6
6-4- Nature du réseau .....	6
6-4-1- Station de relevage SR1 Oued Maiz .....	7
6-4-2- Station de relevage SR2 Oued Skhoun .....	7
6-5- Caractéristiques techniques de la STEP .....	7
6-5-1- Point de rejet (Destination) .....	7
6-5-1-1- L'eau épurée .....	7
6-5-1-1- Les sous-produits issus de l'épuration .....	8
6-6- Description de la procédure de traitement au niveau de STEP de Guelma.....	9
6-6-1- Arrivée de l'eau usée à la station .....	10
6-6-2- Prétraitement .....	10
6-6-2-1- Dégrillage .....	10
6-6-2-1- Dessablage – Déshuilage .....	11
6-6-3- Traitement primaire.....	12
a) - Décantation primaire .....	13

6-6-4-Traitement secondaire .....	14
a) - Un traitement biologique .....	14
a.1) - Elimination de carbone .....	14
a.2) - Bassin d'aération .....	15
a.3) - Besoins en oxygène.....	15
b) - Une décantation secondaire.....	16
b.1) - clarification.....	16
6-6-5-Traitements tertiaires.....	17
6-6-6-Traitement des boues .....	18
6-6-6-1- Épaississement des boues.....	18
6-6-6-2- La stabilisation.....	19
6-6-6-3- Le séchage .....	20
7- Le rôle principal de station d'épuration des eaux usées.....	20
8- Les risques liés à la réutilisation agricole des eaux épurées.....	21
8-1- Le risque microbiologique.....	21
8-2- Le risque chimique.....	21
A. Les métaux lourds.....	21
B. Toxicité spécifique des ions.....	21
8-3- Le risque environnemental.....	21
9-Avantages environnementaux d'utilisation des eaux usées .....	22
10- Conclusion .....	23

## **Chapitre II : Pollution et caractéristiques des eaux usées**

1- Introduction .....	24
2- La pollution des eaux usées .....	24
3- Les différents types de la pollution.....	24
3-1- pollution mécanique .....	24
3-2- Pollution thermique.....	24
3-3- Pollution radioactive.....	24
3-4- Pollution minérale .....	24
3-5- Pollution chimique.....	25
3-6- Pollution microbiologique.....	25
a. Les virus .....	26

b. Les bactéries.....	26
c. Les protozoaires.....	27
4- Caractéristiques des eaux usées .....	28
4-1- Paramètres Physico-chimiques.....	28
4-1-1 La température.....	28
4-1-2 La matière en suspension (MES).....	28
4-2- Paramètres Organoleptiques.....	29
4-2-1- La Turbidité.....	29
4-2-1-1- L'effet de la turbidité de l'eau sur la qualité d'eau .....	30
4-2-2- La couleur.....	30
4-2-3- L'odeur.....	30
4-3- Paramètres Chimiques.....	30
4-3-1- Le potentiel Hydrogène (pH).....	30
4-3-2- La Conductivité électrique.....	31
4-3-3- L'Oxygène Dissous.....	31
4-3-4- La Demande Chimique en Oxygène (DCO).....	31
4-3-5- La Demande Biochimique en Oxygène (DBO).....	32
4-3-6- La biodégradabilité.....	32
4-3-7- Carbone organique total (COT).....	32
4-4- Paramètres Bactériologiques.....	33
4-4-1- Les coliformes totaux et thermotolérants.....	33
4-4-1-1 Les coliformes totaux.....	33
4-4-1-2 Les coliformes thermotolérants (ou fécaux) .....	33
4-4-2- Streptocoques fécaux.....	34
4-4-2- Salmonelles .....	34
5-Normes des rejets .....	34
6- Conclusion .....	35

### **Chapitre III : Matériels et Méthodes**

1- Introduction.....	36
2- Le but général de la manipulation.....	36
3- Echantillonnage.....	36
4- Prélèvement.....	36

4-1- Condition de prélèvement.....	36
5- Méthodes d'analyses.....	38
5-1- Détermination des pH et la conductivité.....	38
5-1-1- Protocole opératoire.....	38
5-2- Détermination des matières en suspension (MES).....	38
5-2-1- Principe d'analyse.....	38
5-2-2- Matériels.....	38
5-2-3- Protocole opératoire.....	39
5-2-4- La méthode.....	39
5-2-5 Résultat.....	40
5-3- Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO <sub>5</sub> ).....	40
5-3-1- Matériel utilisé .....	40
5-3-2- Mode opératoire.....	41
5-3-3- Calcul.....	41
5-4- Détermination de la demande chimique en oxygène DCO.....	42
5-4-1- Principe.....	42
5-4-2- Matériels .....	43
5-4-3- Protocole opératoire .....	43
5-4-4 Expression des résultats.....	43
5-5- Analyse bactériologique.....	44
6- Conclusion.....	44

## **Chapitre IV : Résultats et discussions**

1- Introduction .....	45
2- Résultats des analyses physico-chimiques.....	45
3- Résultats des analyses bactériologiques.....	46
4- Discussion.....	47
4-1 Paramètres physico-chimiques.....	47
4-2 Paramètres bactériologiques.....	50
5- Conclusion.....	50
Conclusion générale.....	51
Références bibliographiques .....	52
Résumé.....	55
Annexes.....	56

# La liste des tableaux

## Chapitre I :

<b>Tableau 1 :</b> Quantité de chlore à dosé.....	18
<b>Tableau 2:</b> Le dimensionnement de l'épaisseur.....	18
<b>Tableau 3 :</b> Le dimensionnement de l'ouvrage .....	19
<b>Tableau 4:</b> Le dimensionnement de l'ouvrage.....	20

## Chapitre II :

<b>Tableau 1 :</b> Germes pathogènes rencontrés dans les eaux usées.....	27
<b>Tableau 2 :</b> Classification des eaux d'après leur PH.....	31
<b>Tableau 3 :</b> Les normes des eaux usées en Algérie.....	34
<b>Tableau 4 :</b> Les normes des paramètres bactériologiques selon l'OMS.....	35
<b>Tableau 5 :</b> Les normes des paramètres parasitologiques selon l'OMS.....	35

## Chapitre III :

<b>Tableau 1 :</b> Le facteur de conversion de DBO <sub>5</sub> dépend du volume de prise.....	42
--	----

## Chapitre IV :

<b>Tableau 1 :</b> Résultats des analyses physico-chimiques.....	45
<b>Tableau 2 :</b> Les résultats d'analyses bactériologiques des eaux usées de la STEP de Guelma.....	46

# Liste des figures

## Chapitre I

<b>Figure 1</b> : Une eau usée.....	2
<b>Figure 2</b> : Schéma des différents ouvrages de la STEP de Guelma.....	5
<b>Figure 3</b> : Vu de la STEP de Guelma (Google earth, 2021).....	6
<b>Figure 4</b> : Schéma de principe STEP Guelma.....	9
<b>Figure 5</b> Réception des eaux usées à la station.....	10
<b>Figure 6</b> : Dégrillage STEP Guelma.....	11
<b>Figure 7</b> : Déssableur – Déshuileur de STEP Guelma.....	12
<b>Figure 8</b> : Décanteur primaire (STEP Guelma 2021).....	13
<b>Figure 9</b> : Bassin d'aération (STEP Guelma 2021).....	15
<b>Figure 10</b> : Clarificateur (STEP Guelma 2021).....	16
<b>Figure 11</b> : Bassin de désinfection (STEP Guelma 2021).....	17
<b>Figure 12</b> : Épaisseur (STEP Guelma 2021).....	19
<b>Figure 13</b> : Lits de séchage (STEP Guelma 2021).....	20

## Chapitre II

<b>Figure 1</b> : Les micros organismes existants au niveau des 02 bassins biologiques de la STEP de Guelma. ....	26
<b>Figure 2</b> : La turbidité de l'eau.....	30
<b>Figure 3</b> : Streptocoques fécaux.....	34

## Chapitre III

<b>Figure1</b> : Prélèvement à l'entrée .....	37
<b>Figure 2</b> : Prélèvement à la sortie.....	37
<b>Figure 3</b> : pH mètre, conductimètre.....	38
<b>Figure 4</b> : Dessiccateur.....	39
<b>Figure 5</b> : Filtre à pompe.....	39
<b>Figure 6</b> : Incubateur et DBO mètre.....	40
<b>Figure 7</b> : Flacon colore pour DBO <sub>5</sub> .....	41
<b>Figure 8</b> : Tube multiple dans un bouillon lactosé.....	44

## *Liste des abréviations*

*STEP* : Station d'épuration des eaux usées.

*ONA* : Office National d'Assainissement.

*ONEDD* : Observatoire National de l'Environnement et du Développement Durable

*OMS* : l'organisation mondiale de la santé.

*NH<sub>4</sub><sup>+</sup>* : Azote ammoniacal (mg/l).

*NH<sub>3</sub>* : ammoniac (mg/l).

*NO<sub>2</sub><sup>-</sup>* : les ions nitrites.

*NO<sub>3</sub><sup>-</sup>* : Nitrates.

*K*: constatant de la biodégradabilité.

*pH* : le potentiel hydrique.

*MES* : Matières en suspension.

*MVS* : Matière volatile en suspension.

*MS* : Matière sèche.

*THM* : trihalométhanes.

*DCO* : demande chimique en oxygène.

*DBO* : demande biochimique en oxygène.

*COT* : Carbone organique total.

*CE* : Conductivité Electrique ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ).

*C°* : Degré Celsius.

*T* : Température.

*O<sub>2</sub>*: Oxygène dissous.

*CT* : Coliformes totaux.

*CF* : Coliformes fécaux.

*SF* : streptocoques fécaux.

*NPP* : Nombre Plus Probable.

*Introduction*  
*générale*

# Introduction générale

Dans les pays en voie de développement où la disponibilité de l'eau est de plus en plus rare, les eaux usées sont couramment utilisées pour l'agriculture urbaine. Compte tenu des risques environnementaux et sanitaires qu'elles peuvent entraîner mais aussi des bénéfices économiques qu'elles peuvent engendrer, l'utilisation de ces eaux usées constitue une préoccupation pour tous les acteurs impliqués dans le secteur de l'eau.

Les eaux usées pouvant contenir toutes sortes de pollution (chimique, mécanique, thermique ...), elle ne doit pas être directement rejetée dans le milieu naturel, car sans traitement elle peut engendrer de graves problèmes environnementaux et de santé publique. Par conséquent elle devrait être dirigée vers des stations d'épurations.

Le traitement de l'eau usée a pour objectif de réduire le niveau de contamination en divers éléments, pour la rendre respectueuses des milieux récepteurs ou facilement réutilisable en agriculture ou en industrie. Différentes méthodes sont utilisées dans le domaine de l'épuration, telles que la méthode à boues activées.

Les paramètres physiques et chimiques et bactériologiques des eaux permettent d'évaluer l'efficacité du traitement de la station des eaux usées avant leur rejet dans le milieu naturel.

Le but recherché par ce travail est d'étudier la qualité des eaux usées de la station d'épuration avant et après traitement et par conséquent de voir la fiabilité des procédés utilisés dans cette station qui fonctionne avec le procédé de boues activées.

Des études antérieures ont été faites sur la STEP de Guelma [1- 2], néant au moins leurs caractérisations des rejets ont porté uniquement sur les paramètres physico- chimiques. Notre travail se distingue par les analyses bactériologiques qui nous ont permis de se prononcer sur la possibilité d'utilisation de ces eaux en agriculture. Aussi nous avons discuté l'effet de la nature des rejets urbains sur le rendement épuratoire de la STEP.

Pour cela, nous avons structuré ce travail en quatre chapitres :

- Le premier est consacré à une étude bibliographique sur les eaux usées, la station d'épuration des eaux usées de Guelma et son fonctionnement.
- Le deuxième chapitre, à été réservé à la pollution de l'eau et ses caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques.
- Dans le troisième chapitre, nous avons présenté le matériel et les méthodes utilisés.
- Le dernier chapitre, constitue l'essentiel de ce mémoire, lequel porte résultats et discussions.

# **Chapitre I**

## **Généralités sur les eaux usées**

## 1-Introduction

Les eaux usées qu'elles soient industrielles ou ménagères ne devraient pas être directement rejetées dans le milieu naturel, car elles peuvent engendrer de graves problèmes environnementaux et de santé publique. Le traitement ou l'épuration des eaux a donc pour objectif de réduire la charge polluante qu'elles véhiculent.

## 2-Définition des eaux usées

Les eaux usées peuvent être définies comme les eaux qui sont dégradées par les activités humaines. Il peut s'agir d'activités domestiques (prendre une douche, aller aux toilettes, faire la vaisselle, se laver les mains...) ou industrielles (fabriquer du yaourt, produire de la tomate, automobile ...) [3].



**Figure1** : Une eau usée.

## 3-L'origine des eaux usées

Les eaux usées proviennent de quatre sources principales [4]:

- **Les eaux usées domestiques** : Elles correspondent à l'eau que nous consommons à la maison pour les différents besoins quotidiens, On distingue généralement deux «types» d'eaux usées domestiques :
  - a) **Les eaux de vannes** : qui correspondent aux eaux de toilettes, chargés de diverse matières organiques azotées et de germes fécaux ;
  - b) **Les eaux grises** : qui correspondent à tous les autres usages : lave-linge, vaisselle, douche.

- **Les eaux usées industrielles** : Tous les rejets résultants d'une utilisation de l'eau autre que domestique sont qualifiés de rejets industriels.

Selon leur origine industrielle elles peuvent également contenir :

- des graisses (industries agroalimentaires, équarrissage) ;
- des hydrocarbures (raffineries) ;
- des métaux (traitements de surface, métallurgie) ;
- des acides, des bases et divers produits chimiques (industries chimiques divers, tanneries) ;
- de l'eau chaude (circuit de refroidissement des centrales thermiques) ;
- des matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs).

Cette définition concerne aussi les rejets d'activités artisanales ou commerciales : blanchisserie, restaurant, laboratoire d'analyses médicales, bain, etc [7].

- **Les eaux de pluie et de ruissellement dans les villes** : On entend par eaux pluviales, les eaux issues du ruissellement des toitures, des terrasses, des parkings et des voies de la circulation. Leur destination est le milieu naturel.
- **Le ruissellement dans les zones agricoles** :

L'agriculture est une source de pollution des eaux non négligeable car elle apporte les engrais et les pesticides. Elle est la cause essentielle des pollutions diffuses. Les eaux agricoles issues de terres cultivées chargés d'engrais nitrates et phosphates, 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 ou des retenues [7].

#### **4-Composition des eaux usées**

Selon leur origine, les eaux usées se caractérisent par une grande variabilité de débit, mais aussi de composition. Elles peuvent contenir en concentration variable :

Des matières en suspension plus ou moins facilement comptables ou coagulables.

Des matières colloïdales ou émulsionnées : argile, microorganismes,

Macromolécules hydrophobes huiles organiques, graisses, hydrocarbures, etc.)

Des matières en solution de nature organique ou minérale, ou sous forme de gaz dissous.

Des microorganismes végétaux (algues, plancton, ...) ou animaux (protozoaires, bactéries...).

Ces différents constituants des eaux usées présenteront des comportements spécifiques vis-à-vis des modes de traitement auxquels ils seront soumis avant le rejet dans le milieu naturel[5].

## **5-Épuration des eaux usées**

### **5-1-Définition de l'épuration**

Le rejet direct des eaux usées dans le milieu naturel perturbe l'équilibre aquatique en transformant le milieu récepteur en égouts. Cette pollution peut aller jusqu'à la disparition de toute vie. Pour cela, il faut épurer et retirer des eaux usées un maximum de pollution, avant leur rejet dans l'environnement, en tant que milieu naturel aquatique, pour que leur soit la plus faible possible.

L'épuration consiste à éliminer les plus gros débris organiques ou minéraux, retirer les MES de densité différente de l'eau tels que les grains de sables et les particules minérales, et aussi à éliminer les pollutions résiduelles qui pourraient être gênantes en aval (germes pathogènes, azote, phosphore...) [6].

### **5-2- Station d'épuration des eaux usées**

Une station d'épuration permet de traiter les eaux usées qu'elles soient d'origines industrielles ou qu'elles proviennent des activités quotidiennes de l'homme. Le but est de collecter les eaux usées, puis de les épurer par traitement, avant de pouvoir les rejeter dans le milieu naturel sans risquer de polluer notre environnement.

C'est une installation de plusieurs dispositifs et de procédés bien spécifique ; chaque procédé a pour rôle d'éliminer ou de diminuer le taux d'un polluant présent dans l'eau usée. Equipée d'un laboratoire d'analyses qui a pour but de calculer le rendement de la STEP et d'étudier l'anomalie (si nécessaire) ; d'une façon générale il surveille le fonctionnement de la station [7].

## **6-Présentation de la station d'épuration de Guelma**

La station d'épuration de Guelma est composée de quatre étapes de traitement, chacune de ces étapes assure une fonction particulière.

- La première consiste en un prétraitement.
- La deuxième assure le traitement primaire.
- La troisième est responsable du traitement secondaire.
- La dernière étape consiste en un traitement tertiaire.



**Figure 2 :** Schéma des différents ouvrages de la STEP de Guelma.

- 1 : Le dégrilleur
- 2 : Le dessableur/ dégraisseur
- 3 : Le décanteur primaire n° 1
- 4 : Le décanteur primaire n° 2
- 5 : Le bassin d'aération
- 6 : Le clarificateur n° 1
- 7 : Le clarificateur n° 2
- 8 : Le bassin de désinfection
- 9 : L'épaisseur
- 10 : Le stabilisateur
- 11 : Les lits de séchage

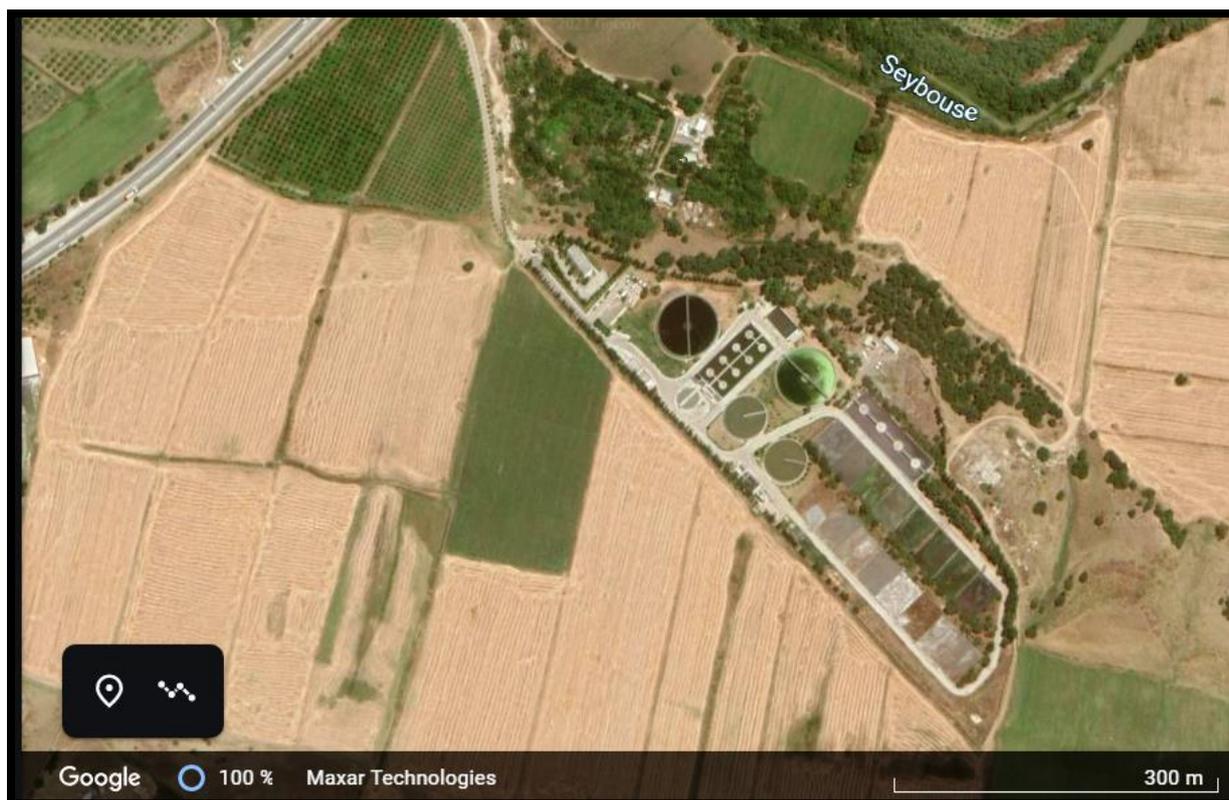
### 6-1- Localisation

La Station d'épuration des eaux usées de la wilaya de Guelma est fonctionnelle depuis le 28 Février 2008[9].

### 6-2- Emplacement et accès

La station est implantée sur un terrain agricole de 7.8 Hectares à (01) kilomètre environ au nord de la ville de Guelma, sur le flanc droit de la vallée développée par oued SEYBOUSE, et sans habitations existantes à la proximité.

Elle est alimentée par 02 conduites de refoulement, l'une d'un diamètre de 700mm en provenance du premier poste de refoulement SP1 (OUED MAIZ) avec un débit de 1575m<sup>3</sup> /h, l'autre d'un diamètre de 500mm en provenance du second poste de refoulement SP2 (OUED SKHOUNE) son débit est de 1125m<sup>3</sup>/h [9].



**Figure 3 :** Vu de la STEP de Guelma (Google earth, 2021).

### **6-3- Caractéristique et Nature des effluents**

La station est alimentée par des effluents d'origine domestique (à hauteur de 199086 Equivalent-Habitants) en 2010 [9].

### **6-4- Nature du réseau**

Les eaux usées domestiques de la ville de Guelma sont collectées par gravité sur 02 bassins versant par un ensemble de réseaux d'assainissement existant. Les 02 tronçons gravitaires rejoignent chacun le point bas (ou il y'a les 02 poste de refoulement).

Le réseau d'assainissement est du type unitaire (c'est-à-dire; englobe tout en même temps; les égouts, les rejets industriels, individuels.....etc.).

Les stations de relevages ont été envisagées, étant donné qu'une partie de l'agglomération se trouve située en aval de la ville, donc cette partie des habitations dont les eaux usées échappent au rayon d'action du réseau principal d'assainissement. Les deux stations de relevages sont mise en place pour refouler à l'aide des pompes, les eaux usées pour les déverser dans le collecteur principal, et de là elles rejoindront par gravité la station d'épuration.

Les stations de relevage sont situées dans des endroits bien déterminés, selon le tracé du réseau d'assainissement, elles sont implantées à proximité de l'agglomération pour faciliter

leur surveillance permanente et leur entretien périodique. Dans notre étude, il y'a deux stations de relevage l'une de oued MAIZ et l'autre de oued SKHOUN [9].

#### **6-4-1- Station de relevage SR1 Oued Maiz**

Les eaux usées sont collectés au niveau de la station de relevage N°01 puis ces eaux sont évacuer par pompages a l'aide de 05 pompes dont une est en secours par une canalisation de diamètre Ø 700mm en béton précontraint sur une hauteur manométrique de 59m avec un débit unitaire de 1575m<sup>3</sup> /h [9].

Elle ramène des effluents beaucoup plus chargé que SR2 car elle est raccordée par des effluents des usines qui se trouvent dans la zone industrielle de la ville de Guelma [5].

#### **6-4-2- Station de relevage SR2 Oued Skhoun**

Les eaux usées sont collectés au niveau de la station de relevage N°02 puis ces eaux sont évacuer par pompages a l'aide de 04 pompes dont une est en secours par une canalisation de diamètre Ø 500mm en amiante ciment sur une hauteur manométrique de 27m avec un débit unitaire de 1125m<sup>3</sup> /h [9].

### **6-5-Caractéristiques techniques de la STEP**

- Débit normale : Débit journalier en temps de pluie : **43399m<sup>3</sup> /j.**
- Débit journalier en temps secs : **32000 m<sup>3</sup> /j.**
- Débit de pointe : **4182 m<sup>3</sup>/j ;**
- Procédé de traitement : **boue activée**
- Milieu à protégé : **ville de Guelma**
- Commune et nombre d'habitant raccordées à la STEP : **119906**
- Taux de raccordement : **98%**
- Nature de flux : **effluent domestique uniquement**
- Milieu récepteur : **oued Seybouse (ONA, 2011) [10].**

#### **6-5-1- Point de rejet (Destination)**

##### **6-5-1-1- L'eau épurée :**

Le rejet est réalisé dans l'Oued SEYBOUSE situé en contrebas de la station d'épuration à 331m de distance, les effluents sont acheminés jusqu'à l'Oued par une canalisation de rejet.

#### **6-5-1-1- Les sous-produits issus 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 ordure.
- **Sables :** Ils sont extraits de l'ouvrage de prétraitement, séparés de leur eau par un classificateur, puis stockés dans une benne relevable.
- **Graisses et huiles:** Elles sont stockées dans une fosse à graisse avant enlèvement [10].

6-6-Description de la procédure de traitement au niveau de STEP de Guelma :

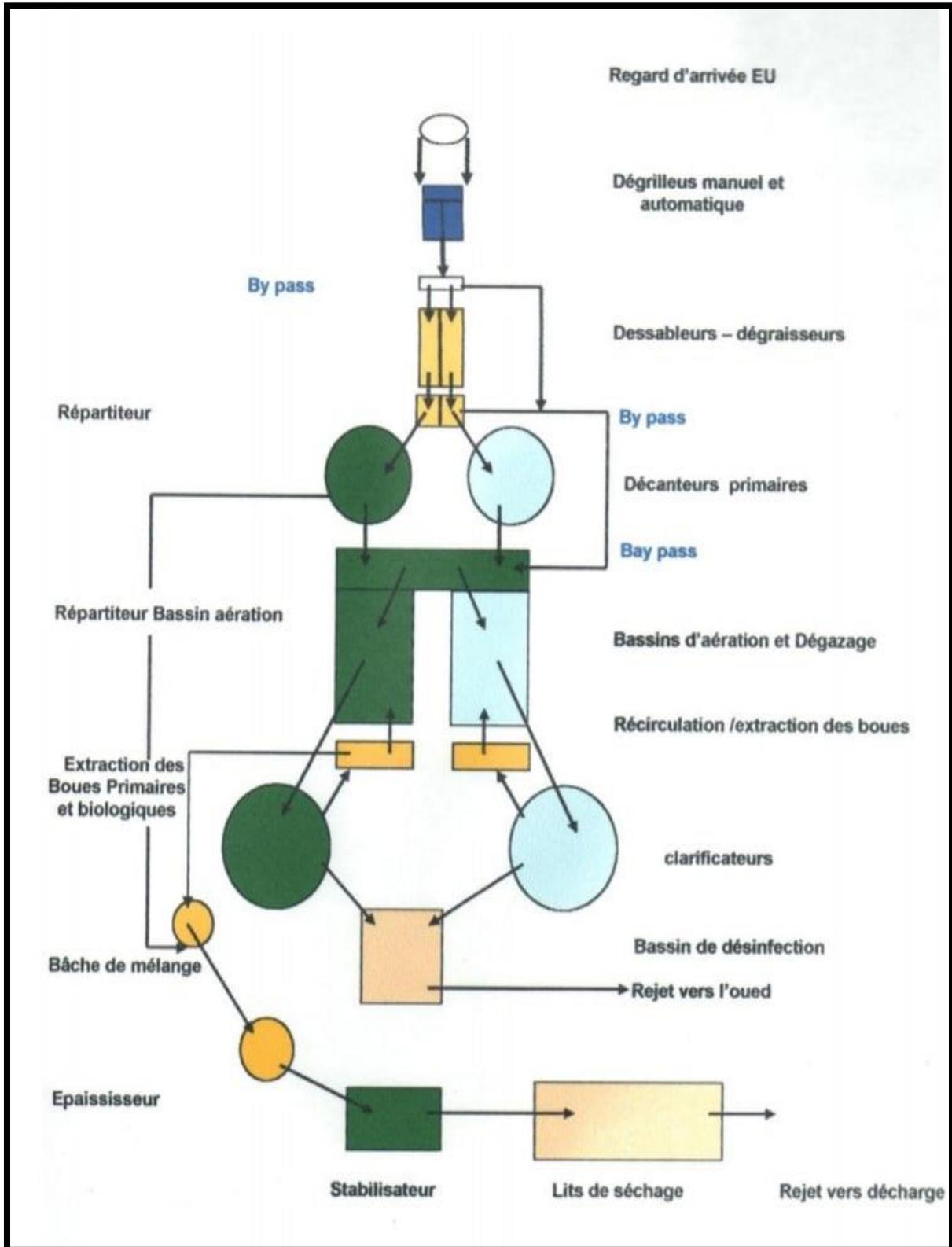


Figure 4 : Schéma de la STEP Guelma [9].

Le traitement des eaux se fait selon la procédure suivante :

- Arrivée des eaux, bassins d'orage.
- Dégrillage.
- Dessablage-dégraissage.
- Traitement biologique.
- Clarification, décantation.
- Désinfection de l'eau traitée.

### **6-6-1-Arrivée de l'eau usée à la station**

Les eaux usées collectés au niveau de la station de relevage sont évacuées par pompage à la station.



**Figure5** : Réception des eaux usées à la station.

### **6-6-2-Prétraitement**

Les eaux usées brutes doivent généralement subir avant leur traitement proprement dit un prétraitement, qui a pour but d'extraire la plus grande quantité possible d'éléments dont la nature ou la dimension constitueraient un gêne pour les traitements ultérieurs. On peut citer les trois opérations :

- Dégrillage ;
- Dessablage ;
- Déshuilage, dégraissage [6].

### 6-6-2-1- Dégrillage

Le dégrillage et le tamisage permettent de retirer de l'eau les déchets insolubles tels que les branches, les plastiques, serviettes hygiéniques, etc. En effet, ces déchets ne pouvant pas être éliminés par un traitement biologique ou physico-chimique, il faut donc les éliminer mécaniquement. Pour ce faire, l'eau usée passe à travers une ou plusieurs grilles dont les mailles sont de plus en plus serrées [11].

Dans le cas de la STEP de Guelma, il ya une Installation de deux dégrilleurs (dont un manuel) à nettoyage automatique par râpeaux.



**Figure 6** : Dégrillage STEP Guelma.

Espacement des barreaux : **20mm** pour le dégrilleur automatique et **30mm** pour la grille fixe.

Epaisseur des barreaux : **10mm** maximum

La grille sera dimensionnée pour un colmatage maximum de **30 cm**

La surface immergée sera égale à **2.49 m<sup>2</sup>**[9].

#### - Produits de dégrillage :

Les refus de dégrillage seront évacués par un tapis transporteur [9].

### 6-6-2-1- Dessablage – Déshuilage :

**Dessablage** :Le dessablage a pour but d'extraire des eaux brutes les graviers, sables et particules minérales plus ou moins fines, ainsi que les filasses de façon à éviter les dépôts

dans les canaux et conduits, à protéger les pompes et autres appareils contre l'abrasion [12].

**Déshuilage** : Il a pour but d'éliminer les huiles et les graisses.



**Figure I.7** : Désableur – Déshuileur de STEP Guelma.

Il s'effectue dans un ouvrage longitudinal dimensionné pour accepter un débit de pointe par temps de pluie de **4.180 m<sup>3</sup>**.

L'ouvrage regroupe dans un même ensemble les équipements suivants:

- ❖ Un dessablage avec une prise automatique des sables par pompage. Ils seront extraits de l'ouvrage de prétraitement, séparés de leur eau par un classificateur, puis stockés dans une benne.
- ❖ Un déshuilage aéré avec raclage mécanique des graisses et flottant. Les graisses et huiles stockées dans une fosse à graisses avant enlèvement.
  - Hauteur de l'ouvrage minimum : **1.75m**.
  - Surface totale minimum : **168m<sup>2</sup>**
  - Nombre d'ouvrages : **02**
  - Surface du bassin : **17.5m**
  - Largeur du bassin : **4.80m [9]**.

### 6-6-3-Traitement primaire

En épuration des eaux usées, le traitement primaire est une simple décantation qui permet de supprimer la majeure partie des matières en suspension. Ce sont ces matières qui sont à l'origine du trouble des eaux usées [11].

#### a) - Décantation primaire

La décantation est une technique de séparation des matières en suspension et des colloïdes rassemblés en floc. Cette technique est très répandue dans les usines d'épuration et de traitement des eaux. La décantation primaire vise à parfaire la qualité des prétraitements notamment par la capture des MES naturellement décantables et par une élimination poussée des flottants (huiles et graisses).

Lors de cette étape, les particules, dont la densité est supérieure à celle de l'eau, vont avoir tendance à s'accumuler au fond du décanteur sous l'effet de la pesanteur. Les particules seront éliminées du fond du bassin périodiquement [8].

Ce traitement élimine **30 à 40 %** des matières en suspension et réduit d'environ **30 %** la DBO et la DCO [9].



**Figure 8** : Décanteur primaire (STEP Guelma 2021).

- Nombre d'ouvrages : **02.**
- Forme : **cylindro-conique.**
- Surface totale minimum : **1.394m<sup>2</sup>.**
- Surface /Bassin minimum : **697m<sup>2</sup>.**
- Diamètre d'une bassine minimum : **30.00m.**
- Hauteur d'eau : **3.0m [9].**

Le processus de décantation réside dans l'utilisation des forces de gravité pour séparer une particule de densité supérieure à celle du liquide jusqu'à une surface ou une zone de stockage.

#### **6-6-4-Traitement secondaire**

Il consiste à mettre en contact l'eau usée avec une biomasse épuratrice qui est en fait un écosystème simplifié et sélectionné ne faisant appel qu'à des micro-organismes. Elle est constituée d'être vivants de petite taille, inférieure au millimètre, microflore de bactéries et microfaune d'animaux, protozoaires [9].

Dans le cas des eaux usées urbaines, on favorise le développement de bactéries aérobies, c'est-à-dire, qui utilisent l'oxygène pour se développer.

Il est nécessaire de fournir aux bactéries épuratrices des conditions pour commencer leurs activités :

- La température : température idéal = 22 °C.
- Le pH : de 7.3 jusqu'à 8.
- L'oxygène dissous grâce à des turbines d'aération.

Le traitement secondaire comporte deux étapes principales :

##### **a) - Un traitement biologique :**

Il se déroule au niveau de bassin d'aération et comporte :

##### **a.1) - Elimination de carbone :**

Pour l'élimination du carbone dans les effluents la voie aérobie est utilisée car l'oxygène est associé aux réactions de dégradation et elles s'instaurent spontanément dans les eaux suffisamment aérées. Le carbone organique se retrouve sous forme de CO<sub>2</sub> et de biomasse.

Après la dégradation des matières organique la cellule passe par différentes phase de croissance et décroissance. Mais la croissance bactérienne nécessite la présence d'autres éléments nutritifs en particuliers l'azote et le phosphore contenus dans les effluents et dont l'élimination est également nécessaire [9].

### a.2) - Bassin d'aération



**Figure 9** : Bassin d'aération (STEP Guelma 2021).

- Débit journalier des eaux usées : 32.000 m<sup>3</sup> /j
- L'aération s'effectue dans deux bassins longitudinaux fonctionnant en parallèle. Donc volume total d'aération : 9.33 m<sup>3</sup>
- Volume d'un bassin d'aération dans des ouvrages rectangulaires de rapport  $L / l = 4$
- Surface du bassin : 1.037 m<sup>2</sup>.
- Longueur du bassin : 64.40 m.
- Largeur du bassin : 16.10 m [9].

### a.3) - Besoins en oxygène :

- Production d'O<sub>2</sub> : 1.7 kg O<sub>2</sub> /KWh

Les besoins en oxygène sont multiples .ils sont calculés en fonction :

- De la population carbonée, dont l'élimination est établie sur la durée de pointe diurne (16heures),
- De la respiration endogène des boues étalée sur 24heures.

Pollution carbonée : la consommation théorique en oxygène, exprimée en kg/j, **5.500 kg O<sub>2</sub>/j**,  
Soit **230 kg O<sub>2</sub>/h**.

- Besoins en oxygène de point = **367.52 kg O<sub>2</sub>/h [9]**.

## **b) - Une décantation secondaire :**

### **b.1) - clarification :**

A la sortie des bassins d'aération, la liqueur biologique sera soumise à une clarification de façon à séparer les boues activées de l'eau épurée, et à les recycler vers les bassins d'aération:

- La surface de clarification est calculée pour permettre une vitesse ascensionnelle de **0.9 m / h** (pour débit de pointe)
- Surface = Débit de point e/ vitesse ascensionnelle = **418/0.95 = 4.402.10 m<sup>2</sup>**
- Nombre de décanteurs : **02**.
- Surface /bassin = **2.201 m<sup>2</sup>**.
- Diamètre : **53.00 m**.
- Flux massique : **17.0 kg /m<sup>2</sup>/h**.
- Temps de séjour : **2.5 h [9]**.



**Figure 10:** Clarificateur (STEP Guelma 2021).

## 6-6-5-Traitements tertiaires

### Désinfection par chloration :

Au niveau de la station de Guelma, La désinfection se fait dans un ouvrage longitudinal muni de chicanes (pour permettre un temps de contact suffisant) à l'aide d'hypochlorite de calcium  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ .

L'hypochlorite de calcium se présente sous forme de poudre. La préparation de la solution est à réaliser sur site par dilution de la poudre avec de l'eau. Ainsi le chlore actif est utilisable. L'hypochlorite de calcium peut être exporté sans problème ce qui évite tout risque de rupture de stock et donc une fiabilité de traitement à tout moment de l'année.



**Figure11** : Bassin de désinfection (STEP Guelma 2021).

La désinfection se fera dans un ouvrage longitudinal muni de chicanes

- Temps de contact : **20 mn**
- volume de désinfection : **726 m<sup>2</sup>**
- longueur : **24.2 m**
- largeur : **15 m**
- Hauteur des chicanes : **2.00m**
- Chloration - Débit à traiter : **2.18 m<sup>3</sup> /h**
- Dose de chlore : **05 mg/l**
- Choix de l'oxydant : **NACLO**

**Tableau 1 : Quantité de chlore à dosé [9].**

<b>Dose moyenne</b>	<b>Débit moyen</b>	<b>Débit de chlore</b>	<b>Débit d'hypochlorite de calcium</b>
05 ppm	1,333 m <sup>3</sup> / h	6,665 kg / h	48,30 kg / h

### **6-6-6-Traitement des boues**

Le traitement des boues est défini comme l'ensemble des opérations visant à modifier les caractéristiques des boues en excès à fin de rendre leur destination finale fiable et sans nuisance.

On distingue trois grands types de traitement :

#### **6-6-6-1- Épaississement des boues**

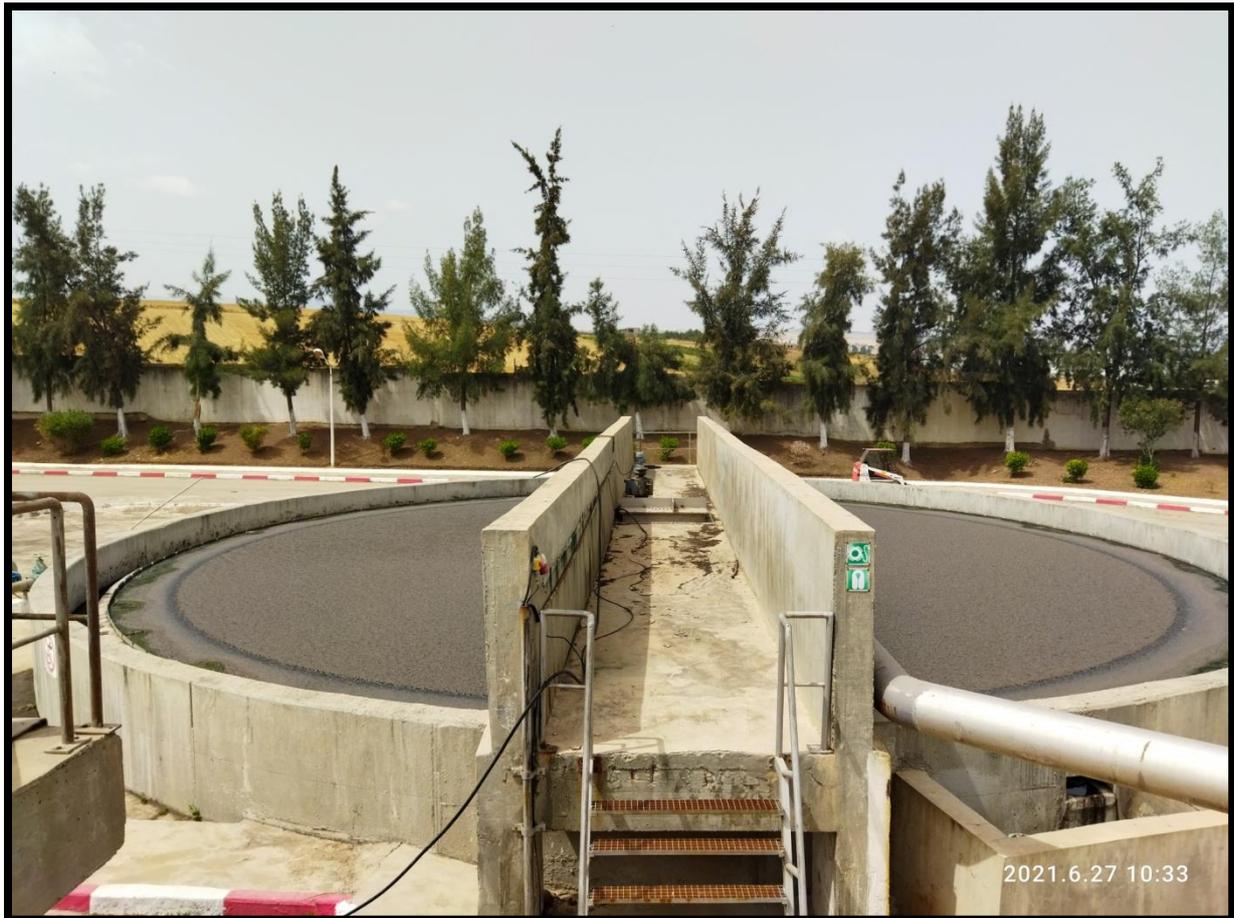
Les boues en excès seront épaissies dans un ouvrage cylindro-conique hersé.

L'ouvrage sera menu d'une goulotte périphérique recevant les eaux de sur verse et les renvoyant en tête de station. Cet ouvrage est réalisé de manière suivante [13]:

**Tableau 2: Le dimensionnement de l'épaississeur.**

	<b>Unité</b>	<b>Valeur</b>
<b>Surface de bassin</b>	m <sup>2</sup>	324
<b>Diamètre</b>	m	20.3
<b>Hauteur de boues</b>	m	4

Les boues épaissies seront extraites à partir de deux pompes dont l'une est de secours. Elles sont envoyées vers le stabilisateur.



**Figure 12 :** Épaisseur (STEP Guelma 2021).

### 6-6-6-2-La stabilisation

#### ➤ Procédé de stabilisation aérobie des boues

L'ouvrage de stabilisation des boues permet de diminuer leur teneur en matière organique et donc leur capacité à fermenter. Il est en effet très difficile de déshydrater des boues fermentescibles. De plus le stockage des boues fermentescibles sur des lits de séchage engendre des nuisances olfactives non négligeables. Cet ouvrage est équipé de turbines d'aération [13].

**Tableau 3 :** Le dimensionnement de l'ouvrage.

	Unité	Valeur
<b>Surface de bassin</b>	m <sup>2</sup>	1831
<b>Hauteur de boues</b>	m	4
<b>Nombre de turbines</b>		4

Les boues sont évacuées par pompage du bassin de stabilisation aux lits de séchage.

### 6-6-6-3-Le séchage

Les boues liquides qui résultent des bassins de stabilisation sont acheminées directement à l'aide des pompes vers les lits de séchage des boues. Le séchage des boues a pour but de réduire la teneur en eau des boues par l'évaporation naturelle [13].

**Tableau 4:** Le dimensionnement de l'ouvrage.

	Unité	Valeur
<b>Nombre de lits</b>		16
<b>Surface unitaire</b>	m <sup>2</sup>	1503
<b>Surface globale</b>	m <sup>2</sup>	15030

Les boues en sortie de lits de séchage auront une siccité de l'ordre de **40%**.



**Figure 13 :** Lits de séchage (STEP Guelma 2021).

### 7-Le rôle principal de station d'épuration des eaux usées

Les stations d'épuration jouent un rôle principal pour la protection de l'environnement et la conservation de la santé humaine et évite le problème de contamination de la nappe phréatique.

Les stations d'épuration permettent également une économie d'eau, grâce à la réutilisation de

celle-ci.

## **8-Les risques liés à la réutilisation agricole des eaux épurées**

### **8-1- Le risque microbiologique**

Dans le cas de l'agriculture, il est prouvé depuis longtemps que les micro-organismes pathogènes des animaux ne peuvent ni pénétrer ni survivre à l'intérieur des plantes.

Les micro-organismes se retrouvent donc à la surface des plantes et sur le sol. Les feuilles et la plante créent un environnement frais, humide (évaporation) et à l'abri du soleil. Il peut donc y avoir une contamination pendant la croissance des plantes ou la récolte. Les pathogènes survivent plus longtemps sur le sol que sur les plantes [13].

### **8-2- Le risque chimique**

Au delà de l'effet global de certains constituants de l'eau usée sur les cultures irriguées comme la salinité, l'eau usée peut potentiellement créer une toxicité due à une concentration élevée de certains éléments comme le bore et quelques métaux lourds [13].

#### **A. Les métaux lourds**

La seule voie de contamination vraiment préoccupante pour les éléments traces est la consommation de plantes cultivées, dans lesquelles ils s'accumulent.

Les éléments en trace ne sont pas tous toxiques, beaucoup sont essentiels en petites quantités pour la croissance des plantes (Fe, Mn, Mo, Zn). Cependant, en quantités excessives ils peuvent causer des accumulations indésirables dans les tissus des plantes et une réduction de leur croissance. Il est maintenant reconnu que la plupart des éléments en trace sont fixés aisément et accumulés dans les sols, et parce que ce processus est largement irréversible, des applications répétées avec des taux élevés qui excèdent les besoins des plantes, peuvent contaminer le sol et le rendre improductif.

Quand la concentration d'un élément en traces quelconque dans les tissus atteint le seuil de toxicité, les fonctions physiologiques de la plante sont affectées et la croissance du végétal est ralentie [13].

#### **B. Toxicité spécifique des ions**

Les ions les plus toxiques rencontrés généralement dans l'eau usée traitée sont le sodium (Na), le chlorure (Cl) et le bore (B) qui cause la plupart des cas courants de toxicité.

### **8-3- Le risque environnemental :**

#### **Effets négatifs potentiels sur l'environnement :**

L'utilisation d'eau usée pour l'irrigation peut avoir également des effets négatifs sur l'environnement et la santé humaine. Les principaux dangers pour l'environnement associés à

l'eau usée sont :

- L'introduction des produits chimiques dans des écosystèmes sensibles (principalement le sol, l'eau et les plantes).
- La propagation des microorganismes pathogènes [13].

#### Effets sur les eaux souterraines

Les rejets directs d'eaux épurées posent des problèmes d'eutrophisation des cours d'eau, de qualité de l'eau destinée à la production d'eau potable (norme d'un maximum de 50 mg/l pour l'azote). C'est pourquoi une réutilisation des eaux usées épurées est quasiment toujours préférable à un rejet direct dans le milieu.

#### Effets sur le sol

Ces impacts sont d'importance particulière pour les agriculteurs puisqu'ils peuvent réduire la productivité, la fertilité et le rendement de leurs terres. Le sol doit rester à un bon niveau de fertilité chimique et physique, afin de permettre une utilisation durable à long terme et une agriculture rentable. Les problèmes prévus au niveau du sol sont :

- La salinisation
- L'alcalinité et la réduction de la perméabilité du sol,
- L'accumulation d'éléments potentiellement toxiques,
- L'accumulation de nutriments [13].

Le principal risque encouru par le sol lors de l'irrigation des cultures par des eaux d'effluents moyennant les différentes techniques existantes est celui du colmatage. En règle générale, ce colmatage n'affecte que la partie superficielle du sol.

## **9-Avantages environnementaux d'utilisation des eaux usées**

Lorsque l'eau usée est utilisée correctement à des fins agricoles, plutôt que toute autre utilisation, l'environnement peut être amélioré. Voici quelques avantages environnementaux :

- ✓ La suppression de rejet en eaux de surface, prévient l'éventualité de situations esthétiques désagréables, de conditions anaérobies dans les cours d'eau et l'eutrophisation des lacs et réservoirs. La conservation des ressources en eau fournit des avantages à l'utilisation telle que l'approvisionnement en eau et la préservation des étendues d'eau à usage récréatif.

- ✓ La sauvegarde des ressources en eaux souterraines dans les zones de surexploitation de ces ressources pour l'agriculture pose le problème de l'épuisement et de l'intrusion du biseau salin.
- ✓ La possibilité de conservation des sols et de leur amélioration par apport d'humus sur les terres agricoles et de prévention de l'érosion [13].

## **10- Conclusion**

Les eaux usées de différentes compositions et de diverses origines constituent un problème pour la nature lors du rejet sans subir de traitements au préalable. Afin de montrer l'intérêt de leur épuration, nous avons présenté dans ce chapitre d'une part, les origines des eaux usées et la description de la station d'épuration de Guelma et d'autre part, les différentes méthodes utilisées pour leur épuration.

**Chapitre II**  
**Pollution et caractéristiques**  
**des eaux usées**

## **1- Introduction**

Les rejets d'eaux usées constituent un élément fondamental en matière de pollution car elle a eu lieu de nombreuses réactions chimiques et de la reproduction de nombreux vecteurs de maladie. On s'interrogeait sur la pureté microbiologique des eaux, de nos jours on s'inquiète non seulement de sa qualité microbiologique mais aussi de ses caractéristiques physico-chimiques.

## **2- La pollution des eaux usées**

La pollution de l'eau est une dégradation physique, chimique, biologique ou bactériologique de ses qualités naturelles, provoquée par l'homme et ses activités. Elle perturbe les conditions de vie de la flore et de la faune aquatiques; elle compromet les utilisations de l'eau et l'équilibre du milieu naturel.

La pollution des eaux est provoquée par le rejet d'eau salie par nos activités domestiques (lavages et nettoyages divers, évacuation de nos urines et fèces, etc.) mais également par les diverses activités industrielles et agricoles, nécessaires pour fournir les aliments et biens dont nous avons besoin [14].

## **3- Les différents types de la pollution**

### **3-1- pollution mécanique**

Elle résulte des décharges de déchets et de particules solides apportés par les eaux résiduaires industrielles, ainsi que les eaux de ruissellement. Ces polluants sont soit les éléments grossiers soit du sable ou bien les matières en suspension MES [15].

### **3-2-Pollution thermique**

Les eaux rejetées par les usines utilisant un circuit de refroidissement de certaines installations (centrales thermiques, nucléaires, raffineries, aciéries..); l'élévation de température qu'elle induit diminue la teneur en oxygène dissous. Elle accélère la biodégradation et la prolifération des germes. Il se trouve qu'à charge égale, un accroissement de température favorise les effets néfastes de la pollution [15].

### **3-3-Pollution radioactive**

La pollution des eaux par des substances radioactive pose un problème de plus en plus grave, a un effet direct sur les peuplements aquatiques en raison de la toxicité propre de ses éléments et des propriétés cancérogènes et mutagènes de ses rayonnements [15].

### **3-5- Pollution minérale**

La pollution minérale des eaux peut provoquer le dérèglement de la croissance végétale ou

trouble physiologique chez les animaux. Le polluant minéral ce sont principalement les métaux lourds et les éléments minéraux nutritifs [15].

❖ **Les métaux lourds :**

Sont essentiellement le mercure (Hg), le cadmium (Cd), le plomb l'argent (Ag), le cuivre (Cu), le chrome (Cr), le nickel (Ni) et le zinc (Zn). Ces éléments, bien qu'ils puissent avoir une origine naturelle (roches du sous-sol, minerais), proviennent essentiellement de la contamination des eaux par des rejets d'activités industrielles diverses. Ils ont la particularité de s'accumuler dans les organismes vivants ainsi que dans la chaîne trophique [15].

❖ **Les éléments minéraux nutritifs :**

**Nitrates et phosphates :** provenant pour l'essentiel de l'agriculture et des effluents domestiques, il est à l'origine du phénomène d'eutrophisation c'est-à-dire la prolifération excessive d'algues et de plancton dans les milieux aquatiques [15].

### **3-5-Pollution chimique**

Elle résulte des rejets chimiques, essentiellement d'origine industrielle, domestique et agricole. La pollution chimique des eaux est regroupée dans deux catégories:

- \* Organique (hydrocarbures, pesticides, détergents..).
- \* Minérale (métaux lourds, cyanure, azote, phosphore...) [15].

### **3-6- Pollution microbiologique**

Les eaux usées contiennent tous les microorganismes excrétés avec les matières fécales. Cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes. 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 [15].



**Figure 1 :** Les micros organismes existants au niveau des 02 bassins biologiques de la STEP de Guelma.

#### a. Les virus :

Ce sont des organismes infectieux de très petite taille (10 à 350 nm) qui se reproduisent en infectant un organisme hôte.

Les virus ne sont pas naturellement présents dans l'intestin, contrairement aux bactéries. Ils sont présents soit intentionnellement (après une vaccination contre la poliomyélite, par exemple), soit chez un individu infecté accidentellement. L'infection se produit par l'ingestion dans la majorité des cas, sauf pour le coronavirus où elle peut aussi avoir lieu par inhalation.

On estime leur concentration dans les eaux usées urbaines comprise entre  $10^3$  et  $10^4$  particules par litre. Leur isolement et leur dénombrement dans les eaux usées sont difficiles, ce qui conduit vraisemblablement à une sous-estimation de leur nombre réel.

Les virus entériques sont ceux qui se multiplient dans le trajet intestinal ; parmi les virus entériques humains les plus importants, il faut citer les entérovirus (exemple : polio), les rotavirus, les rétrovirus, les adénovirus et le virus de l'Hépatite A [15].

#### b. Les bactéries :

Les bactéries sont des organismes unicellulaires simples et sans noyau. Leur taille est comprise entre 0,1 et 10  $\mu\text{m}$ . La quantité moyenne de bactéries dans les fèces est d'environ

1012 bactéries/g.

Les eaux usées urbaines contiennent environ 106 à 107 bactéries/100 ml dont 105 proteus et entérobactéries, 103 à 104 streptocoques et 102 à 103 clostridium.

Parmi les plus communément rencontrées, on trouve les salmonelles dont on connaît plusieurs centaines de sérotypes différents, dont ceux responsables de la typhoïde, des paratyphoïdes et des troubles intestinaux.

Des germes témoins de contamination fécale sont communément utilisés pour contrôler la qualité relative d'une eau ce sont les coliformes thermo tolérants [15].

### **c. Les protozoaires:**

Les protozoaires sont des organismes unicellulaires munis d'un noyau, plus complexes et plus gros que les bactéries.

La plupart des protozoaires pathogènes sont des organismes parasites, c'est-à-dire qu'ils se développent aux dépens de leur hôte.

Certains protozoaires adoptent au cours de leur cycle de vie une forme de résistance, appelée kyste. Cette forme peut résister généralement aux procédés de traitements des eaux usées.

Parmi les protozoaires les plus importants du point de vue sanitaire, il faut citer Entamoebahistolytica, responsable de la dysenterie amibienne et giardialamblia [15].

**Tableau 1 :** Germes pathogènes rencontrés dans les eaux usées.

<b>Germes</b>	<b>Organisme</b>	<b>Maladie</b>
<b>Les bactéries pathogènes</b>	Salmonella shigelles	Typhoïde Dysenterie
<b>Entérobactérie vibrions</b>	Colibacilles Leptospires Mycobactéries Vibrion coma	Tuberculose cholera

<b>Les virus</b>	Entérovirus Reovirus Adénovirus Rota Virus	Poliomyélite Méningite Affection respiratoire, diarrhée
<b>Les parasites et Les champignons</b>	Taenia, ascaris	Lésions Viscérales Eczéma, Maladie de la peau

#### **4- Caractéristiques des eaux usées**

Les normes de rejet des eaux usées, fixent des indicateurs de qualité physico-chimique et biologique. Ce potentiel de pollution généralement exprimés en mg/l, est quantifié et apprécié par une série d'analyses. Certains de ces paramètres sont indicateurs de modifications que cette eau sera susceptible d'apporter aux milieux naturels récepteurs. Pour les eaux usées domestiques, industrielles et les effluents naturels, on peut retenir les analyses suivantes [16].

##### **4-1- Paramètres Physico-chimiques**

Ils résultent de l'introduction dans un milieu des substances conduisant à son altération, se traduisant généralement par des modifications des caractéristiques physico-chimiques du milieu récepteur. La mesure de ces paramètres se fait au niveau des rejets, à l'entrée et à la sortie des stations de traitement des eaux usées et dans les milieux naturels [16].

##### **4-1-1 La température**

La température est un facteur écologique important pour les milieux aqueux. Elle est liée d'une part, aux variations saisonnières et journalières de la température ambiante et d'autre part, aux rejets des activités anthropiques (eaux de refroidissement). Sa perturbation peut influencer la vie aquatique (pollution thermique). Elle joue un rôle important dans les processus bactériens comme la nitrification et la dénitrification. La nitrification est optimale pour des températures variant de 28 à 32°C, par contre elle est fortement diminuée pour des températures comprises entre 12 et 15°C. Les températures inférieures à 5°C sont défavorables à ce phénomène. Plusieurs paramètres dépendent de la température de l'eau comme le pH et l'oxygène dissous [17].

##### **4-1-2 La matière en suspension (MES)**

On appelle matières en suspension les très fines particules en suspension (sable, argile, produits organiques, particules de produits polluant, micro-organismes,...) qui donnent un

aspect trouble à l'eau, (turbidité) est s'opposent à la pénétration de la lumière nécessaire à la vie aquatique.

En trop grande quantité elles constituent donc une pollution solide des eaux.

En général les MES se subdivisent en matières volatiles sèche (MVS) et en matières minérales (M.M). Les charges en matières solides apportées par les eaux brutes par habitant et par jour peuvent être estimées, en première approximation, à :

- 60 à 80g dont environ 70 % de matières volatiles (réseaux séparatifs) ;
- 70 à 90 g dont environ 65 % de matières volatiles sèches (réseaux unitaires) [18].

## **4-2- Paramètres Organoleptiques**

### **4-2-1- La Turbidité**

Une eau turbide est une eau trouble. Cette caractéristique vient de la teneur de l'eau en particules en suspension, associées au transport de l'eau. Au cours de ce parcours, l'eau se charge de quantités énormes de particules, qui troublent l'eau. Les matières, mêlées à l'eau, sont de natures très diverses : matières d'origine minérale (argile, limon, sable...), micro particules, micro organismes.

La turbidité se mesure par la réflexion d'un rayon lumineux dans l'eau. La turbidité est mesurée par un test optique qui détermine la capacité de réflexion de la lumière (l'unité de mesure est le « NFU » - unités néphéométriques) [19].

La turbidité joue un rôle très important dans les traitements d'eau. En effet :

- Elle indique une probabilité plus grande de présence d'éléments pathogènes.
- La turbidité perturbe la désinfection. Le traitement par ultraviolets est inefficace et le traitement par le chlore perd son efficacité ;
- La matière organique associée à la turbidité favorise la formation de biofilms dans le réseau et par conséquent, le développement de bactéries insensibles au chlore notamment [20].



**Figure 2** : La turbidité de l'eau.

#### **4-2-1-1-L'effet de la turbidité de l'eau sur la qualité d'eau**

Les particules organiques et inorganiques dans l'eau peuvent :

- donner à l'eau une apparence trouble, ainsi qu'une odeur et un goût déplaisants;
- transporter des micro-organismes et nuire à la désinfection;
- augmenter la quantité de chlore nécessaire pour désinfecter l'eau;
- se combiner au chlore pour former des sous-produits nocifs tels que les trihalométhanes (THM) [20].

#### **4-2-2- La couleur**

La coloration d'une eau est due le plus souvent à la présence des matières organiques dissoutes ou colloïdales. Une eau d'égout d'origine domestique est d'une couleur grisâtre, la couleur noire indique une décomposition partielle ; les autres teintes indiquent un apport d'eau résiduaire industrielle [21].

#### **4-2-3- L'odeur**

Signe de pollution ou de présence de matières organiques en décomposition, l'odeur est un paramètre important qui permet de porter un jugement bref sur la qualité de l'eau. Elle est définie, comme l'ensemble des sensations perçues par le nez en aspirant certaines substances volatiles. Dans l'eau destinée à la consommation humaine, aucune odeur ne doit être perçue [22].

### **4-3- Paramètres Chimiques**

#### **4-3-1- Le potentiel Hydrogène (pH)**

Le pH (potentiel hydrogène) est une des caractéristiques fondamentales de l'eau. Le pH donne une indication de l'acidité d'une substance. Il est déterminé à partir de la quantité d'ions d'hydrogène hydronium ( $H^+$ ) ou d'ions hydroxyde ( $OH^-$ ) contenus dans la substance. Quand les quantités de ces deux ions sont égales, l'eau (ou la substance) est considérée comme

neutre, et le pH a une valeur aux alentours de 7 [23].

**Tableau 2:** Classification des eaux d'après leur PH.

<b>PH &lt; 5</b>	Acidité forte => présence d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles.
<b>PH = 7</b>	Ph neutre.
<b>7 &lt; PH &lt; 8</b>	Neutralité approchée => majorité des eaux de surface.
<b>5,5 &lt; PH &lt; 8</b>	Majorité des eaux souterraines.
<b>PH = 8</b>	Alcalinité forte, évaporation intense.

#### **4-3-2- La Conductivité électrique**

La conductivité électrique, en tant que paramètre brut, mesure la concentration en ions d'une solution. Plus il y a de sels, d'acides ou de bases dissociés dans une solution, plus sa conductivité sera élevée. Dans l'eau et l'eau usée, il s'agit surtout d'ions de sels dissous. La conductivité exprime ainsi la charge en sels de l'eau usée ou le degré de pureté d'une eau. Dans la production industrielle, on mesure la conductivité pour le contrôle de processus par exemple.

La conductivité est mesurée en S/cm; elle est le produit de la conductance de la solution par la constante géométrique de la cellule de mesure.

Pour les solutions aqueuses l'échelle commence avec une conductivité de 0,05  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (25 °C) pour l'eau la plus pure. La conductibilité des eaux naturelles comme les eaux potables ou des eaux superficielles est comprise dans la plage 100 - 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . En haut de l'échelle, on trouve certains acides et bases [24].

#### **4-3-3- L'Oxygène Dissous**

L'oxygène dissous est un composé essentiel de l'eau car il permet la vie de la faune et il conditionne les réactions biologiques qui ont lieu dans les écosystèmes aquatiques.

La solubilité de l'oxygène dans l'eau dépend de différents facteurs, dont la température, la pression et la force ionique du milieu.

La concentration en oxygène dissous est exprimée en  $\text{mg O}_2\text{L}^{-1}$ [25].

#### **4-3-4- La Demande Chimique en Oxygène (DCO)**

La demande chimique en oxygène est la quantité d'oxygène consommée par les matières

existantes dans l'eau et oxydable dans des conditions opératoires bien définies. Elle est d'autant plus élevée qu'il y'a des corps oxydables dans le milieu. L'oxygène affecte pratiquement la totalité des matières organiques biodégradables et non biodégradables. La DCO est mesuré en mg d'O<sub>2</sub>/l.

➤ Généralement la valeur de la DCO est :

DCO = 1.5 à 2 fois DBO Pour les eaux usées urbaines ;

DCO = 1 à 10 fois DBO Pour tout l'ensemble des eaux résiduaires ;

DCO > 2.5 fois DBO Pour les eaux usées industrielles [26].

#### **4-3-5- La Demande Biochimique en Oxygène (DBO)**

La DBO<sub>5</sub> comme étant la quantité d'oxygène consommée par les bactéries, à 20°C à l'obscurité et pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablementensemencé, temps qui assure l'oxydation biologique d'une fraction de matière organique carbonée. Ce paramètre mesure la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction des matières organiques grâce aux phénomènes d'oxydation par voie aérobie. Pour la mesurer, on prend comme référence la quantité d'oxygène consommée au bout de 5 jours ; c'est la DBO<sub>5</sub> [26].

#### **4-3-6- La biodégradabilité**

C'est la propriété des composés chimiques susceptible de subir une biodégradabilité sous l'action des micro-organismes décomposeurs présents dans le biotope où ils sont rejetés. La biodégradabilité est exprimée par un coefficient K tel que  $K = DCO / DBO_5$ .

Si  $k < 1,5$  : cela signifie que les matières oxydables sont constituées en grande partie de matières fortement biodégradable ;

Si  $1,5 < K < 2,5$  : cela signifie que les matières oxydables sont moyennement Biodégradables.

Si  $2,5 < K < 3$  : les matières oxydables sont peu biodégradables.

Si  $K > 3$  : les matières oxydables sont non biodégradables [27].

#### **4-3-7- Carbone organique total (COT)**

Le carbone organique est constitué d'une grande diversité de composés organiques à plusieurs états d'oxydation, dont certains sont susceptibles d'être oxydés par des procédés chimiques ou biologiques. Ces fractions sont caractérisées par la demande chimique en oxygène (DCO) et la demande biologique en oxygène (DBO).

Certaines matières organiques peuvent éviter ces mesures, dans ce cas, le dosage du COT est plus approprié. Il n'a rien à voir avec l'état d'oxydation de la matière organique et ne mesure pas les éléments inorganiques tels que l'azote et l'hydrogène qui peuvent être comptés à travers la DCO et la DBO.

La détermination porte sur les composés organiques fixés ou volatils, naturels ou synthétiques, présents dans les eaux résiduaires (celluloses, sucres, huiles, etc.). Suivant que l'eau a été préalablement filtrée ou non, on obtiendra le carbone dissous (DCO) ou le carbone organique total (COT). Cette mesure permet de faciliter l'estimation de la demande en oxygène liée aux rejets, et d'établir éventuellement une corrélation avec la DBO et la DCO [28].

#### **4-4- Paramètres Bactériologiques**

On trouve naturellement dans les eaux usées une grande variété de microorganismes, dont certains peuvent notamment favoriser la décomposition de la matière organique et le recyclage des éléments nutritifs essentiels au maintien de l'équilibre aquatique et de la chaîne trophique.

Par contre, d'autres microorganismes proviennent des déjections d'origine animale et humaine et peuvent causer des maladies importantes chez les humains, dont des gastroentérites et des infections cutanées.

Des bactéries indicatrices présentes en grand nombre dans le tube digestif des animaux à sang chaud, comme les coliformes fécaux (coliformes thermotolérants) et *Escherichia coli* (*E. coli*), sont utilisés pour évaluer le niveau de contamination bactériologique des eaux [27].

On cite parmi ces bactéries :

##### **4-4-1- Les coliformes totaux et thermotolérants**

###### **4-4-1-1 Les coliformes totaux**

Les coliformes appartiennent à la famille des enterobacteriaceae. Le terme coliforme correspond à des microorganismes en bâtonnets, gram négatif, aéroanaérobies facultatif, non sporulant, oxydase négatif, capable de fermenter le lactose avec production de gaz à 35-37 °C [29].

###### **4-4-1-2 Les coliformes thermotolérants (ou fécaux)**

Les coliformes thermotolérants forment un sous-groupe de bactéries de coliformes qui fermentent le lactose à une température comprise entre 44 et 45 °C pendant 24 heures. Ce groupe comporte plusieurs souches différentes (*Citrobacter freundii*, *Enterobacter aerogenes*,

klebsiella...), La souche type est Escherichia coli [29].

#### 4-4-2- Streptocoques fécaux

Les Streptocoques fécaux sont des cocci à gram positif, disposés en chainettes. Ils sont anaérobies aérotolestants, immobiles, non sporules, catalase négatif. En général, ils sont des bactéries des matières fécales. Leurs antigènes de paroi les classent dans le groupe " D" de lancefield[29].

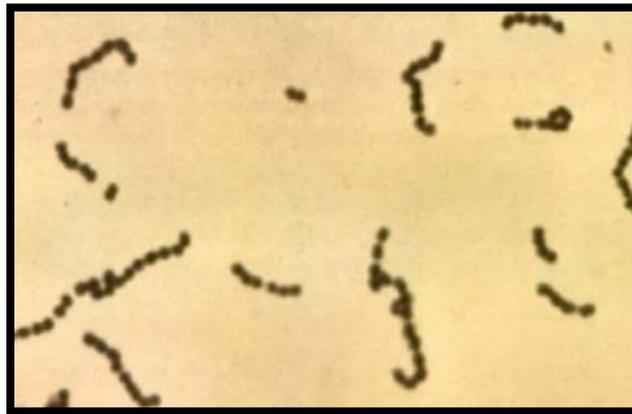


Figure 3:Streptocoques fécaux.

#### 4-4-2-Salmonelles

Le genre Salmonella appartient à la famille des enterobacteriaceae sont des bacilles à gram négatif de forme bâtonnet, souvent mobiles par leurs ciliature péritriche (rarement immobiles) non sporulés se cultivant sur milieu ordinaire, aéro-anaérobies facultatifs, oxydase négative et catalase positive.

Les sérotypes adaptés à l'homme sont : Salmonella typhi et sérotypes S. paratyphi A et S. Sendai, responsables de la fièvre typhoïde humaine. Les salmonelles sont en général considérées comme pathogènes bien que leur virulence et leur pouvoir pathogène varient énormément [29].

### 5-Normes des rejets

Conformément aux recommandations de l'organisation mondiale de la santé (OMS), les normes de rejets des eaux usées en Algérie sont résumées dans le tableau suivant : [30].

Tableau 3 : les normes des eaux usées en Algérie.

Paramètre	Norme
T°(C°)	30
pH (mg/l)	6,5-8,5

<b>DBO<sub>5</sub> (mg/l)</b>	30
<b>DCO (mg/l)</b>	90
<b>MES (mg/l)</b>	30
<b>ZINC (mg/l)</b>	2
<b>CHROMES (mg/l)</b>	0,1
<b>AZOTES TOTAL (mg/l)</b>	50
<b>PHOSPHATES (mg/l)</b>	2
<b>HYDROCARBURES (mg/l)</b>	10
<b>DETERGENTS (mg/l)</b>	1
<b>HUILES ET GRAISSES (mg/l)</b>	20

**Tableau 4 :** Les normes des paramètres bactériologiques selon l’OMS.

<b>Coliforme fécaux</b>	<b>1000/100 ml</b>
<b>Salmonelle</b>	<b>Absence dans 5 l</b>
<b>Vibron Cholérique</b>	<b>Absence dans 450 ml</b>

**Tableau 5 :** Les normes des paramètres parasitologiques selon l’OMS.

<b>Parasites pathogènes</b>	<b>Absence</b>
<b>Œufs, Kystos de parasites</b>	<b>Absence</b>
<b>Larves d’Ankylostomides</b>	<b>Absence</b>
<b>Fluocercaires de Schistosoma hoematobium</b>	<b>Absence</b>

## **II.5 Conclusion :**

Les conséquences de la pollution de l’eau sont multiples, que ce soit directement sur l’homme ou sur l’environnement dans lequel il vit. Ainsi, le traitement des eaux usées répond à deux enjeux fondamentaux : la protection des ressources en eau et du patrimoine naturel et la qualité de vie.

# **Chapitre III**

## **Matériels et méthodes**

## **1- Introduction**

Afin de déterminer les différents paramètres physicochimiques permettant d'évaluer le niveau de pollution dans chaque phase de traitement, il est nécessaire d'effectuer des analyses de l'eau brute et de l'eau traitée.

Dans ce chapitre on essaye de vérifier l'efficacité des traitements des eaux usées de la station d'épuration de Guelma en faisant le contrôle de la qualité des eaux à l'entrée et à la sortie.

## **2- Le but général de la manipulation**

Faire des analyses physico-chimiques et bactériologiques de l'eau usée de la STEP de Guelma.

## **3-Echantillonnage**

- L'échantillonnage est primordial car il conditionne la pertinence de l'analyse.

Il doit être de qualité mais également représentatif de ce que l'on veut analyser.

## **4-Prélèvement**

Au cours de notre étude, les prélèvements ont été faits dans deux points différents de la STEP de Guelma, à l'entrée de la STEP (eau brute), et à la sortie (eau traitée).

### **4-1- Condition de prélèvement**

Parmi les conditions essentielles on peut citer les suivantes :

Utiliser des flacons propres.

Rincer plusieurs fois les flacons avec l'eau prélevée.

Identifier les flacons par étiquette (la date, l'heure, nom d'échantillon).

Le transport des échantillons au moyen des glacières.

L'échantillon composite doit être conservé dans le réfrigérateur à 4 C°.



**Figure 1** : Prélèvement à l'entrée.



**Figure 2** : Prélèvement à la sortie.

## 5- Méthodes d'analyses

### 5-1-Détermination du pH et la conductivité

#### 5-1-1-Protocole opératoire

- Prélever 100ml d'eau traitée, et d'eau brute.
- Rincer l'électrode du pH avec l'eau distillée.
- Introduire l'électrode du pH-mètre a l'intérieure du récipient contenant l'échantillon.
- Répéter les mêmes étapes pour la mesure de la conductivité a l'aide d'un conductimètre à électrodes.



**Figure 3:** pH mètre, conductimètre.

### 5-2-Détermination des matières en suspension (MES)

#### 5-2-1-Principe d'analyse

On évalue le poids sec du résidu, obtenu par filtration de l'échantillon d'eau après passage à l'étuve a'105°C.

#### 5-2-2-Matériels

- Dispositif de filtration (trompe à eau, fiole et entonnoir de filtration).
- Disque filtrant en fibre.
- Etuve à 105°C.
- Balance de précision.
- Dessiccateur.



**Figure 4 :** Dessiccateur.



**Figure 5 :** Filtre à pompe.

### **5-2-3-Protocole opératoire**

Préparation des filtres : On lave les filtres à l'eau distillée, et après on les sèche à l'étuve (pendant une 1 heure à 105°C), ensuite on les place en attente dans le dessiccateur [9].

### **5-2-4-La méthode**

- On prend le filtre et on le pèse et on marque le poids comme Mo en mg.
- Ensuite on place le disque dans l'appareille de filtration et on roule le système d'aspiration.

- On verse progressivement le volume d'eau (1000 ml) à analyser sur le disque filtrant.
- On met le disque dans l'étuve pendant 1 h à 105°C.
- On laisse le filtrant refroidir au dessiccateur.
- Après on pèse le filtre et on marque le poids comme M1 [9].

### 5-2-5 Résultat

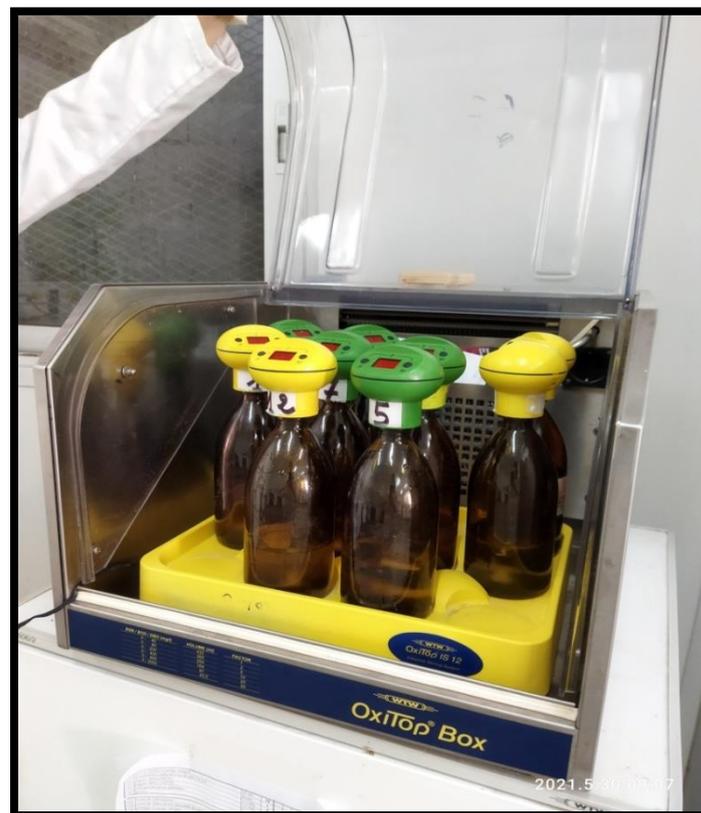
La lecture se fait comme suit :

$$\text{MES} = \text{M1} - \text{M0} / 1000(\text{mg} / \text{l})$$

### 5-3- Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>)

#### 5-3-1-Matériel utilisé

- DBO mètre (**Figure 6**)
- Incubateur (**Figure 6**)
- Flacon coloré pour DBO<sub>5</sub> (**Figure 7**)



**Figure 6** : Incubateur et DBO mètre.



**Figure 7 :** Flacon colore pour DBO<sub>5</sub>.

### 5-3-2-Mode opératoire

1. Induire 164ml d'échantillon dans une éprouvette graduée ;
2. Mettre deux capsules de nutriment dans l'éprouvette ;
3. Verser le volume ( $v=97\text{ml}$ ) dans la bouteille de DBO<sub>5</sub> ;
4. Mettre le Barreau-magnétique dans la bouteille de DBO<sub>5</sub> ;
5. Mettre le support d'alcalin (caoutchouc) sur la bouteille ;
6. Ajouté 3 pastilles de KOH sur le support d'alcalin ;
7. Fermer les par les têtes de mesure ;
8. Presser sur les touches « S » et « M » jusqu'à l'apparition du zéro ;
9. Poser la bouteille dans le système d'agitation ;
10. Introduire le système d'agitation dans l'étuve réfrigérée (incubateur de 20°C) pendant Cinq jour ;
11. Après Cinq jours la lecture se fait en appuyant sur la touche « M » et noter les résultats.

### 5-3-3-Calcule

$$(\text{DBO}_5) \text{ mg/l} = \text{valeur lue} \times \text{facteur}$$

**Tableau 1** : Le facteur de conversion de DBO<sub>5</sub> dépend du volume de prise

Portée de mesure	Quantité	Facteur
0 - 40	432	1
0 - 80	365	2
0 - 200	250	5
0 - 400	164	10
0 - 800	97	20
0 - 2000	43,5	50
0 - 4000	22,7	100

## 5-4-Détermination de la demande chimique en oxygène DCO

### 5-4-1-Principe

Cette détermination comprend deux étapes :

- **Etape 1** : oxydation chimique de matières réductrices contenues dans l'eau, par excès de dichromate de potassium.

Cette oxydation se réalise en milieu sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), en présence de la sulfate d'argent (Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) à ébullition à reflux pendant 2 heures dans un ballon ou dans un tube muni d'un réfrigérant.

Les conditions d'oxydation à chaud et à milieu sulfurique permettant d'oxyder de nombreux constituants organiques, et elle permet aussi l'oxydation de constituants minéraux réduit comme les sulfures, les sulfites, chlorures et ...etc [5].

Dans le cas des chlorures :



- **Etape 2** : dosage de l'excès de dichromate de potassium par le sel de mohr après refroidissement.

La fin du dosage est détectée par la ferroïne indicateur redox. Sa forme oxydée est de couleur bleu-vert en présence de l'oxydant et la première goutte de sel de mohr en excès entraîne un changement de coloration de la ferroïne qui devient rouge brique (forme réduite).

Selon la réaction suivante [5] :



### 5-4-2-Matériels

- Réacteur DCO
- Flacon DCO+ réfrigérant
- Pipettes : 5ml, 10ml

### 5-4-3-Protocole opératoire

#### ➤ Etalonnage de la solution de sel de mohr à environ 0,12 mol/l

La solution de sel de mohr s'oxyde facilement d'où la nécessité de la titrer quotidiennement.

- Prélever 5ml de solution de  $K_2Cr_2O_7$  à 0,4 mol/l et diluer à 100ml avec  $H_2SO_4$  à 4 mol/l.
- Titrer avec la solution de sel de mohr en présence de 2 à 3 gouttes de ferroïne.
- Déterminer la concentration molaire du sel de mohr à partir des équations des réactions.

#### ➤ Préparation de l'essai

Avant de prélèvement de la prise d'essai, l'échantillon doit être soigneusement homogénéisé par agitation du flacon.

Dans un tube à fond plat de DCO introduire :

- 10ml d'eau à analyser.
- 5ml de  $K_2Cr_2O_7$ .

Si la valeur de la DCO est supposée excéder 700 mg /l, procéder a une dilution de manière à obtenir une valeur comprise entre 350 et 700mg/l. ensuite, ajouter quelques granules régulateurs d'ébullition et homogénéiser. Enfin rajouter lentement et avec précaution 15ml d'acide sulfurique-sulfate d'argent en agitant soigneusement le tube et en le refroidissant sous un courant d'eau froid ou dans un bain de glace de façon à éviter toute perte de substances organiques volatiles

### 5-4-4 Expression des résultats

La demande chimique en oxygène DCO exprimé en mg d' $O_2$ /l, est donnée par la formule de la norme :

$$DCO = \frac{8000.C_{fe} (VT - V_e)}{E}$$

$C_{fe}$  : c'est la concentration exprimée en moles par litre de la solution de sel de mohr déterminé

par étalonnage.

E : volume prise d'essai en ml.

### 5-5- Analyse bactériologique

L'étude des paramètres bactériologiques a porté sur la quantification des paramètres d'origine fécale: coliformes totaux (CT), coliformes fécaux (CF) et streptocoques fécaux (SF). Les prélèvements ont été effectués dans deux endroits à l'entrée et à la sortie. Le dénombrement des CF et SF a été effectué selon la méthode indirecte de fermentation en tube multiple dans un bouillon lactosé (Figure III.8); le nombre a été ensuite déduit statistiquement suivant la méthode du nombre le plus probable. Concernant les germes pathogènes, seuls les salmonelles et les V. Cholérique ont été déterminés, étant donné le risque épidémiologique associé à leur présence dans l'eau destinée à être réutilisée.



**Figure 8 :** Tube multiple dans un bouillon lactosé.

### 6- Conclusion

L'analyse régulière de la qualité des eaux usées entrée sortie station est importante pour les raisons suivantes :

- Elle permet de vérifier le problème de biodégradabilité des eaux usées.
- Elle garantit une eau usée épurée répondant aux critères ou norme de rejet.
- Elle permet de vérifier l'efficacité du système d'épuration adopté.

# **CHAPITRE IV**

## **Résultats et discussions**

## 1-Introduction

Dans cette partie nous étudierons la qualité de l'eau brute et épurée par la station d'épuration des eaux usées par boue activée de la ville de Guelma.

Afin de déterminer la qualité des eaux usées de la station d'épuration de Guelma, nous avons effectué les analyses de différents paramètres de pollution qui sont :

- Les analyses physico-chimiques
- Les analyses bactériologiques

## 2- Résultats des analyses physico-chimiques

Les analyses des paramètres physico-chimiques ont été effectuées au sein du labo de l'Observatoire National de l'Environnement et du Développement Durable de la wilaya de SKIKDA (ONEDD). Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant ainsi que les normes algériennes (Décret exécutif n° 2006-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels) et celles de l'OMS.

**Tableau 1 : Résultats des analyses physico-chimiques**

Paramètre mesuré	Eau brute	Eau traitée	Normes Algérienne	Normes de l'OMS
La température (°)	24,5	23,4	30	30
Le pH	7,65	7,90	6,5-8,5	6,5-8,5
La conductivité (us/Cm)	1240	1219	1200	1 à 2 ms/cm
MES (mg/L)	96	45	< 35	< 20
DCO (mg/L)	595,2	130	< 120	< 90

<b>DBO<sub>5</sub></b> <b>(mg/L)</b>	<b>110</b>	<b>41</b>	<b>&lt; 35</b>	<b>&lt; 30</b>
---	------------	-----------	----------------	----------------

### 3- Résultats des analyses bactériologiques

Les analyses des paramètres bactériologiques ont été effectuées au sein du laboratoire de direction de la santé de la wilaya de Guelma (DSP). Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant ainsi que les normes algériennes (Décret exécutif Décret exécutif n° 07-149 du 3 Joumada El Oula 1428 correspondant au 20 mai 2007 fixant les modalités de concession d'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation ainsi que le cahier des charges-type y afférent.).

**Tableau 2 :** Les résultats d'analyses bactériologiques des eaux usées de la STEP de Guelma.

<b>Date de prélèvement</b>	<b>Type d'eau usée</b>	<b>CT</b>	<b>CF</b>	<b>SF</b>	<b>Salmonelle</b>	<b>V. Cholériques</b>
<b>27 /06/2021</b>	<b>Eau brute</b>	$14.10^6$ (g/ml)	$45.10^4$ (g/ml)	$14.10^3$ (g/ml)	Abs	Abs
<b>27 /06/2021</b>	<b>Eau traitée</b>	$2.10^4$ (g/ml)	$30.10^2$ (g/ml)	$11.10^2$ (g/ml)	Abs	Abs

**Normes Algériennes :** Décret exécutif n° 07-149 du 3 Joumada El Oula 1428 correspondant au 20 mai 2007 fixant les modalités de concession d'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation ainsi que le cahier des charges-type y afférent.

<b>GROUPES DE CULTURES</b>	<b>Coliformes fécaux</b>
Irrigation non restrictive. Culture de produits pouvant être consommés crus.	

	<100
Légumes qui ne sont consommés que cuits. Légumes destinés à la conserverie ou à la transformation non alimentaire.	< 200

#### Les normes des paramètres bactériologiques selon l’OMS.

<b>Coliforme fécaux</b>	<b>&lt;10</b>
<b>Salmonelle</b>	<b>Absence dans 5 l</b>
<b>Vibron Cholérique</b>	<b>Absence dans 450 ml</b>

## 4-Discussion

### 4-1 Paramètres physico-chimiques

#### a. La température (T°C)

Les différentes valeurs de température sont liées aux conditions climatiques. A l’entrée et à la sortie de la STEP, Les valeurs sont très proches (**Tableau 1**). Avec une légère augmentation de la température de l’eau brute probablement liée à la température des conduits acheminant les eaux usées vers la station. Elles restent dans les normes inférieures à 30 °C.

#### b. Le potentiel d’Hydrogène (PH)

La valeur du pH de l’eau usée brute est de 7,65 donc légèrement alcalin ce qui confirme selon Rejsek .F [32] que l’effluent est d’origine urbaine. La valeur enregistrée à la sortie de la station est de 7,90 7,63 (**Tableau 1**). Elles restent toujours dans les normes fixées à un maximum de 8,5. On note une légère différence entre le pH de l’eau traitée et celui de l’eau usée brute, ceci est due probablement aux réactions chimiques et/ou biologiques qui produisent des ions basiques.

#### c. La conductivité électrique (CE)

Le **Tableau 1** révèle que l’eau brute possède une conductivité de 1240µs/cm. Par contre pour l’eau traitée, cette conductivité est de 1219µs/cm. Cette légère diminution pourrait être expliquée par la sédimentation des sels minéraux dans le décanteur qui se sont concentrés

dans les boues. Sa mesure est très utile car au-delà de la valeur limite de la salinité, la prolifération de microorganismes peut être réduite, d'où une baisse du rendement épuratoire. La valeur de ce paramètre à la sortie est un petit peu au dessus de la norme algérienne.

d. Les matières en suspension

D'après le (Tableau 1). On observe que les valeurs de MES diminuent de l'entrée à la sortie de la station. La valeur des MES à l'entrée de la station est de 96 mg/l alors que celle de la sortie est de 45 mg/l. Selon, Baumont [33] le maintien d'une concentration importante en MES dans les eaux usées gêne considérablement l'efficacité des traitements destinés à éliminer les germes pathogènes. Si les MES sont importantes, elles peuvent entraîner le bouchage des canalisations et systèmes d'irrigation localisée

La concentration à la sortie n'est pas conforme à la norme de rejet de l'OMS (<20mg/l) et à celle appliquée en l'Algérie (<35 mg/l). Le rendement d'abattement de ce paramètre est de 51%. Il est calculé selon la formule suivante :

$$R = \frac{P_i - P_o}{P_i} \times 100 \quad (1)$$

Où :

R : est le rendement pour un paramètre donné,

Pi : est le chiffre du paramètre donné à l'entrée,

P0: est le chiffre du même paramètre à la sortie.

Ce taux très faible indique le non efficacité du clarificateur de la STEP.

e. La demande chimique en oxygène (DCO)

Les valeurs de la DCO montrent une nette baisse de l'entrée à la sortie de la station avec un rendement d'abattement de ce paramètre de l'ordre de 78,1% (calculé selon la formule 1). Ce taux malgré qu'il est un petit peu élevé , il n'a pas pu garantir à la sortie une valeur conforme ni à la norme algérienne (< 120mg/l) ni à celle de l'OMS (<90mg/l). Cela indique certainement un dysfonctionnement du procédé de traitement à boue activées qui est due probablement à l'inhibition de l'action des bactéries par les rejets urbains non biodégradables comme les détergents , tensioactifs .....ect [33].

f. La demande biochimique en oxygène DBO<sub>5</sub>

En examinant les résultats du (Tableau 1). Il ressort que l'eau brute à l'entrée de la station présente une DBO<sub>5</sub>de 110mg/l, alors que celle à la sortie est de 41 mg/l. On remarque

aussi que le rendement de ce paramètre qui est de l'ordre de 62 % (calculé selon la formule 1) n'a pas permis d'avoir à la sortie une valeur conforme ni à la norme algérienne (<35mg/l) ni à celle de l'OMS (<30mg/l). Ce résultat peut être expliqué par un dysfonctionnement du procédé de traitement à boue activées qui est due probablement à la présence d'inhibiteurs de l'action des bactéries dans les rejets urbains non biodégradables comme les détergents, tensioactifs .....ect [33].

g. **La biodégradabilité (le rapport DCO / DBO<sub>5</sub>)**

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydé par les micro-organismes qui interviennent dans le processus d'épuration biologique des eaux.

La biodégradabilité est exprimée par un coefficient K, tel que,  $K = DCO / DBO_5$  :

Si  $k < 1,5$  : cela signifie que les matières oxydables sont constituées en grande partie de matières fortement biodégradable ;

Si  $1,5 < K < 2,5$  : cela signifie que les matières oxydables sont moyennement biodégradables.

Si  $2,5 < K < 3$  : les matières oxydables sont peu biodégradables.

Si  $K > 3$  : les matières oxydables sont non biodégradables.

Dans notre cas ce rapport est de l'ordre de 5,4. Cela signifie que les rejets urbains qui arrivent à la station d'épuration ne sont plus des eaux usées domestiques (biodégradables), mais plutôt des eaux usées non biodégradables c'est-à-dire issues des activités commerciales artisanales et même industrielles.

Un coefficient K très élevé traduit la présence dans l'eau d'éléments inhibiteur de la croissance bactérienne, tels que, les sels métalliques, les détergents, les phénols, les hydrocarbures ... etc.

La valeur du coefficient K détermine le choix de la filière de traitement à adopter, si l'effluent est biodégradable on applique un traitement biologique, si non on applique un traitement physico-chimique [33].

Dans notre cas cela signifie que la filière de traitement qui a été adopté depuis 2008 dans la station de traitement de Guelma n'est plus appropriée, puisque au fil du temps la nature des rejets urbains a changé et on constate ces dernières années une prolifération des activités commerciales artisanales et même industrielles qui rejettent des eaux usées non biodégradables et qui contiennent des éléments inhibiteurs de la croissance bactérienne, tels que, les sels métalliques, les détergents, les phénols, les hydrocarbures ... etc. Ce type de rejet nécessite un prétraitement physicochimique avant le rejet dans la station.

## 4-2 Paramètres bactériologiques

Les résultats des analyses bactériologiques des eaux usées (a l'entrée de la station) et traitée (a la sortie de la station) **Tableau 2**, révèlent la présence des germes indicateurs de contamination fécale, ainsi que l'absence de germes pathogènes.

La charge moyenne en coliformes totaux (CT) est de  $14.10^6$  germes/ml dans l'eau usée et de  $2.10^4$  germes/100 ml pour l'eau traitée. En termes de charge bactérienne, l'eau usée est légèrement plus concentrée que l'eau traitée.

Pour les coliformes fécaux, les valeurs moyennes sont  $45.10^4$  de germes/ml dans l'eau usée et  $30.10^2$  germes/ml dans l'eau traitée. Les streptocoques fécaux (SF) représentent  $14.10^3$  germes/ml dans l'eau usée et  $11.10^2$  germes/ml dans l'eau traitée.

- Le rapport CF/SF pour les deux effluents est supérieur à 1, ce qui signifie que la pollution fécale est d'origine humaine.

D'après les résultats du tableau les germes pathogènes (les Salmonelle et les V.Cholérique) sont absents dans les deux cas. Mais il ya la présence des coliformes fécaux et des streptocoques fécaux qui ne sont pas bonnes pour l'irrigation.

## 5- Conclusion

Le traitement de l'eau usée a pour objectif de réduire le niveau de contamination en divers éléments, pour la rendre respectueuses du milieu récepteur ou facilement réutilisable en agriculture.

Les paramètres physiques et chimiques et bactériologiques des eaux permettent d'évaluer l'efficacité du traitement de la station des eaux usées avant leur rejet dans le milieu naturel.

Les quatre paramètres essentiels pour la caractérisation du bon fonctionnement d'une STEP à savoir CE, MES, DCO, DBO<sub>5</sub> nous ont permis de constaté l'effet négatif de la nature des rejets urbaine sur le fonctionnement normale de la STEP de Guelma. En effet, le procédé biologique adopté jusqu'à ce jour (à boues activées) n'est plus efficace car il n'assure plus à la sortie de la STEP des rejets conformes aux normes nationales et internationales. Le disfonctionnement de ce procédé est due la présence dans l'eau d'éléments inhibiteur de la croissance bactérienne, tels que, les sels métalliques, les détergents, les phénols, les hydrocarbures ... etc.

Les paramètres bactériologiques ont révélé une contamination des eaux à la sortie de la STEP par des coliformes fécaux et des streptocoques fécaux qui interdisent leurs utilisations dans l'irrigation.

## Conclusion générale :

Le traitement des eaux usées est un processus très important pour la vie quotidienne des habitants des villes et du monde entier. On effectue l'épuration des eaux usées non seulement pour protéger la santé de la population et pour éviter les maladies contagieuses, mais aussi pour protéger l'environnement. Afin de montrer l'intérêt de leur épuration, nous avons présenté dans notre mémoire d'une part, les origines des eaux usées, et d'autre part, les différentes méthodes biologiques utilisées pour leur épuration pour limiter la pollution qui a un effet négatif sur les organismes vivants, des milieux surtout aquatique [31].

En s'appuyant sur les procédés physico-chimique et biologique, les stations d'épuration ont pour rôle de concentrer la pollution contenue dans les eaux usées sous forme de deux effluents : l'eau épurée et les boues.

Après avoir effectuée les analyses de qualité au laboratoire qui sont :

- ✓ Les paramètres physicochimiques (la température, pH, MES, DCO et DBO<sub>5</sub>),
- ✓ Les paramètres biologiques (la recherche des coliformes fécaux, les streptocoques fécaux, Salmonelle, vibron cholérique).

On est arrivé à la conclusion suivante :

La nature des rejets urbains a un effet négatif sur le fonctionnement normal de la STEP de Guelma. En effet, le procédé biologique adopté jusqu'à ce jour (à boues activées) n'est plus efficace car il n'assure plus à la sortie de la STEP des rejets conformes aux normes nationales et internationales.

Du point de vue bactériologique les eaux traitées de la STEP de Guelma, présentent des concentrations élevées en coliformes fécaux, (streptocoque), qui sont malheureusement aussi élevées autant à l'entrée qu'à la sortie.

A la lueur de ces résultats, il est important de dire que les eaux usées traitées au niveau de la STEP ne peuvent être destinées à l'irrigation et pourraient être la cause de maladies à transmission hydrique.

# **Références bibliographiques**

## Références bibliographiques

- [1] MEHAMMEDIA.A, TOUATI.T, 2020. Evaluation de l'efficacité de la station d'épuration des eaux usées (STEP) de Guelma. Mémoire de master 2, Univ.Guelma.
- [2] BOUKHADRA.A, 2016. Traitement des eaux domestiques (STEP) de Guelma. Mémoire de master 2, Univ.Guelma.
- [3] Hamaidi C., Zoubiri A F., Hamaidi M S., Debib A., Kais.2002. Evaluation de l'efficacité de la station d'épuration de Médéa (Algérie). *Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°26, Juin 2016, pp. 113-128*
- [4] M.S.ZEGHOUD « Etude de système d'épuration des eaux usées urbaines par lagunage naturel de village de Méghibra ».mémoire de master. UNIVERSITE D'EL –OUED (Algérie) ,2014.
- [5] M.E.S.KOUADIO « Etude des boues de traitements des eaux usées de la STEP de Guelma». Mémoire de master .université de Guelma (Algérie) ,2015.
- [6] H.SAADI « Etude des performances d'un lit bactérien classique à garnissage en pouzzolane de Beni Saf ». Mémoire de master. Université ABOU BEKR BELKAID (Algérie) ,2013.
- [7] L. KARDACHE «VALORISATION ÉNERGETIQUE DES BOUES DE LA STATION D'ÉPURATION DE BOUMERDES ».Mémoire de master. Université M'HAMED BOUGERA BOUMERDES (Algérie) ,2016.
- [8] M.MAHDJAR « Etude des performances de la station d'épuration de la ville d'Ouargla ». Mémoire de master. Université KASDI MERBAH Ouargla (Algérie) ,2016.
- [9]A.K.AZZEDINE « Suivi du rendement épuratoire de la station d'épuration des eaux usées de la ville de Guelma ». Mémoire de master .université de Guelma (Algérie), 2016.
- [10] Station d'épuration de Guelma 2010 (Fiche technique).
- [11] Boualla N., Hadj Hassan B., Benziane A., Derrich Z. 2011. L'expérience Algérienne en matière d'épuration des eaux usées. Science Lib Edition Mersenne : Volume 3, Issue 111115, 8p
- [12] ZIZI.D.R, 2015. mise en évidence traces métalliques dans les eaux et sédiments de la Seybouse, mémoire pour l'obtention de diplôme master 2, univ guelma.
- [13] F.Z.KHADJADJA « Evaluation de la qualité des effluents de la STEP de la ville de Guelma pour une utilisation en agriculture ». Mémoire de master .université de Guelma(Algérie), 2013.
- [14] Hatem, 2008, thèse, « Traitement des eaux usées urbaines, les procédés Biologiques

d'épuration, université Virtuelle de Tunis.

[15] S. W. Dekhil « Traitement des eaux usées urbaines par boues activées au niveau de la ville de Bordj Bou Arreridj en Algérie effectué par la station d'épuration des eaux usées ONA. ». Mémoire Online. Université Mohamed El Bachir Elibrahimi (Algérie), 2012.

[16] M.S. Mtahri « élimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes. Cas de step Est de la ville de Tizi Ouzou. ». Thèse de doctorat. Université de Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou (Algérie) ,2012

[17] Batoul Benkaddour. Contribution à l'étude de la contamination des eaux et des sédiments de l'Oued Chélif (Algérie). Autre. Université de Perpignan; Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem (Mostaganem, Algérie), 2018.

[18] Cherif H, Ramdani Ch, Efficacité du traitement de l'azote dans les stations d'épuration à boues activées: cas de la STEP de Ain El Houtz, Eau, Sol et Aménagement, Master, Tlemcen : Université Abou Bekr Belkaid, 2016, P 05, P 34.

[19] Gharbi.I, Gharbi.N, 2019, Etude physico-chimique par boue activée et par électrocoagulation-Application aux eaux usées de Guelma, Mémoires de Projet de Fin d'Étude 2ème Année Master, Univ Guelma, Master En Hydraulique.

[20] Benelmouaz. A, 2015, Mémoire de projet de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Master en Hydraulique, univ de Telemcen .

[21] S.Sahnoun. F.Guerrah « essais de germination des graines de caroubier (*Certonia siliqua* L.) Par l'utilisation des effluents secondaires de la STEP de Tizi-Ouzou. ». Mémoire de fin de cycle. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou (Algérie), 2018/2019.

[22]Dr.V.Debbaut "Etude de la qualité à la consommation humaine dans le sous bassin versant de Ravine Diable (Anse-à-Veau)".Mémoire de master. Université de Liège. Communauté Française de Belgique, 2016/2017.

[23] FOUZIA HAMIDANE« rôle des dessableur – deshuileur dans une station dépuraton » Thèse de MASTER II Université 08 mai 45 – Guelma: Faculté des Sciences et de la Technologie Département de : Génie Civil & Hydraulique pour master II Soutenu le : juin 2012.

[24] Amari.S, Berkane.S, 2015. Etude génotoxique des boues des eaux usées de la ville de Guelma, Biologie, Master, Guelma : université 8 Mai 1945, p9.

[25] F. Merrouchi « Assainissement. ». Cours. Université des sciences et sciences appliquée d'Oum El Bouaghi (Algérie).

[26] L. Arouche. T. Touil « Contribution à l'Etude de la performance de la station d'Epuration (STEP) de souk El Tnin-Béjaia. ». Mémoire de fin de cycle. Université A.

AMIRA de Bejaïa (Algérie), 2018.

[27] L. Babou. N. Mzyene « Suivi des paramètres physico-chimiques et biologiques des eaux brutes et traitées de la STEP Est de Tizi Ouzou. ». Mémoire de Master. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou (Algérie), 2017/2018.

[28] S. W. Dekhil « Traitement des eaux usées urbaines par boues activées au niveau de la ville de Bordj Bou Arreridj en Algérie effectué par la station d'épuration des eaux usées ONA. ». Mémoire Online. Université Mohamed El Bachir Elibrahimi (Algérie), 2012.

[29] S.BELHADJ, S.YAHIA –DAHMANA « Analyse de la qualité de l'eau suivant les normes de potabilité de quelques sources naturelle dans la commune de Feraoun (Wilaya Bejaia) ». Université Abderrahmane MIRA-Bejaia (Algérie), 2018.

[30] K. Merzougui « Etude comparative entre le traitement des eaux usées par boues activées et électrocoagulation au niveau de STEP (Guelma) », 2012.

[31] S.Moulin, D.R.Rechels, M. Stankovic « Traitement des eaux usées ».Cour. Centre d'enseignement et de recherche sur l'environnement et la société. 24rue Lhomond 75005 Paris, 2012/2013.

[32] Rejsek. F ,2002. Analyse de l'eau : Aspects et règlementaire et technique .Ed CRDP d'Aquitaine. France, 358 p

[33] Baumont S, Camard J-P, Lefranc A, Franconi A, 2005. Réutilisation des eaux usées épurées : risques sanitaires et faisabilité en Îlede- France. Observatoire régional de la santé Île-de-France, Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Ile-de-France, 222p.

## Résumé

Les eaux résiduaires de la STEP de Guelma, située au Nord-Est de l'Algérie, traitées par boues activées, ont été caractérisées afin d'évaluer l'efficacité du traitement en vue de la protection du milieu récepteur oued Seybouse et de la nappe phréatique de la région de Guelma. L'échantillonnage a concerné deux points de prélèvements : l'un à l'entrée de la STEP (1) et l'autre à sa sortie (2). Les résultats obtenus présentent des rendements épuratoires non satisfaisants ainsi que des rejets qui ne sont pas conformes aux normes. L'analyse des paramètres bactériologiques permet de dire les eaux usées traitées au niveau de la STEP ne peuvent être destinées à l'irrigation et pourraient être la cause de maladies à transmission hydrique.

**Mots clés:** Eaux usées, STP-Guelma, Boues activées, paramètres physico-chimiques, paramètres bactériologiques.

---

## ملخص

تم تمييز مياه الصرف الصحي من محطة معالجة المياه القنرة لولاية قالمة الواقعة في شمال شرق الجزائر والمعالجة بالحماة المنشطة من اجل تقييم حماية البيئة المستقبلية لوادي سيبوس و حماية منسوب المياه الجوفية لمدينة قالمة. تضمنت عملية فعالية المعالجة بهدف اخذ العينات اخذ عينتين، واحدة عند مدخل محطة معالجة مياه الصرف الصحي (1)

و الاخرى عند مخرجها (2) اظهرت النتائج التي تم الحصول عليها معالجة غير مرضية التي لا تتوافق مع المعايير المعمول بها وطنيا. يتيح تحليل الخصائص البكتريولوجية إمكانية القول بأن مياه الصرف الصحي المعالجة في محطة تصفية مياه الصرف الصحي لا يمكن إستخدامها في الري و يمكن ان تكون سببا في الأمراض التي تنقلها المياه. **الكلمات المفتاحية:** مياه الصرف الصحي, محطة معالجة المياه, الحماة المنشطة, الخصائص البكتريولوجية

---

## Abstract

The wastewater of the WWTP of Guelma, located in the North-East of Algeria, treated by activated sludge, was characterised in order to evaluate the efficiency of the treatment for the protection of the receiving environment oued Seybouse and the groundwater of the Guelma region. The sampling concerned two sampling points: one at the entrance of the WWTP (1) and the other at its exit (2). The results obtained show unsatisfactory purification yields as well as discharges that do not comply with standards. The analysis of the bacteriological parameters allows to say that the wastewater treated at the WWTP cannot be used for irrigation and could cause many water-borne diseases.

**Key words:** Wastewater, STP-Guelma, activated sludge, physico-chemical parameters, bacteriological parameters.

## Annexe I

24 Rabie El Aouel 1427  
23 avril 2006

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 26

5

## VALEURS LIMITES DES PARAMETRES DE REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS

N°	PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCES AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES 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	"	30	40
5	Phosphore total	"	10	15
6	DCO	"	120	130
7	DBO5	"	35	40
8	Aluminium	"	3	5
9	Substances toxiques bioaccumulables	"	0,005	0,01
10	Cyanures	"	0,1	0,15
11	Fluor et composés	"	15	20
12	Indice de phénols	"	0,3	0,5
13	Hydrocarbures totaux	"	10	15
14	Huiles et graisses	"	20	30
15	Cadmium	"	0,2	0,25
16	Cuivre total	"	0,5	1
17	Mercure total	"	0,01	0,05
18	Plomb total	"	0,5	0,75
19	Chrome Total	"	0,5	0,75
20	Etain total	"	2	2,5
21	Manganèse	"	1	1,5
22	Nickel total	"	0,5	0,75
23	Zinc total	"	3	5
24	Fer	"	3	5
25	Composés organiques chlorés	"	5	7

PH : Potentiel d'hydrogène  
 DBO<sub>5</sub> : Demande biologique en oxygène pour une période de cinq (5) jours  
 DCO : Demande chimique en oxygène  
 MES : Matière en suspension

## Annexe II

<b>Paramètre</b>	<b>Unités</b>	<b>Normes utilisée (OMS)</b>
<b>pH</b>	-	6,5-8,5
<b>DBO<sub>5</sub></b>	mg/l	<30
<b>DCO</b>	mg/l	<90
<b>MES</b>	mg/l	<20
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	mg/l	<0,5
<b>NO<sub>2</sub></b>	mg/l	1
<b>NO<sub>3</sub></b>	mg/l	<1
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	mg/l	<2
<b>T</b>	°C	<30
<b>Couleur</b>	-	Incolore
<b>Odeur</b>	-	Incolore
<b>Conductivité</b>	ms/cm	1 à 2