

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET  
POPULAIRE**

**MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA**

**Faculté des Mathématiques et de l'Informatique et des Sciences de la  
Matière**

**Département des Sciences de la Matière**

*Mémoire du projet de fin d'étude*

*Master 2*



**Spécialité : CHIMIE PHYSIQUE ET ANALYTIQUE**

*Présenté par :*

*Zeddouri Sawsen*

*Messai Khadidja*

---

***Caractérisation des paramètres de la pollution de la  
STEP de la région de Guelma***

---

**Sous la Direction de :**

*Dr . Athmani Ali Salah.*

**Juillet 2021**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## **Remerciements :**

Nous remercions le dieu tout puissant de nous avoir donné la force et le courage de mener à terme ce modeste travail.

Au terme de ce travail nous tenons à remercier tout d'abord et infiniment notre encadreur Athmani Ali Salah qui nous a accordé l'honneur de diriger ce travail, sa compétence et ses conseils pertinents ont été pour nous un solide repère et réconfort dans tous les moments.

Un grand merci au personnel de la STEP de Guelma surtout Mme Dounia et Mme Nour, pour leur disponibilité et leur aide.

Nous tenons à remercier nos enseignants à l'université depuis la première année.

Nous remercions aussi les membres de Jury pour l'honneur de juger notre travail.

Nos remerciements vont également à toutes les personnes qui nous ont aidés de près ou de loin pour la réalisation de ce mémoire.

A tous ceux que j'ai oublié de citer.

Merci.



*Dédicaces*

*Je dédie ce travail à :*

*Mon dieu tout puissant de nous avoir donné la force et le  
courage de mener à terme ce modeste travail.*

*Ma très chère et douce mère qui m'a toujours apporté son amour  
et son affection.*

*Mon cher père qui m'a toujours encouragé, conseillé et soutenu  
dans mon travail.*

*À mes chères soeurs : Salima, Rima, Marwa.*

*À mon cher frère : Abd Elhafide.*

*À mes chères petits poussins : Abd Erahman, Oussama,  
kawthar, Rahma et toute ma famille*

*A mes amies qui ont rempli ma vie de bonheur : Manal, Sabrina,  
Salma, Manal, Youssra, Khadidja.*

*A l'ensemble de mes camarades d'études qui sont devenus des  
amis précieux et tous les autres.*

*A tous ceux que j'aime et je n'ai pas cité leurs noms.*

*Merci*

*SAWSEN.*



*Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*A mes chers parents*

*A mes chers frères et soeurs.*

*A ma copine Zeddouri Sawssen.*

*A toute personne qui a contribué a*

*La réalisation de ce Manuscrit de près ou de loin*

*KHADIDJA.*



Remercîments	
Sommaire.....	I
Liste des tableaux .....	V
Liste des figures.....	VI
Liste des abréviations.....	VIII
Introduction générale.....	1

### **Chapitre I : Généralités sur les eaux usées**

I.1.Définition des eaux usées .....	2
I.2.Origine des eaux usées .....	2
I.3. les principaux rejets polluants.....	3
I.3.1. Les eaux usées domestiques .....	3
I.3.2. Les eaux usées industrielles.....	3
I.3.3. Les eaux usées pluviales .....	4
I.3.4. Les eaux usées agricoles .....	4
I.4. la pollution des eaux usées .....	5
I.4.1. Pollution minérale .....	5
I.4.2. la pollution microbiologiques .....	5
I.4.3. Pollution chimique .....	5
I.4.4. La pollution physique .....	5
I.4.5. Pollution par le phosphore .....	6
I.4.6. Pollution par l'azote .....	6
I.4.7 La pollution thermique .....	6
I.4.8 La pollution radioactive .....	6
I.4.9 la pollution par hydrocarbures .....	6
I.5. Normes internationales .....	7
I.6.Normes de rejets Algérienne .....	8
I.7.Impactes sur l'environnement et la santé humaine .....	8
I.8.Conséquences du rejet sur le milieu récepteur.....	9
Conclusion.....	10

### **Chapitre II Procédés d'épuration des eaux usées**

II.1. Définition de l'épuration .....	11
II.2.Paramètres essentiels pour le choix d'une technologie de traitement des eaux usées.....	11

II.3. Rôle des stations d'épuration.....	11
II.4. Description de la station d'épuration des eaux usées de la ville de.....	12
II.4.1. Localisation .....	12
II.4.2. Emplacement et accès .....	12
II.4.3. Caractéristiques techniques de la STEP de Guelma.....	14
II.4.4. Caractéristique et nature des effluents.....	14
II.4.4.1. Nature des réseaux.....	14
II.4.4.2. Nature du traitement des eaux usées avant l'emplacement de la station.....	14
II.4.4.3. Charges hydrauliques et polluants.....	14
II.4.5. Point de rejet (Destination) .....	15
II.4.5.1. L'eau épurée .....	15
II.4.5.2. Les sous-produits issus de l'épuration.....	15
II.5. Les procédés d'épuration des eaux usées au niveau de la STEP de Guelma.....	15
II.5.1. Prétraitement .....	16
II.5.1.1. Dégrillage .....	16
II.5.1.2. Dessablage-Déshuilage.....	17
II.5.2. Traitement primaire .....	18
II.5.2.1. La décantation.....	18
II.5.2.2. Traitements de décantation physico-chimiques.....	19
II.5.2.3. Filtration .....	19
II.5.3. Traitement secondaire ou biologique.....	20
II.5.3.1. Les procédés extensifs.....	20
II.5.3.1.1. Le lagunage .....	20
II.5.3.2. Les procédés intensifs .....	21
II.5.3.2.1. Lit bactérien (culture fixe).....	21
II.5.3.2.2. Disque biologique (culture fixe).....	21
II.5.3.3. Clarification et rejet des effluents .....	22
II.5.4. Traitements complémentaires ou tertiaires.....	23
II.5.4.1. Elimination l'azotée .....	23
II.5.4.2. Elimination phosphorée. ....	23

II.5.4.3. Elimination des germes pathogènes (chloration) .....	24
II.5.5. Traitement des boues.....	25
II.5.5.1. Origine des boues.....	25
II.5.5.2. Déshydratation .....	25
II.5.5.3. Les lits de séchage.....	26
Conclusion.....	26

### Chapitre III Matériels et méthodes

III.1. prélèvement et échantillonnage.....	27
III.2. Analyses physico-chimiques.....	28
III.2.1. Température.....	28
III.2.2. potentiel hydrogène (pH) .....	28
III.2.2.1. Principe .....	28
III.2.2.2. Mode opératoire .....	28
III.2.3. la conductivité.....	29
III.2.3.1. Mesure de conductivité .....	29
III.2.3.2. principe.....	30
III.2.3.3 Mode opératoire .....	30
III.2.4. la turbidité .....	31
III.2.5. Oxygène dissous .....	31
III.2.5.1. Mode opératoire .....	31
III.2.6. Matière insoluble décantable (M.I.D).....	32
III.2.7. Matière en suspension MES .....	33
III.2.7.1. principe .....	33
III.2.7.2 Matériel utilisé .....	33
III.2.7.3. Mode opératoire .....	34
III.2.7.4. expression des résultats.....	34
III.2.8. La demande biochimique en oxygène DBO <sub>5</sub> .....	35
III.2.8.1. Principe.....	35
III.2.8.2. Matériels utilisé .....	35
III.2.8.3 Mode opératoire.....	36
III.2.9. Détermination de la demande chimique en oxygène(DCO).....	37
III.2.9.1. Principe .....	37
III.2.9.2. Matériel utilisé .....	37



III.2.9.3.Mode opératoire .....	38
III.2.9.4.Expression des résultats.....	38
III.2.10.Dosage des nitrates $\text{NO}_3^-$ .....	39
III.2.10.1Principe .....	39
III.2.10.2.Matériels utilisée.....	39
III.2.10.3 Mode opératoire.....	39
III.2.11.Azote ammoniacal $\text{NH}_4^+$ .....	40
III.2.11.1.Principe.....	40
III.2.11.2. Matériel utilisée.....	40
III.2.11.3.Mode opératoire .....	40
III.2.12.Nitrite $\text{NO}_2^-$ .....	40
III.2.12.1.Principe.....	40
III.2.12.2.Matériel utilisée .....	40
III.2.12. 3.Mode opératoire .....	41
III.2.13.Le phosphore .....	42
III.2.13.1.principe.....	42
III.2.13.2.Matériel utilisée .....	42
III.2.13.3.Mode opératoire .....	42
III.2.14. Matière sèche.....	43
III.2.14.1. Détermination de MS .....	43
III.2.15. Matière volatile en suspension MVS .....	43
Conclusion.....	44

#### **Chapitre IV : Résultats et discussion**

IV.1. Les résultats des analyses des paramètres physico-chimiques de l'eau.....	45
IV.1. 1. La température.....	45
IV.1.2. Le Potentiel d'hydrogène (pH).....	47
IV.1.3.La conductivité électrique .....	48
IV.I.4. Dosage des Matières En Suspension (MES).....	49
IV.I.5. La demande chimique en oxygène DCO.....	51
IV.I.6. La demande biochimique en oxygène (DBO <sub>5</sub> ).....	52
IV.I.7. Matières azotées.....	53
IV.I.7.1. Ammonium $\text{NH}_4^+$ .....	54
IV.I.7.2. Les nitrites $\text{NO}_2^-$ .....	54

IV.I.7.3. Nitrates  $\text{NO}_3^-$  .....55

Conclusion.....57

Conclusion général .....58

**Chapitre I :**

**Tableau I.1.** Normes de rejets internationales .....7

**Tableau I.2.** Les valeurs limitent des paramètres de rejet dans un milieu récepteur .....8

**Chapitre II :**

**Tableau II.1.** Charge polluante. ....14

**Tableau II.2.** Quantité de chlore a Dosé. ....24

**Chapitre IV**

**Tableau IV.1** .Variation hebdomadaire du rapport  $DBO_5/ DCO$ .....53

**Chapitre II**

**Figure. II.1.**photo aérienne de la station d'épuration .....13

**Figure. II.2.**dégrillage (STEP Guelma 2021) .....16

**Figure. II.3.**Dessablage (STEP Guelma 2021).....17

**Figure .II.4:** Dessablage et déshuilage (STEP Guelma 2021).....18

**Figure. II.5.**décanteur primaire (STEP Guelma 2021).....19

**Figure .II.6 :** Bassin d'aération (STEP Guelma 2021).....20

**Figure. II.7:** Clarificateur (STEP Guelma 2021).....22

**Figure. II.8.**Bassin de désinfection (STEP Guelma 2021).....24

**Figure. II. 9 :** Epaisseur des boues (STEP Guelma 2021).....25

**Figure. II.10:** Lit de séchage (STEP Guelma 2021).....26

**Chapitre III**

**Figure III.1:** pH mètre.....29

**Figure.III.2 :** Conductimètre.....30

**Figure.III. 3.** Oxymétrie portatif (oxy).....32

**Figure. III.4.** Cônes D'Imhof .....32

**Figure. III.5.** Pompe à vide.....33

**Figure.III.6.** Dessiccateur (à droite) l'étuve (à gauche).....34

**Figure.III.7.** Flacons pour la DBO.....35

**Figure.III.8.** Oxymètre.....37

**Figure.III.9.** plaque chauffant avec tubes et réfrigérants.....38

**Figure.III.10.** Spectrophotomètre.....41

**Chapitre IV**

**Figure IV.1 .**Variation de la température de la STEP de Guelma.....46

**Figure. IV.2.** Variation du pH de la STEP de Guelma.....47

**Figure. IV.3.** Variation de la conductivité de la STEP de Guelma.....48

**Figure. IV.4.**Variation de la matière en suspension (mg/(L) de la STEP de Guelma.....50

**Figure IV.5.** Variation de la DCO mg O<sub>2</sub>/L de la STEP de Guelma.....51

**Figure IV.6.** Variation de la DBO<sub>5</sub> mg O<sub>2</sub>/L de la STEP de Guelma.....52

**Figure IV.7.** Variation de l'ammonium NH<sub>4</sub><sup>+</sup> de la STEP de Guelma.....54

**Figure. IV.8.** Variation de nitrite NO<sub>2</sub><sup>-</sup> de la STEP de Guelma.....55

**Figure IV.9.** Variation de Nitrates NO<sub>3</sub><sup>-</sup> de la STEP de Guelma.....56

- STEP** : Station d'épuration des eaux usées.
- 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.
- MMS** : matière minérales sèche (mg/L).
- DCO** : demande chimique en oxygène.
- DBO** : demande biochimique en oxygène.
- NTK** : L'azote total de Kjeldahl.
- PO<sub>4</sub>H<sub>2</sub>**: Ortho-phosphate, soluble PO<sub>4</sub>H<sub>2</sub>.
- CE** : Conductivité Electrique (µs/cm).
- OH<sup>-</sup>** : Ion hydroxyde.
- JORA** : journal officiel de la république algérienne.
- OMS** : Organisation mondiale de la santé
- T** : Température
- O<sub>2</sub>** : Oxygène dissous.
- ONA** : Office National d'Assainissement.

### Introduction Générale

L'accroissement démographique, le développement industriel, agricole et les rejets urbains dans la région de Guelma, se sont traduits par l'intensification des différents rejets non contrôlés, provoquant la dégradation de l'environnement et la contamination des eaux de surfaces. Les études effectuées ces dernières décennies dans la région ont montré que les rejets industriels et urbains non contrôlés étaient la cause de la contamination des sols et des ressources en eau. En effet, les rejets liquides d'origines domestiques et industriels générés par la ville de Guelma, les communes de Medjez Ammar, El Fedjoug, Heliopolis, Belkheir et Boumahra sont déversés directement dans l'oued Seybouse d'une façon précaire et sans aucun traitement préalable, à l'exception des rejets de l'oued Sekhoun et de l'Oued Maiz, qui sont collectés et épurés par la station d'épuration de Guelma. [1]. La station d'épuration de Guelma est entrée en service en 2008, elle avait pour objectif l'épuration de 43 388 m<sup>3</sup> /j d'eaux usées, d'où un apport non négligeable d'eau pour l'irrigation des terres agricoles de la région. [2], [3]. C'est dans ce contexte que s'inscrit cette étude qui a pour objectif d'évaluer la qualité physico-chimique des eaux épurées et consiste ainsi à évaluer les performances épuratoires et les rendements de la station d'épuration de la ville de Guelma.

En vue de maîtriser les risques environnementaux causés par les eaux usées, une analyse de celles-ci est nécessaire, et ce en se basant sur les différentes techniques d'interprétation des résultats des analyses chimiques des paramètres physico-chimiques suivants: La température, le pH, la conductivité, la Demande Chimique en Oxygène (DCO), la Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours (DBO<sub>5</sub>) et les Matières En Suspension (MES). la turbidité, les matières azotées, ortho phosphates.

Il s'agit en effet de déterminer et quantifier les substances et micro-organismes contenus dans ces eaux dans l'optique de trouver les moyens de les supprimer ou de les réduire à un taux acceptable pour permettre leur rejet dans l'environnement.

Ce mémoire est structuré en quatre chapitres, le premier présente des données bibliographiques et englobe des généralités sur les eaux résiduaires. Le deuxième chapitre matériels et méthodes et constitue une identification de la zone d'étude et la description de la station d'épuration de Guelma., et aussi on va présenter l'échantillonnage effectué au niveau de la STEP et le dernier chapitre est réservé à la présentation des résultats, leurs interprétations et discussion. Une conclusion générale est donnée à la fin de ce manuscrit, et fait ressortir l'essentiel des aboutissements de cette étude.

*Chapitre I :*  
*Généralité sur les*  
*eaux usées*



Les eaux usées sont des milieux extrêmement complexes, altérées par les activités anthropiques à la suite d'un usage domestique, industriel, artisanal, agricole ou autre. Elles sont considérées comme polluées et doivent être donc traitées avant toute réutilisation ou injection dans les milieux naturels récepteurs [1]. C'est pourquoi, dans un souci de respect de ces différents milieux naturels récepteurs, des traitements d'abattement ou d'élimination de ces polluants sont effectués sur tous les effluents urbains ou industriels. Ces traitements peuvent être réalisés de manière collective dans une station d'épuration ou de manière individuelle également par des procédés intensifs ou extensifs [2].

### *1.1. Définition des eaux usées*

Les eaux usées sont toutes les eaux des activités domestiques, agricoles et industrielles chargées en substances toxiques qui parviennent dans les canalisations d'assainissement. Les eaux usées englobent également les eaux de pluies et leur charge polluante, elles engendrent au milieu récepteur toutes sortes de pollution et de nuisance [3].

### *1.2. Origine des eaux usées*

Les eaux usées quelle que soit leur origine, sont généralement chargées en éléments indésirables, qui selon leurs composition, représentent un danger réel pour les milieux récepteurs ou leurs utilisateurs. L'élimination de ces éléments toxiques exige de concevoir une chaîne de traitement. Toutefois, avant de concevoir tout procédé d'épuration, il est impératif de caractériser l'effluent à traiter quantitativement et qualitativement.

### ***1.3. Les principaux rejets polluants***

Les rejets sont de diverses origines classées en :

#### ***1.3.1. Eaux usées domestiques***

Les effluents domestiques sont un mélange d'eaux contenant des déjections humaines: urines, fèces (eaux vannes) et eaux de toilette et de nettoyage des sols et des aliments (eaux ménagères). Ces eaux sont généralement constituées de matières organiques dégradables et de matières minérales, ces substances sont sous forme dissoute ou en suspension. Elles se composent essentiellement par des eaux de vanne d'évacuation de toilette. Et des eaux ménagères d'évacuation des cuisines, salles de bains. Elles proviennent essentiellement :

- Des eaux de cuisine qui contiennent des matières minérales en suspension provenant du lavage des légumes, des substances alimentaires à base de matières organiques (glucides, lipides, protides) et des produits détergents utilisés pour le lavage de la vaisselle et ayant pour effet la solubilisation des graisses
- Des eaux de buanderie contenant principalement des détergents ;
- Des eaux de salle de bain chargées en produits utilisés pour l'hygiène corporelle, généralement des matières grasses hydrocarbonées
- Des eaux de vannes qui proviennent des sanitaires (w.c), très chargées en matières organiques hydrocarbonées, en composés azotés, phosphatés et microorganisme. [4]

#### ***1.3.2. Eaux usées industrielles***

Origine industrielle Les déchets et les effluents industriels définissent largement la qualité et le taux de pollution de ces eaux usées. Les établissements industriels

utilisent une quantité importante d'eau qui tout en restant nécessaire à leur bonne marche, n'est réellement consommée qu'en très faible partie le reste est rejeté.

On peut néanmoins, faire un classement des principaux rejets industriels suivant la nature des inconvénients qu'ils déversent :

- Pollution due aux matières en suspension minérales (Lavage de charbon, carrière, tamisage du sable et gravier, industries productrices d'engrais phosphatés....)
- Pollution due aux matières en solution minérales (usine de décapage, galvanisation...)
- Pollution due aux matières organiques et graisses (industries agroalimentaires, équarrissages, pâte à papier...)
- Pollution due aux rejets hydrocarbonés et chimiques divers (raffineries de pétrole, porcherie, produits pharmaceutiques.....)
- Pollution due aux rejets toxiques (déchets radioactifs non traités, effluents radioactifs des industries nucléaires....).

Les eaux résiduaires d'origine industrielle ont généralement une composition plus spécifique et directement liée au type d'industrie considérée. Indépendamment de la charge de la pollution organique ou minérale, de leur caractère putrescible ou non, elles peuvent présenter des caractéristiques de toxicité propres liées aux produits chimiques transportés. [5]

### ***1.3.3. Les eaux usées pluviales***

Les eaux de pluie qui ruissellent sur les surfaces imperméables (toitures, revêtements imperméables, routes et parkings, etc.) ne sont pas considérées comme des eaux usées. Néanmoins, historiquement, les eaux de pluie étaient collectées avec les réseaux de tout-à-l'égout. Cette méthode pose toutefois des difficultés lors des épisodes pluvieux intenses, comme les orages : la quantité d'eau - mélange d'eaux pluviales et d'eaux usées - qui arrive à la station peut largement dépasser ses capacités de traitement. Dans ce cas, de l'eau non traitée est rejetée dans le milieu par des déversoirs d'orage implantés sur le réseau (dit « réseau unitaire »), qui fonctionnent comme des soupapes de sécurité. Mais chargée en polluants et en déchets, l'eau

rejetée risque d'impacter la qualité des milieux récepteurs. Elle nécessite donc un traitement avant rejet elle aussi.

#### ***1.3.4. Les eaux usées agricoles***

Le secteur agricole reste le plus grand consommateur des ressources en eau. Les pollutions dues aux activités agricoles sont de plusieurs natures :

- Apport des eaux de surface de nitrate et de phosphate utilisés comme engrais

Les eaux usées des établissements agricoles concernent toutes les eaux impropres à la consommation ayant fait l'objet d'une utilisation ou ayant subi une transformation, et qui proviennent directement ou indirectement de leurs activités.

Dans le cas d'un établissement d'élevage ces eaux comprennent :

- les eaux de lavage du matériel de traite et du réservoir à lait
- les eaux de lavage du pis (vache, chèvre, brebis)
- les eaux d'évier
- les eaux utilisées lors du nettoyage des planchers, des installations, des instruments et des camions de transport

### ***1.4. La pollution des eaux usées***

La pollution ou la contamination de l'eau peut être définie comme la dégradation de celle-ci en modifiant ses propriétés physiques, chimiques et biologiques; par des déversements, rejets, dépôts directs ou indirects de corps étrangers ou de matières indésirables telles que les microorganismes, les produits toxiques, les déchets industriels. Selon leurs natures, on distingue divers types de pollution.

#### ***1.4.1. Pollution minérale***

Elle est constituée essentiellement des métaux lourds en provenance des industries métallurgiques et de traitement de minerais, ex (plomb, du cuivre, du fer, du zinc et du mercure...etc.).

#### ***1.4.2. Pollution microbiologiques***

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.

#### ***1.4.3. Pollution chimique***

Le résultat des rejets chimiques, essentiellement d'origine industrielle. La pollution chimique des eaux est regroupée en deux catégories :

- Organiques (hydrocarbures, pesticides, détergents, phénols...)
- Minérales (métaux lourds, cyanure, azote, phosphore...).

#### ***1.4.4. Pollution physique***

Qu'est-ce? Les activités humaines peuvent engendrer de nombreuses modifications du milieu naturel: aménagement/exploitation du lit, des berges, du fond (extraction), rejets de matières en suspension, thermie (refroidissement) ou de matières radioactives, ...

#### ***1.4.5. Pollution par le phosphore***

Le phosphore a pour origine les industries du traitement de surfaces des métaux, les laveries industrielles des fabrications, d'engrais agroalimentaire. Comme l'azote, le phosphore est un élément nutritif, 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.

#### ***1.4.6. Pollution par l'azote***

Les activités industrielles, peuvent être à l'origine des rejets plus ou moins riches en azote (élément nutritif) issu des fabrications d'engrais, des cokeries, et des industries chimiques et agroalimentaires. L'azote existe sous deux formes: la forme réduite qui regroupe l'azote ammoniacal ( $\text{NH}_3$  ou  $\text{NH}_4^+$ ) et l'azote organique (protéine, créatine, acide urique). Plus une forme oxydée en ions nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) et nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ).

#### ***1.4.7. La pollution thermique***

Les eaux rejetées par les usines utilisant un circuit de refroidissement de certaines installations (centrales thermiques, nucléaires, raffineries, aciéries..); ont une température de l'ordre de (70 à 80°C.) Elle diminue jusqu'à (40 à 45°C) lorsqu'elle

contacte les eaux des milieux aquatiques entraînant un réchauffement de l'eau, qui influe sur la solubilité de l'oxygène [6].

#### **I.4.8. La pollution radioactive**

C'est celle qui est occasionnée par une éventuelle radioactivité artificielle des rejets qui trouvent leur source dans l'utilisation de l'énergie nucléaire sous toutes ces formes (installations et centrales d'exploitation de mine d'uranium, traitement des déchets radioactifs). Les éléments radioactifs s'incorporent dans les molécules des organismes vivants. Plus on s'élève dans la chaîne alimentaire plus les organismes sont sensibles aux rayonnements [7].

#### **I.4.9 la pollution par hydrocarbures**

La pollution par les hydrocarbures résulte de plusieurs activités liées à l'extraction du pétrole, à son transport et en aval à l'utilisation de produits finis (carburants et lubrifiants), ainsi qu'aux rejets effectués par les navires (marées noires). Les effets des hydrocarbures dans le milieu marin sont considérables. Ils dépendent largement de leur composition. En fait leurs activités peuvent s'exercer selon plusieurs modalités très différentes.

- **Toxicité aigüe:** elle s'exerce sur l'ensemble des êtres vivants du milieu (végétaux, animaux ou bactéries) provoquant des disparitions immédiate des poissons s'effectuent par colmatage des bronchites. Les oiseaux sont également tués en masses par engluage des plumes. On n'estime que 150 000 à 400 000 le nombre d'oiseaux tués annuellement par les hydrocarbures.

- **Toxicité à long terme:** les hydrocarbures ou les produits de dégradation, peuvent être accumulés par les différents organismes marins, après leur ingestion, leurs effets peuvent s'étaler sur des périodes très longues. Ce danger est évidemment plus grave lorsqu'il s'agit des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HPA) cancérigènes. Ils sont repris par les chaînes alimentaires et concentrées jusqu'à des taux très élevés. On imagine le danger que peut présenter ce phénomène pour le consommateur humain [7].

### ***1.5. Normes internationales***

La norme est représentée par un chiffre qui fixe une limite supérieure à ne pas dépasser ou une limite inférieure à respecter. Un critère donné est rempli lorsque la

norme est respectée pour un paramètre donné. Une norme est fixée par une loi, une directive, un décret de loi.

Les normes internationales selon l'organisation mondiale de la santé pour les eaux usées sont représentées dans le tableau suivant:

**Tableau I. 1. Normes de rejets internationales**

<i>Paramètres</i>	<i>Unités</i>	<i>Norme utilisée (OMS)</i>
pH	-	6,5-8,5
DBO <sub>5</sub>	mg/L	<30
DCO	mg/L	<90
MES	mg/L	<20
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/L	<0,5
NO <sub>2</sub>	mg/L	<1
NO <sub>3</sub>	mg/L	<1
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	mg/L	<2
Température	°C	<30
Couleur		Incolore
Odeur		Incolore

### **1.6. Normes Algériennes**

Les eaux usées se caractérisent par des paramètres physico-chimiques et bactériologiques, qui permettent de déterminer leur éventuelle origine et de connaître l'importance de leur charge polluante. Avant qu'elles ne soient rejetées dans le milieu naturel et ne le dégradent, elles doivent impérativement obéir à des normes établies pour protéger les milieux récepteurs contre la pollution. Pour cela, elles sont acheminées vers une station d'épuration où elles subissent plusieurs phases de traitement.

Selon les normes Algériennes les valeurs limites maximales de rejet d'effluents sont regroupées dans le tableau I.2.

*Tableau 1.2. Les valeurs limitent des paramètres de rejet dans un milieu récepteur (JORA, 2014)*

<b>PARAMÈTRES</b>	<b>UNITÉS</b>	<b>VALEURS LIMITES</b>
<i>Température</i>	°C	<b>30</b>
<i>pH</i>	-	<b>6,5-8,5</b>
<b>MES</b>	mg/L	<b>35</b>
<b>DBO5</b>	mg/L	<b>35</b>
<b>DCO</b>	mg/L	<b>120</b>

### **I.7. Impact des eaux usées sur l'environnement**

Les eaux usées rejetées dans les milieux aquatiques sans traitement préalable peuvent occasionner des dégâts irréversibles sur la santé du vivant et sur les écosystèmes.

#### **•Sur l'environnement**

Le déversement des eaux usées directement dans l'environnement cause de nombreux dangers pour la survie des organismes vivants et l'équilibre écologique. Par exemple la présence de quantités excessives d'azote et de phosphore engendre un phénomène appelé eutrophisation, qui favorise la prolifération de végétaux et diminue la quantité d'oxygène dissous, ce qui provoque à long terme la mort de nombreux organismes vivants au sein du milieu aquatique (poissons, crustacés, etc....) [8]

La présence des éléments traces métalliques comme le mercure et l'arsenic dans ces eaux peut avoir un impact négatif sur les organismes vivants les plus fragiles en raison de leur toxicité même à faibles doses, provoquant des dysfonctionnements et des troubles dans leurs fonctions physiologiques (nutrition, respiration et reproduction) [8].



La qualité de l'eau des nappes phréatiques peut être également dégradée par l'infiltration des eaux usées à travers le sol, qui permet la migration des polluants présents dans ces eaux usées vers les eaux souterraines [9].

#### • **Sur la santé humaine**

L'eau est un élément indispensable à la vie humaine. L'insuffisance ou la mauvaise qualité de l'eau est à l'origine de nombreuses maladies dans le monde, notamment dans les pays en développement où 80% des maladies sont dues à l'eau [10]

Les maladies hydriques peuvent être classées selon six catégories différentes :

- Maladies transmises par l'eau (parasites, bactéries, virus).
- Infections de la peau et des yeux, dues au manque d'eau.
- Maladies causées par un organisme aquatique invertébré.
- Maladies causées par un insecte fourmillant à proximité de l'eau.

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), chaque année 4 milliards de cas de diarrhée, en plus des millions d'autres cas de maladies, sont liés à un manque d'accès à l'eau propre pour la consommation humaine. Chaque année, il y a 1,7 million de personnes qui meurent à la suite de diarrhées, la plupart étant des enfants âgés de moins de cinq ans. La santé humaine est gravement touchée par les maladies liées à l'eau, de même que par la pollution due à des rejets de produits chimiques dans l'eau issus des différentes activités humaines. D'après l'UNICEF 60% de la mortalité infantile dans le monde est due à des maladies infectieuses ou parasitaires, majoritairement liées à la pollution de l'eau.

### *1.8. Conséquences du rejet sur le milieu récepteur*

Le rejet des eaux usées brutes perturbe l'équilibre du milieu récepteur, la quantité de pollution rejetée est devenue incompatible avec les capacités d'autoépuration des cours d'eau et provoque des conséquences néfastes telle que la dégradation du milieu naturel et le risque de contamination des eaux souterraines, dont le plus important est l'eutrophisation, ou vieillissement prématuré et accéléré d'un plan d'eau. La matière organique contient du phosphore et de l'azote qui sont deux éléments importants pour la survie et la croissance de tout être vivant. Un surplus de ces deux éléments nutritifs provoque la prolifération d'algues et de plantes aquatiques. Ces dernières peuvent rapidement envahir un plan d'eau ou gêner l'écoulement d'un cours d'eau. Elles

consomment également une grande quantité d'oxygène. De plus, les bactéries et autres décomposeurs utilisent l'oxygène dissous dans l'eau pour digérer la matière organique. La prolifération des algues et des bactéries dans l'eau provoque une baisse de l'oxygène dans l'eau ce qui étouffe littéralement les poissons et les insectes qui y vivent. Cependant, les eaux usées ne sont pas la seule cause de l'eutrophisation; l'épandage d'engrais agricole est en effet la première source de phosphore et d'azote. On estime leur concentration dans les eaux usées urbaines comprise entre 103 et 104 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. Parmi les infections virales d'origine hydrique, on trouve la poliomyélite, l'hépatite A.

### **Conclusion**

Compte tenu des éléments présents dans les eaux usées, la réutilisation d'une eau de mauvaise qualité peut présenter des risques pour la santé et l'environnement, et poser des problèmes d'ordre technique. D'un point de vue sanitaire, la quantité de contaminants qui parvient dans l'environnement se nomme la charge excrétée. Sa composition dépend de la population à l'origine de la production des eaux usées, et notamment de la proportion d'individus infectés et des conditions d'hygiène. Elle peut être considérablement réduite par un traitement.

## Références bibliographique

### Introduction

- [1] Djabri L., Hani A., Laouar R., Mudry J., and Louhi A., 2003. Potential pollution of groundwater in the valley of the Seybouse River, North-Eastern Algeria. *Environmental Geology*, Vol. 4 N° 6, pp.738-744.
- [2] Touati M., 2016. Caractéristiques physico-chimiques des eaux usées épurées de la STEP de Guelma - Conséquences sur l'environnement. Mémoire de Master, Université d'Annaba, Algérie.
- [3] Kachi N., 2015. Impact du périmètre irrigué sur la qualité des eaux souterraines dans le bassin versant de la Seybouse. Thèse de doctorat en Hydrogéologie. Université Badji Mokhtar Annaba, Algérie.

### Chapitre I

- [1] Salghi R, Différentes filières de traitement des eaux, eduniv IZ Rabat, p.22, (2001).
- [2] Paulsrud B et HARALDSEN S, (1993). Experiences with the Norwegian approval system for small waste water treatment plants. *Wat. Sc. Techn.*, vol. 28, n° 10, pp. 25-32.
- [3] Dugniolle H, (1980). L'assainissement des eaux résiduaires domestiques, CSTC - revue n° 3- septembre, pp. 44-52.
- [4] Rejsek, F. (2002) Analyse des eaux: Aspects réglementaires et techniques. Scéren (CRDP AQUITAINE). Coll. Biologie technique. Sciences et techniques de l'environnement. 360p.
- [5] (Rodier J., 1996) L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8eme édition, DUNOD. Paris, 1383p.
- [6] traité de l'environnement, technique de l'ingénieur, volume G1210
- [7] Faiza.M (2009), Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement
- [8] Cadastre hydraulique du bassin hydrographique du Chéouli-Aval du barrage de Boughzoul. Deuxième partie : Bas Chéouli et Mina. 2004.
- [9] ONS : Office National des Statistiques [Internet]. [Cited 2017 Nov 11]. Available from: <http://www.ons.dz/-population-et-demographie-.html>
- [10] Benson-Evans K, Randerson P, Al-Asadi MS. Ecological studies of three west Algerian rivers: The River Chéouli and its tributary the river Mina. *Mesopotamian Journal of Marine Science*. 2006;21:175–196.

*Chapitre II : procédés  
d'épuration des eaux  
usées*

Pour recycler les eaux usées dans le milieu naturel et les rendre propres et sécuritaires, l'épuration des eaux usées s'avère une nécessité primordiale. Elle est effectuée au niveau des stations d'épuration (STEP) où les eaux usées subissent des prétraitements, et différents types de traitements : physiques, biologiques et physico-chimiques.

### **II.1. Définition de l'épuration**

En assainissement, l'épuration constitue le processus visant à rendre aux eaux résiduaires rejetées la qualité répondant aux exigences du milieu récepteur il s'agit donc d'éviter une pollution l'Environnement et non de produire de l'eau potable [1].

### **II.2. Paramètres essentiels pour le choix d'une technologie de traitement des eaux usées**

Les paramètres essentiels qui doivent être pris en compte pour le choix d'une technologie de traitement doivent tenir compte :

- Des exigences du milieu récepteur.
- Des caractéristiques des eaux usées, (demande biochimique en oxygène, demande chimique en oxygène, matières en suspension...etc.).
- Des conditions climatiques (température, évaporation, vent, etc.).
- De la disponibilité du site.
- Des conditions économiques (coût de réalisation et d'exploitation).
- Des facilités d'exploitations, de gestion et d'entretien [2].

### **II.3. Rôle des stations d'épuration**

Ce rôle peut être résumé dans les points suivants :

- Traiter les eaux.
- Protéger l'environnement.
- Protéger la santé publique.
- Valoriser éventuellement les eaux épurées et les boues issues du traitement [3].

## **II.4. Description de la station d'épuration des eaux usées de la ville de Guelma**

### **II.4.1. Localisation**

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

### **II.4.2. 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 en diamètre 700 mm en provenance du premier poste de refoulement SP1 (OUED MAIZ) avec un débit de 1575 m<sup>3</sup>/h, l'autre en diamètre 500mm en provenance du second poste de refoulement SP2 (OUED SKHOUNE) son débit est de 1125m<sup>3</sup>/h. et l'emplacement de ces 02 postes était également pris en considération. (**STEP Guelma, 2008**)

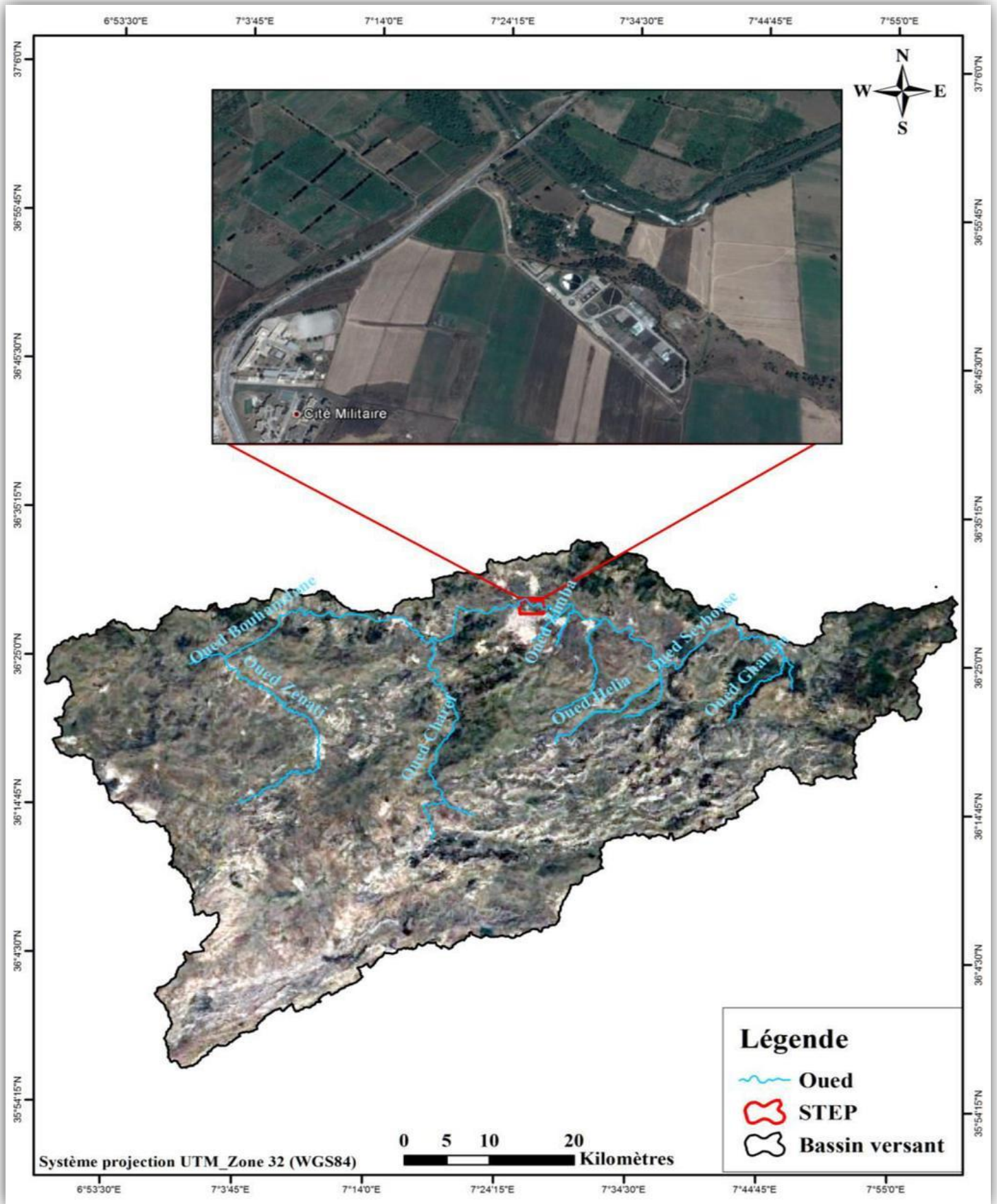


Figure. II.1. photo aérienne de la station d'épuration

### II.4.3. Caractéristiques techniques de la STEP de Guelma

- Débit normale des eaux brutes :
  - Débit journalier en temps de pluie : 43399 m<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 protéger : ville de Guelma
- Nombre d'habitants raccordés à la STEP : 119906
- Taux de raccordement : 98%
- Nature de flux : effluent domestique uniquement
- Milieu récepteur : oued Seybouse (ONA, 2011) [4].

### II.4.4. Caractéristique et Nature des effluents

#### II.4.4.1. Nature du réseau

Les eaux Usées domestiques de la ville de Guelma sont collectées gravitairement 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.). (STEP Guelma, 2008)

#### II.4.4.2. Nature du traitement des eaux Usées avant l'emplacement de la Station

Les effluents sont collectés par le réseau d'assainissement existant, mais ne subissaient pas de traitement particulier.

#### II.4.4.3. Charges hydrauliques et polluantes

Les différents nombres de charges polluantes à retenir sont (Tableau II.1)

**Tableau II.1. Charge polluante.**

Paramètres	Charge Kg/J	Concentration mg/L
DCO	16000	500
DBO <sub>5</sub>	10800	338
MES	14000	438



### II.4.5. Point de rejet (Destination)

#### II.4.5.1. L'eau épurée :

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

#### II.4.5.2. 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.
- **Graisses et huiles:** Elles sont stockées dans une fosse à graisse avant enlèvement.
- **Sables :** Ils sont extraits de l'ouvrage de prétraitement, séparés de leur eau par un classificateur, puis stockés dans une benne relevable [4].

### II.5.les procédés d'épuration des eaux usées au niveau de STEP de Guelma :

Selon le degré d'élimination de la pollution et les procédés mis en oeuvre, plusieurs niveaux de traitements sont définis : les prétraitements, le traitement primaire et le traitement secondaire. Dans certains cas, des traitements tertiaires sont nécessaires, notamment lorsque l'eau épurée doit être rejetée en milieu particulièrement sensible.

Une station d'épuration comporte généralement une phase de prétraitement, pendant laquelle les éléments les plus grossiers sont éliminés par dégrillage (pour les solides de grandes tailles), puis par flottaison/décantation (pour les sables et les graisses). Vient ensuite un traitement dit primaire, une décantation plus longue, pour éliminer une partie des MES.

Des traitements physico-chimiques et/ou biologiques sont ensuite appliqués afin d'éliminer la matière organique. Ils sont généralement suivis d'une phase de clarification qui est encore une décantation. Enfin, un traitement des nitrates et des phosphates est exigé en fonction de la sensibilité du milieu récepteur. Il existe également des traitements dits extensifs, comme le lagunage, qui combinent des traitements biologiques, physiques et naturels [5].

### II.5.1. Prétraitement

Le prétraitement a pour objectif de séparer les matières les plus grossières et les éléments susceptibles de gêner les étapes ultérieurs du traitement.

Il comprend le dégrillage pour retenir les déchets volumineux, le dessablage, pour obtenir une meilleure décantation, le dégraissage et le déshuilage pour éviter l'encrassement de la station par des corps gras [6].

#### II.5.1.1. Dégrillage

A l'arrivée, l'eau usée en provenance des égouts passe entre les barreaux métalliques d'une grille (ou d'un tamis) qui retiennent les déchets volumineux (papiers, feuilles, matières plastiques, objets divers, etc.) et l'effluent est relevé jusqu'au niveau de l'usine à l'aide de vis d'Archimède ou de pompes. Ce prétraitement se décline en trois sous-catégories : le pré-dégrillage (de 30 à 100 mm), le dégrillage moyen (de 10 à 30 mm) et enfin le dégrillage fin (les barreaux sont espacés de moins de 10 mm). Les grilles peuvent être verticales, mais elles sont le plus souvent inclinées de 60° à 80° sur l'horizontale. Dans le cas de la STEP de Guelma, un dérailleur automatique permet de bloquer les déchets d'une taille supérieure à 20 mm.

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

Le racleur du dégrilleur est mis en marche cycliquement afin de décolmater la grille d'évacuer les déchets dans une benne par l'intermédiaire d'une vis.



Figure. II.2.dégrillage (STEP Guelma 2021)

### Produits de dégrillage

Les refus de dégrillage seront évacués par un tapis transporteur

#### II.5.1.2. Dessablage – Déshuilage

##### Dessablage :

Le dessablage consiste à retirer de l'effluent les sables et les particules minérales plus ou moins fines, afin de protéger les conduites et les pompes contre la corrosion et éviter même le colmatage des canalisations par les dépôts à la cour de traitement, la technique classique du dessaleur consiste à faire circuler l'eau dans une chambre de tranquillisation avec une vitesse d'environ de 0.3m/s qui permet le dépôt d'une grande partie des sables [7].

Selon le principe de fonctionnement on distingue deux types de bassin de dessablage : Les dessaleurs longitudinaux et les dessaleurs circulaires.



**Figure. II.3. Dessablage (STEP Guelma 2021).**

##### Dégraissage-déshuilage :

Le dégraissage vise à éliminer la présence de graisse dans les eaux usées, graisses qui peuvent gêner l'efficacité des traitements biologiques qui interviennent ensuite. Le dégraissage s'effectue par flottation. L'injection d'air au fond de l'ouvrage permet la remontée en surface des corps gras. Les graisses sont raclées à la surface, puis stockées avant d'être éliminées [8]. S'effectuera 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 :

-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 1.75 m

-Surface totale minimum : 168 m<sup>2</sup>

Nombre d'ouvrages : 02

Surface d'un bassin : 17.5 m

Largeur d'un bassin : 4.80 m



**Figure II.4: Dessablage et déshuilage (STEP Guelma 2021).**

## **II.5.2.Traitement primaire**

### **II.5.2.1.Décantation**

La décantation primaire classique consiste en une séparation des éléments liquides et des éléments solides sous l'effet de la pesanteur. Les matières solides se déposent au fond d'un ouvrage appelé "décanteur" pour former les "boues primaires". Ces dernières sont récupérées au moyen d'un système de raclage. Ce traitement élimine 30 à 40 % des matières en suspension et réduit d'environ 30 % la DBO et la DCO.

Nombre d'ouvrages : 02

Forme : cylindro-conique

Surface totale minimum : 1.394 m<sup>2</sup>



Surface /Bassin minimum : 697m<sup>2</sup>

Diamètre d'une bassine minimum : 30.00 m

Hauteur d'eau : 3.0 m



**Figure. II.5.décanteur primaire (STEP Guelma 2021)**

### **II.5.2.2. Traitements de décantation physico-chimiques**

Si la décantation se faisait directement après le prélèvement dans le milieu aquatique, le temps de décantation d'un gravier dans un mètre d'eau serait d'une seconde par la seule influence de son poids, on passerait à 2 minutes pour le sable fin, à 2 heures pour l'argile, à 8 jours pour une bactérie et de 2 à 200 ans pour un colloïde. Ces durées étant bien évidemment beaucoup trop grandes. Les colloïdes peuvent même traverser un filtre très fin, ils sont les principales causes de la turbidité et la couleur d'une eau [9]

### **II.5.2.3. Filtration**

Est un procédé permettant de séparer une phase continue (liquide ou gazeuse) et une phase dispersée (solide ou liquide) initialement mélangées. La séparation se fait en faisant passer le mélange au travers d'un milieu filtrant, milieu poreux adapté aux caractéristiques de la suspension à filtrer, sous l'action d'une force de pression fournissant à la suspension l'énergie nécessaire qui lui permet de traverser le milieu poreux.

### II.5.3. Traitement secondaire ou biologique

Cette étape est conçue sur le principe des boues activées à moyenne charge, afin d'éliminer la pollution carbonée. L'épuration par boue activée consiste à mettre en contact les eaux usées avec un mélange riche en micro-organismes appelés bactéries, par brassage pour dégrader la matière organique en suspension ou dissoute. Il y a une aération importante pour permettre l'activité des bactéries et la dégradation de ces matières (Bassin d'aération) (ONA, 2011).

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.



**Figure II.6 : Bassin d'aération (STEP Guelma 2021).**

#### II.5.3.1. Les procédés extensifs

##### II.5.3.1.1. Le lagunage :

Le lagunage est un procédé d'épuration qui consiste à faire circuler des effluents dans une série de bassins pendant un temps suffisamment long pour réaliser les processus naturels de l'auto-épuration. Il est pratiqué dans les régions très ensoleillées, dans des bassins de faible profondeur. Le principe général consiste à recréer, dans des bassins, des chaînes alimentaires aquatiques.

Le rayonnement solaire est la source d'énergie qui permet la production de matières vivantes par les chaînes trophiques. Les substances nutritives sont apportées par l'effluent alors que les végétaux sont les producteurs du système en matière consommable et en oxygène [10].

#### **a- Le lagunage naturel**

D'une profondeur de 1.2 à 1.5 m au maximum et de 0.8 m au minimum (afin d'éviter le développement de macrophytes), avec un temps de séjour de l'ordre du mois, ces bassins fonctionnent naturellement grâce à l'énergie solaire. On peut obtenir un rendement d'épuration de 90 %. Ces procédés sont très sensibles à la température et sont peu applicables aux régions froides.

#### **b- Le lagunage aéré**

En fournissant l'oxygène par un moyen mécanique, on réduit les volumes nécessaires et on peut accroître la profondeur de la lagune. La concentration en bactéries est plus importante qu'en lagunage naturel. Le temps de séjour est de l'ordre d'une semaine, la profondeur est de 1 à 4 m. Le rendement peut être de 80 % et il n'y a pas de recyclage de boues. L'homogénéisation doit être satisfaisante pour éviter les dépôts [10].

### **II.5.3.2. Les procédés intensifs**

#### **II.5.3.2.1. Lit bactérien (culture fixe)**

L'épuration sur lit bactérien est le plus ancien procédé biologique. Des bactéries sont cultivées sur un substrat neutre, comme de la pierre concassée, de la pouzzolane (sable volcanique), du mâchefèr ou du plastique. On fait passer l'effluent sur le substrat.

La difficulté consiste à trouver la bonne vitesse du flux d'eau, qui ne doit pas être trop rapide (pour permettre la dégradation bactérienne) ni trop lente (pour une bonne évacuation de MES en excès). Une épuration sur lit bactérien est plus efficace qu'un traitement à boues activées car elle élimine non seulement les virus et les bactéries (respectivement 30 à 40 % et 50 à 95%) mais aussi les oeufs d'helminthes (20 à 90 %) et les kystes de protozoaires (83 à 99 % des kystes d'*Entamoeba histolytica*) [11].

#### **II.5.3.2.2. Disque biologique (culture fixe)**

L'eau usée, préalablement décantée, alimente un ouvrage dans lequel des disques fixés sur un axe horizontal sont mis en rotation à vitesse lente. Sur ces disques biologiques en plastique se développe alors un film bactérien. Lors de leur émergence, ces bactéries prélèvent l'oxygène nécessaire à leur respiration et elles absorbent la pollution

dissoute dont elles se nourrissent. Dès que le film biologique dépasse une épaisseur de quelques millimètres, il se détache et est entraîné vers le décanteur final où il est séparé de l'eau épurée. Les boues ainsi piégées sont renvoyées par pompage périodique vers l'ouvrage de tête pour y être stockées et digérées [12].

### II.5.3.3. Clarification et rejet des effluents

La clarification permet de séparer par décantation l'eau épurée des boues « secondaires » issues du traitement biologique. Cette décantation se fait dans des ouvrages spéciaux, le plus souvent circulaires, appelés clarificateurs ou décanteurs secondaires.

Une partie des boues « secondaires » est évacuée en aval vers le traitement des boues ; l'autre partie est recyclée vers le bassin d'aération pour maintenir la masse biologique nécessaire au fonctionnement de l'installation.

Dans la plupart des cas, l'effluent peut être rejeté dans le milieu naturel après la clarification et ne nécessite pas, au préalable, une désinfection.



**Figure II.7: Clarificateur (STEP Guelma 2021).**



#### **II.5.4. Traitements complémentaires ou tertiaires**

Après le traitement secondaire, les eaux sont parfois rejetées dans le milieu naturel. Autrement, elles subissent un traitement complémentaire ou "affinage". Cet affinage permet soit :

- Une réutilisation à des fins industrielles ou agricoles.
- La protection du milieu naturel où cette eau est rejetée.
- La protection des prises d'eau situées en aval.

L'objectif des traitements tertiaires est d'éliminer les éléments indésirables tels que les MES, la DCO (dure et colloïdale), le phosphore, et les composés spécifiques (pesticides, métaux, détergents...). Ils visent à améliorer la qualité de l'eau épurée en vue de leur rejet dans le milieu naturel ou de leur réutilisation.

##### **II.5.4.1. Elimination l'azotée**

Le traitement des composés azotés se déroule en deux étapes :

La première phase est la nitrification en milieu aérobie (formation de nitrites puis de nitrates à partir de l'azote organique et ammoniacal).

Dans une seconde phase en conditions anoxiques, les nitrates sont réduits en azote moléculaire en présence de carbone. La dénitrification peut avoir lieu soit dans un réacteur situé en amont du réacteur aéré pour bénéficier de l'apport de carbone provenant de l'effluent, soit dans un réacteur placé en aval du réacteur aéré avec ajout d'une source carbonée externe (méthanol, par exemple), soit dans le même réacteur en alternant les conditions aération/anoxie. Le rendement est voisin de 95 % [13].

##### **II.5.4.2. Elimination phosphorée**

Une bactérie mise en anaérobie (stress anaérobie) se met à consommer 4 fois plus de phosphate quand on lui redonne de l'oxygène (bassin d'aération). On distingue l'épuration biologique par cultures fixées (la biomasse se développe sur un support) et par cultures libres (la biomasse est maintenue en mélange intimes avec l'effluent dans un bassin d'aération) [14].

### II.5.4.3. Elimination des germes pathogènes (chloration)

La chloration se fait dans un bassin à l'aide d'hypochlorite de calcium équipé de chicanes pour permettre un temps de contact suffisant.



**Figure. II.8. 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 : 2.00 m
- Chloration
- Débit à traiter : 2.18 m<sup>3</sup>/h
- Dose de chlore : 05 mg/L
- Choix de l'oxydant : NaClO

**Tableau II.2. Quantité de chlore à Dosé.**

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

### II.5.5. Traitement des boues

#### II.5.5.1. Origine des boues

- Les boues physico-chimiques: Les boues physico-chimiques renferment la quasi-totalité de la pollution particulaire et colloïdale enlevée à l'eau (dans les décanteurs placés en aval), ainsi que les quantités de réactifs ajoutés qui se retrouvent dans les boues sous forme de précipités minéraux (carbonate, phosphate, etc.).
- Les boues biologiques: Les boues biologiques résultent de l'activité vitale des microorganismes.
- Les boues ont une structure floculée et sont séparées dans les décanteurs secondaires. Dans les filtres biologiques (lits bactériens), il s'agit de boues de lits bactériens prélevées dans des décanteurs secondaires dans les bassins de boues activées.



**Figure II. 9 : Epaisseur des boues (STEP Guelma 2021).**

#### II.5.5.2. Déshydratation

Cette étape permet de réduire le volume des boues en éliminant le maximum d'eau. Il existe trois grands types de déshydratation : la déshydratation par filtration (sous pression, sur bandes), la déshydratation par évaporation (lits de séchage) et la déshydratation par centrifugation. Dans la pratique, à l'exception de certaines petites installations, la déshydratation est principalement réalisée par filtration ou centrifugation. L'eau retirée est renvoyée en tête de station, afin d'être traitée. A ce

stade, la siccité obtenue est de l'ordre de 15 à 40%, selon les boues et les installations utilisées [15].

### II.5.5.3. Les lits de séchage

La boue épaisse est prise par pompage et évacuée vers les lits de séchages. Le séchage des boues s'effectue à l'air libre dans des surfaces d'étendues de 30 m de longueur et 15 m de largeur. Dans la STEP, il existe 14 lits de séchage conçus d'un béton équipé d'une conduite de drainage perforée, pour permettre l'évacuation de l'eau filtrée vers l'entrée de la station. Chaque lit de séchage est composé de diverses couches de matériaux "sable et gravies" avec granulométrie de plus fine vers la surface du lit [16].



**Figure II.10: Lit de séchage (STEP Guelma 2021).**

### Conclusion

Les eaux usées de différentes configurations et origines sont un problème pour la nature lorsqu'elles sont rejetées sans subir de premier traitement. Afin de démontrer l'intérêt de sa purification, nous avons présenté dans ce chapitre les différentes méthodes utilisées pour purifier cette eau au niveau de l'unité STEP de Guelma.

## Références bibliographique

- [1] Saggai M. M, (2004), Contribution à l'étude d'un System d'épuration à plantes macrophtes pour les eaux usées de la ville de Ouargla. Mémoire. Magister. Univ. Ouargla.64p.
- [2] Bekkouche. M, Zidane F, (2004), Conception d'une station d'épuration des eaux usées de la ville de Ouargla par lagunage. Mémoire. Ing. Hydraulique saharienne. Univ. D'Ouargla.p67.
- [3] Banzaoui. N, Elbouz. F, (2009), Epuration des eaux usées par les procédés des boues activées au niveau de la commune de Touggourt. Mémoire. Ing. chimie.Univ d'Annaba.
- [4] Station d'épuration de Guelma 2010 (Fiche technique).
- [5] Metahri M.S, (2012), thèse, élimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes. P.172, université mouloud mammeri de tizi-ouzou
- [6] Régis.B, Marc.S, Béchir .S,(2010), Guide technique de l'assainissement (collecte-épuration-conception-exploitation),4ème édition.
- [7] Haoua .A, (2007), « Modélisation de séchage solaire sous serre des boues de station d'épuration urbaine, thèse de doctorat, université Louis Pasteur- Strasbourg I Discipline: Sciences pour l'ingénieur.
- [8] Silman.S.Y, (2002-2003), Etude de réhabilitation de la station d'épuration de Salyportal, département de génie civil, diplôme d'ingénieur de conception, université Cheikh anta diop de Dakar, Sénégal.
- [9] Le point de connaissance sur les traitements des eaux usées I.N.R.S. document technique. 2004.
- [10] Hatem, (2008), thèse, « Traitement des eaux usées urbaines, les procédés Biologiques d'épuration, université Virtuelle de Tunis.
- [11] Faby. J.A, Brissaud. F, (1997), L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation. Office International de l'Eau.
- [12] Bongiovanni, J. M, (1998), Traitement des boues résiduares par l'association en série d'une déshydratation mécanique et d'un séchage thermique, thèse de doctorat, université de Pau et des Pays de l'Adour.
- [13] Marie.N, Pons et al, (2008) Analyse du cycle de vie- Epuration des eaux usées urbaines, technique d'ingénieur. G5820, paris.

[14] [Traitement de l'eau](http://www.traitement-de-leaux.fr/techniques-traitement/traitement-biologiques/).fr/techniques-traitement/traitement-biologiques/.

[15] Chibani S,(2010), Analyse physico-chimique et rhéologique des boues d'épuration des eaux usées de la ville de Guelma, Magister, Guelma : Université 8 Mai 1945, P 17.

[16] Cherif.H, Ramdani.Ch,(2016), 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, P 05, P 34

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

Dans ce chapitre nous présenterons notre stratégie de travail, nos choix, aussi matériels et méthodes utilisés sur le terrain ou au niveau du laboratoire de la STEP de Guelma et ceci en allant du prélèvement de nos échantillons jusqu'aux analyses physico-chimiques des paramètres de pollution.

### **III.1. Prélèvements et Echantillonnage**

Dans toute station d'épuration des eaux usées il est nécessaire d'effectuer des analyses de l'eau brute (l'entrée) et de l'eau traitée (la sortie) afin de déterminer les différents paramètres physicochimiques et bactériologiques permettant d'évaluer le niveau de pollution dans chaque phase de traitement et le rendement d'élimination des pollutions pour donner une bonne appréciation des performances épuratoires de la STEP. Nous avons suivi les paramètres suivant : T°, pH, CE, turbidité, DBO<sub>5</sub>, DCO, O<sub>2</sub> dissous,... Tous les prélèvements ont été réalisés par temps sec ou en absence d'événements pluvieux pendant un minimum de 24 heures avant l'échantillonnage. Au cours des premières expériences de mise en place du protocole, le réacteur de grande taille a été utilisé. Des échantillons ponctuels d'eau usée ont été prélevés manuellement et ont ensuite été transférés dans des bidons propres en polyéthylène. Les échantillons ont été ensuite transportés rapidement au laboratoire. Dans les campagnes sur 24 heures, les échantillons ont été collectés à partir d'échantillonneurs automatiques non-réfrigérés. Chaque échantillon horaire a été collecté par pompage ponctuel d'un volume minimum de 800 mL. Une fois collectés, les échantillons ont été transférés dans des flacons en polyéthylène d'un volume égal à 500 mL et stockés en réfrigérateur ou chambre froide avant toute analyse. Pour les campagnes réalisées en été, les échantillons ont été récupérés en fin d'après-midi et stockés au froid (4 °C) pour éviter la décomposition de la matière organique par les microorganismes. Les échantillons de boues activées nécessaires pour l'ensemencement des réacteurs ont été également prélevés à la station d'épuration au niveau du recyclage des bassins d'aération. Ils ont été ensuite placés à 4 °C sous aération avant d'être utilisés dans 24 heures.



## III.2. Analyses physico-chimiques

### III.2.1. Température

La température est un facteur écologique important du milieu. Elle permet de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (conductivité notamment). Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision, en effet celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels. Elle agit aussi comme un facteur physiologique agissant sur le métabolisme de croissance des micro-organismes vivant dans l'eau [1]. Plusieurs paramètres dépendent de la température de l'eau comme le pH et l'oxygène dissous [2].

### III.2.2. Potentiel d'hydrogène (pH) :

C'est un paramètre qui permet la mesure de la concentration des protons  $H^+$  dans un milieu aqueux en déduisant sa nature (acide, basique ou neutre) [3], et la valeur du pH est à prendre en considération lors de la majorité des opérations d'épuration de l'eau, surtout lorsque celles-ci font appel à une réaction chimique et aussi quand certains procédés nécessitent d'être réalisés avec un pH.

Ce paramètre conditionne un grand nombre d'équilibre physico-chimiques, et dépend de facteurs multiples, dont la température et l'origine de l'eau, il représente une indication importante en ce qui concerne l'agressivité de l'eau [1].

Généralement, les valeurs de pH des eaux naturelles sont comprises entre 6 et 8,5 [4].

#### III.2.2.1.Principe :

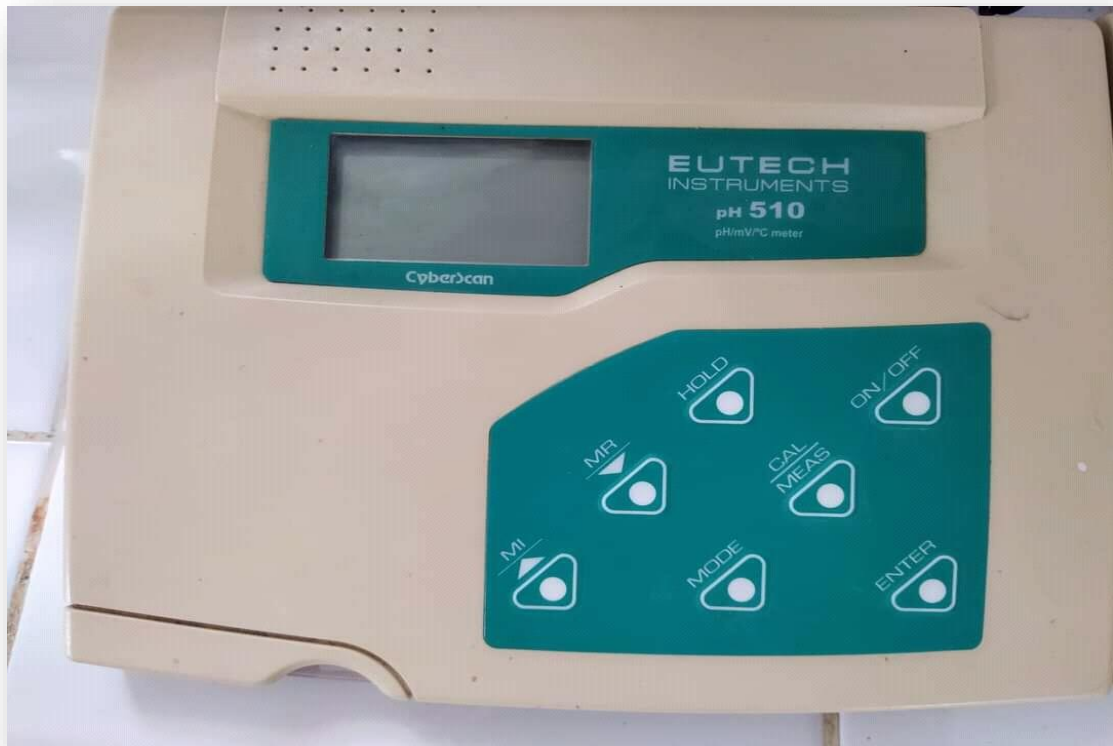
La méthode est basée sur l'utilisation d'un pH-mètre. C'est un voltmètre un peu particulier qui se caractérise par une très grande impédance d'entrée en raison de la forte résistance présentée par l'électrode de mesure.

#### III.2.2.2. Mode opératoire

L'étalonnage étant réalisé et l'appareil ayant acquis son régime de marche :

- Vérifier les diverses connexions: secteur, électrodes, etc..;
- Allumer le pH-mètre. Avant de commencer à étalonner le pH-mètre et de l'utiliser, vous devez l'allumer et attendre qu'il se réchauffe.
- Oter le chapeau protecteur de l'électrode double, le déposer en lieu sûr.
- Rincer abondamment l'extrémité de l'électrode avec l'eau distillée.

- Essuyer l'extrémité de l'électrode.
- Replacer l'électrode sur son support.
- Rincer l'électrode avec l'eau distillée puis Avec l'échantillon.
- Remplir le vase de mesure avec l'échantillon.
- Immerger l'électrode avec précaution habituelles et agiter.
- Lire directement le pH lorsque la valeur s'est stabilisée.



**Figure III.1: Photo du pH mètre.**

### **III.2.3. Conductivité**

#### **III.2.3.1. Mesure de la conductivité**

La conductivité électrique d'une eau traduit l'aptitude que possède celle-ci à laisser le courant électrique. Le transport des charges se faisant par l'intermédiaire des ions contenus dans l'eau, Il est logique d'admettre que la conductivité d'une eau sera d'autant plus importante que sa minéralisation sera élevée. Il existe donc une relation entre la conductivité d'une eau et sa minéralisation, d'où l'intérêt une présent-la mesure de la conductivité, mesure quasi instantanée, pour connaître la minéralisation

d'une eau. L'unité de conductivité utilisée en chimie des eaux est micro siemens ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

### III.2.3.2.Principe

La mesure de la conductivité se ramène celle de la résistance d'une colonne d'eau. A cet effet on utilise un conductimètre.

La conductivité est fonction de la température. Toute mesure de conductivité doit donc se faire à température connue et stabilisée. En général les résultats sont mesurés à 20°C.

### III.2.3.3. Mode opératoire

-L'analyse s'effectue sur un prélèvement d'eau dont le volume doit être suffisant pour prolonger la sonde de conductivité.

-Vérifier les connexions cellule/ conductimètre; rincer soigneusement la cellule de mesure à l'eau distillée et l'essuyer convenablement.

- Rincer et essuyer soigneusement la cellule.

- Immerger la cellule dans l'eau.

- Agiter la sonde légèrement.

-Lire le résultat.

-La mesure terminée, éteindre l'instrument et, si nécessaire, nettoyer la sonde.

-Après chaque série de mesure, rincer l'électrode à l'eau déminéralisation.



Figure III.2 : Conductimètre.

### III.2.4. La turbidité

C'est un paramètre indiquant la réduction de la limpidité de l'eau. Cela est dû à la présence des matières en suspension non dissoutes (MES) provenant de l'érosion et du lessivage des sols, ou des matières particulières issues de la dégradation de la matière animale et végétale [5]. Elle est exprimée généralement en NTU (Néphelométric Turbidity Unit) ou FTU (Formazin Turbidity Unit) [3].

### III.2.5. Oxygène dissous

Le système de mesure courant pour l'oxygène dissous consiste en un instrument de mesure et d'une sonde polar graphique. La sonde constitue la pièce la plus importante et délicate du système. Cette sonde comprend une anode d'argent (Ag) enveloppée d'un fil de platine (Pt) qui agit comme cathode. Ceux-ci sont insérés dans une cartouche remplie d'une solution électrolytique de chlorure de potassium (KCl). L'extrémité de la cartouche comporte une membrane en téflon, matériau perméable au gaz, qui permet uniquement le passage de l'oxygène présent dans la solution.

Par l'application de potentiel de 790 mV, l'oxygène présent dans la cellule est réduit en ion d'hydroxyde ( $\text{OH}^-$ ) dans la cathode, et le chlorure d'argent (AgCl) est déposé sur l'anode. Cette réaction provoque un flux de courant dont l'intensité est proportionnelle à la quantité d'oxygène, convertit le courant en concentration correspondante à l'oxygène dissous.

#### III.2.5.1. Mode opératoire

- L'analyse s'effectue sur un prélèvement d'eau dont le volume doit être suffisant pour Plonger la sonde de conductivité.
- l'étalonnage étant réalisé et l'appareil ayant acquis son régime de marche.
- allumer l'instrument en poussant le bouton ON/Off. Lorsque l'afficheur indique zéro, L'instrument est prêt pour la mesure de l'oxygène dissous.



**Figure III. 3. Oxymètre portatif.**

### **III.2.6. Matière Insoluble Décantable (M.I.D)**

Un certain volume d'eau est abandonné au repos pendant 2 heures. La quantité de matière décantée est déterminée par volumétrie.

On met les échantillons d'eau dans les cônes et on attend environ 2h pour lire les résultats en mL/L grâce aux graduations.



**Figure III.4. Cônes D'Imhof**

### III.2.7. Matières En Suspension (MES)

#### III.2.7.1.Principe :

Les matières en suspension (MES) sont des particules d'origine minérale et organique caractérisées par une faible taille et/ou densité, ce qui leur permet de se déplacer dans les cours d'eau sans toucher au fond [6]. On fait passer à travers un filtre P1 un volume V en ml d'eau brute. Après filtration puis séchage à 105° C durant 1h 30 à 2h, on Pèse le filtre et son résidu P2. La masse des matières en suspension en mg/L est obtenue par le rapport de la différence de poids.

#### III.2.7.2.Matériel utilisées :

- l'eau brute
- l'eau de l'aération
- l'eau de sortie de clarificateur
- Des récipients en plastiques.
- Filtres de Walthman.
- Appareil de filtration (pompe à vide).
- Balance électronique.
- Etuve à 105°C.

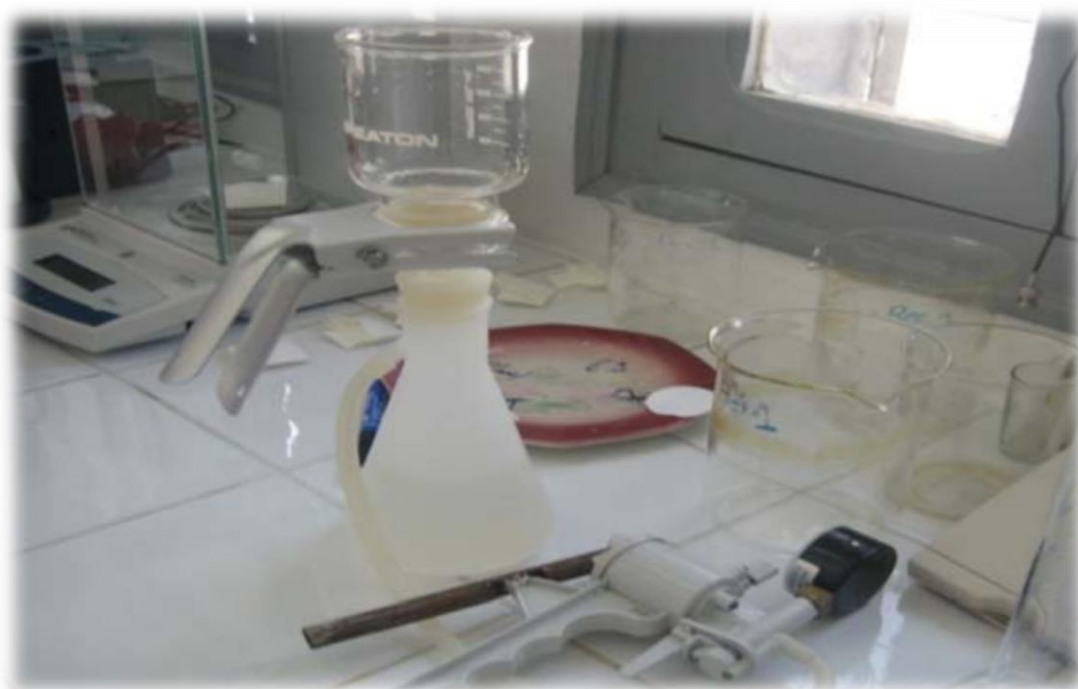


Figure III.5. Pompe à vide





Figure.III.6. (a) Le dessiccateur, (b) L'étuve

### III.2.7.3. Mode opératoire :

-Mesuré le poids de 03 papiers filtre dans la balance.

-Filtré :

- 25 mL d'échantillon d'eau brute
- 100 mL d'eau d'aération
- 100 mL d'eau sortie de clarificateur

-Mettre les trois papiers filtres sur un support de séchage (assiette plate)

-Sécher les filtres à 105°C pendant deux heures et le peser a nouveau.

### III.2.7.4.Expression des résultats :

Le calcul de la teneur en MES se fait à partir de l'expression suivante :

$$\text{MES} \left( \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = \frac{(P_2 - P_1)}{V} \times 1000$$

[MES] est la teneur en MES  $\text{mg/L}^{-1}$  avec deux chiffres significatifs.

$P_2$  : La masse du filtre après filtration en mg.

$P_1$  : La masse du filtre avant filtration en mg.

$V$  : Le volume de l'échantillon en mL.

### III.2.8. Demande Biochimique en Oxygène après 5 jours ( $DBO_5$ )

#### III.2.8.1. Principe :

La demande biologique en oxygène sur cinq jours ( $DBO_5$ ) est un test qui vise à déterminer la quantité de matières organiques biodégradables.

(Incubation durant 5 jours à 20 °C et à l'obscurité « afin d'éviter toute photosynthèse Parasite») et d'assurer la dégradation des matières organiques fermentescibles contenues dans l'eau.

Il convient d'effectuer le prélèvement de deux échantillons au même endroit, au même instant et dans les mêmes conditions. Ces échantillons doivent être contenus dans des flacons complètement remplis et sans bulles d'air. Le premier sert à la mesure de la concentration initiale en  $O_2$  et le second à la mesure de la concentration résiduaire en  $O_2$  au bout de cinq jours. La  $DBO_5$  est la différence entre ces deux concentrations. Les mesures seront effectuées sur un même volume. Le second échantillon sera conservé cinq jours à l'obscurité 20°C.

#### III.2.8.2. Matériel utilisées :

- Oxymétrie.
- Agitateur magnétique.
- Aérateur.
- Des flacons stériles spéciaux pour la DBO.
- Eau ultra pure pour la dilution.
- Des échantillons (eau brute et eau sortie clarificateur).



Figure.III.7. Flacons pour la  $DBO_5$



**III.2.8.3. Mode opératoire :****· Préparation de l'eau de dilution:**

Mettre la vielle du prélèvement dans un récipient de 10L de l'eau robinet dans laquelle on plonge pendant 24 heures un aérateur pour la saturer en dioxygène. Laisser reposer 12 heures.

**· Choix du facteur de dilution:**

Le facteur de dilution (F) dépendra de la charge de l'eau analysée.

**· Préparation des flacons de mesure:**

Verser dans le flacon un peu d'eau de dilution puis la quantité prévue d'échantillon puis remplir le reste du flacon avec l'eau de dilution. Fermer le flacon sans y laisser d'aire.

1<sup>er</sup> Flacon : pour l'eau brute dilution en :  $\frac{V_{\text{flacon}}}{100}$

2<sup>ème</sup> Flacon : pour l'eau de sortie de clarificateur dilution en :  $\frac{V_{\text{flacon}}}{10}$

3<sup>ème</sup> Flacon (témoin) : Eau de dilution + glucose

- Mesure au  $T_0$  : Doser l' $O_2$  dissous dans un flacon d'échantillon dilué ( $T_0$  en mg/L).
- Incubation : Placer les deux flacons restants à l'étuve 20°C et à l'obscurité pendant 05 jours, avec agitation.
- Mesure au  $T_c$  : Doser l' $O_2$  dissous dans le flacon d'échantillon dilué restant ( $T_5$  en mg/L).
- **Résultats:**

$$\text{DBO}_5 = F (T_0 - T_5).$$

$T_0$ : Pression d' $O_2$  dissous (pour eau brute).

$T_5$  :  $O_2$  dissous après incubation.

**F** : facteur de dilution.



**Figure.III.8. Oxymétrie**

### **III.2.9.Détermination de la demande Chimique en Oxygène (DCO)**

Ce paramètre permet de quantifier la matière oxydable contenue dans l'eau par la mesure du taux d'oxygène nécessaire pour la dégrader. La DCO est exprimée en mg d'O<sub>2</sub>/L. Les valeurs élevées de la DCO indiquent la présence d'une forte contamination liée à la présence de polluants réfractaires d'origine organique et minérale issus des activités anthropiques ou naturelles [7].

#### **III.2.9.1.Principe :**

Le principe est d'oxyder la substance réductrice de l'effluent par un excès connu de bichromate de potassium en milieu sulfurique à l'ébullition.

Après chauffage, refroidissement et dilution, on dose l'excès de bichromate par une solution de sel de Mohr.

La DCO est exprimée sous forme d'une concentration en ppm ou mg/L [1].

#### **III.2.9.2.Matériel utilisées :**

- L'eau distillée.
- Des pipettes graduées.
- plaque chauffant.
- Des tubes à fon plat de DCO (des tubes spéciale de bloc chauffant qui s'adaptent avec des réfrigérants).

- Agitateur.
- Pompe graduée.



**Figure.III.9. plaque chauffant avec tubes et réfrigérants**

### **III.2.9.3.Mode opératoire :**

Dans des tubes de DCO introduire :

- 10 ml d'échantillon.
- Ajouter à chacun : 5 mL de  $K_2 Cr_2 O_7$ , quelques granules régulateur d'ébullition et 15 mL d'acide sulfurique.
- Mettre le réfrigérant et porter à ébullition deux heures dans un bloc chauffant.
- Laisser refroidir, poser sur un agitateur et au même temps ajouté des gouttes de Furoïne et le Sel de Mohr (titrer l'excès de  $K_2 Cr_2 O_7$  par la solution de sel de Mohr en présence de 5 à 6 gouttes de Furoïne « virage bleu-vert au brun rouge »).

### **III.2.9.4.Expression des résultats :**

$$DCO = 8000 \cdot C_{Fe} (V_T - V_E) / E$$

$C_{Fe}$ : Concentration de sel de Mohr exprime en mol/L.

$V_T$ : Volume du sel de Mohr pour le virage de couleur de l'échantillon témoin.

$V_E$ : Volume du sel de Mohr pour le virage de couleur de l'échantillon.

$E$  : Volume de prise d'essai en mL.

### III.2.10. Dosage des nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )

Les nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ), représentent la forme oxydée finale de l'azote après l'étape de la nitratisation correspondant à la transformation des  $\text{NO}_2^-$  en  $\text{NO}_3^-$ . Les concentrations élevées de ce composé proviennent principalement du lessivage des sols agricoles (engrais), des rejets urbains et industriels [8].

#### III.2.10.1. Principe :

Le dosage des nitrates fait appel à des méthodes relativement complexes avec une grande probabilité de présence de constituants interférents, de ce fait la détermination des nitrates est souvent délicate.

La méthode spectrophotométrique exige un échantillon limpide. Les échantillons turbides doivent être filtrés sur une membrane 0.45  $\mu\text{m}$  après avoir vérifié qu'elle ne contient pas de nitrates. Les colorations développées sont très sensibles aux probables. Prélever les échantillons dans des flacons de verre les refroidir à  $45^\circ\text{C}$  et effectuer le dosage dans les meilleurs délais pour éviter l'évolution rapide des nitrates et nitrites. En présence de salicylate de sodium les nitrates donnent du paranitrosalicylate de sodium coloré en jaune et susceptible d'un dosage spectrophotométrique.

#### III.2.10.2. Matériel utilisé :

- Etuve universelle (incertitude  $\pm 5.79^\circ\text{C}$ ).
- Fiole 25 mL.
- Bécher 25 mL.
- Spectrophotomètre

#### III.2.10.3. Mode opératoire :

- Prendre 25 mL d'échantillon dans un bécher.
- Ajouter 2 réactifs (0.5 mL d'azoture de sodium et 0.2 mL d'acide acétique).
- Le mettre dans une étuve à  $70^\circ$  et  $80^\circ\text{C}$  pour séchage.
- Après séchage, on ajoute 1 mL de salicylate de sodium.
- On le met dans une étuve pour un autre séchage.
- Après le séchage, on ajoute 1 mL d'acide sulfurique et laisser 5 min.
- Ajouter 10 mL de solution alcalin et 10 mL d'eau distillé et compléter à 25 mL.

- L'apparition de la coloration jaune indique la présence de  $\text{NO}_3^-$
- La lecture au spectre à 415 nm.

Expression des résultats :

Le résultat est donné directement en mg/L à une longueur d'onde de 415nm

### **III.2.11. Azote ammoniacal $\text{NH}_4^+$**

#### **III.2.11.1. Principe:**

La minéralisation des matières organiques en milieu acide et en présence de catalyseur.

Après la minéralisation, le minéralisant contient que les  $\text{NH}_4^+$  ensuite c'est le dosage de l'ammonium par distillation.

#### **III.2.11.2. Matériels**

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

#### **III.2.11.3. Mode opératoire**

- Ajouter 0,2 mL de l'eau brute dans le kit.
- Agiter le kit pendant 3 secondes.
- Laisser le kit pendant 15 min, puis mesurer la concentration d'échantillon avec le spectrophotomètre;
- On ajoute 5 mL de l'eau épurée dans le kit et refaire les mêmes étapes de l'eau brute.

### **III.2.12. Nitrite $\text{NO}_2^-$**

#### **III.2.12.1. Principe :**

En présence de salicylate de sodium et après traitement en milieu alcalin, les nitrates donnent du paranitrosalicylate de sodium coloré en jaune.

#### **III.2.12.2. Matériel utilisé :**

- Pipette jaugée
- Bécher
- spectrophotomètre

**III.2.12.3.Mode opératoire**

- Prélever 1 mL à l'aide d'une pipette jaugée de l'échantillon mère.
- Introduire ce 1 mL dans un bécher;
- Compléter à 10 mL avec de l'eau distillée.
- Ajouter le réactif nitrite 10 mL à cette eau.
- Faire une agitation légère.
- Laisser la solution se reposer pendant 15 min.
- Mettre en marche le spectrophotomètre.
- Remplir la cuve avec de l'eau distillée (blanc).
- Essuyer la cuve.
- Introduire la cuve de référence dans le port cuve.
- Programmer la longueur d'onde désirée (507nm).
- Enlever la cuve de référence.
- Introduire la cuve remplie précédemment par l'échantillon à mesurer ensuite l'essuyer.
- Appuyer sur la touche READ puis lire résultat.

**Figure.III.10.** Spectrophotomètre.

### **III.2.13. Le phosphore**

#### **III.2.13.1. Principe :**

Le phosphore est mesuré sous forme de phosphore totale (Pt). La recherche des fractions minérales (phosphates issus des produits lessiviers) et organiques (d'origine humaine ou industrielle) permet de juger des conditions de traitement biologique de l'effluent et des risques liés à l'eutrophisation des eaux calmes.

#### **III.2.13.2. Matériel utilisé :**

- Pipette jaugée
- Bécher
- Le réactif (phosphore PGT)
- Spectrophotomètre

#### **III.2.13.3. Mode opératoire**

- Prélever 1 mL à l'aide d'une pipette de l'échantillon mère.
- Introduire ce 1 mL dans un bécher;
- Compléter à 10 mL avec de l'eau distillée;
- Ajouter le réactif (phosphore PGT) à cette eau;
- Faire une agitation légère;
- Laisser la solution se reposer pendant 2 min;
- Mettre en marche le spectrophotomètre;
- Remplir la cuve avec de l'eau distillée (blanc).
- Essuyer la cuve.
- Introduire la cuve de référence dans le port cuve.
- Programmer la longueur d'onde désirée (890nm).
- Enlever la cuve de référence.
- Introduire la cuve remplie précédemment par l'échantillon à mesurer ensuite l'essuyer.
- Appuyer sur la touche (READ) puis lire le résultat.

### III.2.14. Matière sèche

La matière sèche est ce que l'on obtient lorsqu'on retire l'eau d'un liquide après séchage à 105°C, le pourcentage de matière sèche est la relation entre le poids de la matière sèche et la massa de la matière non sèche.

#### III.2.14.1. Détermination de MS

C'est la quantité nette de la matière sèche qui se trouve dans la boue.

$$MS = \frac{(P_2 - P_0)}{(P_1 - P_0)} 100$$

$P_0$  : poids de la capsule vide.

$P_1$  : poids de la capsule + poids boues déshydratée.

$P_2$  : poids de la capsule + poids boues déshydratée après séchage à l'étuve à 105°C pendant 12h.

### III.2.15. Matière volatile en suspension MVS

Elles représentent la partie organique des matières en suspension.

La mesure est menée sur l'échantillon à partir duquel sont dosées les MES.

$$MVS \text{ (mg/L)} = \frac{(P_2 - P_1 - P_3)}{v} 1000$$

On connaît le poids  $P_1$  (poids de filtre) et  $P_2$  (poids de filtre sèche à 105°C).

On sèche le filtre ayant servi à la mesure de  $P_2$  à 550°, puis on pèse le filtre et son résidu  $P_3$ .

$P_3$  représente le poids des cendres minérales, par conséquent les matières volatiles parties en fumée sont obtenues par pesée différentielle.

$P_2 - P_1 - P_3$  = matière organique.

Dans une eau urbaine, MVS représente entre 70 et 75% des MES.



**Conclusion**

Les analyses physico-chimiques effectuées au sein de la STEP de Guelma sont indispensables pour pouvoir juger de la performance de le STEP et d'avoir une idée globale sur le rendement de chaque procédé d'épuration.

## Références bibliographique

- [1] (Rodier J., 1996) L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8eme édition, DUNOD. Paris, 1383p
- [2] Johnson MF, Wilby RL. Seeing the landscape for the trees: metrics to guide riparian shade management in river catchments. *Water Resources Research*. 2015;51:3754–3769.
- [3] Nehme N. Evaluation de la qualité de l'eau du bassin inférieur de la rivière de Litani, Liban: approche environnementale. Thèse de Doctorat. Université de Lorraine (France),2014, 359 p.
- [4] Derwich E, Benaabidate L, Zian A, et al. Caractérisation physico-chimique des eaux de la nappe alluviale du haut Sebou en aval de sa confluence avec Oued Fes. *Larhyss Journal*. 2010 Jun;101–112
- [5] Hayzoun H. Caractérisation et quantification de la charge polluante anthropique et industrielle dans le bassin du Sebou. Thèse de Doctorat. Université de Toulon (France), 2014, 175 p.
- [6] Tessier L. Transport et caractérisation des matières en suspension dans le bassin versant de la Seine: identification de signatures naturelles et anthropiques. Thèse de Doctorat.Ecole des Ponts Paris Tech (France), 2003, 349 p.
- [7] Diab W. Etude des propriétés physico-chimiques et colloïdales du bassin de la rivière Litani, Liban. Thèse de Doctorat. Université de Lorraine (France), 2016, 214 p.
- [8] Mekaoussi N. Comportement des éléments chimiques dans les eaux de surface de Hammam Debagh (est Algérien). Mémoire de Magister, Université de Batna (Algérie),2014, 126 p.

*Résultats*  
*et*  
*Discussions*

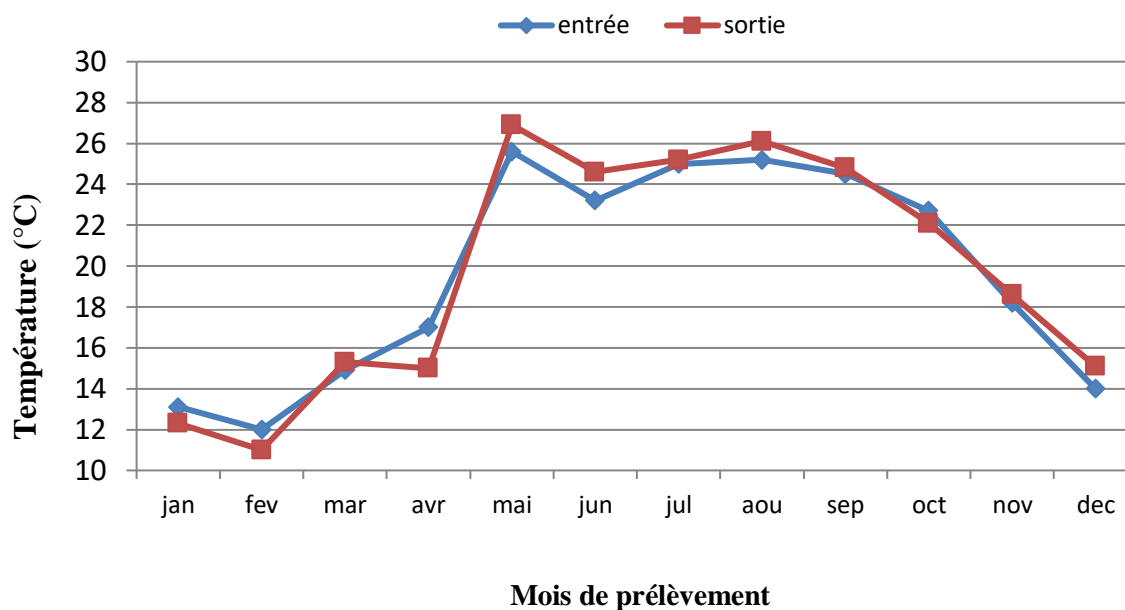
Dans cette partie nous présentons les résultats des analyses physico-chimiques mesurées au niveau de la station de traitement des eaux polluées de Guelma. Les résultats sont analysés et comparés aux normes recommandées par l'OMS et aux normes algériennes qui fixent les valeurs limites maximales de la teneur des substances nocives des eaux usées de déversement dans un réseau public d'assainissement ou dans une station.

#### **IV.1. Les résultats des analyses des paramètres physico-chimiques de l'eau**

Les eaux usées sont principalement composées d'eau et d'autres matériaux qui ne représentent qu'une petite partie des eaux usées, mais peuvent être présents en quantités suffisantes pour mettre en danger la santé publique et l'environnement, donc avant de rejeter les eaux usées dans le milieu naturel, il faut définir des paramètres pour avoir des renseignements sur la composition et les caractéristiques qualitatives et quantitatives des eaux usées et de leurs impacts sur le milieu récepteur.

##### **IV.1. 1. La température**

La température est un facteur écologique important du milieu. Elle permet de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (conductivité notamment). Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision, en effet celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels. Elle agit aussi comme un facteur physiologique agissant sur le métabolisme de croissance des micro-organismes vivant dans l'eau [1]



**Figure IV.1 Variation de la température de la STEP de Guelma**

D'après la figure ci-dessus (Figure IV.1), pour l'eau brute, le mois de mai a enregistré la valeur la plus élevée avec 25,6 °C. La valeur la plus faible est enregistrée au mois de février avec une valeur de 12 °C. Pour l'eau épuré on observe la valeur la plus élevée 26,9 °C et la valeur la plus faible est 11 °C, cette variation montre que les températures de l'eau sont étroitement dépendantes de la température de l'air.

D'après la figure aussi, la température variait de 23,2 °C à 26,9 °C en saison sèche et de 12 °C à 15 °C en saison humide. Les températures étaient comparativement plus élevées pendant la saison sèche et plus basses pendant la saison des pluies. Il y avait une différence significative entre les températures moyennes pendant la saison sèche et celles de la saison des pluies (Figure IV.1). Ce changement était dû à une variation saisonnière qui pouvait être attribuée au réchauffement ou au refroidissement à la surface ou à l'introduction d'eau froide de la surface pendant périodes de recharge élevées pendant qu'il pleut [2].

La température des échantillons d'eaux prélevés variait aussi en fonction du moment de la collecte et de la variation saisonnière, donc le moment choisi, aurait également pu contribuer à la variation de la température de l'eau.

La température est un facteur physiologique sur le métabolisme et la croissance de la plupart des organismes vivant dans l'eau, notamment ceux microscopiques [3] et est, de ce fait, directement liée à la vitesse de dégradation de la matière organique [4].

La température élevée augmente les réactions chimiques dans l'eau et réduit le niveau de gaz dissous dans l'eau [5]. Cependant, les niveaux de température pour les eaux de la STEP se situent dans la limite acceptable selon les normes algériennes.

Ces températures enregistrées sont inclus dans la fourchette des valeurs limites de rejet direct dans le milieu récepteur et dans la fourchette des normes algériennes de qualité des eaux destinées à l'irrigation. En Algérie, les normes de rejets des eaux usées admises dans la nature sont de l'ordre de 30°C [6].

#### IV.1.2. Le Potentiel d'hydrogène (pH):

Le pH est un paramètre qui permet de mesurer l'acidité, l'alcalinité ou la basicité d'une eau. Les valeurs de pH des eaux usées (à l'entrée et à la sortie) sont presque neutres et restent dans les normes des valeurs limites maximales de la teneur en substances nocives des eaux usées autres que domestiques au moment de leur déversement dans un réseau public d'assainissement ou dans une station d'épuration: ( $5,5 < \text{pH} < 8,5$ ).

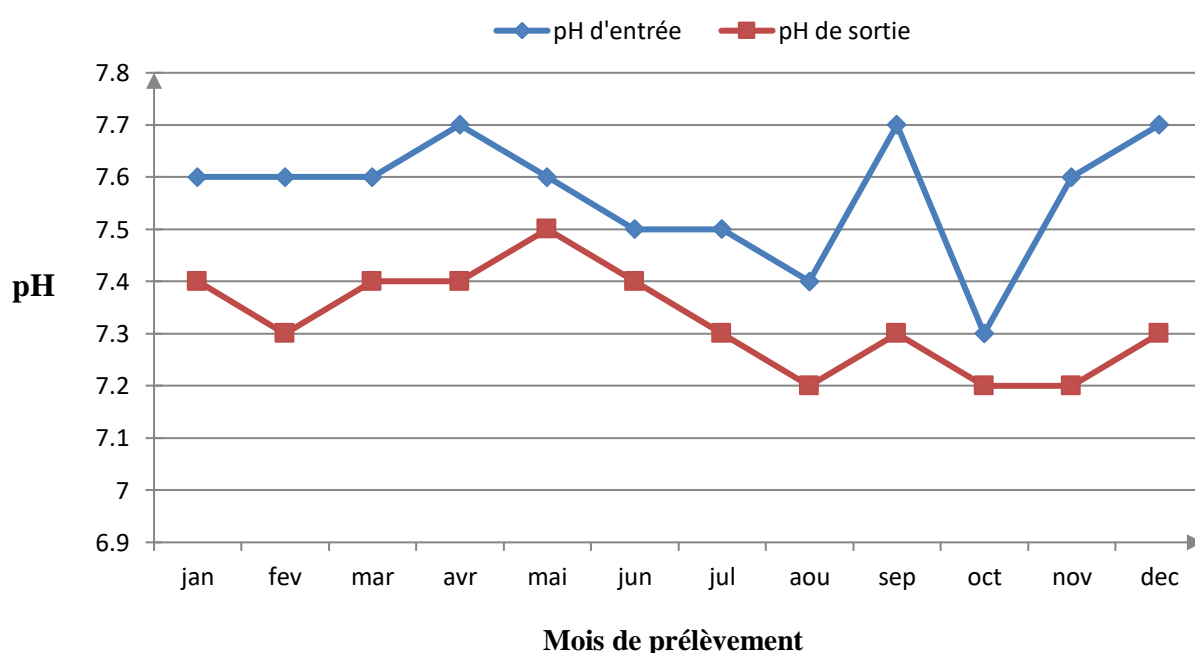


Figure. IV.2. Variation du pH de la STEP de Guelma

Des valeurs de pH plus élevées pendant une la saison humide pourraient être dues aux rejets de déchets dans l'eau et également à la décomposition microbienne de la matière organique. Le pH faiblement acide de l'eau pendant la saison sèche pourrait être dû au dioxyde de carbone dissous et aux matières organiques. Les acides proviennent de la matière décomposée. La réduction du volume d'eau pendant la saison sèche pourrait contribuer à la diminution du pH.

Les valeurs du pH des eaux usées brutes de la ville de Guelma durant toute la période d'étude a montré que les eaux usées du collecteur principal sont relativement sont comprises entre 7,3 et 7,7 avec  $7,55 \pm 0,20$  comme étant la valeur moyenne qui est une caractéristique des eaux résiduaires dont le pH est plus favorable à l'action bactérienne pour les processus d'épuration aérobie et anaérobie [5]. Un pH alcalin et une température modérée constituent des conditions de milieu idéales pour la prolifération des microorganismes qui établissent un parfait équilibre biologique, permettant la dégradation de la matière organique ce qui conduit à la décontamination de l'eau [6].

#### IV.I.3. La conductivité électrique (CE):

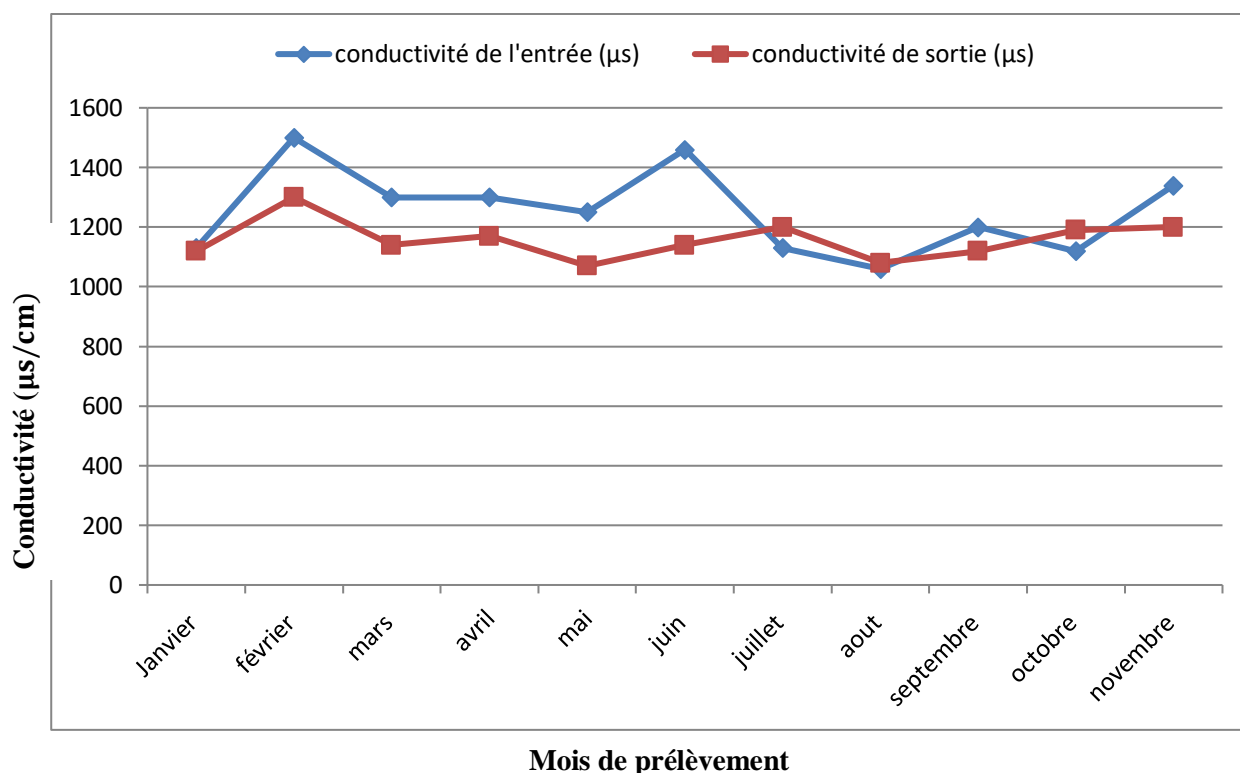


Figure. IV.3. Variation de la conductivité de la STEP de Guelma

Les valeurs de la conductivité électrique (CE) varient de 1060 à 1250  $\mu\text{S}/\text{cm}$  pendant la saison sèche et de 1130 à 1300  $\mu\text{S}/\text{cm}$  pendant la saison des pluies avec les moyennes correspondantes de 2836 et 3824,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (**Figure IV.3.**). Les valeurs plus élevées de CE indiquent une quantité élevée de solides dissous sous forme de cations et d'anions [7] et cela pourrait être dû au type des terrains traversés. La saison des pluies était plus élevée que les niveaux de la saison sèche qui auraient pu résulter de l'infiltration d'ions du sol transportés par les inondations [8].

Les valeurs de conductivité électrique dépendent de la température, de la concentration et des types d'ions présents [9]. Il y avait une différence significative de CE entre les saisons humides et sèches.

#### IV.1.4. Dosage des matières en suspension

Les matières en suspension représentent l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux usées. Leurs effets sur les caractéristiques physico-chimiques de l'eau sont très néfastes (modification de la turbidité des eaux, réduction de la pénétration de la lumière donc de la photosynthèse). La connaissance de la concentration des éléments colloïdaux dans les eaux usées est nécessaire dans l'évaluation de l'impact de la pollution sur le milieu aquatique. Les concentrations moyennes des MES enregistrées et selon les normes algériennes ne dépassent pas les valeurs limites maximales de la teneur en substances nocives des eaux usées de déversement dans un réseau public d'assainissement ou dans une station d'épuration (600 mg/L), Selon les valeurs des matières en suspension (MES) (**Figure 1**), nous remarquons facilement que ces valeurs diminuent pendant leur passage dans la STEP, cette instabilité s'explique par le fait que les MES ne sont pas constituées de fibres qui; en raison de leur grande longueur; ont été retenues par les tamis au cours du procédé de transformation. La quantité de la matière en suspension à l'entrée varie entre 270 et 544 mg/L avec une moyenne peu élevée de 362,85 mg/L (**Figure 1**), celle à la sortie varie entre 5 et 15,5 mg/L avec une moyenne de 10,54 mg/L.



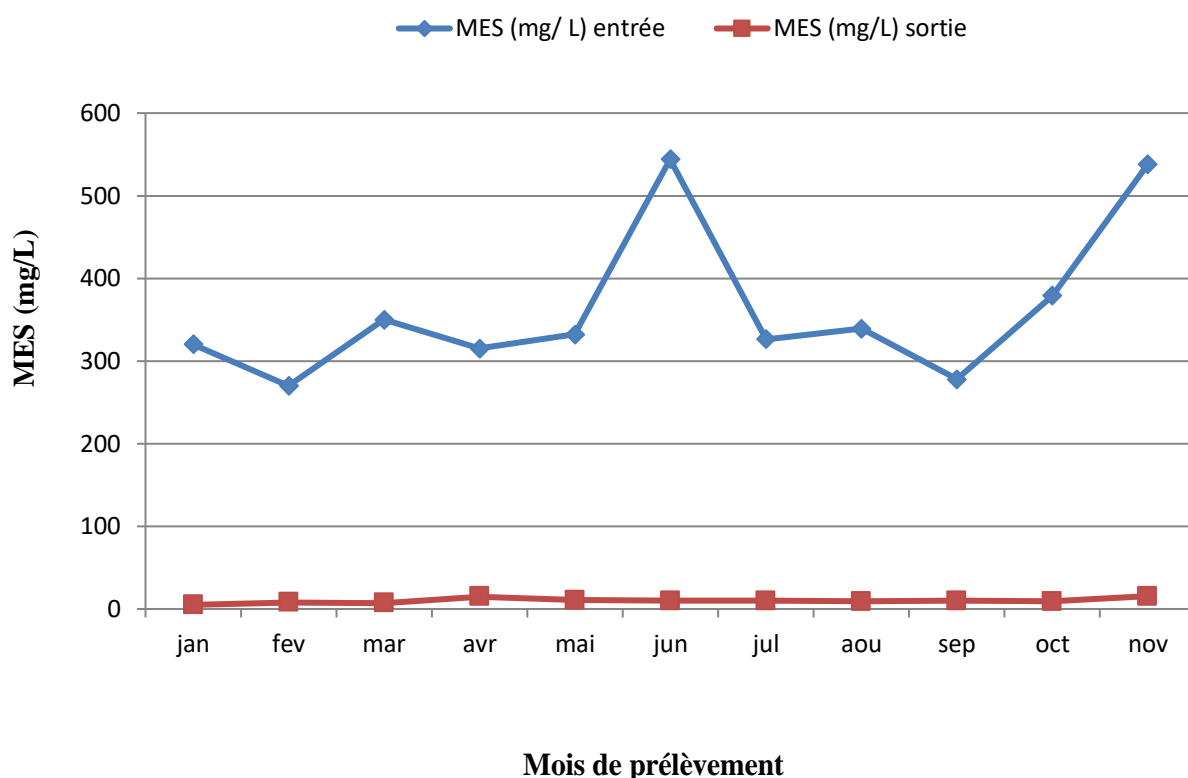


Figure. IV.4.

#### Variation de la matière en suspension (mg/(L) de la STEP de Guelma

Les valeurs peu élevées des MES en entrée de la STEP sont liés souvent à la charge importante en matières organiques et minérales engendrées par la population des quartiers, drainées par les collecteurs d'assainissement branché avec la station d'épuration.

Les faibles valeurs en MES a la sortie de la STEP sont dues à la décantation des matières décantables. Elles restent cependant inférieures à la norme de rejet de l'OMS (30 mg/L) et à celle du journal officiel algérien limitée à 35 mg/L. Ainsi que le rendement d'abattement donne un pourcentage très satisfaisant 97,1 %. Selon la FAO (2003), la présence de matière en suspension dans les eaux usées ne constitue pas, sauf cas très particulier, un obstacle à la réutilisation de ces eaux. Bien au contraire, elle contribue à la fertilité des sols. Cependant, une présence excessive de matières en suspension peut entraîner des difficultés de transport et de distribution des effluents ainsi que l'obturation des systèmes d'irrigation [10].

#### IV.I.5. La demande chimique en oxygène DCO :

La DCO permet d'apprécier la concentration en matières organiques ou minérales, dissoutes ou en suspension dans l'eau, au travers de la quantité d'oxygène nécessaire à leur oxydation chimique totale. Les valeurs de la DCO à l'entrée varient entre 342,5 mg d'O<sub>2</sub>/L et 844 mg d'O<sub>2</sub>/L avec une moyenne de 481,04 mg d'O<sub>2</sub>/L, celles à la sortie varient entre 21 mg d'O<sub>2</sub>/L et 48 mg d'O<sub>2</sub>/L avec une moyenne de 31,65 mg d'O<sub>2</sub>/L.

Les valeurs de la DCO sont conformes aux normes algériennes de rejet (120 mg O<sub>2</sub>/L), ainsi que celles de l'OMS (< 90 mg O<sub>2</sub>/L).

Ces valeurs à la sortie nous montrent un abattement des bassins facultatifs vis-à-vis de la pollution carbonée qui atteint 93,42 %.

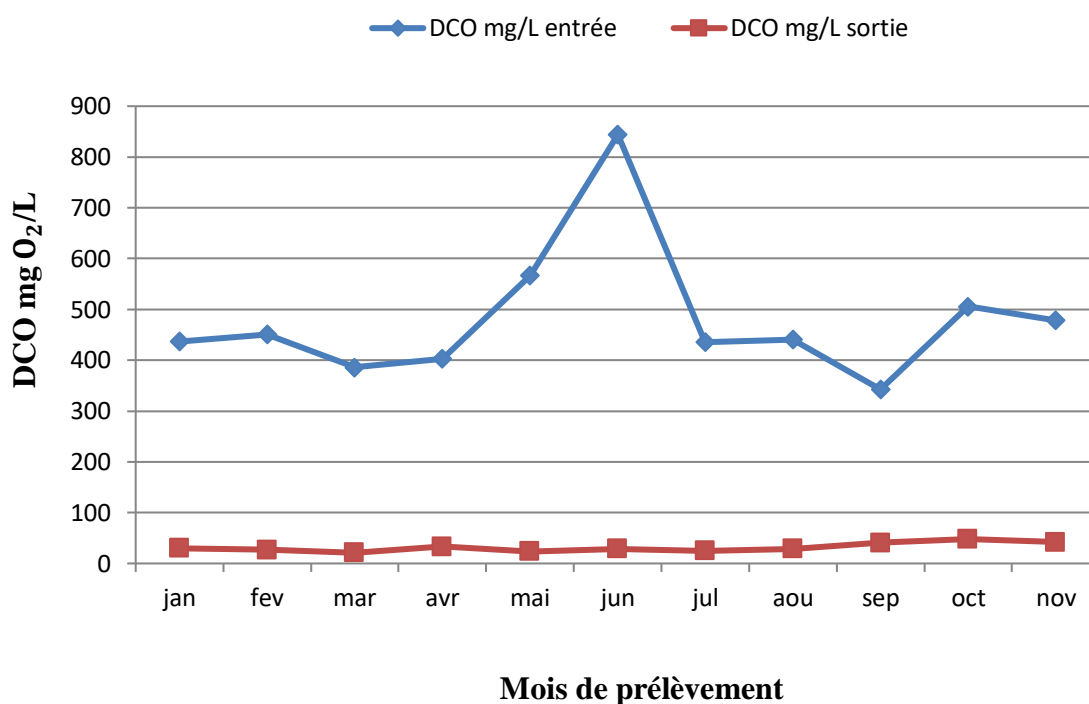


Figure IV.5.

#### Variation de la DCO mg O<sub>2</sub>/L de la STEP de Guelma

Ainsi que le rendement d'abattement donne un pourcentage très satisfaisant 92,01%.

#### IV.I.6. La demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>):

La valeur de la charge polluante reçue par la station varie entre 190 mg d'O<sub>2</sub>/L et 358 mg d'O<sub>2</sub>/L avec une moyenne 249,17 mg d'O<sub>2</sub>/L. Les effluents traités s'appauvrissent et montrent des teneurs en DBO<sub>5</sub> qui oscillent entre 6 mg d'O<sub>2</sub>/L et 20 mg d'O<sub>2</sub>/L avec une moyenne de 15,96 mg d'O<sub>2</sub>/L. Les valeurs de la DBO<sub>5</sub> sont inférieures aux normes algériennes de rejet (40 mg d'O<sub>2</sub>/L) et à celles de l'OMS (3 mg d'O<sub>2</sub>/L).

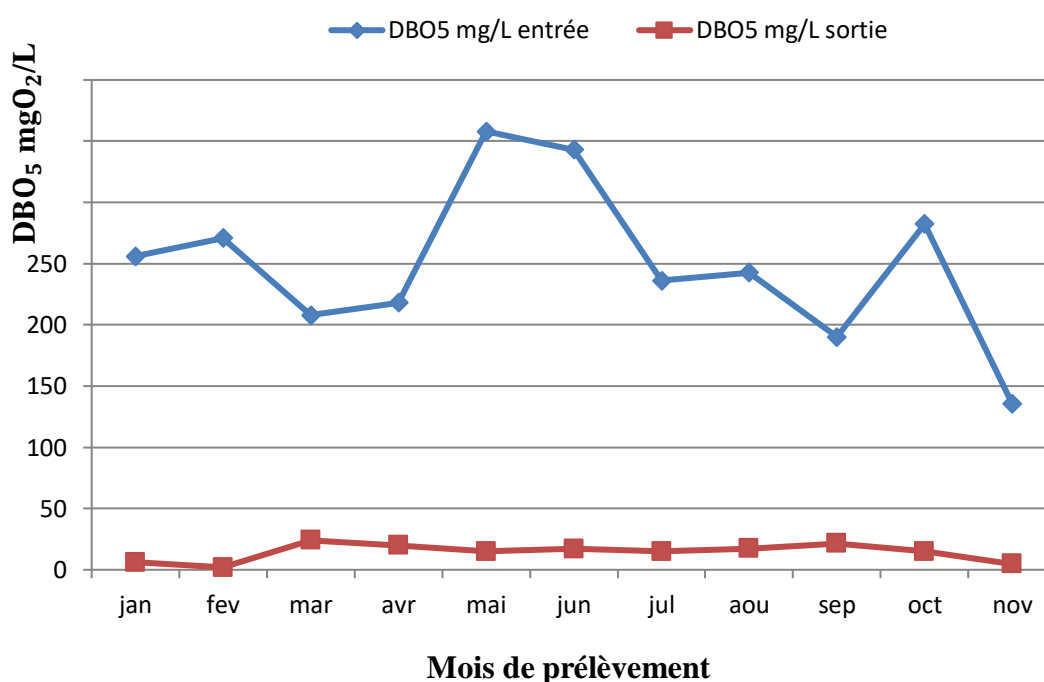


Figure IV.6.

#### Variation de la DBO<sub>5</sub> mg O<sub>2</sub>/L de la STEP de Guelma

Le rapport entre la DCO et la DBO<sub>5</sub> permet de caractériser la nature de l'effluent. Il est en moyenne de 2,74. Cette valeur inférieure à 3 (**Figure IV.6**), confère à l'effluent une bonne biodégradabilité [11] et confirme que les eaux usées traitées au niveau de la STEP sont d'origine domestique [12]. Fresenius et al, ont rapporté que lorsque le rapport DBO<sub>5</sub>/DCO est  $\geq 0,5$ , la dégradation biologique débute immédiatement. Lorsque le rapport DBO<sub>5</sub>/DCO est  $\leq 0,5$ , il existe une possibilité pour que les substances chimiques qui ont une mauvaise biodégradabilité retardent le processus biologique [13].

**Tableau IV.1. Variation hebdomadaire du rapport DBO<sub>5</sub>/ DCO**

Prélèvements	Rapport DBO <sub>5</sub> / DCO
Janvier 2019	0,57
Février 2019	0,60
Mars 2019	0,53
Avril 2019	0,95
Mai 2019	0,63
Juin 2019	0,40
Juillet 2019	0,54
Aout 2019	0,55
Septembre 2019	0,55
Octobre 2019	0,56
Novembre 2019	0,28

Sur la base de ces critères, une valeur seuil de 0,5 a été retenue pour étudier la biodégradabilité des substances organiques à la station d'épuration de Guelma. Le rapport DBO<sub>5</sub>/DCO oscille entre 0,28 et 0,95 ce qui indique que les polluants de la STEP seraient parfois difficilement biodégradables.

Le rendement d'abattement donne un pourcentage très satisfaisant 93,59 %.

#### **IV.I.7. Matières azotées**

Dans cette étude, de faibles teneurs en nitrates sont notées au niveau des eaux brutes. Elles varient entre 0,1 mg/L et 13 mg/l. Dans les eaux épurées, ces valeurs oscillent entre 7,0 mg/L et 15 mg/L (Figure. IV.9). Le taux des nitrates a augmenté considérablement au niveau des eaux traitées par rapport aux eaux brutes mais reste inférieur aux normes de l'OMS (50 mg/L). On note une réduction des valeurs de l'azote ammoniacal  $\text{NH}_4^+$  dans les eaux traitées (Figure.IV.7). En effet, l'azote ammoniacal est oxydé par nitrification en nitrite  $\text{NO}_2^-$  un état intermédiaire, puis ce dernier est rapidement oxydé en nitrate  $\text{NO}_3^-$ . Cette transformation est effectuée en présence d'oxygène par des bactéries autotrophes nitrifiantes en deux étapes, la première étant assurée par des bactéries *Nitrosomonas* et la deuxième par des bactéries *Nitrobacter* [14]-[15].

#### IV.I.7.1. Ammonium $\text{NH}_4^+$

Les variations de la concentration de l'azote ammoniacal, sont entre 24 et 49 mg/L à l'entrée avec une moyenne de 31,24 mg/L et entre 2 et 8,5 mg/L à la sortie, avec une valeur moyenne de 4,16 mg/L. La baisse des teneurs en azote ammoniacal au niveau de la station d'épuration de l'entrée vers la sortie est le fait du processus d'épuration biologique par boues activées qui permet de diminuer la charge polluante en  $\text{NH}_4^+$ . Cependant, la moyenne de la concentration de l'Ammonium reste supérieure aux normes de rejets internationales de l'OMS mg/L [16].

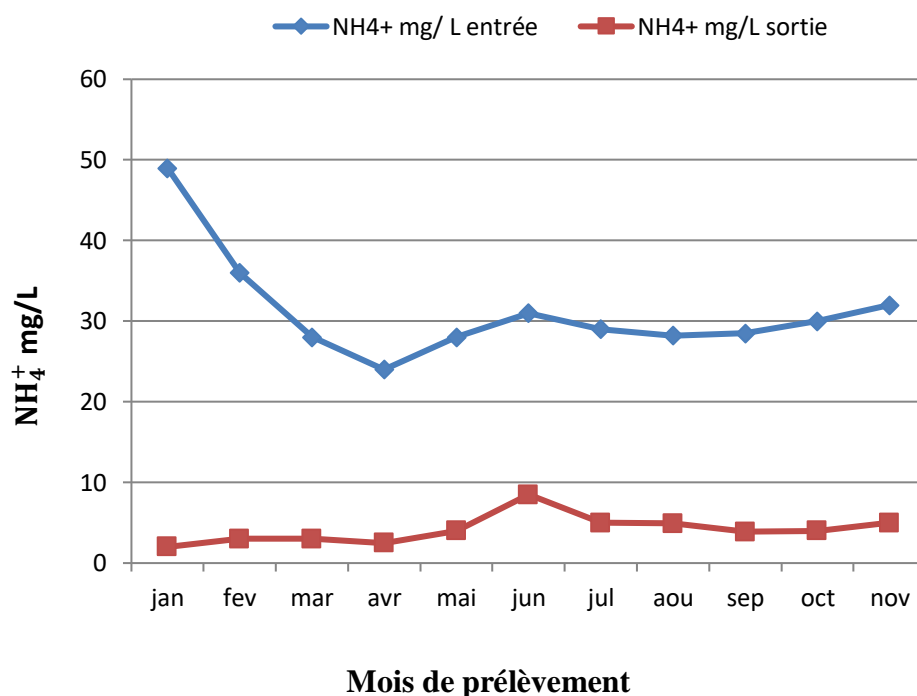
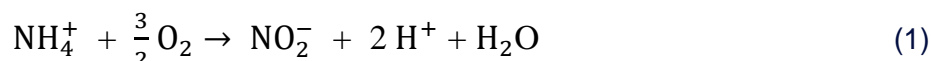


Figure IV.7. Variation de l'ammonium  $\text{NH}_4^+$  de la STEP de Guelma

#### IV.I.7.2. Les nitrites $\text{NO}_2^-$

Les résultats obtenus au cours de la campagne d'étude, indiquent que la teneur en nitrites des eaux, à savoir brutes et traitées est très faible. La différence de ces valeurs entre l'entrée et la sortie nous renseigne sur une légère variation, dont les valeurs moyenne sont de mg/l à l'entrée et mg/l au niveau des eaux épurées de la STEP.

Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque sous l'influence de bactéries dont le genre prédominant est Nitrosomonas :



où la nitrification qui n'était pas conduite à son terme, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiant.



Une eau refermant des nitrites est à considérer comme suspecte car ces substances sont souvent associées à une détérioration de la qualité microbiologique. Cependant, la moyenne de la concentration des nitrites reste inférieure aux normes internationales de l'OMS 1 mg/L [16], [17].

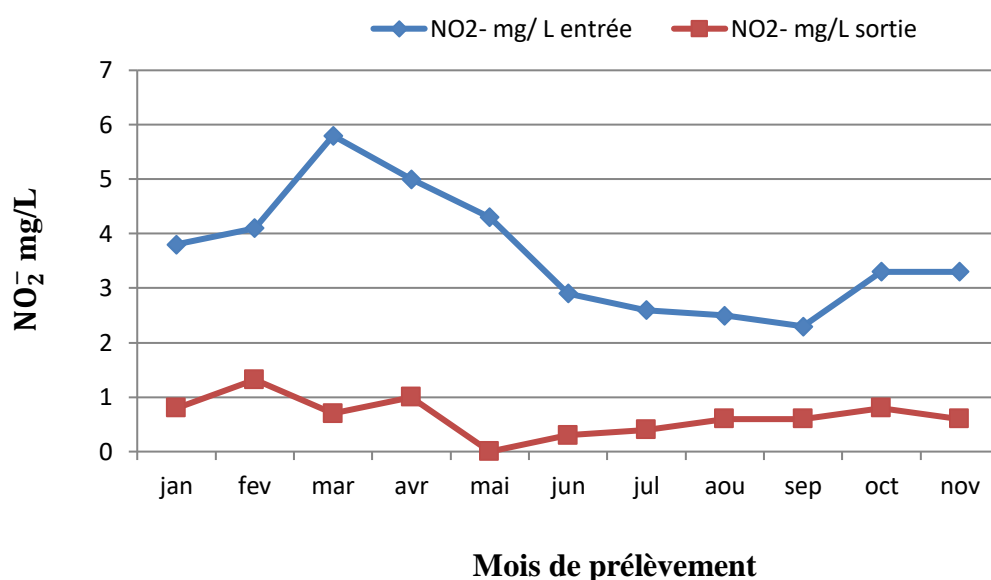
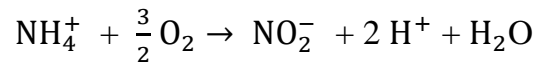


Figure. IV.8. Variation de nitrite  $\text{NO}_2^-$  de la STEP de Guelma

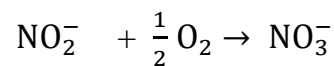
#### IV.I.7.3. Nitrates $\text{NO}_3^-$

Les valeurs moyennes des nitrates obtenues de la station de SET sont inférieures à 7 mg/L à l'entrée et à 15 mg/L la sortie. Nous avons enregistré un taux de nitrates qui augmente considérablement au niveau des eaux traitées par rapport aux eaux brutes. En effet, la faible teneur en nitrates dans les eaux brutes, est due au fait que l'azote, se trouve sous ses formes ammoniacale ou organique, fortement présentes dans les eaux usées domestiques, puis progressivement, ces derniers s'oxydent, générant les nitrates, cette différence peut être aussi due à la prolifération des algues au niveau

du bassin de finition. Ce qui fait aussi une augmentation significative des nitrates à la sortie et les bactéries autotrophes telles que Nitrosomonas et Nitrobacter, qui transforment l'azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ) en présence d'oxygène pour produire des nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) puis des nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ). En moyenne les nitrates restent inférieurs aux normes de la STEP [18].



(1)



(2)

La réaction globale de la nitrification s'obtient en additionnant membre à membre les équations (1) et (2) :

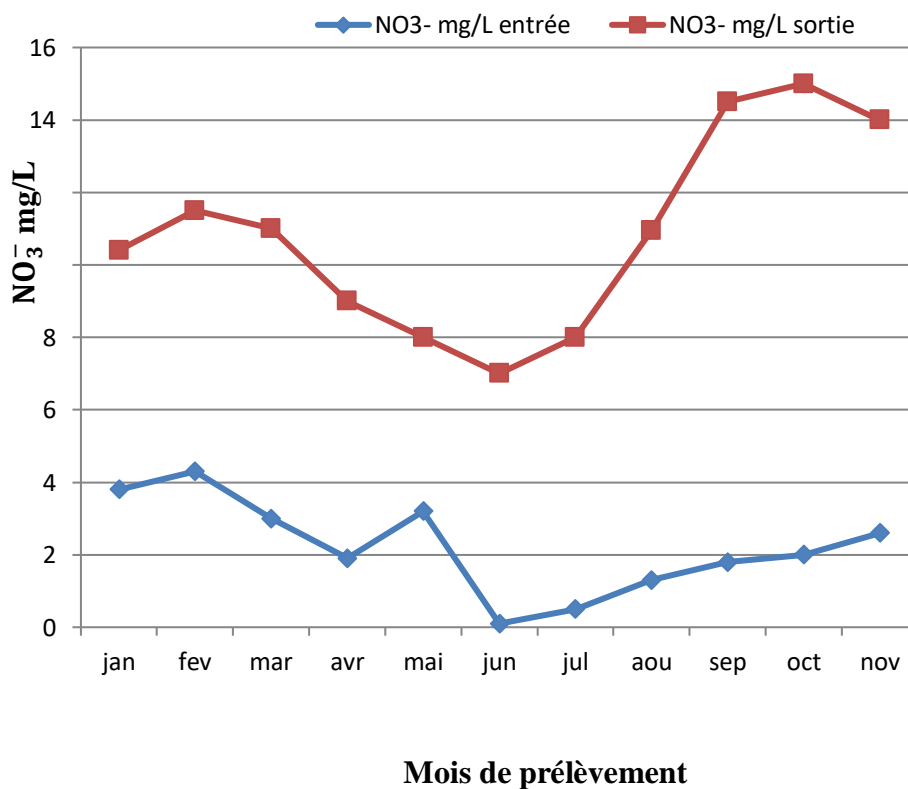
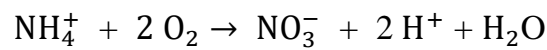


Figure IV.9. Variation de Nitrates  $\text{NO}_3^-$  de la STEP de Guelma

**CONCLUSION**

L'évaluation de performance épuratoire de la matière organique exprimé en MES, DBO<sub>5</sub> et DCO durant l'année 2020, montre que la station STEP de Guelma permet une bonne élimination de la matière organique qui mène a une meilleure qualité d'épuration, avec un rendement de 93.59 % pour le paramètre DBO<sub>5</sub> et 92.01 % pour la DCO ainsi que pour les matières en suspension avec un rendement qui dépasse de 97 %.



## Références bibliographique

- [1] Rodier J., Legube B., Merlet N., et Brunet R. (2005). L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8ème édition. Paris: Dunod, 1383 p.
- [2] Ombaka, Ochieng et al. Effect of Human Activities and Seasonal Variation on Water Quality of Nkenye (Chikuu) Stream in Chuka, Kenya. International Journal of Modern Chemistry, 2013, 4(1): 50-65
- [3] World Health Organization . Aeromonas. In: Guidelines for drinking-water quality, 2nd ed. Addendum: Microbiological agents in drinking water. Geneva, (2002)
- [4] D.D. Mara Waste stabilization ponds: problems and controversies. Water Qual. Int., 1 (1987), pp. 20-22
- [5] H Murhekar Gopalkrushna Assessment of physico-chemical status of ground water samples in Akot cit. Research Journal of Chemical Sciences, 2011.
- [6] Journal Officiel de la République Algérienne N° 26 du 23 avril 2006 .
- [7] Prasad et al. Sedimentology on a core from Lonar Lake in India PANGAEA: Publishing Network for Geoscientific & Environmental Data Publishing (2014).
- [8] Buridi & Gedala. Study on Determination of Physicochemical Parameters of Ground Water in Industrial Area of Pydibheemavaram, Vizianagaram District, Andhrapradesh, India. Austin J. Public Health Epidemiol - Volume 1 Issue 2 - 2014 ISSN : 2381-9014
- [9] O.Ombaka et al. Effect of Human Activities and Seasonal Variation on Water. Quality of Nkenye (Chikuu) Stream in Chuka, Kenya. International Journal of Modern Chemistry, 2013, 4(1): 50-65.
- [10] Belaid Nebil, Evaluation des impacts de l'irrigation par les eaux usées traitées sur les plantes et les sols du périmètre irrigué d'El Hajeb-Sfax: salinisation, accumulation et phytoabsorption des éléments métalliques. Thèse de Doctorat 2010. Université de Sfax. Tunisie
- [11] Cardot C. (1999). Les Traitements de l'eau. Procédés physico-chimiques et biologiques. Ellipses, Paris, 247 p
- [12] Rodier J., Legube B., Merlet N., et Brunet R. (2005). L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8ème édition. Paris: Dunod, 1383 p.
- [13] Fresenius W., Schneider W., Bohnke B., Poppinghaus K. (1990). Technologie des eaux résiduaires–Production, collecte traitement et analyse des eaux résiduaires, Springer–Verlag, Berlin, 1137 p.

[14] Aubry G. (2003). Enlèvement de l'azote des eaux usées par un procédé à culture fixée immergée. Université Laval. Québec.

[15] Kanyaru Savina Mbura. Assessment of selected physico-chemical parameters of ground water in Tharaka Nithi County, Kenya Thesis 2012 Kenyatta University.

[16] CSHPF. (1995). « Recommandations sanitaires relatives à la désinfection des eaux usées urbaines », conseil supérieur d'hygiène publique de France section des eaux.

[17] Latifi S., (2018). Etude de la vulnérabilité des nappes aquifères de la région de Guelma et évaluation du rôle des STEP dans la protection des eaux. Thèse doctorat. Univ Badji Mokhtar Annaba, 134 p.

[18] Ladjel, F. (2006). Exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau 02, Centre de formation au métier de l'assainissement, CFMA-Boumerdes, 80p.

Rodier J., Legube B., Merlet N., et Brunet R. (2005). L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8ème édition. Paris: Dunod, 1383p.

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.

*Conclusion*  
*Générale*

## CONCLUSION GENERALE

### Conclusion Générale

Dans ce travail nous avons présenté les différents procédés que comporte la station d'épuration de la ville de GUELMA. Nous avons constaté que l'eau à épurer doit passer autant que eau brute par des étapes: la première est l'étape du prétraitement, la deuxième étape est liée à l'épuration biologique et la décantation et la dernière c'est l'étape des lits de séchage.

La présente étude menée sur la station de traitement des eaux usées de la ville de GUELMA nous a permis d'évaluer et de contrôler le traitement des eaux usées urbaines par les procédés à boue activée et lagunage aérée et d'évaluer l'efficacité de ce traitement par la comparaison du bilan d'analyse physicochimique des eaux usées durant l'année 2020.

Le suivi de la performance de la STEP de GUELMA a permis de conclure que les valeurs de pH et de la température de l'eau brute épurée ne perturbent pas le traitement biologique et que les valeurs de ces deux paramètres des eaux épurées sont conformes aux normes Algériennes de rejet direct.

Concernant les Matières en suspension MES, les résultats montrent qu'il y ait une réduction remarquable qui dépasse 95 % avec une concentration moyenne de MES dans l'eau épurée de 10.09 mg/L inférieure à la norme admise pour le rejet qui est de 35 mg/L.

Le traitement biologique des eaux usées par boues activées représente une solution de choix pour la dépollution de la charge organique. Une bonne élimination de la DCO avec des rendements de 92.02 % à 93.59 %, de la DBO<sub>5</sub>.

A travers ces mesures, il est clair que le traitement des eaux usées à la STEP de Guelma est suffisant pour permettre d'abaisser les concentrations en polluants et d'atténuer donc le risque sanitaire à un niveau très acceptable. Cependant, il est nécessaire, pour évaluer davantage sa qualité de :

- Compléter les analyses physico-chimiques faites par le laboratoire de la station par des analyses microbiologiques, ainsi qu'un contrôle de la boue activée.
- Agrandir la STEP en la dotant d'un plus grand nombre de bassins d'aération afin de pallier l'impuissance du dispositif vis-à-vis de la grande charge polluante entrant quotidiennement dans la station.
- Suivre l'évolution des paramètres de l'eau rejetée par la station tout le long de son parcours au sein de l'Oued Seybouse afin d'évaluer les conséquences de l'utilisation de ces eaux sur l'irrigation, sur l'environnement et la santé humaine et animale.

### Résumé

Notre modeste travail consiste à mesurer les paramètres physique comme évaluer l'efficacité épuratoires et les rendements de station en analysant les paramètres suivants: le pH, O<sub>2</sub> dissous, la température, la conductivité, et DCO, DBO<sub>5</sub>, MES, de l'eau en comparant l'eau brute et l'eau épurée.

Les résultats présentent des rendements épuratoires satisfaisants de 97% des matières en suspension (MES). Le taux d'abattement de la demande chimique en oxygène (DCO) et la demande biologique en oxygène pendant 5 jours (DBO<sub>5</sub>) sont respectivement de 92% et de 94%. Et l'élimination d'azote Total,  $NO_2^-$ ,  $NO_3^-$ ,  $NH_4^+$  est bien, donc la STEP de Guelma est en bon fonctionnement

### Abstract

Our study aims to measure physical parameters such as evaluating the purification efficiency and treatment plant performance by analyzing the following parameters: pH, temperature, conductivity, dissolved O<sub>2</sub>, BOD<sub>5</sub>, SM, water by comparing raw water and purified water. The results show a satisfactory purifying performance of 97% of Total Suspended Solids (TSS). The chemical oxygen demand (COD) and biological oxygen demand (BOD<sub>5</sub>) for 5 days are 92% and 94% respectively. the elimination of nitrogen Total,  $NO_2^-$ ,  $NO_3^-$ ,  $NH_4^+$  is good, therefore, the Sewage Treatment Plant of Guelma functions appropriately.

### ملخص

تهدف دراستنا إلى قياس المعاملات الفيزيائية مثل تقييم كفاءة التنقية وأداء محطة المعالجة من خلال تحليل المعاملات التالية درجة الحموضة، درجة الحرارة، الناقلية وعوامل بيوكيميائية مثل الأكسجين المذاب، والطلب البيولوجي على الأكسجين خلال 5 أيام، والطلب الكيميائي على الأكسجين وجزيئات الصلبة العالقة في الماء مع مقارنة المياه الخام مع المياه النقية. أظهرت النتائج أداء تنقية مرضي بنسبة 97% من إجمالي المواد الصلبة العالقة، ومعدل تخفيض الطلب الكيميائي على الأكسجين والطلب البيولوجي على الأكسجين لمدة 5 أيام 92% و94% على التوالي. والقضاء على النيتروجين الكلي جيد وبالتالي، فإن محطة معالجة مياه الصرف الصحي في قالة تعمل بشكل مناسب.

