

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université 8 Mai 1945 Guelma

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de Génie des Procédés

Mémoire de Projet de Fin d'Etudes

2<sup>ème</sup> Année Master

---

---

*Traitement des eaux domestiques*

**STEP GUELMA**

---

---

Filière : Génie des Procédés

Spécialité : Génie chimique

Présenté par :

**BOUKHADRA ALIMA**



Sous la direction de :

**M<sup>me</sup>. LAHIOUEL YASMINA**

**Juin 2016**

# *Remerciement*

*En premier lieu, nous tenons à manifester notre louange à Dieu par aisance et excellence de nous avoir donné la volonté et la santé pour pouvoir achever ce travail, veuille-t-Il nous guider toujours dans le droit chemin.*

*Je tiens à remercier vivement Mme. Lahiouel Yasmina d'avoir dirigé ce travail et surtout pour sa collaboration et ses conseils précieux.*

*Nous n'omettrons jamais d'exprimer toutes nos gratitude à tout le staff de la station d'épuration de la wilaya de Guelma, qui n'ont épargné aucun effort pour que nos travaux se terminent dans les bonnes conditions.*

*Nos plus sincères remerciements*

*Aux enseignants de la filière du génie des procédés ainsi que tout le personnel du département et de la faculté des sciences et de la technologie de l'université de Guelma.*

# Dédicace

*Je dédie ce modeste travail :*

*Aux êtres les plus chers au monde, mon père et ma très chère mère, Allah yarahmha en implorant Dieu tout puissant de l'accueillir en son vaste paradis. pour les encouragements qui m'ont donné et son soutien en leur exprimant tout mon respect et mon amour et en leur témoignant toute ma reconnaissance et ma gratitude pour leurs efforts et leurs sacrifices fournis pour ma réussite.*

*À tous les membres de ma famille ; mon mari : Mouhamed Lamine*

*A Mes soeurs : Choucha, Ghania, Rana, Wassila*

*À Mon frère : Salim, Yassine, Nacer Aux familles*

*À mes meilleurs amis : Amira, Randa, Akilla pour leur support auquotidien.*

*À Toute ma promotion 2ème année master (2015/2016) et à tous mes enseignants.*

*À toutes les personnes qui m'ont aidé, soutenu et contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

# SOMMAIRE

# SOMMAIRE

---

## SOMMAIRE

### CHAPITER 1 :

1. Présentation de la région de Guelma.....	5
1.1 Situation géographique.....	5
1.2 Réseau hydrographique du versant de Guelma.....	5
1.3 Demande en eau d'irrigation.....	6
2 Présentation et localisation du site de prélèvement.....	7
2.1 Présentation et localisation de la STEP.....	7
2.2 Principe et fonctionnement du système de traitement.....	7
2.2.1. Emplacement et accès.....	8
2.2.2 Nature du réseau.....	8
2.2.3. Points de Rejet (destination.....	9
2.2.3.1. L'eau épurée.....	9
2.2.3.2. Les sous-produits issus de l'épuration.....	9
3 Les étapes de traitement d'épuration des eaux usées.....	10
3.1. Le prétraitement.....	10
a) Dégrillage.....	11
b) Dessablage.....	11
c) Dégraissage-Déshuilage.....	11
3.2. Le traitement primaire.....	11
3.3. Le traitement secondaire (biologique).....	12

# SOMMAIRE

---

a) L'élimination de carbone.....	12
b) L'élimination de l'azote.....	13
c) L'élimination de phosphate.....	14
3.4. Décantation secondaire.....	13
3.5 Désinfection.....	15
3.6. Traitement des boues.....	15
4. Objectif du Traitement / Objectif de la STEP.....	16

## CHAPITER 2 :

1. Définition de la pollution des eaux .....	17
1.2 La pollution hydrique.....	17
1.2.1 Pollution d'origine domestique.....	17
1.2.2 Pollution d'origine industrielle.....	18
1.2.3 Pollution d'origine agricole.....	18
2. Techniques et procédés d'épuration des eaux usées.....	19
2.1 Procédés physico-chimiques .....	19
2.2 Procédés biologique.....	19
2.2.1 Systèmes intensifs .....	19
2.2.2 Systèmes extensifs .....	20
a) Cultures fixées.....	20
a).1. Infiltration-percolation .....	20
a).2 Filtre planté à écoulement vertical .....	20
a).3 Filtre planté à écoulement horizontal .....	20
b) Cultures libres .....	20
b).1 Lagunage naturel .....	20
b).2 Lagunage à macrophyte .....	20

# SOMMAIRE

---

b).3 Lagunage aéré .....	21
2.3 La méthanisation.....	21
3. La réutilisation des eaux usées épurées.....	21
3.1 Bilan mondial.....	21
3.2 Réutilisation des eaux usées traitées en Algérie.....	21
3.2.1 La réutilisation indirecte.....	22
3.2.2 La réutilisation directe.....	22
3.3 Intérêt de la réutilisation des eaux usées en agriculture.....	22
3.4 Risques liés à la réutilisation des eaux usées traitées.....	22

## CHAPITRE 3 :

1 Méthodes d'analyses physicochimiques .....	26
1.1. La température .....	26
1.2. Potentiel hydrogène pH .....	28
1.3. La conductivité électrique .....	29
1.4. La demande biochimique en oxygène DBO5 .....	31
1.5. Les matières en suspension MES.....	34
1.6. La demande chimique en oxygène DCO .....	37
1.7. L'Azote des Nitrates $\text{NO}_3^-$ .....	41
1.8. L'Azote des nitrites $\text{NO}_2^-$ .....	43
1.9. L'Azote Ammoniacal $\text{NH}_4^+$ .....	45
1.10. L'Orthophosphate $\text{OPO}_4$ .....	46
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>48</b>

**Liste des**

**Figures**

## Liste des figures

<b>Figure 1.1</b> : image satellitaire représentant la localisation de la station d'épuration de Guelma (Google Earth, 2013).....	8
<b>Figure 1.2</b> : Configuration de la STEP de Guelma.....	10
<b>Figure 3.1</b> : Variations de la température des eaux usées traitées.....	10
<b>Figure 3.2</b> : Variations de la température des eaux usées traitées des 1 er trois mois de l'année 2016.....	27
<b>Figure 3.3</b> : Évolution du pH des eaux usées traitées de l'année 2015.....	28
<b>Figure 3.4</b> : Évolution du pH des eaux usées traitées des 1 er trois mois de l'année 2016.....	29
<b>Figure 3.5</b> . pH mètre, conductimètre.....	30
<b>Figure 3.6</b> : Variation temporelle de la conductivité électrique des eaux usées épurées de l'année.....	30
<b>Figure 3.7</b> : Variation temporelle de la conductivité électrique des eaux usées épurées des 1 er trois mois de l'année 2016.....	31
<b>Figure 3.8</b> . L'installation pour mesurer la DBO5.....	31
<b>Figure 3.9</b> : Variations de la demande biologique en oxygène (DBO5) des EUT de l'année 2015.....	33
<b>Figure 3.10</b> : Variations de la demande biologique en oxygène (DBO5) des EUT des 1 er trois mois de l'année 2016.....	34
<b>Figure 3.11</b> . Dessiccateur.....	35
<b>Figure 3.12</b> . Filtre à pompe.....	35
<b>Figure 3.13</b> . Etuve à 105°C.....	36
<b>Figure 3.14</b> : Évolution des matières en suspension des EUT.....	37
<b>Figure 3.15</b> : Évolution des matières en suspension des EUT des 1 er trois mois de l'année 2016.....	37
<b>Figure 3.16</b> . l'installation pour mesurer la DCO.....	39
<b>Figure 3.17</b> : Variations de la demande chimique en oxygène (DCO) des EUT de l'année 2015.....	40
<b>Figure 3.18</b> : Variations de la demande chimique en oxygène (DCO) des EUT des 1 er trois mois de l'année 2016.....	40

## Liste des figures

---

<b>Figure 3.19.</b> Spectrophotomètre.....	42
<b>Figure 3.20 ;</b> Évolution temporelle des taux des nitrates au niveau des eaux usées traitées de l'année 2015.....	42
<b>Figure 3.21 :</b> Évolution temporelle des taux des nitrates au niveau des eaux usées traitées des 1 er trois mois de l'année 2016.....	43
<b>Figure 3.22 :</b> Évolution temporelle des nitrites au niveau des eaux usées traitées.....	44
<b>Figure 3.23 :</b> Évolution temporelle des nitrites au niveau des eaux usées traitées des 1 er trois mois de l'année 2016.....	45
<b>Figure 3.24 :.</b> L'installation nécessaire pour mesurer le $\text{NH}_4$ .....	46
<b>Figure 3.24 :</b> Évolution temporelle des taux d'ammonium au niveau des eaux usées traitées.....	47
<b>Figure 3.26 :</b> Évolution temporelle des taux d'ammonium au niveau des eaux usées traitées des 1 er trois mois de l'année 2016.....	47
<b>Figure 3.27 :</b> Évolution des taux d'orthophosphates au niveau des eaux usées traitées.de l'année 2015.....	49
<b>Figure 3.28 :</b> Évolution des taux d'orthophosphates au niveau des eaux usées traitées des 1 er trois mois de l'année 2016.....	49

# Liste des Tableaux

## Liste des tableaux

**Tableau 1.1** : Évolution des terres irriguées et des besoins en eau d'irrigation dans le bassin de Guelma (DSA, 2011).....06

**Tableau 2.1** : typologie des bénéfices associés à la réutilisation des eaux usées (Condom et al., 2012).....23

**Tableau 2.2** : typologie des risques associés à la réutilisation des eaux usées. (Condom et al., 2012).....24

**Introduction**

**Générale**

## Introduction générale

L'importance de l'eau pour la vie comme composant de l'écosystème mondial n'est plus à démontrer. Cette ressource qui répond aux besoins fondamentaux de l'homme est un facteur du développement pour générer et entretenir la prospérité par le biais de l'agriculture, la pêche, la production d'énergie, l'industrie, des transports et du tourisme.

Cependant l'Algérie a connu ces dernières décennies une forte croissance démographique, une urbanisation massive et un développement des activités industrielles qui ont généré une production importante d'eaux usées, surtout dans les centres urbains. Le volume des eaux usées évacuées à travers les réseaux d'assainissement est estimé à près de 660 millions de m<sup>3</sup> par an, dont à peine 18% subissent un processus d'épuration partiel. Les eaux usées qui constituent une ressource potentielle non négligeable, sont totalement perdues chaque année et il n'y a pratiquement aucune stratégie pour les récupérer (Bouziani, 2000). Les capacités d'épuration des eaux usées restent très faibles. Le nombre de populations agglomérées raccordées à une station d'épuration n'est que de 8%. On note un déficit important en matière de réalisation d'infrastructures d'épuration (Bentir, 1996).

La région de Guelma, comme la plupart des villes algériennes endure des conséquences de la pollution hydrique. Elle est devenue après l'indépendance un pôle industriel ce qui a causé un exode rural important. De nouvelles constructions ont été créées en un temps très court et au mépris des règles élémentaires d'hygiène pour la population. Cet état de fait est à l'origine de l'apparition des maladies à transmission hydrique (mélange des eaux de consommation avec les eaux urbaines), dégradation de la qualité des eaux des nappes due aux rejets des eaux usées (aucune évacuation), dégradation de la qualité des eaux des Oueds (Djabri, 2001).

En plus de la croissance démographique accélérée (482 430 habitants en 2008) s'ajoute en parallèle, l'implantation du tissu industriel (mécanique, parachimie, transformation plastique, briqueterie,...). Toutes ces activités industrielles contribuent à la charge hydraulique d'importantes quantités de substances toxiques et minérales susceptibles de contaminer les cours d'eau du bassin. Des industries agroalimentaires (raffinerie de sucre, conserverie de tomate, minoteries, laiterie) et les rejets domestiques génèrent une importante charge en matières organiques sous formes azotées et phosphorées. Cette situation est aggravée par les rejets de certaines stations-services situées à l'approche des Oueds. Cent trente mille mètres cubes (130.000 m<sup>3</sup>) d'eaux usées domestiques et industrielles se déversent quotidiennement dans les milieux récepteurs sans traitement préalable (DHW, 2007). Un traitement poussé des effluents urbains qui drainent l'Oued Seybouse est nécessaire pour faire

face au problème de la pollution des eaux superficielles et afin de protéger cette ressource ainsi que les écosystèmes (OMS, 1973).

Pour cela, la wilaya de Guelma a mis en service une station d'épuration (STEP) au cours de l'année 2008 qui a pour objectif l'épuration de 43 388 m<sup>3</sup>/j d'eaux usées, d'où un appoint non négligeable pour permettre l'irrigation des terres agricoles à partir du bassin versant de l'Oued Seybouse et de la plaine de Bouchegouf (ONA, 2011). Les eaux usées urbaines sont épurées directement dans la station d'épuration avec une série de traitement primaires permettant d'éliminer les déchets, les sables, les graisses et les matières en suspension, puis un traitement biologique pour écarter le reste de la pollution

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

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

- Dans la première partie du travail, nous avons présenté la région étudiée pour donner un aperçu général avec une présentation du site d'étude. .1
- La deuxième partie est consacré à donner des idées générales sur la pollution les eaux usées, les modes de leur épuration .1
- Au troisième chapitre, nous présentons les matériels et méthodes utilisés pour la réalisation du présent travail avec les résultats et discussions, celui-ci est composé de : .2
  - Une étude physicochimique à l'entrée et à la sortie de la station. .1

# Chapitre

01

## 1. Présentation de la région de Guelma

### 1.1 Situation géographique

La wilaya de Guelma se situe au Nord-Est de l'Algérie à 290 m d'altitude. Elle s'étend de 39° au 40° de latitude de Nord et du 5° au 6° de longitude Est. Elle occupe une position géographique stratégique, elle est donc un point de rencontre entre les pôles industriels du Nord (Annaba et Skikda), les centres d'échanges au Sud (Oum El Bouaghi et Tébessa) et la proximité du territoire tunisien à l'Est.

Elle couvre une superficie de 4 101 km<sup>2</sup> et elle est limitée par :

- La wilaya d'Annaba, au Nord.
- La wilaya de Skikda, au Nord-Ouest.
- La wilaya de Constantine, à l'Ouest.
- La wilaya d'Oum El Bouaghi, au Sud.
- La wilaya de Souk Ahras, à l'Est.
- La wilaya d'El Taref, au Nord-Est.

La région d'étude fait partie du bassin versant de l'Oued Seybouse. Elle englobe 34 communes totalisant une population de 482 430 habitants (au dernier recensement de 2008). La densité moyenne de cette population est de 118 habitants/km<sup>2</sup>, dont 26% sont concentrés au niveau du centre de la wilaya et plus de 55% vivent dans les zones rurales et éparses (ONS, 2011).

### 1.2 Réseau hydrographique du versant de Guelma :

Le réseau hydrographique est très dense et représenté par l'Oued Seybouse (57.15 Km) et ses majeurs affluents dont l'écoulement général est d'Ouest en Est pour l'Oued Bouhamdane (45,37 km) et du Sud vers le Nord pour l'Oued Cherf (36.46 km) l'Oued Skhoun, l'Oued Maiz, l'Oued Zimba, l'Oued Boussora, l'Oued Marmoura, l'Oued Helia et l'Oued Melah. L'Oued Bouhamdane et l'Oued Cherf drainent respectivement des sous bassins de 1105 Km<sup>2</sup> et 2845 Km<sup>2</sup> à la station de Medjez Amar qui est le point de confluence et naissance de l'Oued Seybouse (ABHCSM, 2005).

La région de Guelma comporte quatre zones hydrogéologiques distinctes. La zone des plaines de Guelma et Bouchegouf dont les nappes captives s'étendent sur près de 40 km le long de la vallée Seybouse, elles enregistrent un débit de 385 l/s qui constituent les plus importantes nappes de la wilaya avec une potentialité hydraulique de 264,96 Million m<sup>3</sup> d'eaux mobilisables comme suit:

# chapitre 1 : présentation de la région et le site d'étude

Eaux souterraines: 04 sous bassins versants (hydriques) et 997 points d'eau opérationnels totalisant un potentiel de 40,6 Millions m<sup>3</sup>/an.

Eaux superficielles: 224,86 millions m<sup>3</sup> se répartissant comme suit :

- Barrage de Bouhamdane : 220 millions m<sup>3</sup>.
- Barrage de Medjez-Beggar (Ain Makhoulouf) : 2,86 millions m<sup>3</sup>.
- Important nombre de retenues collinaires : 1,578 millions m<sup>3</sup>.

Principaux Oueds:

- Oued Seybouse: traverse la plaine de Guelma - Bouchegouf sur plus de 45 km du Sud au Nord, son apport total est estimé à 408 millions m<sup>3</sup>/an.
- Oued Bouhamdane: prend sa source à l'Ouest, il est d'un apport de 96 millions m<sup>3</sup>/an.
- Oued Mellah: provenant du Sud Est, il est d'un apport total de 151 millions m<sup>3</sup>/an.
- Oued Charef: prend sa source au sud, il est d'un apport total de 107 millions m<sup>3</sup>/an.

Le réseau hydrographique du bassin de Guelma possède un régime hydrologique de type pluvial fortement dominé par les précipitations sur l'ensemble de l'année (Nouar, 2007)

## 1.3 Demande en eau d'irrigation

L'accroissement de la superficie irriguée dans les horizons projetés engendre non seulement une augmentation des besoins en eau d'une façon considérable mais aura aussi des répercussions sur les ressources en eau qu'elle soit souterraine ou superficielle. Elle représente une menace sur les réserves du moment qu'on projette une augmentation de 2000 ha toutes les cinq années, avec une dose moyenne annuelle de l'ordre de 4500 m<sup>3</sup> /ha/an.

Les besoins en eau d'irrigation s'élèvent donc à 22.83 hm<sup>3</sup> /an en 2006 pour atteindre un volume de 57.03 hm<sup>3</sup>/an en 2030. Il est à noter que le bilan d'eau pour le secteur agricole est déficitaire. Ce déficit s'élève à 5.53 hm<sup>3</sup> /an et peut atteindre les 39.73 hm<sup>3</sup> /an en 2030. Le taux de satisfaction des besoins en eau des terres irrigables dans le bassin est de l'ordre de 75.88% ce qui représente 17.3 hm<sup>3</sup> /an des 22 hm<sup>3</sup> /an de la demande (Mouchara, 2009)

**Tableau 1.1** : Évolution des terres irriguées et des besoins en eau d'irrigation dans le bassin de Guelma (DSA, 2011).

Années	2006	2010	2015	2020	2030
Surface agricole irrigable (ha)	5074,11	6674,11	8674,11	10674,11	12674,11
Besoins en eau hm <sup>3</sup> /ans	22,83	30,03	39,03	48,03	57,03

L'utilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation des cultures (notamment les cultures maraîchères) ou l'arrosage d'espaces verts (ouverts au public) présente un certain niveau de contamination. Une désinfection d'un ou des rejets d'eaux résiduaires dans le bassin versant amont est obligatoire. Ces dernières années des problèmes sanitaires dus à la l'utilisation des eaux usées traitées en irrigation sont plus fréquents. Une analyse physicochimique et microbiologique de la qualité des eaux usées traitées s'impose pour connaître les performances épuratrices des différents systèmes et particulièrement l'élimination des bactéries pathogènes qui constitue une étape indispensable dans la gestion et l'évolution des solutions à mettre en œuvre pour améliorer globalement les rendements épuratoires (Makni, 2002).

## **2 Présentation et localisation du site de prélèvement**

### **2.1 Présentation et localisation de la STEP**

La station d'épuration de Guelma a été créée en 2008 et occupe un terrain agricole de 8 ha. Elle se situe à 1 km environ au Nord de la ville sur le flanc droit de la vallée développée par l'Oued Seybouse et sur la route nationale N° 21 menant à Annaba à la sortie de l'agglomération (ONA, 2011). Les responsables de la station se fixent comme objectif l'épuration de 43 388 m<sup>3</sup>/j d'eaux usées de la ville de Guelma qui sont collectées par deux stations de relevage, l'une se trouvant au niveau de la cité Ghehdour : point de rejet de Oued Lemaïz avec un débit de 1575 m<sup>3</sup> /h, et la seconde au niveau du point de rejet de Oued Skhoun (son débit est de 1125 m<sup>3</sup>/h) (Dadci, 2008) Elle est fonctionnelle depuis le 18 Février 2008 à raison de traiter d'environ : 32000 m<sup>3</sup>/jour au temps sec et 43000 m<sup>3</sup>/jour au temps pluie.

La station a une capacité 200 000 équivalent / habitant .elle utilise le procédé de culture libre « boue activée » comme procédé d'épuration

### **2.2 Principe et fonctionnement du système de traitement**

Compte tenu de la qualité des effluents à traiter et du niveau de rejet requis, la filière de traitement utilisée au niveau de la STEP de Guelma est du type : boues activées à moyenne charge. A la sortie des égouts, les eaux usées urbaines sont traitées directement dans la station d'épuration. Une série de traitements primaires permettent d'éliminer rapidement les déchets les plus grossiers

mais aussi les sables, les graisses, et les matières en suspension. Un traitement biologique est également effectué afin d'éliminer le reste de la pollution (STEP Guelma, 2012).



Figure 1.1 : image satellitaire représentant la localisation de la station d'épuration de Guelma (GoogleEarth, 2013).

### 2.2.1. Emplacement et accès :

La STEP Guelma est alimentée par 02 conduites de refoulement :

\*SR1 : alimentée par Oued El Maiz, elle ramène des effluents beaucoup plus chargés que SR2 car elle est raccordée par les effluents des usines qui se trouvent dans la zone industrielle de la ville de Guelma, avec un débit de  $1575\text{m}^3/\text{h}$ .

\*SR2 : alimentée par Oued SKhoun, ces effluents de rejet des habitants, avec un débit de  $1125\text{m}^3/\text{h}$ . et l'emplacement de ces 02 postes était également pris en considération. (STEP Guelma, 2003).

### 2.2.2 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 postes 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.).

### **2.2.3. Points de Rejet (destination):**

#### *2.2.3.1. 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. (STEP Guelma, 2003)

#### *2.2.3.2. 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 à ordures.

\*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. (STEP Guelma, 2003)



[1 : Prétraitement, 2 : Décanteur primaire, 3 : Bassin d'oxygénation, 4 : Clarificateur, 5 : Épaississeur, 6: Bassin de désinfection, 7 : Lit de séchage, 8 : Boue secondaire].

Figure 1.2 : Configuration de la STEP de Guelma.

### 3 Les étapes de traitement d'épuration des eaux usées :

Le traitement des eaux usées est ainsi réalisé dans les stations d'épuration. D'un point de vue technique, une station d'épuration a pour principal travail de dégrader et de séparer les polluants de l'eau (boues, particules et substances dissoutes) par les procédés chimiques, physiques et biologiques suivants :

#### 3.1. Le prétraitement :

Les dispositifs de prétraitement sont présents dans toutes les stations d'épuration, quels que soient les procédés mis en œuvre à l'aval.

Le prétraitement comporte une succession d'opérations physiques ou mécaniques destinées à séparer les eaux usées des matières volumineuse, en suspension ou flottantes, qu'elles véhiculent, pour extraire le maximum gêne ultérieurement .Ces opération sont :

### a) **Dégrillage :**

Il consiste à faire passer les eaux usées au travers d'une grille dont les barreaux, plus ou moins espacés, retiennent les éléments les plus grossiers: L'effluent passe pour cela entre les barreaux métalliques d'une grille dont le nettoyage se fait soit automatiquement, soit manuellement, l'espacement de barreaux varie de 6 à 100 mm et sont placés verticalement ou inclinés de 60 à 80° sur l'horizontale.

Le nettoyage de la grille est généralement mécanique, il est réalisé par un râteau solidaire d'un chariot qui se déplace de bas en haut le long d'une crémaillère ou entraîné par deux câbles. Après nettoyage des grilles, les déchets sont évacués avec les ordures ménagères.

### b) **Dessablage :**

Réalisé par décantation, le dessablage vise à éliminer les sables et les graviers. L'écoulement de l'eau à une vitesse réduite dans un bassin appelé « déssableur » entraîne leur dépôt au fond de l'ouvrage. Ces particules sont ensuite aspirées par une pompe. Les sables récupérés sont essorés, puis lavés avant d'être envoyés en décharge, soit réutilisés, selon la qualité du lavage.

### c) **Dégraissage-Déshuilage :**

Les opérations dégraissage-déshuilage consistent à séparer de l'effluent brut, les huiles et les graisses par flottation. Ces derniers étant des produits de densité légèrement inférieure à l'eau. L'injection des microbulles d'air permet d'accélérer la flottation des graisses.

Souvent ces opérations sont combinées dans un même ouvrage où la réduction de vitesse dépose les sables et laisse flotter les graisses. On enlève ainsi de l'eau les éléments grossiers et les sables de dimension supérieure à 200 microns ainsi que 80 à 90 % des graisses et matières flottantes (soit 30 à 40 % des graisses totales).

## **3.2. Le traitement primaire :**

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

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

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

Les matières décantables ainsi obtenues par séparation de l'effluent les boues dite primaires, qui sont récupérées et orientées vers le traitement des boues.

### **3.3. Le traitement secondaire (biologique) :**

Les traitements secondaires recouvrent les techniques d'élimination des matières polluantes solubles (carbone, azote et phosphore). Dans la majorité des cas, l'élimination des pollutions carbonée et azotée s'appuie sur des procédés de nature biologique.

Le traitement biologique par «culture libre » est actuellement la technique utilisé pour l'épuration des eaux usées de la station de Guelma. Le terme « culture libre » regroupe les procédés ou l'on provoque le développement d'une culture bactérienne dispersée sous forme de floccs au sein du liquide à traiter.

Le principe général de ce procédé consiste à accélérer le processus d'oxydation naturelle de la matière organique qui survient dans les milieux récepteurs. Il est principalement mis en œuvre par la technique des boues activées.

Cette technique consiste à mettre en contact les eaux usées avec un mélange riche en 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, suivi d'une décantation à partir de laquelle on renvoie les boues riches en bactéries vers le bassin d'aération.

Le traitement biologique se déroule au niveau de bassin d'aération et comporte :

#### **a) L'élimination de carbone :**

La boue activée est constituée essentiellement des bactéries et des protozoaires, parfois des champignons, des rotifères et des nématodes .les bactéries y constituent le groupement le plus

## chapitre 1 : présentation de la région et le site d'étude

---

important, responsable principalement de l'élimination de la pollution d'une part et de la formation des flocons d'autre part.

La voie aérobie est essentiellement utilisée pour l'élimination du carbone dans les effluents car l'oxygène est associé à la réaction de dégradation.

Après la dégradation des matières organiques, la cellule passe par différents stades de croissance et décroissance, mais la croissance bactérienne nécessite la présence d'autres éléments nutritifs en particulier : l'azote et le phosphore contenus dans les effluents.

Eau résiduaire + biomasse épuratrice + O<sub>2</sub> → Eau purifiée + accroissement de biomasse  
+ Gaz résiduaires (CO<sub>2</sub>).

### b) L'élimination de l'azote

L'élimination de l'azote par voie biologique consiste à oxyder l'azote ammoniacal en azote nitreux puis en azote nitrique en milieu aérobie, puis à réduire les nitrites en azote gazeux en zone anoxie. Les différentes étapes sont :

#### *\*l'assimilation:*

C'est l'utilisation d'une partie de l'azote ammoniacal et éventuellement organique pour la synthèse bactérienne. Les besoins de celle-ci sont de l'ordre de 5% de la DBO<sub>5</sub> éliminée par la culture bactérienne.

#### *\* La Nitrification :*

La nitrification est l'oxydation de l'azote ammoniacal en nitrites, puis en nitrates après transformation de l'azote organique en azote ammoniacal (ammonification). Ces bactéries autotrophes utilisent le carbone minéral pour constituer leurs cellules, elles peuvent effectuer une synthèse, mais leur taux de croissance est moins rapide que celui des bactéries dégradant la pollution carbonée.

#### *\* La Dénitrification:*

C'est une réaction des nitrites en azote gazeux qui retourne ainsi sous sa forme primitive dans l'atmosphère. Cette réduction se fait par l'intermédiaire de bactéries anaérobies facultatives hétérotrophes qui en cas de carence du milieu en oxygène ont la propriété d'utiliser l'oxygène combiné de certains composés chimiques et notamment des nitrites réduits alors en azote gazeux.

### c) L'élimination de phosphate :

Le principe de la déphosphatation biologique repose sur l'aptitude de certains micro-organismes présents dans la station à recharger leur réserves en phosphore lorsque les conditions de vie sont difficiles (le phosphore est alors évacué de la cellule) et à reconstituer des réserves au maximum lorsque les conditions redeviennent favorables, ces conditions défavorables puis favorables sont créées par l'établissement d'une zone anaérobie suivie d'une zone aérobie. Le phosphore se retrouve finalement concentré dans les boues le rendement se situe entre 60% et 80%.

Les différentes étapes de la déphosphoration biologique sont :

#### \* La zone anaérobie :

-synthèse à partir de la pollution carbonée facilement utilisable de polymères qui seront stockés dans les cellules.

-rechargement de phosphore lié à la consommation de l'énergie stockée sous forme de polyphosphates pour la réaction précédente.

#### \* La zone anoxie ou aérée :

- Oxydation des polymères organiques avec production d'énergie stockée par la synthèse des polyphosphates.

### 3.4. Décantation secondaire :

Une décantation permet de recueillir sous forme de boues les matières agglomérées par les bactéries (les boues plus denses que l'eau, tombent au fond du bassin ou elles sont raclées). Un clarificateur permet de séparer par décantation l'eau épurée déversant, tandis que les boues

(secondaire) dont une partie sont évacuées vers le traitement des boues, et l'autre sont recyclées pour maintenir une masse biologique suffisante pour l'épuration.

### 3.5 Désinfection :

Après la récupération des eaux clarifiées, ces dernières seront envoyées vers un bassin rectangulaire formé des chicanes afin de recevoir des doses de javel qui sont préparées dans deux cuves de préparations de javel à partir de l'hypochlorite de calcium, cette javellisation permet de détruire toutes les germes avant le rejet.

Un contrôleur de chlore est installé à la sortie du bassin pour pouvoir contrôler le taux du chlore.

### 3.6. Traitement des boues:

Le traitement des boues est défini comme l'ensemble des opérations visant à modifier les caractéristiques des boues en excès à fin de rendre leur destination finale fiable et sans nuisance. (Rola, 2005)

On distingue trois grands types de traitement :

a) des traitements de stabilisation, de type biologique, chimique ou thermique. Dont l'objectif est de réduire la fermentescibilité des boues pour atténuer ou supprimer les mauvaises odeurs.

b) des traitements de réduction de la teneur en eau des boues, visant à diminuer la quantité de boues à stocker et à épandre, ou améliorer leurs caractéristiques physiques par:

\* L'épaississement vise à augmenter la siccité (teneur en matière sèche) des boues sans pour autant modifier le caractère liquide de la boue. qui peut se faire simplement par voie gravitaire dans un concentrateur ou par des moyens mécaniques (égouttage, flottation ou centrifugation)

\* La déshydratation, qui correspond en fait à une augmentation forte de siccité, modifie l'état physique des boues, celles-ci passant de l'état liquide à l'état pâteux ou solide.

\* Le séchage élimine en grande partie ou en totalité l'eau par évaporation par voie naturelle (lits de séchage) .qui ce fait par l'introduction de la boue dans des bassins peu profonds contenant

des graviers et du sable munis d'un système de drainage, la déshydratation des boues s'opère en fait de deux façons :

- l'une part par infiltration de l'eau à vers le milieu filtrant et élimination par les drains.
- d'autre part par évaporation.

La boue sèche ainsi obtenue est être utilisée pour l'agriculture.

### **4. Objectif du Traitement / Objectif de la STEP:**

Le rôle principal de la station de traitement des eaux usées est de réduire la pollution « en nettoyant » les eaux usées domestiques de façon à rejeter à la rivière des eaux traitées compatibles avec la qualité souhaitée et dans les normes idéales.

Pour la station de la ville de GUELMA le rejet doit se conformer aux normes ci-après:

\*DBO: inférieure à 35 mg/l sur 24h. Sans dépasser 40mg/l sur 02 heures.

\*MES: inférieure à 35mg/l sur 24heures.

\*DCO: inférieure à 130mg/l sur 24h sans dépasser 120mg/l sur 02heures.

Ceci conduit aux rendements d'élimination moyens suivant:

\*DBO: 91,12%

\*MES:93,15%

\*DCO: 82,00 %

# Chapitre

**02**

### 1.2.2 Pollution d'origine industrielle

Les caractéristiques des eaux usées industrielles subissent de grandes variations, elles dépendent d'une multitude de paramètres : type de l'industrie (production, nettoyage), les différentes étapes du procédé industriel et l'état des appareils. Ces eaux peuvent être troubles, colorées, contenir des matières en suspension, des matières organiques ou minérales dissoutes, des produits acides ou alcalins, des sucres, des huiles, des métaux lourds et des hydrocarbures (Richard, 1996). Les trois zones industrielles les plus importantes au niveau de la wilaya de Guelma sont situées respectivement à l'amont de Oued Zimba (zone d'alimentation de la nappe alluvionnaire) sur la rive gauche de Oued Maïz (cité frères Rahabi) et au Sud d'El Fedjoudj sur la rive gauche de l'Oued Seybouse. Après une enquête faite auprès des services d'assainissement, l'endroit de déversement (affluent) pour chaque installation classée a pu être identifié. Cette information est essentielle pour déterminer les teneurs des différents polluants dans les eaux d'irrigation qui sont l'exutoire de tous ces rejets et leur relation avec les apports polluants des affluents de l'Oued Seybouse. (Mouassa, 2006). Les stations de carburant et celles assurant le lavage et la vidange des véhicules sont des sources de pollution potentielle. L'eau de lavage contient de l'huile, des lubrifiants, du goudron, des matières en suspension, des métaux lourds et des micro-organismes qui finissent dans le sol et pénètrent par infiltration dans les eaux souterraines (Mouchara, 2009).

### 1.2.3 Pollution d'origine agricole

La wilaya de Guelma conserve sa terre agricole potentielle avec une superficie totale de 266.000 ha, une superficie agricole utile de 187.338 ha (soit 70,4% de la superficie globale) et une superficie irriguée près de 17.343 ha. Les cultures qui y sont pratiquées sont les cultures maraichères, fourragères, industrielles et les grandes cultures. L'utilisation des pesticides et des engrais en agriculture constitue une source de pollution par les nitrates, phosphates et les résidus des pesticides. En plus, Les élevages intensifs avec un important cheptel bovin (70 000 têtes), ovins (195 000 têtes) et caprin (42 000 têtes) peuvent produire une grande quantité de déjections azotées qui sont à l'origine de la pollution des eaux de surfaces et souterraines (DSA, 2012)

## 2. Techniques et procédés d'épuration des eaux usées

### 2.1 Procédés physico-chimiques

Ils consistent à alourdir les particules colloïdales en suspension par des techniques de floculation (injection massive de charbon actif ou en poudre) afin de former des floccs qui se décantent rapidement. Ces procédés permettent l'élimination de 70 à 80% de matières en suspension et une réduction de la charge organique. Ces performances restent inférieures à celles du traitement biologique (Gomella, 1983).

### 2.2 Procédés biologique

Ils visent à réduire la teneur en matières organiques des eaux usées par leur dégradation biologique. Deux systèmes sont distingués, les systèmes intensifs et les systèmes extensifs.

#### 2.2.1 Systèmes intensifs

Ils regroupent les systèmes à cultures fixes et ceux à cultures libres :

a) Systèmes à cultures fixes Le principe consiste à faire ruisseler les eaux usées décantées sur des matériaux poreux recouverts d'un biofilm sur lequel se développent des cultures bactériennes. Ces cultures se nourrissent de la matière organique permettant ainsi l'élimination d'une fraction importante de la pollution. A partir de ce principe, plusieurs variantes ont été développées, parmi lesquelles :

-Les lits bactériens où le milieu support peut être une roche fragmentée en petits blocs.

-Les disques biologiques ayant pour support des disques parallèles tournant à faible vitesse et qui sont immergés sur la moitié de leur hauteur (CNRST, 2002).

b) Systèmes à cultures libres Appelés aussi systèmes des boues activées. L'effluent biodégradable est mis en contact avec des amas biologiques floculés et maintenus en surface grâce à une agitation. Ces amas assurent la dégradation de la matière organique dans des conditions d'aérobic. L'effluent passe ensuite dans un bassin de décantation secondaire où les boues subissent une séparation (Bouhoum, 1987).

### 2.2.2 Systèmes extensifs

Ce sont des procédés qui réalisent l'épuration à l'aide de cultures fixées sur support fin ou bien à l'aide de cultures libres utilisant l'énergie solaire pour produire de l'oxygène par la photosynthèse. Le fonctionnement de ce type d'installation sans électricité est possible, excepté pour le lagunage aéré pour lequel un apport d'énergie est nécessaire pour alimenter les aérateurs ou les matériels d'insufflation d'air

#### a) Cultures fixées.

##### a).1. Infiltration-percolation :

La filtration sur sable en milieu insaturé permet principalement une oxydation de la matière organique, une nitrification de l'azote ammoniacal, une réduction des germes pathogènes et l'élimination de MES qui persistent au prétraitement (MAGE, 2007).

##### a).2 Filtre planté à écoulement vertical :

Les végétaux enracinés émergents sont plantés sur un support (sable, gravier). La circulation de l'eau est assurée par un apport à la surface du filtre et un drain de collecte en fond de massif, ce qui conduit à un écoulement de type vertical.

##### a).3 Filtre planté à écoulement horizontal :

Les végétaux enracinés émergents sont plantés sur un support en place (sol) ou rapporté sur (sable, gravier). La circulation de l'eau se fait grâce à des gabions latéraux à chaque extrémité du filtre qui conduit à un écoulement à dominance horizontale (Boutin, 2000).

#### b) Cultures libres :

##### b).1 Lagunage naturel :

La profondeur des lagunes naturelles est faible de façon à permettre une pénétration suffisante de la lumière et éviter la croissance des macrophytes (Cemagref, 1997)

##### b).2 Lagunage à macrophyte :

Cette filière d'épuration s'appuie sur le pouvoir épurateur des végétaux aquatiques : algues, hydrophytes et héliophytes. Les eaux usées séjournent dans une série de bassins à ciel ouvert peuplés de ces végétaux.

### b).3 Lagunage aéré :

Ces lagunes ont des profondeurs qui peuvent atteindre 2,5 à 3 m. L'apport d'oxygène est assuré de façon artificielle : aérateur flottant ou fixé (Degrement,1989).

## 2.3 La méthanisation

C'est un procédé anaérobie conduisant à la production de gaz carbonique et de méthane (combustible), il est utilisé essentiellement dans l'industrie alimentaire. L'eau à traiter traverse un réacteur fermé et relié à un stockage de gaz .

## 3. La réutilisation des eaux usées épurées

### 3.1 Bilan mondial

La réutilisation des eaux usées épurées en l'agriculture, l'industrie et les usages domestiques dans le monde couvrent respectivement 70%, 20%, 10% de leur demande en eau. Cette technique d'irrigation est utilisée essentiellement dans les pays réputés agricoles dont les ressources hydriques sont faibles comme le bassin méditerranéen et le Sud des États-Unis. La réutilisation des EUT a été développée dans les régions de l'Ouest et de l'Est des États-Unis, l'espace méditerranéen, l'Australie, l'Afrique du Sud et dans les zones semi-arides de l'Amérique du Sud et de l'Asie du Sud (Ecosse, 2001). Cependant, la réutilisation des eaux usées a connu ces dernières années un développement croissant avec des volumes d'eaux usées réutilisées qui sont de l'ordre de 10 à 29% par an, en Europe, aux États-Unis, en Chine et jusqu'à 41% en Australie. Le volume journalier actuel des eaux réutilisées atteint une valeur de 1,5 à 1,7 millions de m<sup>3</sup> par jour dans plusieurs pays comme la Californie, la Floride, au Mexique et en Chine (Lazarova, 2007).

### 3.2 Réutilisation des eaux usées traitées en Algérie

Actuellement l'Algérie se penche vers cette technique et sa réutilisation en agriculture. Ceci nécessite dans un premier temps d'identifier et de quantifier les volumes d'eaux usées rejetés par les agglomérations à travers le pays. Le volume d'eaux usées rejetées annuellement par les agglomérations dépassant 20.000 habitants est estimé à 58 300 m<sup>3</sup> par an. La réutilisation des eaux usées pour l'irrigation concerne en priorité les zones déficitaires en eau naturelle qui devient de plus en plus rare (Medkour, 2002). Un vaste programme consiste à réutiliser les eaux usées épurées en aménageant des périmètres à l'aval de chaque station d'épuration et lagune. Le potentiel de cette

ressource est estimé à 750 millions de m<sup>3</sup> et atteindra le volume de 1,5 milliards de m<sup>3</sup> à l'horizon 2020 (Tamrabet, 2011). Le nombre de STEP en cours d'étude et de réalisation est de 12 pour l'irrigation de plus de 8 000 hectares de terres agricoles. Le potentiel de la réutilisation des EUT à des fins agricoles évolue d'une manière significative et le nombre de stations concernées sera de 25 STEP à l'horizon 2014 (ONA, 2011).

### 3.2.1 La réutilisation indirecte

Elle se fait après passage de l'eau dans le milieu naturel (oued, rivière, lac, barrage ... etc.). Sur les 75 stations d'épuration exploitées en Algérie à travers les 43 wilayas, 14 seulement sont concernées par la réutilisation des eaux usées épurées en agriculture. A la fin de 2011, le volume réutilisé est estimé à 17 millions de m<sup>3</sup> par an pour ces 14 STEP et plus de 10 000 ha de superficie agricoles sont irrigués (ONA, 2011).

### 3.2.2 La réutilisation directe

La mobilisation des eaux usées épurées est très faible actuellement, le seul ouvrage existant est celui situé à l'aval de la station d'épuration de Bordj Bou Arreridj d'une capacité de 2 500 m<sup>3</sup>/jour destiné à l'irrigation d'un périmètre de 100 ha de superficie. Selon le programme 2009-2013, ce volume sera de 554 512 m<sup>3</sup>/j (Benbraika, 2013).

## 3.3 Intérêt de la réutilisation des eaux usées en agriculture

La réutilisation des eaux usées permet de fournir des quantités d'eau supplémentaire et d'assurer l'équilibre du cycle naturel de l'eau et une protection de l'environnement (Ouanouki, 2009). Elle constitue une alternative aux rejets dans les milieux récepteurs qui peuvent présenter des capacités d'absorption limitées (Xanthoulis et *al.*, 2002). La quantité importante des eaux usées rejetées incite les agriculteurs à l'utiliser sachant qu'elle est riche en éléments fertilisants tel que l'azote, le phosphore et le potassium qui sont nécessaires pour le développement des plantes et aussi pour la fertilisation du sol (Mara, 1989). L'utilisation des eaux usées traitées peut également prévenir l'eutrophisation et éviter la croissance des algues dans les étendues d'eau fermées tels que les lacs et les étangs (Xanthoulis et *al.*, 2002). Le tableau (2.1) présente les bénéfices associés aux projets de la réutilisation des EUT.

## 3.4 Risques liés à la réutilisation des eaux usées traitées

Cette ressource qui constitue une valeur hydrique et un potentiel de matières fertilisantes important peut également être une source de pollution. Son contenu en éléments traces et en

microorganismes pathogènes et sa teneur élevée en azote peuvent présenter un risque pour l'environnement. Une connaissance scientifique des effets directs et indirects des traitements et des suivis épidémiologiques est indispensable . Le tableau (2.2) présente les risques associés à la réutilisation des eaux usées traitée

**Tableau 2.1** : typologie des bénéfices associés à la réutilisation des eaux usées (Condom et al., 2012).

<b>Secteur impacté</b>	<b>Bénéfices</b>
<b>Ressource en eau</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Baisse de la pression sur la ressource en eau potable, meilleure allocation, libération de volumes d'eau conventionnelle pour l'eau potable</li> <li><input type="checkbox"/> Diversification des ressources, intégration de la REUT dans la gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) REUT (production et transport) moins coûteuse que d'autres ressources non conventionnelles (ex. eau dessalée).</li> <li><input type="checkbox"/> Maintien des niveaux piézométriques par recharge des aquifères.</li> <li><input type="checkbox"/> Amélioration de la qualité des eaux de nappe.</li> <li><input type="checkbox"/> Adaptation à la densité de population.</li> </ul>
<b>Environnement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Filière d'assainissement plus sûre (tampon sol/plante) voire plus économe (énergie).</li> <li><input type="checkbox"/> Réduction des teneurs en nutriments dans les eaux de surface, de mer et de nappe.</li> <li><input type="checkbox"/> Limitation de l'eutrophisation.</li> <li><input type="checkbox"/> Restauration de la vie aquatique.</li> <li><input type="checkbox"/> Lutte contre les intrusions salines.</li> <li><input type="checkbox"/> Maintien des étiages, alimentation récréative (fontaines, lacs...)</li> <li><input type="checkbox"/> Baisse de la consommation d'énergie dans les stations d'épuration et pour l'adduction d'eau. *</li> <li><input type="checkbox"/> Réduction des émissions de gaz à effet de serre.</li> <li><input type="checkbox"/> Lutte contre la désertification par l'alimentation en eau de ceintures vertes.</li> </ul>

<p><b>Agriculture et espaces récréatifs</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Augmentation de la fertilité des sols par l'apport de nutriments et productivité accrue.</li> <li><input type="checkbox"/> Réduction de la fertilisation traditionnelle (économie de fertilisants).</li> <li><input type="checkbox"/> Sécurisation de la ressource en eau (notamment en situation de sécheresse).</li> <li><input type="checkbox"/> Diversification vers des cultures à haute valeur ajoutée.</li> <li><input type="checkbox"/> Valeur agronomique des co-produits des installations de traitement.</li> <li><input type="checkbox"/> Sécurité alimentaire, développement, agriculture péri-urbaine.</li> </ul>
<p><b>Social</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Amélioration de la qualité de vie (espaces verts) et des conditions sanitaires.</li> <li><input type="checkbox"/> Contribution de l'agriculture à l'assainissement.</li> <li><input type="checkbox"/> Approche concertée entre acteurs du territoire.</li> <li><input type="checkbox"/> Maintien ou création d'emplois (agriculture péri-urbaine).</li> </ul>

**Tableau 2.2 :** typologie des risques associés à la réutilisation des eaux usées. (Condom et al., 2012).

<b>Secteur impacté</b>	<b>Risques</b>	<b>Aléas</b>
<p><b>Santé</b></p>	<p><i>Risques microbiologiques :</i> choléra, infections, diarrhées, allergies.</p> <p><i>Risques chimiques :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> intoxication, cancers.</li> <li><input type="checkbox"/> Dégradation qualité des produits agroalimentaire.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Pathogènes.</li> <li><input type="checkbox"/> Composés toxiques</li> <li><input type="checkbox"/> Polluants émergents, perturbateurs endocriniens</li> </ul>
<p><b>Environnement</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Eutrophisation, pollution de nappes.</li> <li><input type="checkbox"/> Odeurs.</li> <li><input type="checkbox"/> Impacts des coproduits de traitements. (concentras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Azote, phosphore, composés toxiques, métaux lourds</li> </ul>

	membranaires, boues). <input type="checkbox"/> Émissions de CO <sub>2</sub> (consommation d'énergie pour le traitement).	
<b>Sol et plantes</b>	Toxicité des plantes (sels) <input type="checkbox"/> Salinisation et dégradation des sols (eau salée) <input type="checkbox"/> Accumulation de polluants dans les sols	<input type="checkbox"/> Salinité, métaux lourds.
<b>Perception</b>	Impact visuel (stockage). <input type="checkbox"/> Odeurs. <input type="checkbox"/> Rejet social (méconnaissance, peurs). <input type="checkbox"/> Tension si expropriation.	<input type="checkbox"/> Gêne
<b>Distribution, équipement</b>	Développement d'algues. <input type="checkbox"/> Corrosion, biofilm, bouchage.	<input type="checkbox"/> Matière organique, azote, phosphore, matières en suspension

# Chapitre

03

Pour la réalisation des analyse physicochimiques de nos échantillons, notre partie pratique à été réalisé au niveau de laboratoire de la STEP de Guelma

### **1 Méthodes d'analyses physicochimiques**

Les analyses physico-chimiques ont concerné les paramètres suivant : T°C, pH, la conductivité électrique, les matières en suspension (MES), la DBO5, la DCO, nitrates, nitrites, les orthophosphates et l'ammonium. Les échantillons prélevés ont été mis dans des flacons en verre de 500 ml lavés et rincés selon les recommandations de (Rodier, 2005), puis acheminés au laboratoire d'analyse qui se trouve au même endroit. ,

#### **1.1. La température :**

La température est un facteur écologique important du milieu. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout du gaz, dans laDissociation 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. (Rodier, 1989)

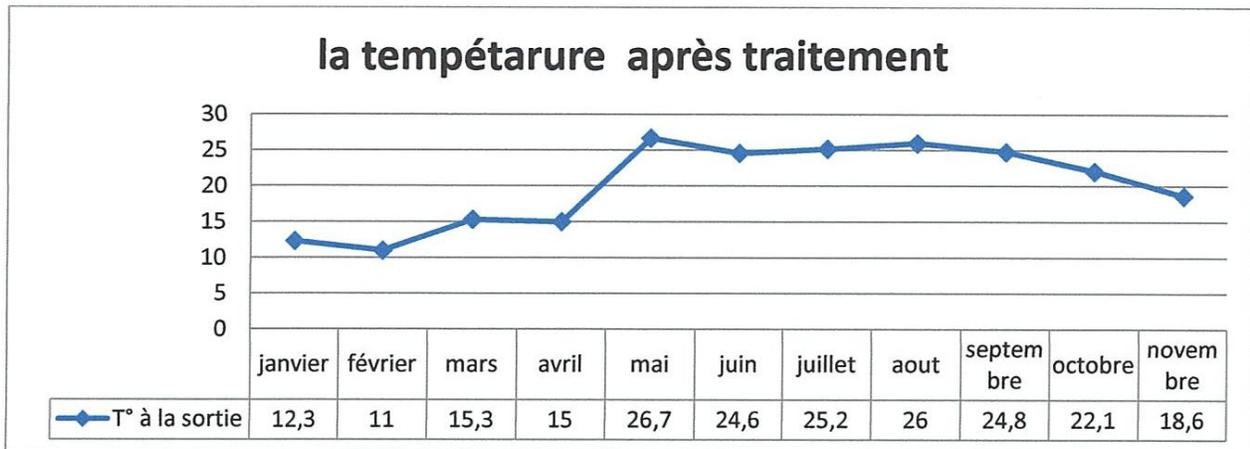
La température influence aussi directement la réaction de dissolution de l'oxygène dans l'eau c'est à dire plus l'eau est froide plus la dissolution est importante.

Les mesures de la température de l'eau sur le lieu de prélèvement de l'échantillon Sont une partie intégrante du traitement des eaux.

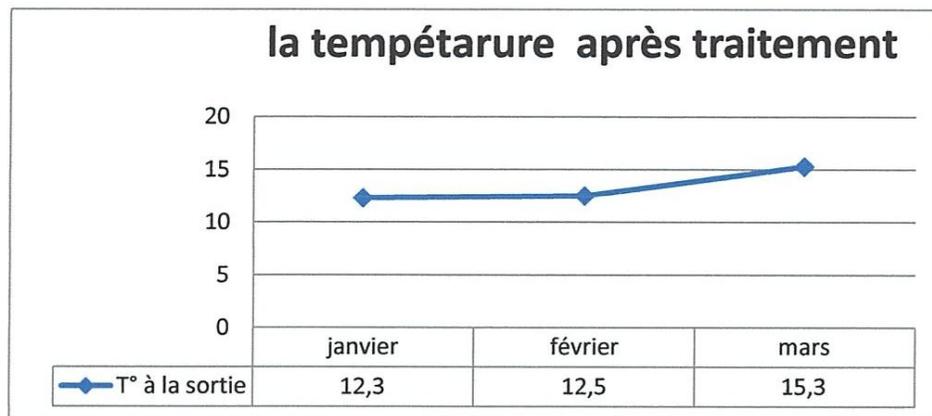
#### ***Appareillage :***

La mesure de la température se fait directement sur le terrain en utilisant un thermomètre à mercure Ou au même temps avec le pH par le pH mètre.

#### ***Résultats :***



**Figure 3.1 :** Variations de la température des eaux usées traitées



**Figure 3.2 :** Variations de la température des eaux usées traitées des 1 er trois mois de l'année 2016

### *Discussion*

Les variations de la température des eaux usées traitées par la station de Guelma sont illustrées sur les figures (3.1) et (3.2). Les valeurs oscillent entre 11°C et 26,7°C, avec une moyenne de 20,17°C pour l'année 2015 et entre 12,3°C et 15,3°C pour les trois premiers mois de l'année 2016.

Les températures moyennes des eaux usées traitées enregistrées au niveau de la station d'épuration de Guelma sont inférieures à 30 °C, considérée comme une valeur limite des rejets directs dans le milieu récepteur et aussi une valeur limite indicative pour les eaux usées destinées à l'irrigation des cultures (JORA, 2006).

## 1.2. Potentiel hydrogène pH :

Le pH de l'eau traitée rejetée dans le milieu naturel va influencer la vie de la faune et de la flore de ce milieu. Le pH est un facteur physique qui participe au même titre que la conductivité, l'alcalinité, la température à la répartition des organismes dans les écosystèmes aquatiques. Le Potentiel Hydrogène a une échelle de valeur allant de 0 à 14 et est utilisé pour mesurer le degré d'acidité.

L'eau pure dite neutre a un pH égal à 7. Le pH suit un cycle circadien : maxima le jour, minima la nuit. Il est en général plus élevé l'hiver et diminue l'été.

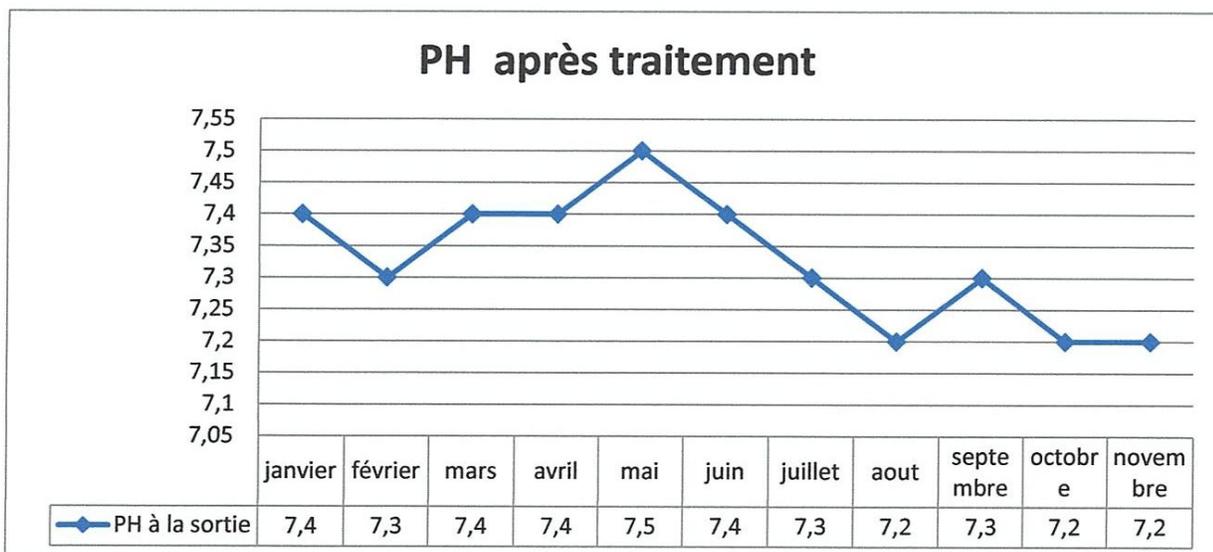
### Appareillage:

- pH mètre à électrode.
- Récipient contient l'eau à analyser.

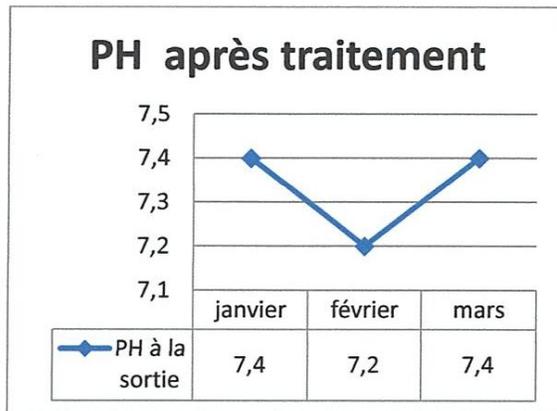
### Mode opératoire:

- Rincer l'électrode d'abord avec de l'eau distillée.
- Immerger l'électrode dans l'échantillon.
- faire la lecture après la stabilisation de pH au pH mètre.

### Résultats :



**Figure 3.3 :** Évolution du pH des eaux usées traitées de l'année 2015



**Figure3.4** : Évolution du pH des eaux usées traitées des 1 er trois mois de l'année 2016

### **Discussion**

La figure (3.3) représente les valeurs de pH des eaux usées traitées enregistrées au cours de l'année 2015. Ces valeurs se situent entre 7,2 et 7,5 avec une moyenne de 7,32. La figure (3.4) contient les valeurs de pH enregistrées au cours des trois premiers mois de l'année 2016 d'un minimum de 7,2 et un maximum de 7,4.

Le pH des eaux usées épurées prélevées au niveau de la station d'épuration est relativement neutre. Ces valeurs sont conformes aux normes algériennes de la qualité des eaux usées destinées à l'irrigation (JORA, 2006) et elles se trouvent également dans l'intervalle [6,5-8,4] recommandées par la FAO

### **1.3. La conductivité électrique :**

Toute eau est plus ou moins conductrice du courant électrique, elle est due à la présence dans le milieu d'ions qui sont mobiles dans un champ électrique. Elle dépend de la nature de ces ions et de leur concentration. La conductivité électrique d'une eau augmente avec la température, car la mobilité des ions augmente avec elle. (Rodier, 1989)

Donc la conductivité s'agit de la capacité de l'eau à conduire le courant. Elle renseigne sur le degré de minéralisation d'une eau.

La mesure est basée sur le principe d'utilisation d'un appareil spécifique qu'on nomme ; conductimètre à électrodes.

### **Appareillage :**

- conductimètre à électrodes.
- Récipient contient l'eau à examiner.

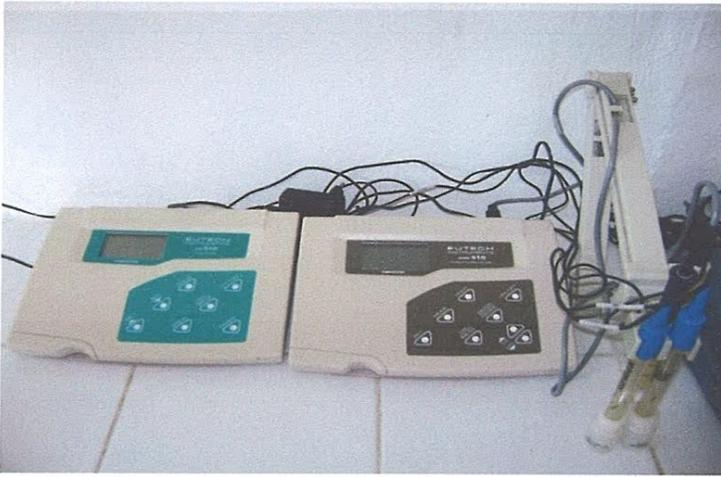
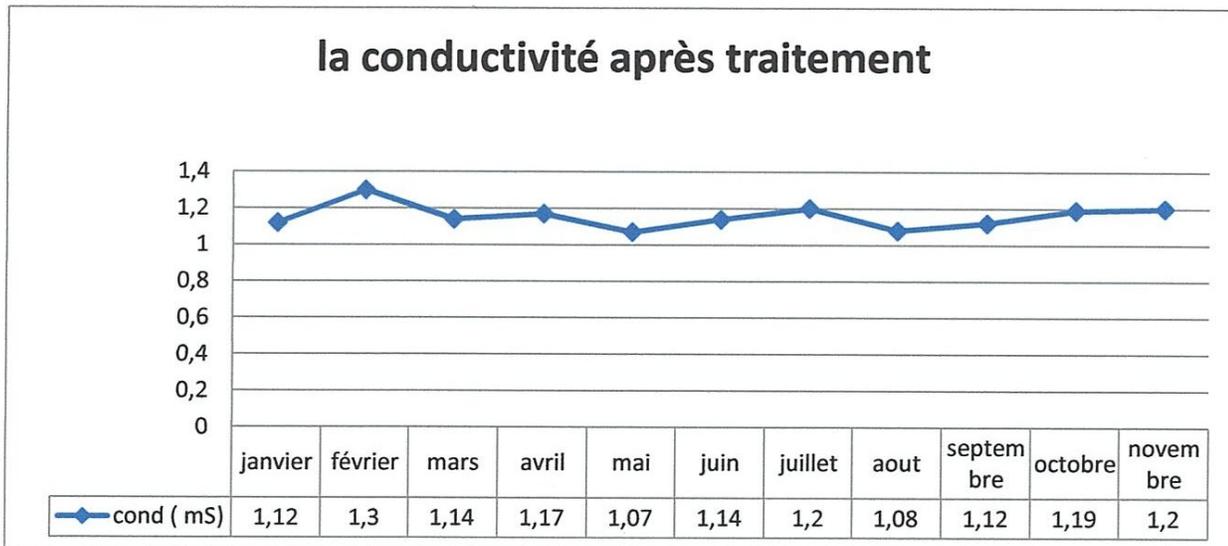


Fig.3.5. pH mètre, conductimètre.

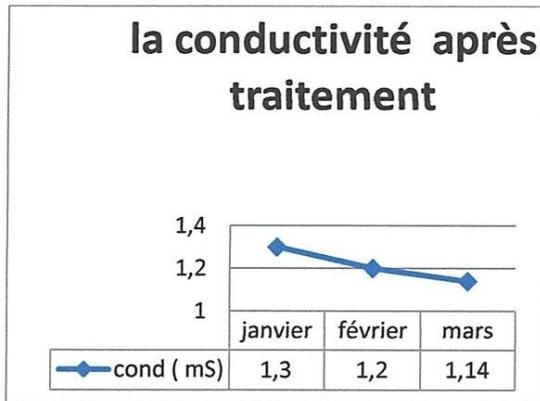
**Mode opératoire :**

- Rincer plusieurs fois l'électrode de l'appareil d'abord avec de l'eau distillée.
- plonger l'électrode dans le récipient qui contient l'eau à examiner en prenant soin que l'électrode soit complètement immergée.

**Résultats :**



**Figure 3.6:** Variation temporelle de la conductivité électrique des eaux usées épurées de l'année 2015



**Figure 3.7:** Variation temporelle de la conductivité électrique des eaux usées épurées des 1<sup>er</sup> trois mois de l'année 2016

### *Discussion*

Les valeurs de la conductivité électrique enregistrées au niveau des EUT de la station d'épuration de Guelma sont présentées dans les figures (3.6) et (3.7). Ces valeurs oscillent entre 1.07mS à 1.3 mS avec une moyenne de 1.15 mS pour l'année 2015, et entre 1,14 et 1,3 mS durent les 1<sup>ers</sup> trois mois de l'année 2016.

Ces résultats mettent en évidence une forte minéralisation due principalement à la charge organique. Les valeurs observées sont situées dans la plage des valeurs admissibles recommandées par la FAO qui sont de l'ordre de 0-3 mS et elles ne dépassent pas la norme algérienne pour les eaux d'irrigation qui exige une conductivité électrique inférieure à 2 mS.

### **1.4. La demande biochimique en oxygène DBO5 :**

La demande biochimique en oxygène exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction ou à la dégradation des matières organiques d'une eau par les micro-organismes du milieu. Il s'agit d'un paramètre mesurant une oxydation biologique des matières organiques qui fait intervenir des réactions enzymatiques complexes intra ou extracellulaires. (Rodier, 2005)

La DBO est mesuré au bout de 5jours à 20°C (T° favorable à l'activité des microorganismes consommateurs d'oxygène) et à l'obscurité (afin d'éviter toute photosynthèse parasite).

-Deux échantillons sont nécessaires ; le 1<sup>er</sup> sert à la mesure de la concentration initiale en oxygène, et le second à la mesure de la concentration résiduaire en O<sub>2</sub> au bout de 5jours.

-la DBO5 est la différence entre les O<sub>2</sub> concentrations.

## Chapitre 3 L'analyse physico-chimique

Les mesures seront effectuées sur un même volume et le second échantillon sera conservé 5 jours à l'obscurité et à 20°C.

En effet une eau abandonnée à elle-même dans un flacon fermé consommera rapidement le dioxygène dissous.

- L'eau pure ne consomme effectivement pas d'oxygène.

### *Matériel:*

- oxymètre
- agitateur magnétique.
- aérateur.
- Flacon-
- Eau ultra pure pour la dilution.



**Figure.3.8 :** L'installation pour mesurer la DBO5.

### *Protocole opératoire :*

Le principe de cette méthode repose sur une mesure de l'oxygène,ensemencéavec des germes au bout de cinq jours, placé dans une enceinte à 20°C. Pour déterminer la DBO5, deux mesures de l'oxygène dissout doivent être effectuées à l'instant:  $t_0= 0$  jour et  $t_1= 5$  jours.

### *Préparation de l'eau de dilution :*

Mettre la vielle de prélèvement, dans un récipient de 10l de l'eau du robinet dans laquelle on plonge pendant 24h un aérateur pour la saturation en O<sub>2</sub> laisser reposer 12h. Le facteur de dilution pour une eau usée et de 50 à 100 (DBO moyen = 300mg/l pour un effluent domestique). (Rejsek, 2002)

### *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 de l'eau de dilution.
- Fermer le flacon sans y laisser d'air pénétrer.
- Faire ainsi 2 flacons identiques.

### *Mesure de temps:*

Doser l'O<sub>2</sub> dissous dans 1 flacon d'échantillon dilué (T° en mg/l).

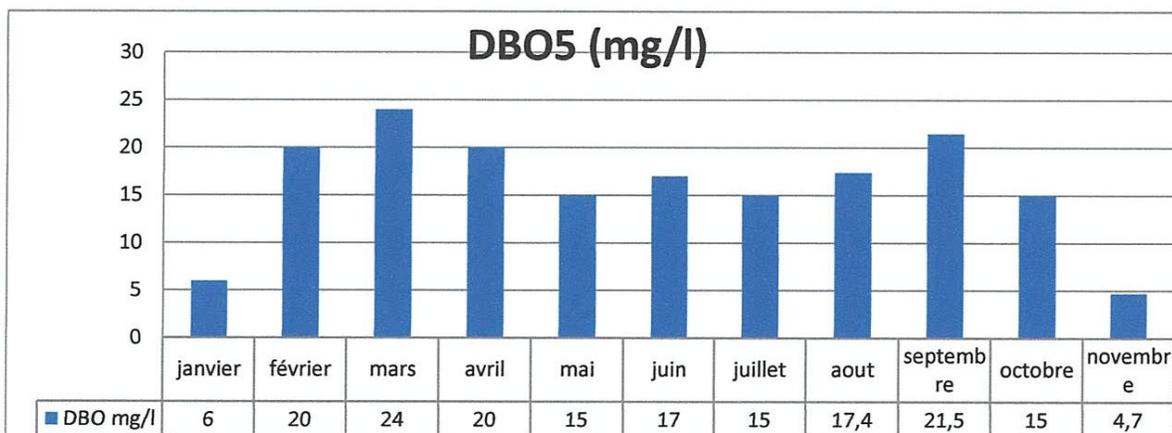
### *Incubation*

Placer les 02 flacons restant à l'étuve 20°C et à l'obscurité pendant 5 jours.

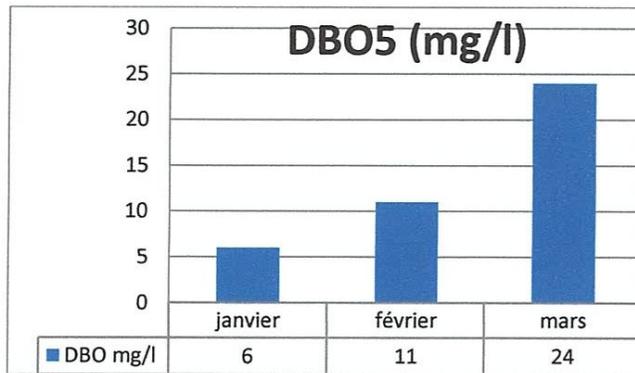
### *Mesure au temps 5 jours :*

Doser l'O<sub>2</sub> dans le flacon d'échantillon dilué pestant (T5 en mg/l). (Rejsek, 2002)

### *Résultats :*



**Figure 3.9 :** Variations de la demande biologique en oxygène (DBO5) des EUT de l'année 2015



**Figure 3.10** : Variations de la demande biologique en oxygène (DBO5) des EUT des 1<sup>er</sup> et trois mois de l'année 2016

### *Discussion*

Les variations de la DBO5 pendant l'expérimentation sont indiquées sur les figures (3.9) et (3.10). Elles varient de 4.7 mg O<sub>2</sub>/l à 24 mg O<sub>2</sub>/l avec une moyenne de 15.96 mg O<sub>2</sub>/l pendant l'année 2015. Et entre 6 et 24 pendant les trois premiers mois de l'année 2016.

La valeur maximale enregistrée indique que le traitement biologique effectué sur l'eau usée est acceptable selon la norme de la FAO qui exige une DBO5 inférieure à 25 mg O<sub>2</sub>/l.

### **1.5. Les matières en suspension MES :**

Les matières en suspension (MES) constituent un ensemble de particules minérales et/ou organiques présentes dans une eau naturelle ou polluée.

Ce sont des particules solides très fines et généralement visibles à l'œil nu, théoriquement, elles ne sont ni solubilisées, ni à l'état colloïdale. Elles déterminent la turbidité de l'eau. Elles limitent la pénétration de la lumière dans l'eau, la teneur en oxygène dissous et nuisent au développement de la vie aquatique.

Ces matières sont en relation avec la turbidité, leur mesure donne une première indication sur la teneur en matière colloïdale d'origine minérale ou organique.

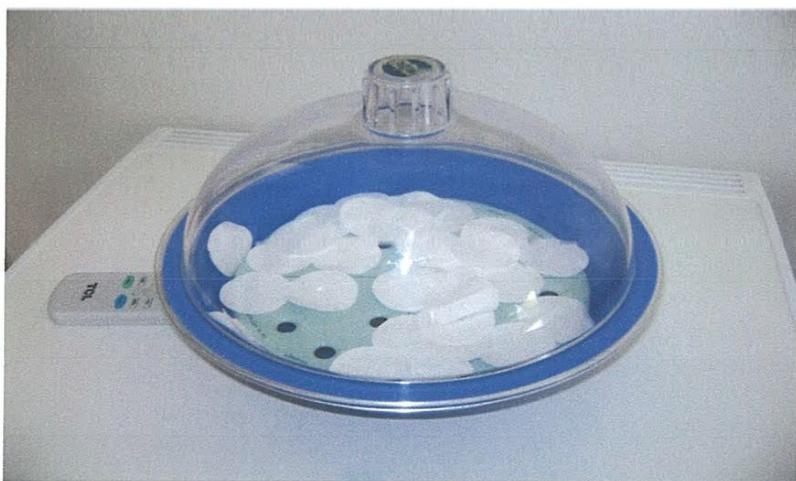
La mesure des MES permet d'apprécier la charge solide en suspension d'une eau naturelle ou résiduaire. (Rejsek, 2002)

### *Principe d'analyse:*

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

### *Matériels:*

- dispositif de filtration (trompe à eau, fiole et entonnoir de filtration).
- disque filtrant en fibre.
- Etuve à 105°C.
- balance de précision. (Rejsek, 2002).
- dessiccateur.



**Figure.3.11.** Dessiccateur.



**Figure.3.12.** Filtre à pompe.



**Figure.3.13.** Etuve à 105°C.

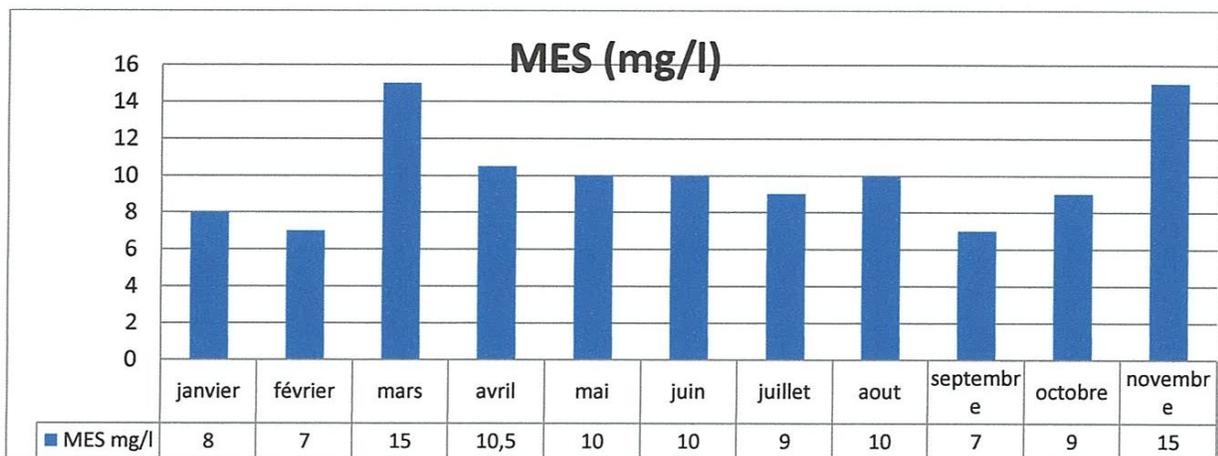
**Protocole opératoire :**

- *préparation des filtres :*  
On lave les filtres à l'eau distillée, et après on les sèche à l'étuve (pendant une 1heure à 105°C), ensuite on les place en attente dans le dessiccateur.
- *La méthode :*
  - On prend le filtre et on le pèse et on marque le poids comme  $M_0$  mg.
  - Ensuite on place le disque dans l'appareil de filtration et on met en route le système d'aspiration.
  - On verse progressivement le volume d'eau (1000ml) à analyser sur le disque filtrant.
  - on met le disque dans l'étuve pendant 1h à 105°C.
  - on laisse le filtre refroidir au dessiccateur.
  - après on pèse le filtre et on marque le poids comme  $M_1$ .

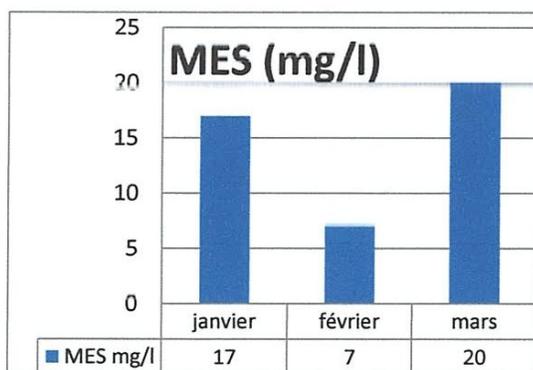
**Résultat:**

La lecture se fait comme suit:

$$\text{MES} = \frac{M_1 - M_0}{1000} \text{ (mg/l) . (Rodier, 2005).}$$



**Figure 3.14 :** Évolution des matières en suspension des EUT.



**Figure 3.15 :** Évolution des matières en suspension des EUT des 1 er trois mois de l'année 2016

### *Discussion*

Les résultats dans les figures (3.14) et (3.15) de dosage des matières en suspension montrent que les eaux usées épurées sont caractérisées par des teneurs comprises entre 7 et 15 mg/l durant l'année 2015 et varie entre 7 et 20 mg/l pendant les trois 1<sup>er</sup> mois de l'année 2016. L'évolution temporelle montre deux périodes bien distinctes : une période d'été où les teneurs en (MES) sont entre 7 et 10.5 mg/l et une période où les teneurs sont maximales au mois de mars et novembre à 15 mg/l.

Les teneurs en matières en suspension enregistrées sont en accord avec les normes de la FAO fixées à un maximum de 30 mg/l. Selon les normes algériennes (JORA, 2006), ces eaux peuvent être utilisées en irrigation et ne présentent pas de risque de colmatage du sol.

### **1.6. La demande chimique en oxygène DCO :**

## Chapitre 3 L'analyse physico-chimique

La demande chimique en oxygène qui correspond à la quantité d'oxygène (en milligramme) qui a été consommée par voie chimique pour oxyder l'ensemble des matières oxydables présentes dans l'eau. La DCO est particulièrement indiquée pour mesurer la pollution d'un effluent industriel. (Rodier, 2005)

### **Principe :**

Cette détermination comprend deux étapes:

*\*1<sup>ère</sup> étape: oxydation chimique des matières réductrices contenues dans l'eau, par excès de dichromate de potassium.*

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

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

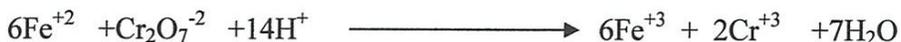
Dans le cas de chlorures :



*\*2<sup>ème</sup> étape: dosage de l'excès de dichromate de potassium par le sel de mohr après refroidissement.*

La fin du dosage est détecté par la ferroïne indicateur redox .sa forme oxydée est de couleur bleu-vert en présence de l'oxydant et la première goutte de sel de mohr en excès entraîne un changement de coloration de la ferroïne qui devient rouge brique (forme réduite). (Rodier, 2005)

Selon la réaction suivante:



### **Domaine d'application :**

Cette norme est applicable pour toutes les eaux dont la DCO est supérieure à 30mg/l et la valeur maximale de la DCO pouvant être déterminée dans les conditions de la norme et sans dilution est de 700mg/l. (Rejsek, 2002)

### **Matériel:**

- réacteur DCO.
- flacon DCO + réfrigérant.
- pipettes : 5ml, 10ml
- pipetern.



**Figure 3.16.** l'installation pour mesurer la DCO.

### **Mode opératoire:**

*\*Etalonnage de la solution de sel de mohr a environ 0.12mol/l.* La solution de sel de mohr s'oxyde facilement d'où la nécessité de la titrer quotidiennement.

- prélever 5ml de solution de  $K_2Cr_2O_7$  à 0.040mol/l et diluer à 100ml avec  $H_2SO_4$  à 4mol/l.
- titrer avec la solution de sel de mohr en présence de 2 à 3 gouttes de ferroïne.
- déterminer la concentration molaire du sel de mohr à partir des équations des réactions.

### *\*Préparation de l'essai:*

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

Dans un tube à fond plat de DCO introduire:

- 10ml d'eau à analyser.
- 5ml de  $K_2Cr_2O_7$ .
- Si la valeur de la DCO est supposée excéder 700mg/l, procéder à une dilution de manière à obtenir une valeur comprise entre 350 et 700mg/l.
- Ajouter quelques granules régulateurs d'ébullition et homogénéiser.





mg/

10,5



culfi



*Résu*





**1.9.**



***Pris***







*M*







sou



bér



néf



dés





Be

Be

avi



Bo



Ecc  
« C



FA  
C-



171



On  
Tt  
Sc