

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة 8 ماي 1945 قالمة

Université 8 Mai 1945 Guelma

Faculté des sciences de lanature et de la vie etsciences de la terre et de l'univers.



Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité/Option: Microbiologie Appliquée

Département: Écologie et Génie de l'environnement

Thème : SUIVI DE FONCTIONNEMENT DE LA STATION D'EPURATION DE LA VILLE DE GUELMA

Présenté par :

- DJEHAICHIA Rima
- CHEBATA Bouchra Saida

Devant le jury composé de :

Président	: Mr. ATTOUSSI Sadek	(M.C.A)	Université de Guelma
Examineur	: Mr. GUEROUI Yassine	(M.C.B)	Université de Guelma
Encadreur	: Mr. GUETTAF Mohamed.	(M.C.B)	Université de Guelma

2019/2020

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tous puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

*En second lieu, Nos tenons à remercier notre encadreur **Mr. Guettaf Mohamed**, Maître assistant au département de Biologie à l'Université de Guelma, qui nous a fait l'honneur de nous diriger et nous guider avec patience et gentillesse tout au long de la réalisation de ce travail. Ses encouragements, sa disponibilité constante et surtout ses conseils nous ont été d'une précieuse aide.*

Nos vifs remerciements à l'ensemble des membres du jury :

***Mr. ATTOUSSI Sadek** qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de mémoire*

***Mr. GUERROUI Yassine** pour l'intérêt qu'il a accordé à ce travail en acceptant de l'examiner et de le juger.*

Nous tenons à exprimer notre profond remerciement à tout le personnel de la station d'épuration des eaux usées et l'office national d'assainissement de Guelma, qui nous avons apportés une aide efficace et précieuse dans l'élaboration de ce travail.

Nos remerciements s'adressent particulièrement à Madame karaaliryma (chef de service du laboratoire), qui a participé activement à notre stage effectué dans cette station.

*Nous tenons aussi à remercier le personnel du laboratoire de la microbiologie de l'université de Guelma et particulièrement **Mme Houriya**, pour leur aides.*

Enfin, nous remercions tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin dans l'élaboration de ce travail.

Dédicace

Avant tout, Je rends grâce à Allah de m'avoir donné la foi, la patience et l'abnégation pour accomplir ce travail.

Je dédie ce modeste travail particulièrement à mes chers parents, qui ont consacré leur existence à bâtir la mienne, pour leur soutien, patience et soucis de tendresse et affection pour tout ce qu'ils ont fait pour que je puisse arriver à ce stade.

*A la mémoire de mon très cher père **Mohamed** qui m'a toujours encouragé, conseillé et soutenu dans ma vie. Dommage que tu ne sois plus là. J'aurais aimé partager avec toi les fruits de tes sacrifices que tu as consenti pour mon éducation et mon bien être, ce que tu as apporté dans ma vie ne peut être compté ou mesuré. Je te dis merci, je suis fière d'avoir un père comme toi, tu me manqueras toujours. Que ton âme repose en paix PAPA.*

*A la plus belle créature que dieu a créé sur terre ma très chère mère **K. RABIA**. Tu as fait plus qu'une mère puisse faire pour ses enfants, aucune dédicace ne pourrais exprimer ce que tu mérites, puisse dieu te préserve et t'accorde santé et longue vie.*

*A mes frères : **Sofiane, AbdElmoumene et Chokri.***

*A ma sœur: **Yasmina** et ces enfants **Zaid, Iyed et Mouad.***

*A mon beau-frère **B. Khaled***

A tous les membres de ma famille petits et grands.

*A ma binôme et l'amie la plus proche : **BOUCHRA***

A mes amies

A tous mes enseignants

A tous les étudiants du département de biologie, en Particulier la promotion de microbiologie appliquée 2019-2020

*Dédicace de **RIMA***

Dédicace

Je remercie Dieu qui m'a donné la force et aide-moi à compléter ce son humble travail.

Je dédie cette mémoire, fruit de recherche et d'étude:

*Celle qui est plus cher que mon âme et mon sang, la lumière de mon chemin, à ma mère adorée "Kefaisyah Houriya" et je demande à Dieu d'entrer au ciel
Et à mon père "Rafik" qui m'a toujours donné le courage et l'esprit de poursuivre mes études et j'espère trouver dans cette entreprise tout mon amour.*

Aux sources de l'espoir dans ma vie :

*A mon frères "walid" et à mon petitesœur "sirin"
qui étaient toujours là pour me soutenir et m'aider
dans les moments difficiles.*

et toutes ma

grande famille "chebata" et "kefaisyah" pour leurs encouragements.

A mes chères amies «Rima D», « Sabrina B », « Ines M », « Adila Z », « Wissam C ».

*A tous mes collègues de promotion avec qui j'ai passé des moments inoubliables, merci
pour*

tous les souvenirs que je garderai à jamais.

*A tous les enseignants et les étudiants du département de biologie, en particulier la
promotion de microbiologie Appliquées*

Dédicace de bouchra

Résumé

Le rendement d'une station d'épuration, est le facteur principal pour l'évaluation de la qualité des eaux rejetées dans les milieux naturels. Ce travail s'articule sur l'estimation du rendement de la station d'épuration de la ville de Guelma pendant un mois environ. Au terme d'un prélèvements d'échantillons d'eau par semaine à l'entrée et à la sortie de la station, le dosage des différents paramètres physico-chimiques à savoir (PH, DBO₅, DCO, NH₄⁺, NO₃⁻, OPO₄), aussi un calcul de coefficient de biodégradabilité pour estimer l'aptitude à la dégradation de la pollution des eaux. Ainsi les valeurs obtenues semblent être plus proches et plus conformes aux normes conventionnelles décrites par de nombreux travaux précédents relatifs au même sujet. Donc, à la lumière des résultats obtenus, on a pu constater que la station de Guelma fonctionne d'une façon efficace et régulière à tous les niveaux, et par conséquent, un tel projet mérite franchement cet immense financement accordé par l'Etat.

Mots clés : Guelma, Station d'épuration, eaux usée, paramètres physico-chimiques, boues activées.

Abstract

The performance of a wastewater treatment plant is the main factor for the evaluation of the quality of rejected water into the natural environments. This work focuses on estimating the efficiency of the wastewater treatment plant in the city of Guelma for about a month. After one water sample in week at the entrance and exit of the station, the determination of the various physico-chemical parameters (PH, BOD5, DCO, NH₄⁺, NO₃⁻, OPO₄), also a biodegradation coefficient calculation for estimate the ability to degrade water pollution. Thus, the values seem to be closer and more consistent with conventional standards described by many previous studies on the same subject. So, in light of the results obtained, it was found that the station Guelma works in an efficient and regular manner at all levels, and therefore, such a project deserves frankly this immense fund.

Keywords: Guelma, sewage treatment plant, wastewater, physico-chemical parameters, activated sludge

ملخص

ن أداء محطة معالجة مياه الصرف الصحي هو العامل الرئيسي لتقييم نوعية المياه التي يتم إطلاقها في البيئات الطبيعية وعليه يركز هذا العمل على تقدير كفاءة محطة معالجة مياه الصرف الصحي في مدينة قالمة لمدة شهر تقريبا. فبعد اخذ عينة من المياه أسبوعيا عند مدخل المحطة ومخرجها، لتحليل مختلف المعايير الفيزيائية والكيميائية وكذلك حساب معامل التحلل البيولوجي من اجل استنتاج القدرة على تحليل تلوث المياه. وهكذا فان القيم التي تم الحصول عليها أقرب وأكثر تماشيا مع المعايير المتفق عليها التي وصفتها العديد من الأعمال السابقة في نفس الموضوع. لذلك وعلى ضوء النتائج التي تم التوصل إليها، تبين لنا أن محطة قالمة تعمل بكفاءة وانتظام على جميع المستويات، وبالتالي فإن هذا المشروع يستحق صراحة هذا التمويل الهائل الذي تمنحه الدولة.

الكلمات المفتاحية: محطة معالجة مياه الصرف الصحي , المياه المستعملة, المعايير الفيزيائية الكيميائية, الحماية المنشطة.

Liste des abréviations

% : Pour cent

°C: Degré Celsius

CE : Conductivité électrique

CF : Coliforme fécaux

CT : Coliforme totaux

DBO₅ : Demande biologique de l'oxygène en cinq jours

DCO : Demande chimique de l'oxygène

Fig: Figure

h: Heure

Km : Kilomètre.

m: Mètre

m² : mètre carré

m²/h : mètre carré par heure

K : coefficient de la biodégradabilité

mg/l : Milligramme par litre

mm: Millimètre

mn: Minute

NH₄: Ammonium

nm: Nanomètre

NO₂ : nitrite

NO₃: nitrate

O₂: Oxygène

OMS : Organisation mondiale de santé

OPO₄ : Orthophosphate

PH: Potentielle Hydrogène

STEP: Station d'épuration

Tab : tableau

T : Température

µm : Micromètre

µs : Micro-Siemens

Liste des tableaux

Tableau 1: les installations classées de Guelma et les milieux récepteurs de leurs Rejet (D.E.W. 2013).	5
Tableau 2: Filière d'épuration (Bakiri, 2007).	25
Tableau 3: Relation existant entre la minéralisation et la conductivité (Rodier et al., 2009). .	48
Tableau 4: Le Rapport moyen DCO/DBO5 à l'entrée de la STEP.	50
Tableau 5: Le Rapport moyen DCO/DBO5 à la sortie de la STEP.	50
Tableau 6: Comparaison des caractéristiques du STEP de GUELMA et de BEJAIA.....	54

Liste des figures

Figure 1: Coupe schématique d'une station à lagunage(karaali, 2008).	19
Figure 2: L'épuration par le lit bactérien (Boujema, 2011).	20
Figure 3: Schématique de la STEP de Guelma	22
Figure 4: Le dégrillage	26
Figure 5: Dessablage – Déshuilage	27
Figure 6: Décanteur primaire	28
Figure 7: Bassin de traitement biologique.....	30
Figure 8: Clarificateur.	31
Figure 9:bassin de désinfection	32
Figure 10: Lits de séchage.....	33
Figure 11: présentation Des points de prélèvement (Djamame, 2009).	34
Figure 12: Le multi paramètre.....	36
Figure 13: l'OxyTop.....	38
Figure 14: réacteur de dégition et réacteur COD	40
Figure 15: Un Bain marie.....	42
Figure 16: Le turbidimètre	44
Figure 17: évolution temporelle de la température mesurée à l'entrée et à la sortie de la station.	45
Figure 18: évolution temporelle de la PH mesurée à l'entrée et à la sortie de la station.	46
Figure 19: évolution temporelle d'oxygène dissous mesurée à l'entrée et à la sortie de la station	47
Figure 20: évolution temporelle de la conductivité électrique mesurée à l'entrée et à la sortie de la station.....	47
Figure 21: évolution temporelle de la DBO5 mesurée à l'entrée et à la sortie de la station. ...	49
Figure 22: évolution temporelle de la DCO mesurée à l'entrée et à la sortie de la station.	49
Figure 23: évolution temporelle de la turbidité à l'entrée et à la sortie de la station.	51
Figure 24: évolution temporelle de NH ₄ ⁺ mesurée à l'entrée et à la sortie de la station.	52
Figure 25: évolution temporelle de la NO ₃ mesurée à l'entrée et à la sortie de la station.....	53
Figure 26: évolution temporelle de l'orthophosphate mesurée à l'entrée et à la sortie de la station.	53

Table des matières

Remerciements	
Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Introduction	1
Chapitre 1: Généralités	
1. Les eaux usées :	3
1.1. Définition des eaux usées :	3
1.2. Origine et composition des eaux usées :	3
1.2.1. Origine domestiques :	3
1.2.2. Origine industrielle :	4
1.2.3. Origine pluviale :	6
1.2.4. Origine agricole :	6
1.2.5. Les eaux parasites :	6
1.3. Les impacts des eaux usées :	7
1.3.1. Sur le milieu naturel:	7
1.3.2. Sur la santé de l'homme :	8
II. La pollution des eaux usées :	8
1. Définition :	8
2. Les différents types de pollution :	8
2.1. Pollution physique :	9
2.1.1. Pollution mécanique :	9
2.1.2. Pollution thermique :	9
2.1.3. Pollution atomique :	9
2.2. Pollution chimique :	10
2.2.1. Les matières fertilisantes :	10
2.2.2. Les sels minéraux :	10
2.2.3. Les métaux lourds :	10
2.2.4. Les pesticides :	10
2.2.5. Les détergents :	11
2.3. La pollution organique :	11
2.4. La pollution microbiologique :	11
2.5. Pollution domestique :	11
3. Composition des eaux usées :	11
3.1. Matières en suspension (MES) :	12

3.2. Matières organiques :	12
3.3. Matières inorganiques :	12
III. Analyse de la qualité des eaux usées :	12
1. Les paramètres physicochimiques :	12
1.1. La température(T°) :	12
1.2. Le pH :	12
1.3. La conductivité électrique (CE) :	13
1.4. Les matières en suspension (MES) :	13
1.5. Demande biologique de l'oxygène (DBO_5) :	13
1.6. Demande chimique de l'oxygène (DCO) :	14
1.7. L'azote ammoniacal (NH^{4+}) :	14
1.8. Les nitrites (NO^{2-}):	15
1.9. Les nitrates (NO^{3-}):	15
1.10. L'orthophosphate (OPO_4) :	15
2. Les paramètre microbiologiques:	16
2.1. Virus :	16
2.2. Les bactéries :	16
2.2.1. Les coliformes totaux et fécaux (CT et CF):	16
2.2.2. Les streptocoques fécaux:	16
2.3. Les champignons :	17
2.4. Protozoaires :	17
3. Paramètres Organoleptiques :	17
3.1. La turbidité :	17
3.2. La couleur :	17
IV. Situation de la réutilisation des eaux usées en Algérie :	18
V. L'épuration.....	18
1. Différents procédés d'épuration.....	18
1.1. Les procédés biologiques extensifs:	19
1.2. Les procédés biologiques intensifs	19
VI. Différents procédés de désinfection :	21
Chapitre 2 : Matériels et méthode	
I. Description de station d'épuration des eaux usées de la ville de Guelma :	22
1. Localisation :	22
1.1. Emplacement et accès :	22
1.2. Point de Rejet (destination) :	22
1.2.1. L'eau épurée :	22

1.2.2. Les sous-produits issus de l'épuration :	23
1.3. Objectif du Traitement / Objectif de la STEP :	23
II. Description Sommaire de la Station :	24
1. Procédé d'épuration utilisé au niveau de la station :	24
1.2. Le prétraitement :	24
1.2.1. Dégrillage :	24
1.2.2. Dessablage :	26
1.2.3. Déshuilage-dégraissage :	26
1.3. Traitement primaire (décantation primaire) :	27
1.4. Traitement secondaire :	28
1.4.1. Un traitement biologique :	28
1.5. La désinfection :	31
1.6. Traitement des boues :	32
1.6.1. Stabilisation.....	32
1.6.2. Traitements de réduction de la teneur en eau des boues	33
III. Méthodes et points de prélèvements :	34
1. Méthode de prélèvement :	34
2. Points de prélèvement :	34
3. Méthode d'analyse physico-chimique.....	35
3.1. Mesure insitu :	35
3.1.1. Les paramètres physicochimiques	35
3.1.2. Protocol	36
3.2. Au laboratoire :	37
3.2.1. La demande biochimique en oxygène DBO5	37
3.2.2. La demande chimique en oxygène DCO :.....	38
3.2.3. L'azote ammoniacal NH ₄ ⁺	40
3.2.4. Dosage des nitrates NO ₃ ⁻ (méthode au salicylate de sodium).....	41
3.2.5. Orthophosphate OPO ₄	43
3.2.6. La turbidité	43

Chapitre 3 : Résultats et discussions

I. Evaluation des paramètres physico-chimiques au niveau de la STEP de GUELMA ...	45
Introduction :	Erreur ! Signet non défini.
1. La température :	45
2. Le pH	45
2. L'oxygène dissous :	46
4. La conductivité	47

5. La demande biologique en oxygène de cinq jours DBO5:	48
6. La demande chimique en oxygène DCO:	49
7. Coefficient de biodégradabilité(DCO/DBO5) :	50
8. La turbidité :	51
9. L'azote ammoniacal NH_4^+:	51
10. Les nitrates NO_3 :	52
11. L'Orthophosphate OPO_4:	53
II. Comparaison entre la station d'épuration de GUELMA et de BEJAIA	54
Conclusion Générale	55
Références Bibliographies	57
Annexes	61
Résumé	4

Introduction Générale

Introduction

L'eau ne peut être considérée comme un simple produit commercial, elle doit être classée comme un patrimoine universel et donc protégée, défendue et traitée comme tel. Elle est une ressource vitale pour l'homme ; elle l'est également pour ses activités agricoles, économiques et la qualité de son environnement en dépend étroitement. Cependant, elle est le réceptacle universel de tout type de pollution (**Metahri , 2012**).

Dans la vie quotidienne, l'eau est utilisée comme un moyen de nettoyage et d'évacuation. Dans l'industrie, l'eau a de multiples fonctions : solvant, réactif, fluide de refroidissement etc. Toutes ces utilisations sont en fait des facteurs de pollution, car à leurs sorties, le volume d'eaux seront chargés par diverses matières polluantes, voir même toxiques tel que les hydrocarbures, les métaux lourds, les acides, les bases, les pesticides etc. par la suite, tout milieu, récepteur de ces rejets, va être soumis à des perturbations de son équilibre écologique. (**Bengharbia,2014**).La plus part de ces eaux usées sont rejetées dans le milieu récepteur et provoquent une menace considérable pour les écosystèmes, des risques graves pour la santé publique (la fièvre typhoïde, le choléra, les hépatites infectieuses...etc.) et réduit aussi les ressources en eau utilisable(**D.H.W, 2012**).

La région de wilaya 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 nouvelle 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 a l'origine de l'apparition des maladies a transmission hydrique (la fièvre typhoïde, le choléra, les hépatites infectieuses...etc), dégradation de la qualité des eaux des nappes due aux rejets des eaux usées , dégradation de la qualités des eaux de oueds (**Djabri,2011**) .A L'instar des autres villes concernées par ce genre de projet, la ville de Guelma épure et récupère les eaux usées urbaines par une station d'épuration située à la sortie Nord de la ville où les travaux de réalisation ont débuté le 7 septembre 2004, mais malgré le démarrage du fonctionnement de cette station en 2008, il reste à signaler que la gestion et le contrôle de quelques effluents liquides industriels et de certains rejets domestiques ne sont pas encore maitrisés et se font généralement vers le milieu naturel sans aucun prétraitement.

La présente étude a pour but d'évaluer les traitements effectués au niveau de la station d'épuration (STEP) de la ville de Guelma et de faire un suivi régulier de l'efficacité du

fonctionnement du processus d'épuration des eaux usées dans la station à travers l'étude de l'évolution des différents paramètres de la qualité physicochimique des eaux avant et après épuration.

Le manuscrit est hiérarchisé en trois grands chapitres dont le premier englobe une synthèse bibliographique en rapport direct avec notre sujet d'étude. Le deuxième chapitre aborde la zone d'études et les différents techniques utilisées et on termine par le chapitre résultats et discussion là où on a exposé nos résultats avec des commentaires et des explications scientifiques qu'on espère enrichir vos connaissances.

Chapitre 1

Généralités

1. Les eaux usées :

1.1. Définition des eaux usées :

Les eaux usées peuvent être définies comme les eaux qui sont dégradées par les activités des Hommes. Il peut s'agir d'activités domestiques (prendre une douche, aller aux toilettes, faire la vaisselle, se laver les mains...) ou industrielles (fabriquer du yaourt, tenir un garage automobile ...)(**karaali, 2008**).

Ces eaux usées sont collectées dans un réseau d'égout ; apparaissent comme un liquide trouble généralement grisâtre ; contenant des matières grasses et des autres en suspension d'origine minérale et organique à des teneurs extrêmement variables (**Rodier, 2009**). Il est important d'épurer ces derniers, au niveau de station d'épuration, avant de les rejeter dans l'environnement ou le milieu récepteur (**djemame, 2011**).

1.2. Origine et composition des eaux usées :

L'effluent entrant en station est dénommé "**eaux usées**", il peut se composer de cinq types d'effluents différents dont l'importance relative est fonction du site. Suivant l'origine des substances polluantes :

1.2.1. Origine domestiques :

Les eaux usées d'origine domestique sont issues de l'utilisation de l'eau (potable dans la majorité des cas) par les particuliers pour satisfaire tous les usages ménagers. Elles contiennent des détergents, des résidus organiques, des solvants, des parfums, des agents de blanchissage et des adoucissants. Les produits nettoyants domestiques sont constitués de milliers de produits chimiques de formes variées (de petites molécules simples à de grosses molécules très complexes) et dont la persistance dans l'environnement varie de quelques heures à quelques années (**Bekhouche, 2008**). Le réseau d'assainissement de la ville de Guelma est un réseau unitaire. En Lorsque les habitations sont en zone d'assainissement collectif, les eaux domestiques se retrouvent dans les égouts. On distingue généralement deux types d'eaux usées domestiques qui arrivent toutes les deux dans le réseau d'assainissement :

- ✓ Les eaux vannes, qui correspondent aux eaux de toilettes.

Chapitre 1 Généralité

- ✓ Les eaux grises qui correspondent à tous les autres usages : lave-linge, lave-vaisselle, douche/bain, ...etc. La composition des eaux usées d'origine domestique peut être extrêmement variable, et dépend de deux facteurs :
 - La composition originale de l'eau potable, qui elle-même dépend de la composition de l'eau utilisée pour produire l'eau potable, de la qualité du traitement de cette eau, des normes sanitaires du pays concerné, de la nature des canalisations, ... etc.
 - Les diverses utilisations par les particuliers qui peuvent apporter un nombre quasi infini de polluants : tous les produits d'entretien, lessives mais aussi, solvants, peintures, mercure de thermomètre, colle, ... etc.

La pollution journalière produite par une personne utilisant de 150 à 200 litres d'eau est évaluée à :

- de 70 à 90 grammes de matières en suspension.
- de 60 à 70 grammes de matières organiques.
- de 15 à 17 grammes de matières azotées.
- 4 grammes de phosphore.
- plusieurs milliards de germes pour 100 ml

1.2.2. Origine industrielle :

Les eaux usées industrielles regroupent toutes les eaux qui sont en principe rejetées par l'usine dans le milieu extérieur, après avoir contribué à la fabrication, au nettoyage, au transport, au refroidissement (**Woodard, 2001**). De façon générale, elles se composent des :

Eaux de fabrication,

Eaux des circuits de refroidissement,

Eaux de lavage des sols et des machines,

Rejets des services généraux. 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. Les installations

Chapitre 1 Généralité

industrielles de la ville sont classées et recensées par l'inspection de l'environnement de l'année 2006 et sont présentées dans le **tableau (1)**. 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**).

Tableau 1: les installations classées de Guelma et les milieux récepteurs de leurs Rejet (D.E.W. 2013).

Nature de l'activité	No mb re	Milieu récepteur	Caractéristique de rejet
Raffinerie de sucre	1	Oued El Maiz	Forte concentration en matière organique dissoute Et en suspension.
fabrication de la céramique vaisselle (céramique)	1	Oued El Maiz	Teneur élevée en MES, CD, Pb, Cr.
Production cycle et motocycles	1	Oued El Maiz	Ni , Cr, Fe.
Fabrication de marbre et/ou de carrelage	4	Oued EL Maiz, O.Seybouse, O.boussara, Chaabetmaamora	Teneur élevée en MES ciments blancs
Boissons gazeuses	10	Oued EL Maiz, Ouedskhoune, Ouedbradaa	Alcalinité Teneur élevée en MES, détergents, DBO.
Station de lavage et graissage	40	O. skhoune, O.EL Maiz, O. Seybouse	Graisse, Pb.
Laiterie	2	Oued Seybouse	Forte concentration en matière organique dissoute. Et en suspension
Conserverie de tomate	2	Oued Seybouse	matière organique, dissoute, PH alcalin.
Moulin	3	O. Seybouse, O.Zimba	Teneur élevée en MES.
Fabrication de l'eau de javel	1	Oued skhoune	Chlorure

Chapitre 1 Généralité

1.2.3. Origine pluviale :

Elles correspondent aux eaux ruisselantes sur les routes et les toitures. Elles peuvent constituer la cause de pollution importante de cours d'eau, notamment pendant les périodes orageuses. Ces eaux sont polluées soit au contact de l'air (fumées industrielles), soit en récupérant les résidus de toiture et de chaussées (huile vidange, carburant, morceau de pneu,...). Elles sont de même nature que les eaux usées domestiques, avec en plus des métaux lourds et des toxiques (plomb, zinc, hydrocarbures) provenant essentiellement de la circulation automobile. Lors de précipitations importantes, les eaux pluviales peuvent arriver en grande quantité au niveau de la station d'épuration. Des dispositions permettent d'en limiter l'impact sur la station : bassin d'orage, bassins d'étalement, chaussées filtrantes... etc. (Djemame, 2011).

1.2.4. Origine agricole :

L'agriculture constitue la première cause des pollutions diffuses. Les pollutions d'origine agricole englobent à la fois celles qui ont trait aux cultures (pesticides et engrais) et à l'élevage (lisiers et purins). 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).

1.2.5. Les eaux parasites :

Elles proviennent des remontées des nappes sous-terraines ou des fuites des conduites d'alimentation en eau potable(AEP) ; ces eaux s'infiltrent dans les collecteurs et se mélangent aux eaux usées et les diluent ; ce qui influe par la suite sur le fonctionnement de la station d'épuration. (El rhaziet *al.*,2007).

1.3. Les impacts des eaux usées :

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

1.3.1. Sur le milieu naturel:

Si le réseau de collecte des eaux usées ne couvre pas l'ensemble de la population, ce manque d'infrastructure a un impact non négligeable sur la qualité des milieux naturels.

❖ L'océan :

Lorsque les eaux usées sont rejetées dans la mer après un traitement insuffisant ou sans épuration, elles polluent les eaux de baignades. Ainsi, depuis 2005, la Pointe des Roches à Kourou et la plage du Zéphire sont interdites à la baignade. Ces sites sont contaminés par des bactéries, des virus et des parasites issus des eaux usées domestiques rejetées en mer sans traitement. Ces eaux peuvent transmettre à l'homme des maladies, en cas d'ingestion ou de contact, selon la DSDS(**Direction de la Santé et du Développement Social**).

❖ Eaux superficielles :

Il arrive que ces déchets soient déversés directement dans le milieu naturel. La présence excessive de phosphates, en particulier, favorise le phénomène d'eutrophisation, c'est-à-dire la prolifération d'algues qui diminue la quantité d'oxygène contenue dans l'eau et peut provoquer à terme la mort des poissons et des autres organismes aquatiques qui y vivent.

Les métaux lourds comme **le mercure, le chrome et l'arsenic** peuvent avoir des effets sur les espèces aquatiques les plus fragiles. Sous certaines conditions physico-chimiques, certains métaux lourds tel que le mercure peuvent s'accumuler le long de la chaîne trophique et avoir un impact sur l'homme. Entre 1953 et 1960 à Minamata au Japon, 111 personnes sont mortes ou ont été gravement intoxiquées à la suite de l'absorption de poissons, mollusques et crustacés renfermant des taux élevés de mercure organique(**El rhaziet al., 2007**). Actuellement, il n'existe pas de filière de valorisation pour les boues issues de l'assainissement, ainsi que les matières de vidanges de fosse septique.

Chapitre 1 Généralité

❖ Eaux souterraines :

La qualité de l'eau des nappes phréatiques peut être dégradée par les eaux usées, si l'étanchéité de la station d'épuration ou de la lagune est défectueuse ou lorsque le système d'assainissement non collectif présente des dysfonctionnements (**Beskri, 2010**).

1.3.2. Sur la santé de l'homme :

L'eau qu'elle soit insuffisante ou de mauvaise qualité peut à l'origine de plusieurs maladies qui menacent la vie humaine. Les maladies hydriques peuvent être classées selon cinq catégories (**Safia, 2011**) :

- ✚ Les maladies transmises par l'eau potable polluée, comme la néphropathie.
- ✚ infections de la peau et des yeux ; dues à la pollution des eaux : l'allergie cutanée, l'inflammation visuelle.
- ✚ Les maladies causées par un organisme aquatiques invertébré : la fièvre typhoïde.
- ✚ Les maladies causées par un insecte fourmillant à proximité de l'eau : le paludisme.
- ✚ Les infections causées par des mauvaises conditions sanitaires : le trouble gastro-intestinale (nausées, vomissement, diarrhée) .

II. La pollution des eaux usées :

1. Définition :

La pollution est l'introduction ou la présence d'un altéragène dans un milieu et le résultat de son action. Cette pollution est essentiellement attribuée aux activités humaines, mais quand on analyse les différentes pollutions produites, on s'aperçoit qu'en dehors de l'homme qui est au centre de cette responsabilité, il y a des causes naturelles (les volcans, les orages, les tremblements de terre, etc.). La pollution est une dégradation d'un milieu naturel par des substances chimiques et des déchets industriels.

2. Les différents types de pollution :

Les différents types de pollution de l'eau peuvent être classés suivant la nature de polluants, leur source et la masse d'eau dans laquelle ils sont déversés. Le degré de pollution de l'eau dépend de la concentration des polluants présents dans la masse et leurs effets sur les autres utilisations de l'eau. la modification néfaste de la composition des eaux par l'ajout des

Chapitre 1 Généralité

substances susceptibles d'altérer leur qualité, leur aspect esthétique et compromettre leur consommation. La pollution se manifeste généralement sous cinq formes principales :

2.1. Pollution physique :

2.1.1. Pollution mécanique :

C'est une pollution due aux décharges des déchets et des particules solides apportés et les eaux de ruissellement et les eaux d'égouts. Elle provient aussi des opérations de dragage et de l'érosion. Les polluants solides rejetés dans le milieu aquatique peuvent être répartis en trois catégories : les boues, les solides flottants et les ordures ménagères (**Nouar, 2007**).

2.1.2. Pollution thermique :

La pollution thermique est engendrée par les usines utilisant un circuit d'eau de mer pour le refroidissement de certaines installations (centrales thermiques, raffineries, aciéries). Les eaux rejetées des usines ont une température de l'ordre de 70°C à 80°C. Cette température baisse de 40°C à 45°C en contact avec les eaux de rivière en entraînant réchauffement de l'eau qui peut être progressif ou brutal. Ce réchauffement a un impact direct qui se traduit par la substitution de la faune et la flore du milieu, la mortalité des espèces ainsi que d'autres effets indirects tels que le développement bactérien et l'augmentation de la toxicité de certaines substances (**Abbaspour, 2005**).

2.1.3. Pollution atomique :

Cette pollution revêt une importance particulière en raison de la demande croissante en énergie et de développement attendu dans la construction des centrales nucléaires et des usines de traitement des combustibles irradiés. On fait la distinction entre deux types de radiation (**Allel, 2013**) :

- Radiation naturelle due aux rayons cosmique et à la présence dans le milieu des éléments radionucléides qui font partie des éléments constitutifs du globe.
- Radiation artificielle qui est la plus grave, elle est due à un apport de radionucléides liés à l'utilisation de l'énergie atomique.

2.2. Pollution chimique :

2.2.1. Les matières fertilisantes :

La présence de l'azote et de phosphore en quantité excessive dans les cours d'eau entraîne la prolifération d'algues qui diminuent la luminosité et surtout consomment l'oxygène dissous dans l'eau (phénomènes d'eutrophisation). Les poissons meurent, et lorsque ce type de polluants se trouve dans l'eau potable. Ils peuvent entraîner la mort des enfants en bas âge. Cette pollution est produite par les eaux usées urbaines, certains effluents industriels, et le ruissellement des eaux chargées d'engrais apportés en excès aux cultures.

2.2.2. Les sels minéraux :

Présents naturellement dans l'eau en faible quantité, les sels minéraux (chlorures ou sulfates de calcium, de magnésium, de sodium ou de potassium) peuvent voir leur concentration s'élever à la suite de rejets industriels, elle modifier la composition minérale de l'eau (**Boujema, 2011**).

2.2.3. Les métaux lourds :

Ce sont des métaux de forte masse atomique toxique, à l'état élémentaire ou combiné, à partir d'une concentration minime. Ils sont présents normalement dans le milieu marin en faible dose. Ces métaux sont très employés depuis le début de l'ère industrielle et ils s'accumulent dans les milieux aquatiques. Les plus dangereux et les plus répandus sont le mercure, le plomb, le cadmium, le chrome (**Abda,2009**).

2.2.4. Les pesticides :

Les pesticides (insecticides, raticides, fongicides, et herbicides) sont des composés chimiques dotés de propriétés toxicologiques, utilisés par les agriculteurs pour lutter contre les animaux (insectes, rongeurs) ou les plantes (mauvaises herbes) ou encore les champignons que sont jugés nuisibles aux plantations (**boujema, 2011**).

La pollution des eaux par les pesticides est due à :

- Le pluvio-lessivage des sols.
- Le rejet direct dans les eaux.
- L'imitations des pesticides en suspension dans l'air.

- Le traitement insecticide par voie aérienne.

2.2.5. Les détergents :

Ce sont des produits à la fois émulsionnants, moussants, et mouillants. Ils ont l'inconvénient de diminuer la capacité de ré-oxygénation des eaux de rivière, de produire des mousses (Abda ,2009).

2.3. La pollution organique :

La pollution organique est la plus répandue. Elle est consécutive au rejet dans les écosystèmes aquatiques des déchets humains et animaux et de tout déversement de matières susceptibles de se dégrader par action bactérienne (Djemame, 2011).

2.4. La pollution microbiologique :

Cette pollution se développe parallèlement à la pollution organique suite à la prolifération de germes d'origine humaine ou animale dont certains sont potentiellement pathogènes (Boujamaa, 2011).

2.5. Pollution domestique :

Les eaux usées domestiques : ce sont les eaux de la cuisine, de la salle de bain, et des toilettes des particuliers. Elles sont particulièrement porteuses de pollution organique. Elles sont composées de graisses, détergents, solvants, de déchets organiques azotés ou encore de différents germes (Djemame, 2013).

3. Composition des eaux usées :

La composition des eaux usées est extrêmement variable en fonction de leur origine (industrielle, domestique, etc.). Elles peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute, ainsi que de nombreux micro-organismes. En fonction de leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques et du danger sanitaire qu'elles représentent, ces substances peuvent être classées en cinq groupes (Yahiateneetal., 2010) :

Chapitre 1 Généralité

3.1. Matières en suspension (MES) :

Les matières en suspension sont en majeure partie de nature biodégradable. La plus grande part des microorganismes pathogènes contenus dans les eaux usées est transportée par les MES. Elles donnent également à l'eau une apparence trouble, un mauvais goût et une mauvaise odeur. Cependant, elles peuvent avoir un intérêt pour l'irrigation des cultures (Yahiateneetal., 2010).

3.2. Matières organiques :

Elles sont constituées d'un grand nombre de composés qui possèdent au moins un atome de carbone, d'où leur nom de substances carbonées. Ces atomes de carbone sont oxydés biologiquement par les micro-organismes pour fournir l'énergie nécessaire à leur croissance (Guergueb, 2013).

3.3. Matières inorganiques :

Sont des substances ne contenant pas de carbone. La fraction minérale des eaux résiduaires représente principalement les produits azotés et phosphorés (Guergueb, 2013).

III. Analyse de la qualité des eaux usées :

1. Les paramètres physicochimiques :

1.1. La température(T°) :

La température de l'eau est un facteur important dans la production biologique. Ceci vient du fait qu'elle affecte les propriétés physiques et chimiques de celle-ci ; en particulier sa densité, sa viscosité, la solubilité de ses gaz (notamment celle de l'oxygène) et la vitesse des réactions chimiques et biochimiques (HCEFLCD, 2006).

1.2. Le pH :

C'est un paramètre qui nous permet de mesurer l'acidité et l'alcalinité d'une eau, dont le facteur le plus important est habituellement la concentration en anhydride carbonique liée à la minéralisation totale. Le pH des eaux usées urbaines seules est généralement proche de la neutralité, entre 7 et 7,5 environ. Un pH différent est l'indice d'une pollution industrielle.

Chapitre 1 Généralité

Le pH de l'eau traitée rejetées dans le milieu naturel va influencer la vie de la faune et de la flore de ce milieu, c'est pour cette raison que l'arrêté de 22 décembre 1994 impose que pour les rejets de station d'épuration, le pH doit compris entre 6 et 8,5(HCEFLCD, 2006).

1.3. La conductivité électrique (CE) :

C'est la propriété qui possède une eau de favoriser le passage d'un courant électrique, elle est due à la présence dans le milieu d'ions qui sont mobile dans un champ électrique. Elle dépend de la nature de ces ions dissous et de leurs concentrations. La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau (Rejsek, 2002).La température et la viscosité influent également sur la conductivité car la mobilité des ions augment avec l'augmentation de la température et diminue avec celle de la viscosité. La conductivité s'exprime en siemens par mètre(Boujema, 2011).

1.4. Les matières en suspension (MES) :

Ce sont des particules solides transportés par l'eau de taille supérieur à 10 µm cette matière est constituée généralement de particules non ou difficilement solubles et plus ou moins colloïdales de nature organique (fragment d'aliments ou résidus de digestion) ou minérale (sables ou argiles). Son rejet dans le milieu naturel réduit la limpidité de ce milieu et empêche la pénétration de la lumière, diminuer l'oxygène dissous et nuisent alors le développement de la vie aquatique. La mesure de MES permet d'apprécier la charge solide en suspension d'une eau naturelle ou résiduaire (djemame, 2011).

1.5. Demande biologique de l'oxygène (DBO₅) :

C'est la quantité totale d'oxygène consommée par les bactéries pour oxyder les matières organique biodégradable présente dans les eaux usées. La quantité d'oxygène nécessaire à l'auto-épuration s'exprime en fonction de la DBO₅(RODIER, 2005).Cet indice est le principal paramètre permettant de mesurer la charge de pollution organique contenue dans une eau qui proviennent surtout des sanitaires et des cuisines sous forme de protides, glucides (sucres), lipides (graisses), urée et produits du métabolisme et de dégradation. La DBO₅ est déterminé en faisant l'incubation pendant 5 jours à 20°C d'un échantillon d'eau conservé à l'abri de l'aire(karaali, 2008).

Chapitre 1 Généralité

1.6. Demande chimique de l'oxygène (DCO) :

La Demande Chimique en Oxygène (DCO) est la mesure de la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation chimique de toute la matière organique biodégradable ou non contenue dans les eaux à l'aide du bichromate de potassium à 150°C. Elle est exprimée en mg O₂/l. La valeur du rapport DCO/DBO indique le coefficient de biodégradabilité d'un effluent, il permet aussi de définir son origine(**karaali, 2008**).Généralement la valeur de la DCO est :

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

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

DCO > 2.5 fois DBO Pour les eaux usées industrielles.

- **La notion de biodégradabilité :**

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent aqueux à être décomposé ou oxydé par les micro-organismes qui interviennent dans les processus d'épuration biologique des eaux. La biodégradabilité est exprimée par un coefficient : $K=DCO /DBO$.

Si (**Boujamaa 2011**) :

- ✓ $K < 1.5 \longrightarrow$ L'effluent est biodégradable.
- ✓ $1.5 < K < 2 \longrightarrow$ L'effluent est moyennement biodégradable.
- ✓ $K > 2 \longrightarrow$ L'effluent n'est pas biodégradable.

1.7. L'azote ammoniacal (NH⁴⁺) :

L'ammoniaque constitue un des maillons du cycle de l'azote. Il est présent sous deux formes en solution, l'ammoniaque (NH³⁺) et l'ammonium (NH⁴⁺) dont les proportions dépendent du pH et de la température. L'azote ammoniacal provient de la décomposition bactérienne des composés organiques azotés et les effluents domestiques (urée) qui représentent la plus importante source de pollution. Il peut aussi provenir de ruissellement urbain, de l'agriculture (engrais) ainsi que l'industrie. Il est utilisé par le phytoplancton comme source d'azote et oxydé par les bactéries nitrifiantes. Son rejet dans le milieu récepteur s'accompagne d'une consommation de l'oxygène dissous due au processus de nitrification. Si le pH du milieu récepteur est élevé, l'ion ammonium se transforme en gaz

Chapitre 1 Généralité

ammoniac dissous (NH_3) très toxique pour les poissons, l'azote ammoniacal contribue aussi à l'eutrophisation du milieu récepteur (**Nasri, 2010**).

1.8. Les nitrites (NO_2^-):

Les nitrites constituent une étape importante dans la métabolisation des composées azotées, ils s'insèrent dans le cycle de l'azote entre l'ammoniaque et les nitrates. Leur présence est due soit à l'oxydation bactérienne de l'ammoniaque, soit à la réduction des nitrates.

Les nitrites favorisent le développement des algues et engendrent l'eutrophisation (**Rahma, 2011**).

1.9. Les nitrates (NO_3^-):

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote. Ils sont extrêmement solubles dans l'eau, ils proviennent des déjections animales, des élevages intensifs, des résidus de la vie des végétaux et des engrais utilisés pour l'agriculture. En effet, apportés en excès, ils peuvent avoir plusieurs impacts négatifs (**Rahma, 2011**) :

- Dans l'organisme, au contact des bactéries dans l'intestin, les nitrates se transforment en nitrites et en se fixant sur l'hémoglobine, ils transforment celle-ci en méthémoglobine, ce qui entraîne un mauvais transfert de l'oxygène vers nos cellules donc une méthémoglobinémie (plus connue sous le nom de cyanose).
- Sur les cultures : ils entraînent des retards de maturation, une altération de la qualité, ...etc.
- Sur le milieu naturel : les nitrates sont les principaux composants responsables de l'eutrophisation des milieux aquatiques.

1.10. L'orthophosphate (OPO_4) :

Le phosphore se trouve dans les eaux usées soit sous forme minérale d'ions orthophosphate (50 à 80 du phosphore totale des eaux usées), soit sous forme d'ions phosphate condensés entre eux (polyphosphates), soit sous forme organique de groupement phosphate liés aux molécules organiques (phospholipides, phosphoprotéines, nucléotides et dérivés...). Le phosphore est une origine domestique (matières fécales et détergents) et aussi agricole (engrais) et industrielle (industrie chimique) (**Barroin, 1991**). Le rejet de phosphore

Chapitre 1 Généralité

dans le milieu récepteur est une cause essentielle de son eutrophisation car ce phosphore est le facteur limitant de la croissance végétale responsable de ce phénomène (**Djemame, 2011**).

2. Les paramètres microbiologiques:

Les microorganismes comprennent par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les Protozoaires, et les helminthes, ils proviennent dans leur immense majorité des matières fécales (**Garcia, 2004**).

2.1. Virus :

Les virus se trouvent dans les eaux résiduaires à des concentrations de l'ordre de milliers d'unités infectieuses par millilitre d'eau. Parmi les infections virales d'origine hydrique, on trouve la poliomyélite, également on peut citer l'hépatite A (**Rahma, 2011**).

2.2. Les bactéries :

2.2.1. Les coliformes totaux et fécaux (CT et CF):

C'est un groupe de bactéries utilisé comme indicateur de contamination fécale. Ils appartiennent à la classe des entérobactéries. Ce sont des bacilles à gram négatif, asporogènes, oxydase négative, aérobies ou anaérobies facultatifs, capables de se multiplier et de fermenter le lactose et produisent de gaz, d'acide et d'aldéhyde. On les considère comme bons indicateurs de contamination fécale, ils se cultivent à 44°C. Les coliformes totaux se développent à 37°C. Ces derniers peuvent avoir une origine non strictement fécale : Le sol, les insectes et les plantes peuvent les héberger(**Rahma, 2011**).

2.2.2. Les streptocoques fécaux:

Ces bactéries appartiennent à la famille des *septococcaceae*, sont des cocci généralement disposés en diplocoques ou en courte chaîne, à gram négatif, asporulantes, immobiles, aérobies facultatifs et possédant un métabolisme fermentatif. Ces germes colonisent l'intestin de l'homme et des animaux à sang chaud. Leur présence dans le milieu hydrique prouve une pollution d'origine fécale de l'eau. Cependant, on peut trouver aussi des streptocoques fécaux dans le sol, les plantes et les insectes.

Chapitre 1 Généralité

2.3. Les champignons :

Les champignons microscopiques infestent les canalisations, ces champignons sont résistants au chlore mais facilement éliminés par les procédés de filtration (**Charchar, 2007**).

2.4. Protozoaires :

Ils sont présents dans les eaux usées à l'état de kystes. La principale forme pathogène pour l'homme est *Entamoebahistolytica*, agent responsable de la dysenterie amibienne (**Charchar, 2007**).

3. Paramètres Organoleptiques :

3.1. La turbidité :

Selon **Rejsek (2002)**, la turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes. Elle est causée, dans les eaux, par la présence de matières en suspension (MES) fines, comme les argiles, les limons, les grains de silice et les microorganismes. Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence de matières colloïdales d'origine organique ou minérale. Les unités utilisées pour exprimer la turbidité proviennent de la normalisation ASTM (American Society for TestingMaterial) qui considère que les trois unités suivantes sont comparables : Unité JTU (Jackson Turbidity Unit) = unité FTU (FormazineTurbidity Unit) = unité NTU (NephelometricTirbidity Unit).

3.2. La couleur :

Une eau pure observée sous une lumière transmise sur une profondeur de plusieurs mètres émet une couleur bleu clair car les longueurs d'onde courtes sont peu absorbées alors que les grandes longueurs d'onde (rouge) sont absorbées très rapidement. (**Rejsek, 2002**). La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. (**Rodier et al., 2005**).

IV. Situation de la réutilisation des eaux usées en Algérie :

La réutilisation des eaux usées épurées « REUE » est une action volontaire et planifiée qui vise la production de quantités complémentaires en eau pour différents usages. Aujourd'hui la stratégie nationale du développement durable en Algérie se matérialise particulièrement à travers un plan stratégique qui réunit trois dimensions à savoir : Sociale, Economique et Environnementale. Les principales utilisations des eaux usées épurées sont :

- **Utilisations agricoles** : « irrigation » la plus répandue, permettant d'exploiter la matière fertilisante contenue dans ces eaux réalisant ainsi une économie d'engrais ;

- **Utilisations Municipales** : arrosage des espaces verts, lavage des rues, alimentation de plans d'eau, lutte contre les incendiesect.

- **Utilisations industrielles** : refroidissement

- **Amélioration des ressources** : recharge des nappes pour la lutte contre les rabattements des nappes et la protection contre l'intrusion des biseaux salés en bord de mer.

V. L'épuration

Quand on parle d'épuration des eaux usées urbaines, il n'est pourtant pas question de les rendre pures, mais plutôt d'en retirer le plus de déchets dont on l'a chargée pour les évacuer. Ces définitions du sens commun de ces mots ont l'inconvénient de considérer de prime abord l'eau comme une " matière " et non pas comme un " milieu "(karaali, 2008).

1. Différents procédés d'épuration

❖ L'épuration biologique

C'est le procédé le plus utilisé pour restaurer la qualité de l'eau en la débarrassant de ses principales impuretés, pourvu qu'elles soient biodégradables et ne contiennent pas de toxiques. L'épuration biologique consiste à mettre la matière organique contenue dans les eaux usées au contact d'une masse bactérienne active en présence ou absence d'oxygène. Composée essentiellement de bactéries et de protozoaires, celle-ci va se nourrir de la matière organique et la dégrader. Elle reproduit dans des réacteurs spécifiques un phénomène qui se serait déroulé naturellement dans les rivières. A l'issue de ce processus, les bactéries

Chapitre 1 Généralité

constituent les “boues” qui devront être séparées de l'eau épurée. Parmi les traitements biologiques, on distingue les procédés biologiques extensifs et intensifs(**karaali, 2008**).

1.1. Les procédés biologiques extensifs:

- **Le lagunage:**

Le lagunage est un procédé d'épuration naturelle qui a pour principe d'utiliser la végétation aquatique comme agent épurateur des eaux polluées. Les plantes aquatiques sont ici utilisées comme support aux colonies bactériennes, assurant l'épuration efficace de l'eau qui traverse lentement les colonies végétales installées. Les éléments polluants comme le nitrate sont ainsi absorbés par les plantes pour restituer, en sortie de lagunage, une eau de bonne qualité. Ce mode d'épuration permet d'éliminer 80 à 90 % de la DBO, 20 à 30 % de l'azote et contribue à une réduction très importante des germes. Il a cependant l'inconvénient d'utiliser des surfaces importantes et de ne pas offrir des rendements constants durant l'année. Il est surtout bien adapté aux communes rurales(**Fig. 1**)(**Ladjel, 2008**).

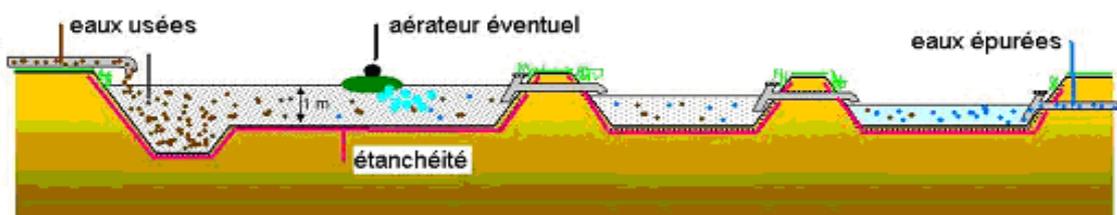


Figure 1: Coupe schématique d'une station à lagunage(**karaali, 2008**).

1.2. Les procédés biologiques intensifs

Ils regroupent toute une série de techniques ayant en commun le recours à des cultures bactériennes qui "consomment" les matières polluantes. Il existe deux grandes catégories de procédés biologiques artificiels.

- **Les procédés biologiques à cultures fixées**

L'épuration des eaux usées par biofiltration est une technologie biologique qui se caractérise par le fait que le développement de la biomasse apte à dégrader la pollution et le rôle de filtration qui permet de séparer l'eau claire des boues, soient réalisés dans un seul et même réacteur rempli d'un matériau support et filtrant(**Rahma, 2011**).L'épuration biologique

Chapitre 1 Généralité

des eaux usées consiste en une mise en contact de l'eau polluée avec une masse bactérienne dans un réacteur ; par culture fixée, quand la biomasse se présente sous forme d'un biofilm fixé sur un support grâce aux exopolymères produits par les micro-organismes. Les procédés par culture fixée ont été tout d'abord mis en œuvre dans des lits bactériens, puis sur des disques biologiques rotatifs, la technique la plus récente étant représentée par la biofiltration. (Fig.2)

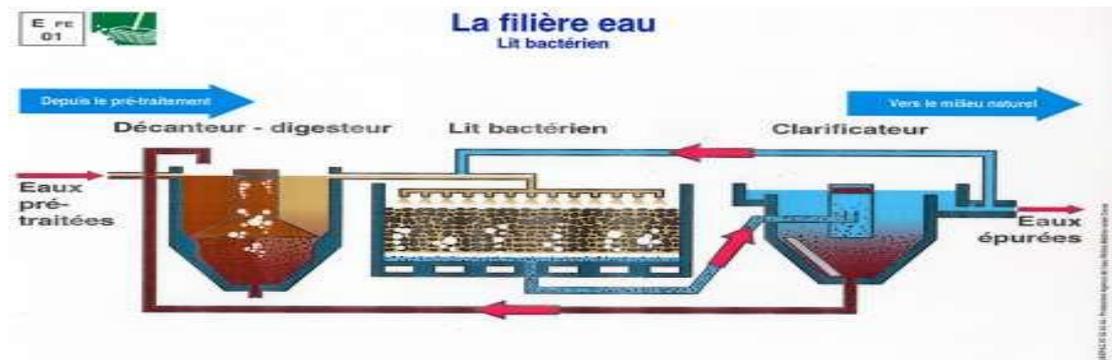


Figure 2: L'épuration par le lit bactérien (Boujema, 2011).

- **Les procédés biologiques a culture libre:**

Le traitement biologique par biomasse libre est actuellement le plus utilisé pour l'épuration des eaux résiduaires urbaines. 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. Les boues activées sont utilisées comme épuration biologique dans le traitement des eaux usées.

La boue activée, composée essentiellement de micro-organismes flocculants, est mélangée avec de l'oxygène dissous et de l'eau usée. C'est ainsi que les micro-organismes de la boue activée entrent constamment en contact avec les polluants organiques des eaux résiduaires, ainsi qu'avec l'oxygène, et sont maintenus en suspension. L'aération des eaux résiduaires a lieu dans des bassins en béton qui ont une forme appropriée en fonction du système d'aération, du mode d'introduction des eaux et de la boue activée. On appelle ces bassins des bassins d'aération ou bassins à boues activées. Afin de maintenir une biomasse suffisante, la boue est recyclée par pompage dans le bassin de décantation secondaire. Il existe de nombreux systèmes différents pour l'aération dans le procédé à boues activées. Le choix dépend de la composition de l'eau résiduaire, ainsi que des conditions de construction et

d'exploitation de l'installation au point de vue technique et économique. Les trois modes essentiels sont : pneumatique (aération sous pression), mécanique (uniquement aération de surface) et aération combinée(Ladjel, 2008).

VI. Différents procédés de désinfection :

Dans le traitement des eaux, la désinfection est une étape essentielle permettant d'éliminer tout ou partie des microorganismes pathogènes et des toxines (bactéries, virus, parasites...). Il existe toute une gamme de méthodes et de technologies pour désinfecter les différentes eaux. Chacune présente des avantages et des inconvénients. De nombreux paramètres entrent en ligne de compte dans le choix de la méthode pour une application donnée (Brahmia, 2006).

- **Les principaux moyens de désinfection reconnus :**

Le choix d'un moyen de désinfection se fait normalement en considérant les contraintes techniques, économiques et environnementales qu'il présente. En ce sens, le mode de désinfection idéal est celui qui regroupe les caractéristiques suivantes :

- ✓ efficacité pour la plupart des micro-organismes pathogènes sous différentes conditions;
- ✓ absence de sous-produits indésirables formés à la suite de son utilisation;
- ✓ produit non dangereux pour les humains et pour la vie aquatique;
- ✓ facilité d'utilisation;
- ✓ faibles coûts d'investissement et d'exploitation. Il existe plusieurs moyens pour désinfecter les eaux usées, mais, en pratique, les seuls couramment utilisés aujourd'hui sont la chloration, la chloration-déchloration, l'ozonation, le rayonnement ultraviolet et le lagunage (karaali, 2008).

Chapitre 2

Matériels et méthode

I. Description de station d'épuration des eaux usées de la ville de Guelma :

1. Localisation :

La Station d'épuration des eaux usées de la wilaya de Guelma est fonctionnelle depuis le 28 Février 2008 (**Fig.03**).



Figure 3: Schématique de la STEP de Guelma

1.1. Emplacement et accès :

La station est implantée sur un terrain agricole de 08 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 :

- **SP1** : alimentée par Oued El Maiz, avec un débit de 1575 m³/h.
- **SP2** : alimentée par Oued Skhoune, avec un débit de 1125 m³/h.

1.2. Point de Rejet (destination) :

1.2.1. 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.

1.2.2. 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 utilisations Agricoles).
- **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 (**Djamame, 2009**).

1.3. 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 STEP 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 % (**Beskri, 2010**).

II. Description Sommaire de la Station :

1. Procédé d'épuration utilisé au niveau de la station :

Compte tenu de la qualité des effluents à traiter et du niveau de rejet requis, la filière de traitement est du type boues activées à moyenne charge. Dans le traitement biologique des effluents, on fait généralement appel au processus aérobie par lesquels les bactéries provoquent une oxydation directe des matières organiques des eaux usées à partir de l'oxygène dissous dans l'eau. A la sortie des égouts, les eaux usées urbaines de la ville de GUELMA sont épurées directement dans la station d'épuration, une série de traitement primaire permettent d'éliminer rapidement les déchets les plus grossiers mais aussi les sables, les graisses, et des matières en suspension. Ensuite un traitement biologique permet d'éliminer le reste de la pollution (**Step Guelma, 2008**). Les eaux usées (ou effluents) arrivent en tête de la station d'épuration et subissent (**tableau 02**).

1.2. 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 volumineuses, en suspension ou flottantes, qu'elles véhiculent, pour extraire le maximum gêne ultérieurement (**Benfiala ,2017**). Ces opérations sont :

1.2.1. Dégrillage :

Consiste à faire passer les eaux usées au travers d'une grille dont les barreaux plus ou moins espacés (espacement des barreaux : 20mm pour le dégrilleur automatique et 30mm pour les dégrilleur manuel, épaisseur des barreaux : 10mm maximum) (**Bakiri, 2007**).

Retiennent les éléments les plus gros tel que chiffons étoupes, fragments de bois, etc....susceptibles de provoquer, lors de la séparation de l'évacuation et du traitement des boues, ou dans le fonctionnement des pompes dans les tuyauteries et les vannes, des difficultés d'exploitations.

Après nettoyage des grilles par des moyens mécaniques, manuels ou automatiques, les déchets sont évacués avec les ordures ménagères par une vis convoyeuse vers la benne. Le tamisage, qui utilise des grilles de plus faible espacement, peut parfois compléter cette phase du prétraitement.

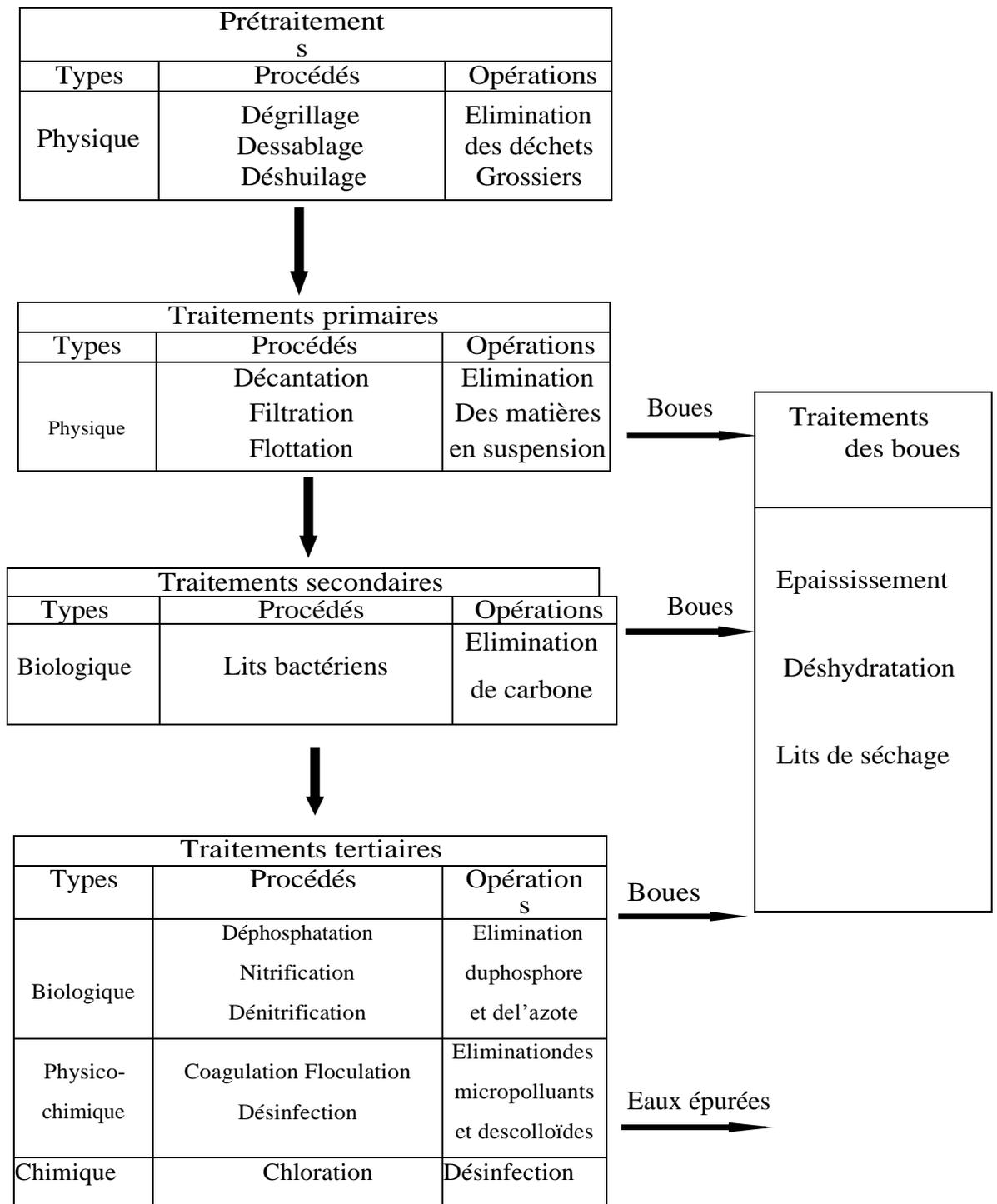


Figure 4: Filière d'épuration (Bakiri, 2007).



Figure 5: Le dégrillage

1.2.2. 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 « dessableur » 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.

1.2.3. Déshuilage-dégraissage :

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 micros bulles 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 (**Fig.5**). 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 (**Djamame, 2009**).

- La forme : longitudinale.
- Hauteur de l'ouvrage minimum : 1.75m.
- Surface totale minimum : 168m².
- Nombre d'ouvrages : 02.
- Surface du bassin : 17.5m
- Largeur du bassin : 4.80m.



Figure 6: Dessablage – Déshuilage

1.3. Traitement primaire (décantation 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) (Allel, 2013).

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

Les bassins de décantation (**Fig.06**) sont des bassins à ciel ouvert, l'effluent brut arrive par un point central, les matières décantables en suspension dans l'eau vont se séparer de l'effluent et se déposer au fond du bassin ou elles seront raclées par un pont radial tournant et les eaux de surface sont déversant.

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

- Forme : cylindro-conique.
- Nombre d'ouvrages :02.
- Surface totale minimum :1.394m².
- Surface/Bassin minimum :697m².
- Diamètre de bassin minimum :30m.
- Hauteur d'eau :3.0m.



Figure 7: Décanteur primaire

.1.4. Traitement secondaire :

C'est lors de ce traitement que s'élimine l'essentiel des agents polluants dans les eaux usées à savoir l'élimination de la pollution carbonée biodégradable. Il consiste à mettre en contact l'eau usée avec une biomasse épuratrice qui est en fait un écosystème simplifié et sélectionné ne faisant appel qu'à des micro-organismes. Elle est constituée d'être vivants de petite taille, inférieure au millimètre, microflore de bactéries et microfaune d'animaux, protozoaires. Dans le cas des eaux usées urbaines, on favorise le développement de bactéries aérobies, c'est-à-dire, qui utilisent l'oxygène pour se développer (**Karaali, 2008**). Il comporte deux étapes principales :

1.4.1. Un traitement biologique :

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

✓ Elimination de carbone :

La boue activée est constituée essentiellement de bactéries et de protozoaires, parfois de champignons, de rotifères et de nématodes. Les bactéries y constituent le groupement le plus important, responsable principalement de l'élimination de la pollution d'une part et de la formation des flocons d'autre part. La nature des composés organiques constituant la pollution influe naturellement sur le genre dominant, de même les conditions du milieu : PH, température, oxygène dissous. Pour l'élimination du carbone dans les effluents la voie aérobie est utilisée car l'oxygène est associé aux réactions de dégradation et elles s'instaurent spontanément dans les eaux suffisamment aérées. Le carbone organique se retrouve sous

forme de CO₂ et de biomasse. Après la dégradation des matières organique la cellule passe par différentes phases de croissance et décroissance. Mais la croissance bactérienne nécessite la présence d'autres éléments nutritifs en particuliers l'azote et le phosphore contenus dans les effluent dont l'élimination est également nécessaire.

✓ **Élimination de l'azote :**

Les eaux résiduaires contiennent différents composés azotés : protéines, urée et produits de décomposition ainsi que de l'azote sous forme minérale. Son élimination biologique se réalise en les étapes suivantes :

- **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 DBO₅ éliminée par la culture bactérienne.

- **La nitrification :**

La nitrification consiste en l'oxydation de l'azote organique sous forme d'un ammoniac (NH⁺₄) en nitrite (NO⁻₂) puis en nitrate (NO⁻₃) par l'intermédiaire des micro-organismes. Ces bactéries autotrophes utilisent le carbone minéral pour constituer leurs cellules. 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.

✓ **Élimination de phosphore :**

Le principe de la déphosphoration biologique consiste en une suraccumulation de phosphore dans la biomasse. Si des teneurs de 2 à 3 % en phosphore dans les boues sont obtenues sous des conditions normales et correspondent aux besoins des bactéries, le mécanisme de suraccumulation nécessite de placer la biomasse alternativement en phase

anaérobie et aérobie. En phase anaérobie des bactéries céto-gènes anaérobies facultatives utilisent le carbone organique pour produire de l'acétate. Celui-ci est réutilisé par d'autres bactéries aérobies qui ne peuvent utiliser qu'une gamme de substrats plutôt limitées. Elles stockent celui-ci et l'énergie utilisée pour ce stockage provient de l'hydrolyse du poly phosphate ce qui explique la phase de relargage de phosphate dans le milieu. La succession de phases anaérobies - aérobies, on peut obtenir une accumulation progressive du phosphore dans ces micro-organismes jusqu'à des valeurs pouvant atteindre 10% de leur poids sec (**Karaali, 2008**).

L'élimination du phosphore peut être réalisée par un traitement chimique par l'utilisation des réactifs chimiques qui précipitent le phosphore, par exemple, la chaux (CaO), les sels d'aluminium et de fer.

- **Bassin d'aération**

- L'aération s'effectue dans deux bassins longitudinaux fonctionnant en parallèle.
- Surface d'un bassin : 1.037m².
- Longueur d'un bassin : 64.40m.
- Largeur d'un bassin : 16.10m.



Figure 8: Bassin de traitement biologique.

1.4.2. Traitement par voie physico-chimique (Une décantation secondaire) :

✓ Clarification :

La clarification des effluents est une étape essentielle dans le procédé biologique d'épuration. L'efficacité de la séparation de la liqueur mixte, en boues concentrées et en eau traitée, a une influence directe sur les conditions de fonctionnement du système et sur le rendement d'épuration.

Le rôle de la décantation secondaire est donc d'assurer une meilleure séparation de la biomasse de l'eau traitée et de permettre par ailleurs un premier épaissement des boues biologiques décantées.

La discription de dispositif :

- Nombre de décanteurs : 02.
- Surface du bassin=2.201m².
- Diamètre : 53.00 m.
- Flux massique :17.0kg/m²/h.
- Temps de séjour :2.5h.



Figure 9: Clarificateur.

1.5. La désinfection :

Après la récupération des eaux clarifiées, ces dernières seront envoyées vers un bassin rectangulaire formé des chicanes (**Fig.09**) afin de recevoir des doses de javel préparées à

partir de l'hypochlorite de calcium, cette javellisation permet de détruire toutes germes avant le rejet.

Un contrôleur de chlore est installé à la sortie du bassin pour pouvoir contrôlé le taux du chlore (**Ladjel, 2008**).



Figure 10: bassin de désinfection

La désinfection se fera dans un ouvrage longitudinal muni de chicanes :

- Longueur : 24.2m.
- Largeur : 15m.
- Hauteur des chicanes : 2.00m.

1.6. Traitement des boues :

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

On distingue deux grands types de traitement :

1.6.1. Stabilisation

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

1.6.2. 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 :**

Visé 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 :**

Elimine en grande partie ou en totalité l'eau par évaporation, soit par voie naturelle (lits de séchage), soit par voie thermique.



Figure 11: Lits de séchage

III. Méthodes et points de prélèvements :

Pour la réalisation des analyses physico-chimiques de nos échantillons ; notre partie pratique a été réalisée au niveau de 3 sites : insitu ; le laboratoire de la STEP de Guelma et laboratoire de département de biologie.

1. Méthode de prélèvement :

Le prélèvement doit s'effectuer dans des conditions d'asepsie rigoureuses ; les techniques de prélèvements sont variables en fonction du but recherché et de la nature de l'eau à analyser. Les prélèvements destinés aux analyses physico-chimiques sont réalisés dans des flacons en plastique à l'aide d'une perche de 2 à 3m.

2. Points de prélèvement :

Pour faire les analyses physico-chimiques des eaux usées de la STEP de Guelma, le prélèvement a été effectué dans le mois de Février et Mars 2020 et comporte deux sites différents :

- **Site 01** : Entrée de la STEP.
- **Site 02** : Sortie de la STEP (**Fig.11**).



Figure 12: présentation Des points de prélèvement (**Djamame, 2009**).

3. Méthode d'analyse physico-chimique

3.1. Mesure insitu :

3.1.1. Les paramètres physicochimiques

✓ La température

La température de l'eau régit presque sur la totalité des réactions physiques, chimiques et biologiques. Elle joue un rôle important dans la solubilité des sels et surtout des gaz et conditionne les équilibres de dissociation (Tfeila et al., 2016).

✓ Potentiel d'hydrogène PH :

Le pH de l'eau mesure la concentration des protons H^+ contenus dans l'eau (Djedaoune, 2015). Ce paramètre conditionne un grand nombre d'équilibres physicochimiques et dépend des facteurs multiples, dont la température et l'origine de l'eau (Aissaoui et al., 2017).

Le pH suit un cycle circadien : maxima le jour, minima la nuit. Il est en général plus élevé l'hiver et diminue l'été, 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. Ainsi pour une reproduction piscicole acceptable, le pH doit être compris entre 6.5 et 8.5 (Karaali, 2008).

• Intérêt de la mesure du 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. C'est pour cette raison que l'arrêté du 22 décembre 1994 impose, pour les rejets de station d'épuration, un pH compris entre 6 et 8.5 (Rejsek, 2002).

✓ La conductivité électrique

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 de la mesure de la conductivité, mesure instantanée,

pour connaître la minéralisation d'une eau. L'unité de conductivité utilisée en chimie des eaux est micro siemens ($\mu\text{S}/\text{cm}$) (Makhouk et al.,2011).

✓ Oxygène dissous

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

3.1.2. Protocol

La température est mesurée au même temps avec le ph ; la conductivité et l'oxygène dissous par le multi-paramètre à des sondes spécifique.

✓ Matériel

- Bécher de 400 ml.
- Multi-paramètre de type HI 9829
- L'eau à analyser.
- L'eau distillée.

✓ Mode opératoire :

1. Rincer la sonde avec de l'eau distillée.
2. Immerger la sonde dans l'échantillon.
3. Faire la lecture après la stabilisation des chiffres apparent sur l'écran soit stagné.



Figure 13: Le multi paramètre

3.2. Au laboratoire :

3.2.1. La demande biochimique en oxygène DBO5

✓ **Principe d'analyse :**

La DBO est mesuré au bout de 5 jours à 20°C (T° favorable à l'activité des microorganismes d'oxygène) et à l'obscurité (afin d'éviter toute photosynthèse parasite). Deux échantillons sont nécessaire ; le 1^{er} sert à la mesure de la concentration initiale en O₂, et le second à la mesure de la résiduaire en O₂ au bout de 5 jours (**Derwich et al., 2010**).la DBO5 est la différence entre les O₂ concentrations. 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(**Cardot et Gilles, 2013**).

✓ **Matériel :**

- Système de mesure OxyTop.
- Armoire thermostatique.
- Flacon échantillon brun.
- Barreaux magnétiques.
- Fiole jaugée.
- Pastilles de soude.

✓ **Mode opératoire :**

1. Rincer le flacon avec de l'échantillon. Remplir avec précaution.

Mesurer exactement la quantité souhaitée d'échantillon saturé en oxygène.

2. Mettre le barreau magnétique dans le flacon.

3. Insérer le godet caoutchouc dans le goulot du flacon.

4. Mettre 2 pastilles de soude dans le godet caoutchouc à l'aide d'une pince.

5. Visser l'OxyTop directement sur le flacon échantillon.
6. Lancer la mesure : appuyer sur M et S simultanément (2 secondes) jusqu'à ce que l'afficheur indique 00.
7. Maintenir le flacon de mesure avec l'OxyTop à 20C pendant 5jours. Dès que la température de mesure est atteinte. L'OxyTop lance automatiquement la mesure de la consommation en oxygène.
8. L'échantillon est agité en continu pendant 5 jours. L'OxyTop mémorise automatiquement une valeur toutes les 24 heures sur 5 jours. Pour connaître la valeur courante, appuyer sur la touche M.
9. Affichage de la valeur mesurée courante : presser M jusqu'à ce que la valeur mesurée s'affiche (1secande).
10. Lecture des valeurs mémorisées à la fin des 5



Figure 14: l'OxyTop

3.2.2. La demande chimique en oxygène DCO :

La demande chimique en oxygène qui correspond à la quantité d'oxygène (en mg) qui a été consommée par voie chimique pour oxyder l'ensemble des matières oxydables présentes dans l'eau. La valeur de la DCO est une indication importante, avec laquelle on peut caractériser la pollution globale d'une eau ou d'eaux usées (Bliefert et Perraud, 2004).

✓ Matériel

- Réacteur de digestion / réacteur COD.
- Spectrophotomètre.
- Pipette,
- Support pour flacons de DCO.

✓ Les réactifs :

- Flacons de réactifs de digestion COD .
- Solution étalon COD.

✓ Mode opératoire :

1. L'échantillon contient un solide en suspension et homogénéise 100 ml d'échantillon pendant 30 seconds dans un mélangeur. L'échantillon homogénéisé a été versé dans un bécher de 250 ml et précision agité doucement sur une plaque magnétique pour la plage de 200 à 1500 mg / L afin d'améliorer la et la reproductibilité d'autres gammes.
2. Le réacteur DCO a été mis en marche et préchauffé à 150 C. Le bouclier de sécurité était placé devant le réacteur. Les bouchons d'un flacon de réactif de digestion DCO ont été retirés pour la plage appropriée. Le flacon a été maintenu à un angle de 45 °, 2,0 ml de l'échantillon ont été pipetés dans le flacon. Le flacon était hermétiquement fermé et l'extérieur du flacon de DCO était rincé et essuyé avec une serviette en papier. Le flacon a été doucement inversé plusieurs fois pour mélanger le contenu et le flacon a été placé dans le réacteur de DCO préchauffé.
3. Le blanc a été préparé en répétant les étapes en substituant le blanc de 2,0 ml d'eau distillée à l'échantillon. Le flacon a été chauffé pendant 2 heures. Le réacteur a été arrêté et a attendu environ 20 minutes pour refroidir le flacon à 120 ° C. Chacun des flacons a été inversé plusieurs fois alors qu'il était encore chaud. Le flacon a été placé dans un portoir et refroidi à la température ambiante.
4. L'oxygène de mesure requis pour oxyder la matière organique biodégradable et non biodégradable dans l'eau est connu sous le nom de demande chimique en oxygène

(DCO). Dans ce test de qualité de l'eau, un agent oxydant puissant comme le dichromate de potassium ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) a été utilisé pour oxyder la matière organique dans l'échantillon d'eau. L'acide (acide sulfurique) est nécessaire et a servi de catalyseur pour achever la réaction. Le test DCO ne prend que quelques heures pour obtenir le résultat. Après que l'échantillon (2 ml) et les réactifs aient été placés à l'intérieur du flacon, la solution a été préchauffée dans le réacteur DCO pendant deux heures pour augmenter la vitesse de la réaction. Comme tout le réactif s'est bien mélangé à l'échantillon, le flacon est devenu chaud car la réaction exothermique a eu lieu. Sur la base de l'observation, un précipité blanc s'est formé dans chaque flacon et la solution devient brun clair incolore.

5. Après 2 heures, la matière organique a été oxydée et la couleur de la solution a été changée de couleur marron clair à vert clair ce qui signifie que le $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ a été réduit en Cr^{+3} .



Figure 15: réacteur de dégitation et réacteur COD

3.2.3. L'azote ammoniacal NH_4^+ :

C'est la forme d'azote la plus toxique (Aissaoui et al, 2017). Il est présent dans les eaux habituellement par un processus de dégradation incomplète de la matière organique et il se transforme assez rapidement en nitrites et nitrates par oxydation (Diagne et al, 2017).

✓ Principe

Mesure spectrométrique à environ 655nm du composé formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitroprussiate de sodium.

✓ Réactifs :

- Réactif 1 (combiné)
- Réactif 2 (coloré).

✓ Appareillage

- Spectrophotomètre UV-Visible.

✓ Mode opératoire

1. Prendre 40 ml d'eau à analyser.
2. Ajouter 4 ml du réactif 1.
3. Ajouter 4 ml du réactif 2 et ajuster à 50 ml avec H₂O distillée et attendre 1h.30.
4. L'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de : NH₄.
5. Effectuer la lecture à 665nm.

✓ Expression des Résultats :

Le résultat est donné directement en mg /l.

3.2.4. Dosage des nitrates NO₃⁻ (méthode au salicylate de sodium)

Les nitrates sont en effet l'élément chimique majeur qui conditionne la vie des organismes dans l'eau (**karaali, 2008**).

✓ Principe :

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosionate de sodium coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique.

✓ Réactifs :

- Solution de salicylate de sodium à 0.5 % (renouveler toutes les 24h.)

- Solution d'hydroxyde de sodium 30%.
- H₂SO₄ concentré.
- Tartrate double de sodium et de potassium.
- Solution mère d'azote d'origine nitrique à 1000 mg par litre.
- Solution fille d'azote d'origine nitrique à 5 mg par litre.

✓ **Appareillage**

- Etuve.
- Spectrophotomètre U.V visible.

✓ **Mode opératoire**

1. Prendre 10 ml de l'échantillon à analyser. Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30 %.
2. Ajouter 1ml de salicylate de sodium.
3. Evaporer à sec au bain marie 75 – 88 °C. (**Fig.16**) (Ne pas surcharger ni surchauffer très longtemps) laisser refroidir. Reprendre le résidu avec 2 ml. H₂SO₄ laisser reposer 10mn.
4. Ajouter 15 ml d'eau distillée.
5. Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium puis passer au spectrophotomètre au 415



Figure 16: Un Bain marie

✓ Expression des résultats

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

3.2.5. Orthophosphate OPO_4 **✓ Principe :**

Formation en milieu acide d'un complexe avec le molybdate d'ammonium et le tartrate double d'antimoine et de potassium. Réduction par l'acide ascorbique en un complexe color en bleu qui présente deux valeurs maximales d'absorption l'une vers 700 nm, l'autre plus importante à 880 nm.

✓ Appareils :

- Spectrophotomètre UV. Visible

✓ Réactifs :

- Réactif Mixte
- Acide ascorbique à 10%
- Solution mère à 50 mg/l PO_4^{3-} :
- Solution fille à 2 mg/l PO_4^{3-} .

✓ Mode opératoire :

- 40 ml d'eau à analyser.
- 1 ml acide ascorbique.
- 2 ml du réactif mixte.
- Attendre 10 mn le développement de la couleur bleue. Effectuer la lecture à une longueur d'onde de 880 nm. Expression des résultats.
- Le résultat est donné directement en mg/l.

3.2.6. La turbidité

✓ Principe

La turbidité est un indice de la présence de particules en suspension dans l'eau. Elle est déterminée à l'aide d'un néphélémètre. Cet appareil mesure la lumière dispersée par les particules en suspension avec un angle de 90° par rapport au faisceau de lumière incident.

✓ Matériel :

- Turbidimètre.
- Echantillon à analyser.

✓ Technique de mesure de turbidité :

1. Prélever un échantillon représentatif dans un récipient propre.
2. Remplir une cuvette jusqu'au trait (environ 15ml). Boucher la cuvette.
3. Essuyer la cuvette avec un tissu doux sans peluches pour retirer les gouttes d'eau et les traces de doigts.
4. Presser 0/1. L'appareil s'allume. Placer l'appareil sur une surface plane stable. Ne pas tenir l'appareil à la main pour effectuer les mesures.
5. Placer la cuvette dans le puits de mesure de l'appareil avec le losange ou la marque d'orientation aligné avec le repère à l'avant du puits de mesure. Fermer le capot.
6. Presser READ. L'affichage indique le résultat en NTU. Noter la turbidité lorsque le symbole de lampe s'éteint.



Figure 17: Le turbidimètre

Chapitre 3

Résultats et discussions

I. Evaluation des paramètres physico-chimiques au niveau de la STEP de GUELMA

1. La température :

D'après les résultats obtenus, les valeurs de la température des différents échantillons sont très proches. Elles se situent dans un intervalle qui va du minimum de 14.16 °C au maximum de 15.88 °C à l'entrée, et entre 14.25°C et 16.12 °C pour les eaux épurées, les températures de l'effluent traité restent à la plupart du temps supérieures à celles enregistrées au niveau des eaux brutes car le système renferme des canalisations où le développement des organismes anaérobies est favorable, et c'est leur activité fermentescible qui est à l'origine du dégagement d'énergie.

Les températures varient selon le climat et restent toujours inférieure à la valeur norme maximale 30°C (norme algérienne des rejets des eaux usées après épuration). C'est ce qui prouve une bonne épuration des eaux.

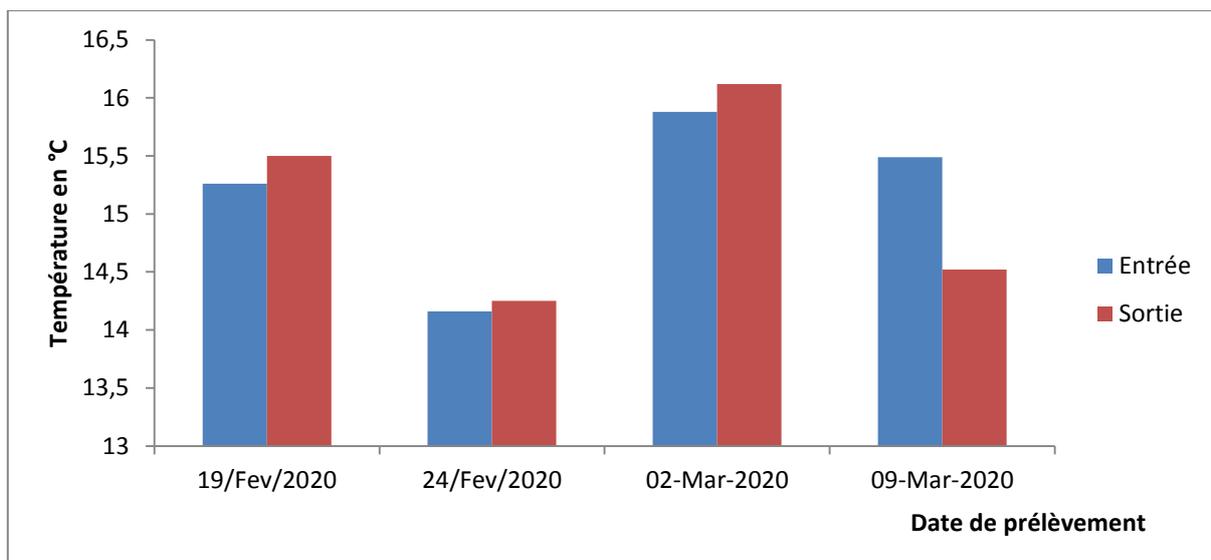


Figure 18: évolution temporelle de la température mesurée à l'entrée et à la sortie de la station.

2. Le pH

L'analyse de l'évolution du pH mesurée à l'entrée et à la sortie de la STEP (**Fig.18**) montre que les valeurs moyennes du pH pour les eaux brutes et les eaux épurées sont presque identiques avec des valeurs moyennes de 7.69 à l'entrée et 7.72 après le traitement.

Donc on peu dire que les résultats s'avèrent conformes aux normes algériennes et correspondent à l'intervalle de PH optimal qui est comprise entre 6,5 et 8,5, assurent une bonne croissance des bactéries épuratrices donc une bonne décontabilité ce qui signifie bon traitement des eaux.

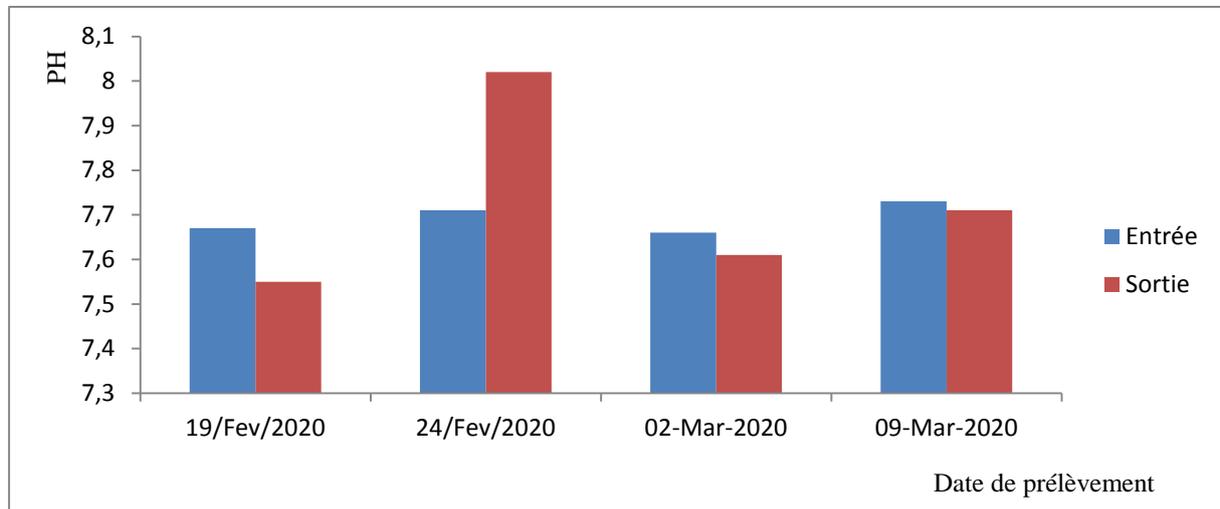


Figure 19: évolution temporelle de la PH mesurée à l'entrée et à la sortie de la station.

3. L'oxygène dissous :

Les teneurs en oxygène dissous enregistrées pendant notre étude et dans les deux sites de prélèvement (avant et après épuration), représentent une valeur moyenne de 3.47 (mg/l) à la sortie qui reste supérieures à celles de l'entrée 3.17 (mg/l), ce ci est dû à une bonne oxygénation des eaux au niveau du bassin d'aération, nécessaire pour le développement des microorganismes aérobies assurant l'oxydation des matières organiques, ce qui conduit aussi à une bonne épuration biologique des eaux usées. Le faible taux d'O₂ dissous enregistré à l'entrée, caractérisant une arrivée d'eau usée riche en matières organiques et inorganiques dissoutes ainsi que la perturbation des échanges atmosphériques à l'interface due à la présence des (graisses, des détergents...etc.)

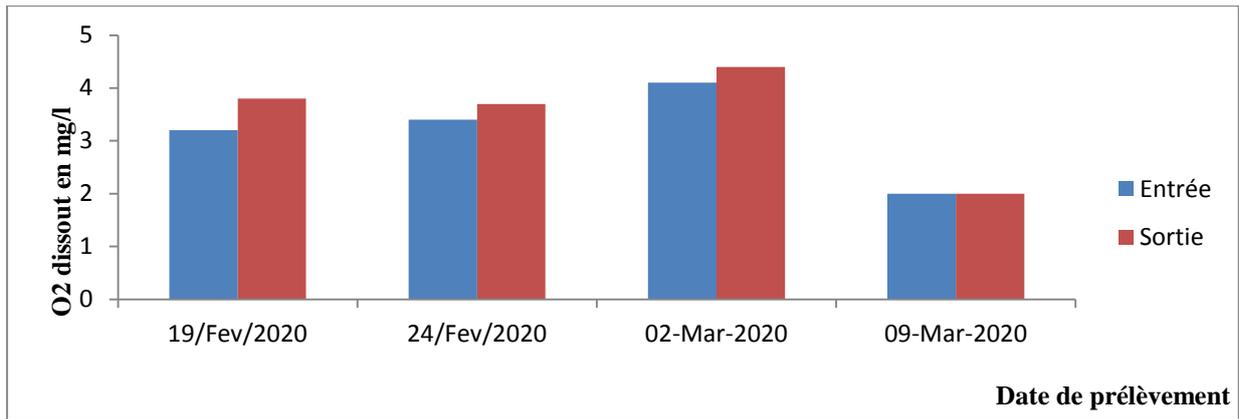


Figure 20: évolution temporelle d'oxygène dissous mesurée à l'entrée et à la sortie de la station

4. La conductivité

Les valeurs de la conductivité électrique (CE) enregistrées sont approximativement égales dans les deux premiers prélèvements, et une légère diminution entre l'entrée et la sortie de la STEP durant les deux derniers prélèvements (figure 20). Avec une valeur moyenne de l'ordre de 1185.25 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de l'eau brute, et de 1006 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de l'eau traitée : l'analyse des résultats de la conductivité des eaux montrent que ces eaux sont fortement minéralisées (**Tableau 03**).

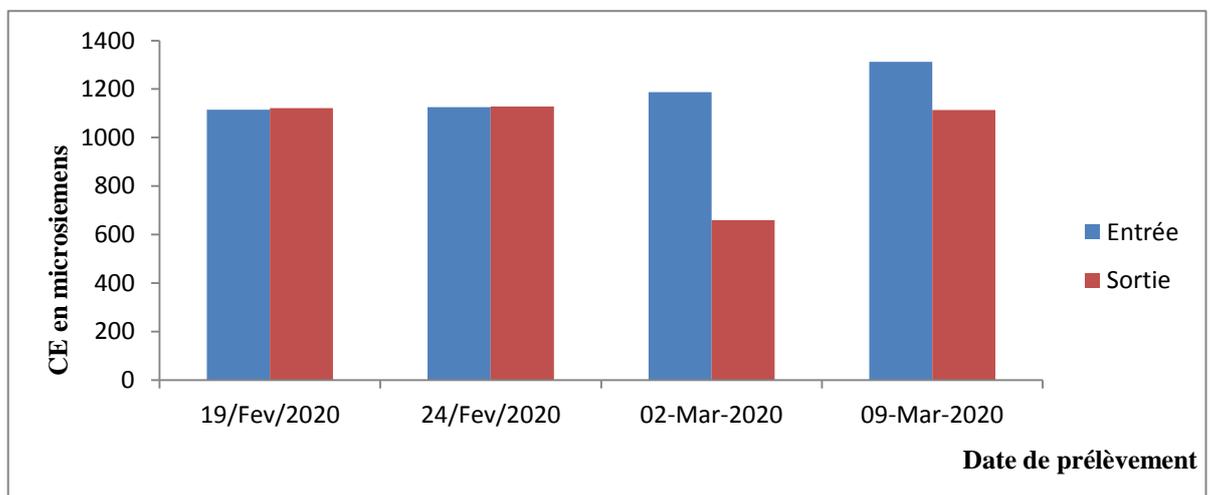


Figure 21: évolution temporelle de la conductivité électrique mesurée à l'entrée et à la sortie de la station.

La variation de ce paramètre est relative au débit journalier entrant à la station. Ces valeurs sont probablement liées à l'érosion mécanique et l'apport des rejets industriels (unité céramique et marbre) (**Nouar 2007**). Il faut noter également que les traitements physiques ou

biologiques n'ont qu'une faible incidence sur ce paramètre et que sa valeur varie peu entre l'eau brute et l'eau traitée.

Nos résultats sont bien inférieures à la norme algérienne qui est égale à 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (J.O.R.A.1993). Ceci peut être expliqué par dilution par les eaux pluviales.

Tableau 2: Relation existant entre la minéralisation et la conductivité (Rodier et al., 2009).

Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Minéralisation
Conductivité <100	Minéralisation très faible
100<Conductivité <200	Minéralisation faible
200<Conductivité <333	Minéralisation moyenne
333<Conductivité <666	Minéralisation moyenne accentue
666<Conductivité <1000	Minéralisation importante
1000<Conductivité	Minéralisation élevée

4. La demande biologique en oxygène de cinq jours DBO5:

A l'entrée de la station la valeur de la DBO5 varie entre 115 mg/l et 200 mg/l (Fig.21) ce qui est due à une charge polluante importante.

Après épuration les teneurs diminuent d'une façon remarquable pour atteindre un maximum de 24 mg/l ceci est due à la dégradation de la matière organique de l'eau par les microorganismes qui consomment de l'oxygène pour pouvoir effectuer ce processus de biodégradabilité. Ces valeurs sont donc conformes à la norme algérienne ce qui témoigne d'un bon fonctionnement de cette station.

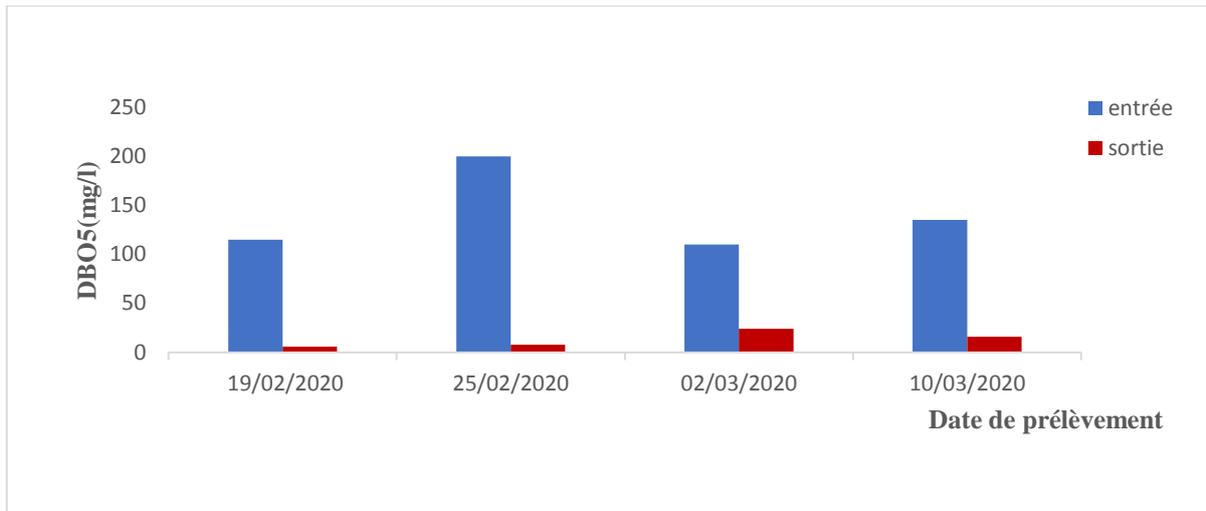


Figure 22: évolution temporelle de la DBO5 mesurée à l'entrée et à la sortie de la station.

6. La demande chimique en oxygène DCO:

Sur la (Fig.22) est représentée la variation de la DCO en fonction du temps. Nous observons une diminution significative de la DCO dans les deux sites de prélèvement.

Les valeurs de ce dernier sont beaucoup plus importantes à l'entrée. Elles varient entre 228 (mg/l) et 574 (mg/l) à l'entrée, Cela est probablement due à une surcharge des effluents par la matière organique et minérale. Par contre pour les eaux épurées, les valeurs enregistrées de la DCO sont largement inférieures à celle de l'eau brute, elles varient entre 32(mg/l) et 57(mg/l), qui est conforme a les normes de l'OMS et la réglementation algérienne < 90 [mg/l].

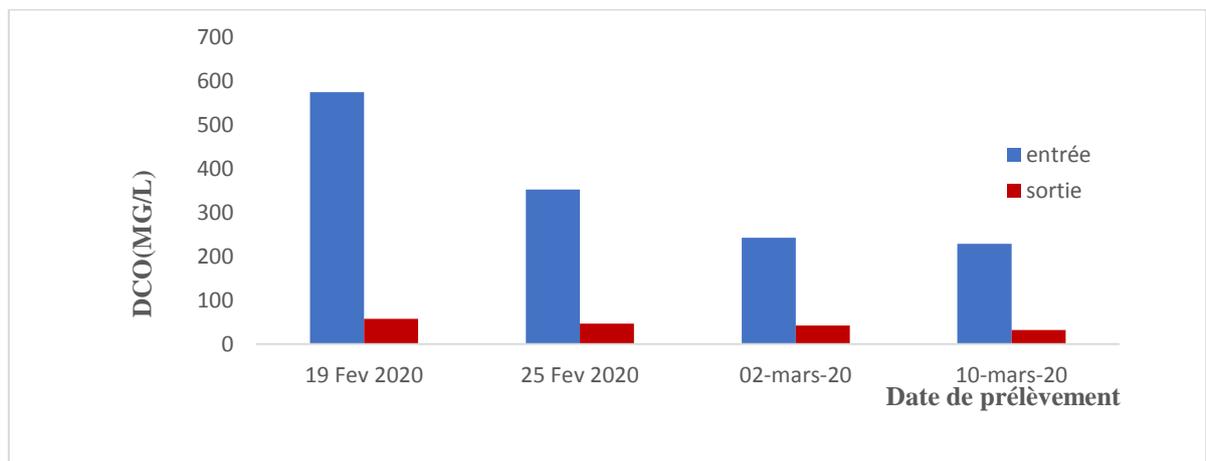


Figure 23: évolution temporelle de la DCO mesurée à l'entrée et à la sortie de la station.

7. Coefficient de biodégradabilité(DCO/DBO5) :

Le rapport entre la DCO et la DBO5 permet d'évaluer la biodégradabilité de l'effluent à l'entrée de la STEP. En effet ce rapport varie entre 1.68 à 3.77. Ainsi, on obtient un coefficient de biodégradabilité moyen de $K=2.35$ (**tableau 04**). Cela signifie que les matières oxydables sont moyennement biodégradables ($1,5 < K < 2.5$)(**Metahri, 2012**).

Tableau 3: Le Rapport moyen DCO/DBO5 à l'entrée de la STEP.

Date	19/02/2020	25/02/2020	02/03/2020	10/03/2020
DCO	434	352	242	228
DBO5	115	200	110	135
DCO/DBO5	3,77	1,76	2,2	1,68

Le rapport entre la DCO et la DBO5 permet d'évaluer la biodégradabilité de l'effluent à la sortie de la STEP. Les taux de biodégradabilité recensé dans la station, reste presque constant en effet ce rapport varie entre 1.75 à 9.5. Ainsi, on obtient un coefficient de biodégradabilité moyen $K=4.75$ (**Tableau05**).

Cela signifie que les matières oxydables sont non biodégradables ($K > 3$) (**Metahri, 2012**).

Si lecoefficient K très élevé traduit la présence d'éléments inhibiteur de la croissance bactérienne dans l'eau (**Metahri, 2012**).

Tableau 4: Le Rapport moyen DCO/DBO5 à la sortie de la STEP.

Date	19/02/2020	25/02/2020	2/03/2020	10/03/2020
DCO	57	46	42	32
DBO5	6	8	24	16
DCO/DBO5	9,5	5,75	1,75	2

8. La turbidité :

La turbidité est un paramètre physique très important pour le contrôle de qualité des eaux. On trouve des valeurs un peu élevées atteignent jusqu'à un maximum de 574 NTU au niveau de l'entrée de la station, cette augmentation est due à la saison des pluies où l'apport des eaux de ruissellement augmente la turbidité de l'eau. Les eaux de pluies transportent les particules au cours de leurs passages et augmentent cette dernière. L'augmentation du débit de l'eau entraîne une forte érosion des roches (Ahonon, 2011).

Par contre, les valeurs enregistrées de la turbidité sont largement inférieures à celle de l'eau brute, elles sont atténuées à la sortie jusqu'à atteindre 3.18 NTU.

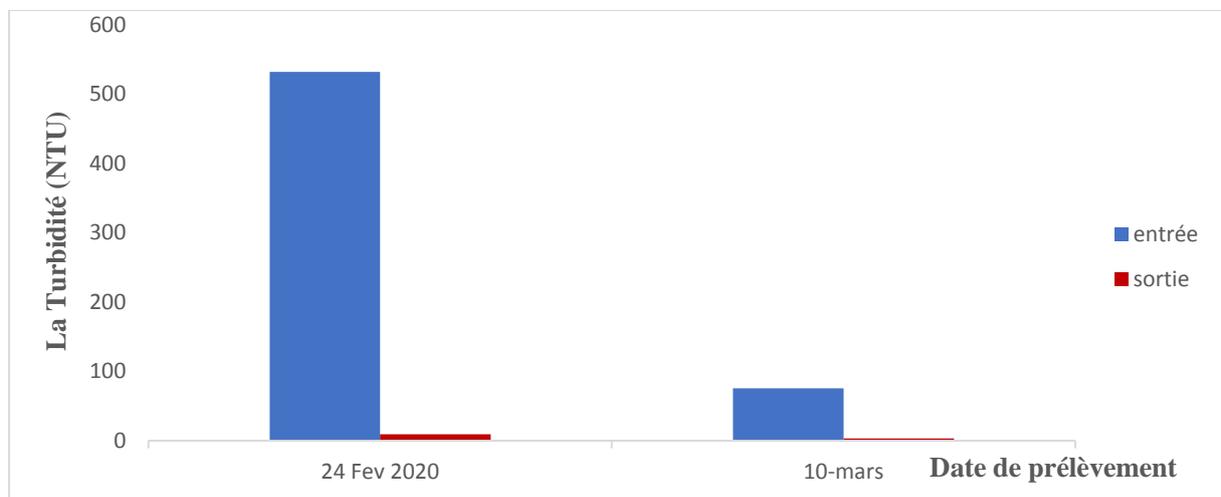


Figure 24: évolution temporelle de la turbidité à l'entrée et à la sortie de la station.

9. L'azote ammoniacal NH_4^+ :

Les variations de la concentration de l'azote ammoniacal, sont entre 28 mg/l et 47 mg/l à l'entrée avec une moyenne de 37 mg/l et entre 0,95 mg/l et 1,4mg/l à la sortie, avec une valeur moyenne de 1,12mg/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 NH_4^+ .

Cependant, la moyenne de la concentration de l'Ammonium reste supérieure aux normes de rejets internationales de l'OMS <0,5 mg/l.

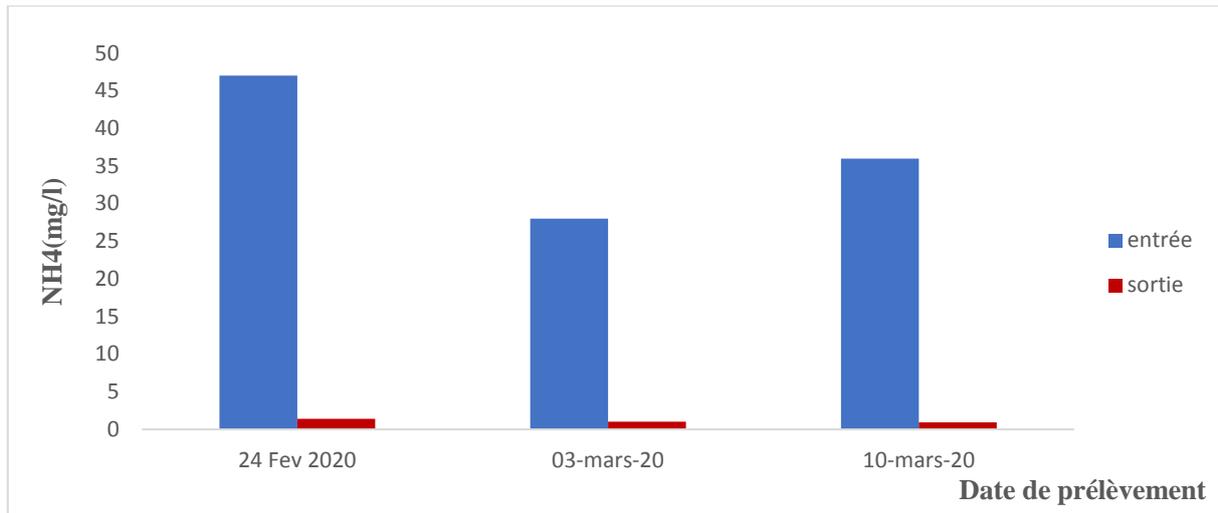


Figure 25: évolution temporelle de NH_4^+ mesurée à l'entrée et à la sortie de la station.

11. Les nitrates NO_3^- :

Les valeurs de nitrate enregistrées à l'entrée de la station sont variées entre 0.8 mg/l et 2 mg/l. A la sortie de la station et contrairement à l'entrée, les concentrations de nitrate ont connu une augmentation remarquable jusqu'à 13 mg/l (**Fig.25**).

En effet, le 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 grâce au phénomène de nitrification sous l'action des microorganismes dans le bassin d'aération, ces derniers s'oxydent, générant les nitrates, ce qui traduit par le bon fonctionnement du processus d'épuration de la STEP de Guelma.

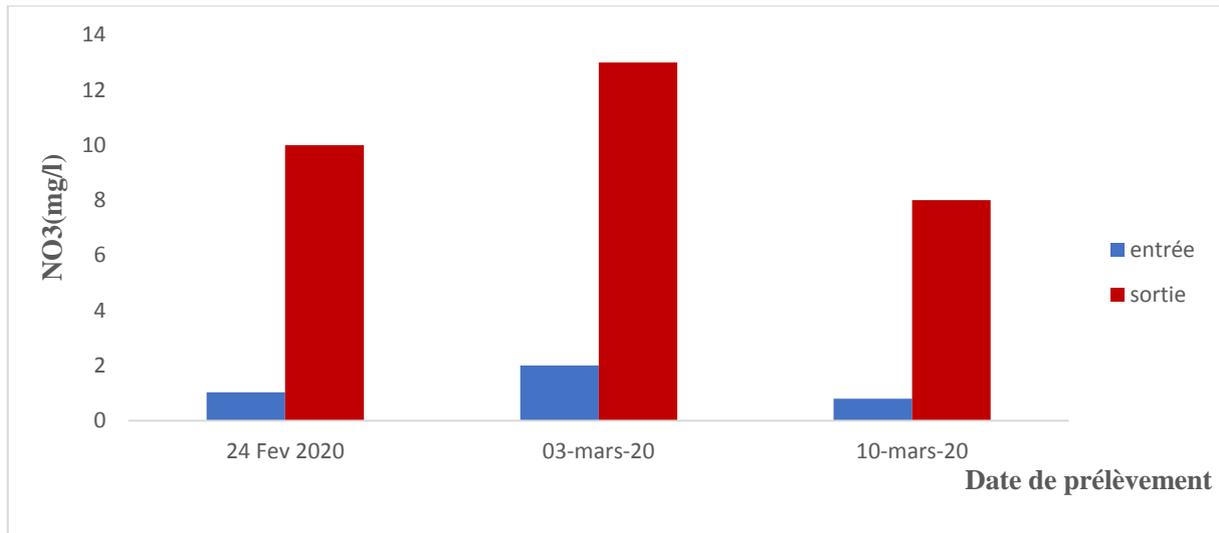


Figure 26: évolution temporelle de la NO₃ mesurée à l'entrée et à la sortie de la station.

11. L'Orthophosphate OPO₄:

Les teneurs de l'eau brute (à l'entrée de la station) en OPO₄ varie de 0.11mg/l à 0.42mg/l. cette concentration diminue à la sortie jusqu'à atteindre une valeur varie entre 0.03 mg/l et 0.2 mg/l (**Fig.26**). Les valeurs d'OPO₄ inférieures à 2 mg/l indiquent une eau non polluée selon la grille de qualité globale donnée par les algériennes de rejet des eaux usées après épuration.

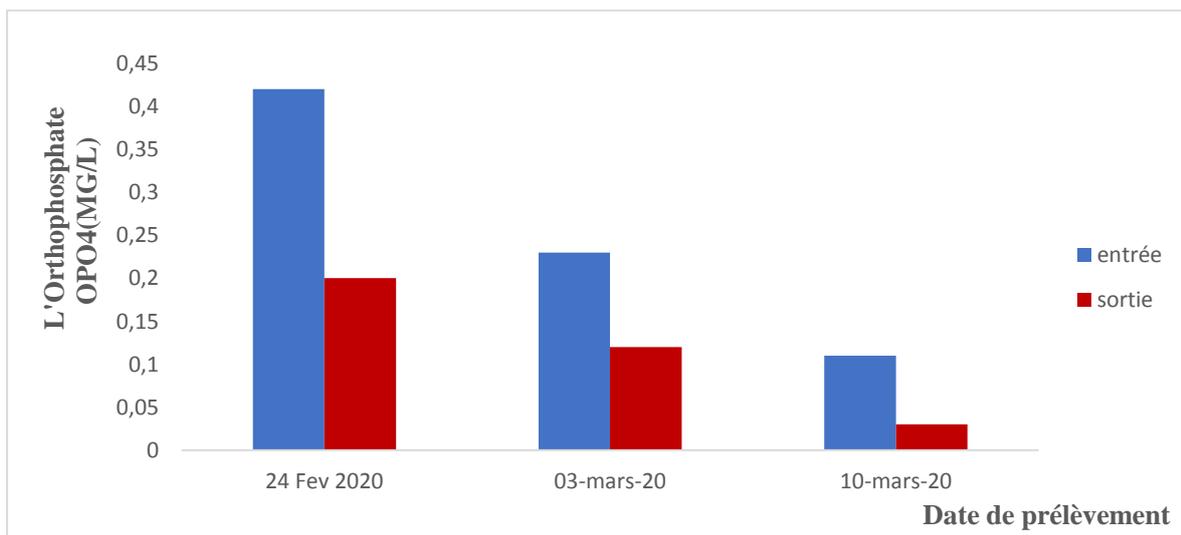


Figure 27: évolution temporelle de l'orthophosphate mesurée à l'entrée et à la sortie de la station.

II. Comparaison entre la station d'épuration de GUELMA et de BEJAIA

Les stations d'épuration de GUELMA et de BEJAIA sont de type boues activées à moyenne charge. Les deux stations ont le même mode de fonctionnement : il s'agit d'un prétraitement, traitement primaire ...

Elles fonctionnent toutes les deux en respectant les normes algériennes et de l'OMS pour le traitement de certains paramètres physico-chimiques (température, pH, conductivité, DCO, DBO5...). Ces traitements sont vérifiés d'une manière régulière à l'aide d'analyses permettent le diagnostic de la qualité physico-chimique des effluents entrant et sortant à la station d'épuration.

Tableau 5: Comparaison des caractéristiques du STEP de GUELMA et de BEJAIA

Les caractéristiques		Station de GUELMA	Station de Souk-El-Tenine BEJAIA
La superficie		huite (08) hectares	deux (02) hectares
Nature des eaux brutes		Domestiques, urbaines.	Domestiques, urbaines.
Capacité équivalent habitant		200000 équivalent/habitant	47580 équivalent/habitant
Type		Boues activées	Boues activées
Un débit moyenne		1807	2052
Entrée	Une DBO5 moyenne	140	170
	Une DCO moyenne	314	463
Sortie	Une DBO5 moyenne	14	3
	Une DCO moyenne	44,25	25
Rendement de la station		90% en DBO5	98 % en DBO5
		86% en DCO	96 % en DCO

D'après les résultats d'analyses obtenus on remarque que la STEP de donne dans la plupart des cas de bons résultats qui sont conformé aux normes de la STEP et aux normes internationale, un procédé performant est le fruit d'un dimensionnement convenable et d'un bon suivi durant toutes les phases de sa réalisation de l'étude jusqu'à la mise en service.

Conclusion Générale

Conclusion Générale

D'un point de vue qualité des eaux, la gestion intégrée du système d'assainissement (réseau d'assainissement, station d'épuration et milieu naturel récepteur) permet d'optimiser le traitement des effluents. En effet, connaître la qualité des eaux sortant du réseau c'est connaître la qualité des eaux entrant dans la station d'épuration et c'est indispensable à la détermination des filières de traitement ainsi qu'à leur dimensionnement ; de même connaître les objectifs de qualité du milieu récepteur permet de définir des normes de rejet en sortie de station d'épuration, ce qui conditionne les choix des types d'ouvrage d'assainissement à mettre en place en amont.

Par conséquent, dans le cadre de cette étude, un effort préliminaire consiste à acquérir un maximum de connaissance dans chaque discipline impliquée. Cette adaptation au système étudié permettra, dans un premier temps, de situer les problématiques posées afin d'apporter une contribution efficace pour une solution adéquate. Nous avons donc tenté dans la première partie de ce manuscrit, de mettre en relief les principaux concepts de l'épuration biologique en abordant brièvement des thèmes comme la pollution, les filières d'épuration et les problèmes liés au traitement dans les procédés de dépollution.

Ce travail a été réalisé dans la station d'épuration des eaux usées de la ville de Guelma (nord-est algérien), il s'est donné pour objectif de suivre l'efficacité de traitement des eaux usées dans la station d'épuration du Guelma à partir de l'étude de la qualité physicochimique des eaux avant et après épuration.

Les eaux usées de la ville de Guelma sont traitées puis elles sont rejetées dans l'Oued Seybouse en attendant leur utilisation dans le périmètre d'irrigation très prochainement.

Concernant les analyses physicochimiques, nous avons étudié quelques paramètres (pH, température, conductivité électrique, DBO₅, DCO et NH⁺) ceci nous a permis de:

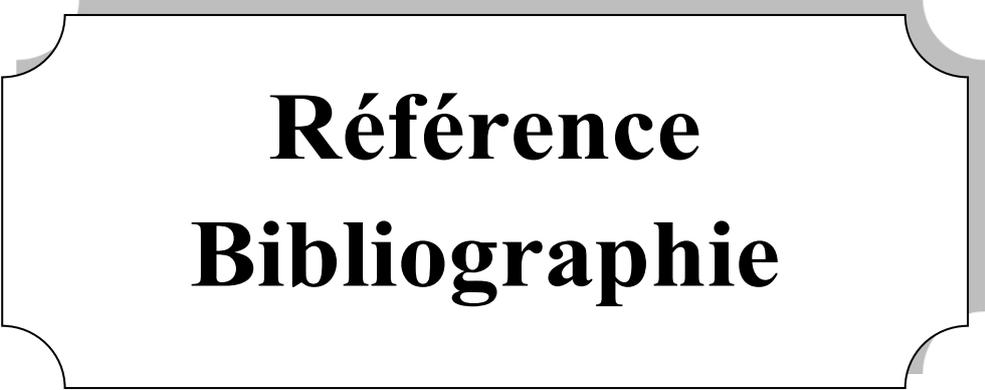
Conclure que l'eau arrive à la station est chargée essentiellement par des polluants de nature domestique (charge moyenne) et elle sort débarrassée du maximum de sa charge, ceci est traduit par des résultats conformes aux normes algériennes, ce qui explique que le traitement effectué est acceptable.

Alors que pour remédier et cerner le problème de la pollution et de son impact, les stations d'épuration et de traitement devraient récupérer toutes les eaux usées et de les épurer pour les rendre utilisable dans les domaines de l'agriculture et de l'industrie sinon renforcer les ressources naturelles (par injection) sans présenter un danger pour l'environnement ni à la santé humaine.

Dans ce sens il faut soutenir l'utilisation des eaux usées traitées qui peuvent compenser la rareté des ressources en eau, et leur mobilisation à l'usage agricole, et permet de consacrer les meilleures qualités aux consommations domestiques.

Donc beaucoup d'efforts sont encore à faire dans ce sens pour obtenir l'adhésion des usagers de la ville de Guelma à l'utilisation des eaux usées traitées.

Pour minimiser cette perturbation, d'autres solutions sont complémentaires sinon efficaces et rentables ; l'utilisation des techniques de lagunage qui est une technique simple, peu coûteuse et efficace lorsqu'elle est bien conduite.



**Référence
Bibliographie**

Références Bibliographies

Abbaspour M., Javid A., Moghimi, H., et Kayhan K.(2005). Modeling of thermal pollution in coastal area and its economic and environmental assessment. Int. J. Environ. Sci. Tech. Vol. 2, No. 1, pp. 13-26.

Abda H., Bouchahed I.(2009). Caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques des eaux usées de rejets d'Oued EL maiz et Traitement avec le Typha latifolia. Mémoire d'ingénieur d'état'Université 08 Mai 1945, Guelma. 5-8,21 -33-44p.

Ahonon A.(2011).Evaluation De La Qualité Physico-chimique Et Bactériologique Des Eaux De Surface Sans Les Zones Montagneuses Du Sud-Ouest Du Togo: Cas Du Canton De Lavie. Thèse De Master International En Environnement Eau et Santé .Université De Lome.42 page;

Aissaoui M., Benhamza M., et Guettaf M.(2017). Caractéristiques hydro chimiques des eaux de l'oued Seybouse - Cas de la région de Guelma (Nord est Algérie). Revue des Sciences et de la Technologie .35 (1).178-186 p.

Allel M., Hamel W., Ben kiratA.(2013).Suivi De l'efficacité des procédés de la station d'épuration de la ville de GUELMA (Nord-Est Algérie). mémoire de master. Univ 08 mai 45. Guelma. p 48-51

Bakiri Z.(2007).Traitement des eaux usées par des procédés biologiques classiques:

Benfiala I., Haouli Z.(2017) . Le rendement épuratoire de la station d'épuration de la ville de Guelma. Mémoire de master. Univ Badji Mokhtar ,Annaba. 43-45-48p .

Bengharbia A. (2014). Impact des rejets des eaux sur la qualité physicochimique et bactériologique de l'oued BNI AZA, BLIDA, ALGERIE, le banese Sciences journal, vol.15, N°2, pp 39-51.

Bliefert C. et Perraud R.(2004). Chimie de l'environnement: Air, eau, sols, déchets. De Boeck Supérieur. Bruxelles. 499 p.

Boujema S. (2011).Contrôle des procédures de traitement des eaux usées dans la STEP du grand Bizerte. Mémoire de licence. Univ de Carthage. Tunisie. P 5.

Cardot C., Gilles A.(2013). Analyse des eaux : Réglementation, analyses volumétriques et spectrophotométriques, statistiques cours et exercices corrigés. Ellipses. France. 296 p.

Charchar N.(2007). Valorisation des eaux usées in vitro des principaux rejets de la ville de Guelma par le procédé <<phragmifiltre>>.mémoire d'ingénieur. Univ 08 mai 45.Guelma Algérie.7-8-31p.

Derradji E., Kherici N., Djorfi S., Romeo M., et Caruba K.(2005). Etude de l'influence de la pollution de l'oued Seybouse sur l'aquifère d'Annaba (Algérie Nord-orientale) par le chrome et le cuivre. La Houille Blanche, no 1. 73-80 p

Derwich E., Benaabidate L., Zian A., Sadki O et Belghity D.(2010). Caractérisation physico-chimique des eaux de la nappe alluviale du haut Sebou en aval de sa confluence avec Oued Fes. LARHYSS Journal. 101-112 p.

Diagne I., Drame S., Ndiaye M.,Ndiaye B. et Diop A.(2017). Caractérisation physicochimique et contamination métallique des eaux usées déversées au niveau de la baie de Hann (Dakar/Sénégal). International Journal of Biological and Chemical Sciences. 462-472 p.

Djedaoune A.(2015). Comportement des polluants des eaux pluviales urbaines en réseaux d'assainissement (caractéristiques et origines) : cas de la plaine d'Annaba. Revue des Sciences et de la Technologie 30 (1). 40-47 p.

Djemame A.(2011).contribution à l'étude du traitement des eaux usées de la ville de Guelma .mémoire de master. Univ 08 mai 45.Guelma. p 3-4

expérimentation et modélisation. Mémoire de magister. UnivAbbasFerhat ,SetifUFAS (ALGERIE). P 29.

Regurguez Garcia . (2004). Etude de la congélation comme technique de traitement des eaux : application spécifique . thèse de doctorat . Institut national des sciences appliquées de Toulouse. 178 p.

Guergueb E. (2013).Diversité microbiologique et étude physico-chimique de l'eau de la zone humide GaraetTimerganine Wilaya d'Oum El Bouaghi. Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Magister. Université 08 Mai 1945 de Guelma.61p.

HCEFLCD, Haut-Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification. (2006). Etude sur la pisciculture au barrage Almassira, CR dar CHAFAAI, Cercle d'ELBROUGE, Province de Settat. 201p.

J.O.R.A ,1993. Journal Officiel de la République Algérienne. Norme de rejets dans le milieu récepteur. Art n° 9 (du septembre 1998).

Karaali R., Khattal M., Reggam R.(2008). Etude comparative de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux usées avant et après épuration : cas de la station d'épuration de la Ville de Guelma (Nord-est Algérien).mémoire diplôme d'ingénieur. Univ 08 mai 45. Guelma. Algérie.19-24-27 p.

Ladjel F., bouchefer S., A.(2008). Exploitation d'une STEP à boues activées et d'une lagune, niveau II. Centre de formation aux Métiers de l'Assainissement .CFMA-BOUMERDES. 80 p.

Makhoukh M., Sbaa M., Berrahou A et Clooster Van M.(2011). Contribution à l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'oued Moulouya (Maroc oriental). Larhyss Journal, no 09. 149-169 p.

METAHRI M .(2012). Élimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes. Cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou. Thèse de Doctorat en génie des procédés. Univ de Mouloud Mammerie de TIZI-OUZOU,p 1.

Nasri E.(2010). Principe de fonctionnement d'une station d'épuration à boue activée. La station de Tabarka. Univ de Carthage. Tunisie. 36 P.

Nouar T.(2007). Impact de la pollution sur les ressources en eaux superficielles et souterraines de la région de Guelma. Thèse de Doctorat. Univ Badji Moukhtar Annaba. Algérie .120 P.

Rahma D.(2011) . Exploitation et optimisation du fonctionnement d'une station pilote d'épuration des eaux usées rurales(200EH) avec lits fixes immergés et aères. Dans la station de BentSaidane (Fahs-Zghouan). unv de carthage .Tunisie . 18-19-21-22 p.

Rejsek F. (2002). Analyse des eaux aspects réglementaires et techniques.Ed CRDP, Aquitaine. France. .

RodierJ., LegubeB., MerletN., BrunetR.(2009).*L'analyse de l'eau-9eéd.Eaux naturelle ,eauxrésiduelles,eaudemer.9^eéd.*Dunod.1579p.

Saadi M., Lahmar F.(2018). Evaluation de l'efficacité de la station d'épuration de GUELMA (N-EST ALGERIE), Mémoire de master. UnivBadji Mokhtar. Annaba. P 53.

Salghi R.(2001).Différentes filières de traitement des eaux, univ IZ Rabat.p.22.

Tfeila M., OuledKankou M., Souabi S., Aboulhassan M., Taleb A. et Bouezmarni M.(2016) . Suivi de la qualité physicochimique de l'eau du fleuve Sénégal : Cas du captage du Beni Nadji alimentant en eau potable les wilayas de Nouakchott. Journal of Materials and Environmental Science.7 (1).148-160p.

Woodard F.(2001). Industrial Waste Treatment Handbook, WOODARD &CURRAN.ed, Waste Management.Butterworth–Heinemann, United States of America.

Annexes

Annexes

- **Dosage des nitrates NO₃-**

Réactifs utilisés :

- ✓ Solution de salicylate de sodium à 0.5 % (renouveler toutes les 24h.)
0.5g de salicylate de sodium dans 100 ml d'eau distillée.
- ✓ Solution d'hydroxyde de sodium 30 %. 30g de NaOH dans 100 ml distillée.
- ✓ H₂SO₄ concentré.
- ✓ Tartrate double de sodium et de potassium.
- ✓ Hydroxyde de sodium NaOH400g.
- ✓ Tartrate de sodium et de potassium.....60g.
- ✓ Eau distilléeqsp 1000 ml.
- ✓ Laisser refroidir avant de compléter à 1000 cc.
- ✓ Cette solution doit être conservée dans un flacon de polyéthylène.
 - Solution mère d'azote d'origine nitrique à 1000 mg par litre.
- ✓ Nitrate de potassium anhydre.....0.722g.
- ✓ Eau distillée1000 ml.
- ✓ Chloroforme1 ml.
- ✓ Solution fille d'azote d'origine nitrique à 5 mg par litre.

- **Azote ammoniacal NH₄⁺**

Réactifs utilisés

Réactif 1(combinaison)

- acide dichloroisocyanurique2g.
- hydroxyde de sodium (NaOH)32g.
- Annexe -H₂O distilléq.s.p 1000 ml.

Réactif 2 (coloré)

- Tricitrate de sodium130g.
- Salicylate de sodium130g.
- Nitroprussiate de sodium0.97g.
- H₂O distilléeq.s.p 1000 ml.

- **Orthophosphate OPO₄**

Réactif Mixte :

Heptamolybdate d'ammonium.....13 g. A

Annexes

Eau distillé100ml.

Tartrate d'antimoine35g. B

Eau distillée100ml.

Acide sulfurique pur150ml. C

Eau distillée150ml.

(A+B)+C 500 ml d'eau distillée.

Acide ascorbique à 10 % :

Acide ascorbique.....10 g.

Eau distillée.....100 ml.

Solution mère à 50 mg/l PO4-3 :

Solution fille à 2 mg/l PO4-3.

Tableau 03 : Les valeurs limite des paramètres de rejet dans unmilieu récepteur (**journal officiel de la république algérienne, 2006**).

PARAMETRES	VALEURS LIMITES	UNITES
Température	30	C°
PH	6,5 à 8,5	-
MES	35	mg /l
DBO5	35	mg/l
DCO	120	mg/l
Azote kjeldahl	30	mg/l
Phosphates	02	mg/l
Phosphore total	10	mg/l
Cyanures	0,1	mg/l
Aluminium	03	mg/l
Cadmium	0,2	mg/l

Annexes

Fer	03	mg/1
Manganèse	01	mg/1
Mercure total	0,01	mg/1
Nickel total	0,5	mg/1
Plomb total	0,5	mg/1
Cuivre total	0,5	mg/1
Zinc total	03	mg/1
Huiles et Grasses	20	mg/1
Hydrocarburestotaux	10	mg /1
Indice phenols	0,3	mg/1
Fluor et composés	15	mg/1
Etain total	02	mg/1
Composésorganiqueschlorés	05	mg/1
Chrome total	0,5	mg/1
(*)Chrome III+	03	mg/1
(*)Chrome VI+	0,1	mg/1
(*)Solvantsorganiques	20	mg/1
(*)Chloreactif	1,0	mg/1
(*)PCB	0,001	mg/1
(*)Détergents	2	mg/1
(*)Tensioactifsanioniques	10	mg/1

(*) Valeurs fixées par le décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993.

Annexes

Tableau 04 : Les normes de rejet des effluents en matière des paramètres de qualité des effluents traités (normes guides), (Faby et Brissaud, 1997).

pH :

5.5 < pH < 8.5.

Température : inférieure à 30 ° C.

DCO :

- 150 mg/l Pour effluent non décanté,
- 300 mg/l si le flux journalier maximal autorisé n'excède pas 100kg/j,
- 125 mg/lau-delà.

DBO5 :

- pour l'effluent non décanté : 100 mg/l si le flux journalier maximal autorisé n'excède pas 30 kg/j,
- 30 mg/lau-delà.

MES :

- 100 mg/l si le (flux) journalier maximal autorisé par l'arrêté n'excède pas 15kg/j,
- 35mg/lau-delà,
- 150 mg/l pour une station d'épuration delagunage.

NG

-Azote global, comprenant l'azote organique, l'azote ammoniacal et l'azote oxydé : 15 mg/l en concentration moyenne mensuelle lorsque le flux journalier maximal autorisé est égal ou supérieur à 150 kg/j,

-Elle est de 10 mg/l en concentration moyenne mensuelle lorsque le flux journalier maximal autorisé est égal ou supérieur à 300 kg/j.

PT

Phosphore total : 2 mg/l en concentration moyenne mensuelle lorsque le flux journalier maximal autorisé est égal ou supérieur à 40 kg/j,

-Elle est de 1 mg/l en concentration moyenne mensuelle lorsque le flux journalier maximal autorisé est supérieur à 80 kg/j.