

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA 2021

FACULTE : TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT HYDRAULIQUE
N°



DOMAINE : SCIENCE TECHNOLOGIE
FILIERE : HYDRAULIQUE
OPTION : HYDRAULIQUE URBAINE

Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Master
Académique

Par : **BAKIR Rafik**

Intitulé

**Évaluation de la performance de la station
d'épuration des eaux usées urbaine de
M'sila**

Etudiant :

BAKIR Rafik

Encadreur :

Mr : Djamel TEMIM

Année universitaire : **2020/2021**

Remerciements

Avant tous je remercie ALLAH, le tout puissant de m'avoir donné la Santé, la volonté et la patience pour accomplir ce mémoire.

*En premier lieu, je remercie mon encadreur **M. Temim Djamel** d'avoir accepté de diriger ce travail par ses conseils, sa compétence et sa bienveillance.*

Je remercie également les membres de jury pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant de juger ce travail.

Ainsi que tous les enseignants du département d'Hydraulique.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A ma famille,

A tous ceux qui me sont chers.

SOMMAIRE

Introduction générale.....	1
Chapitre I Synthèse bibliographique.....	3
I.1. Définition des eaux usées.....	4
I.1.1. Origines des eaux usées.....	4
I.1.1.1. Les eaux usées domestiques.....	4
I.1.1.2. Les eaux usées agricoles.....	5
I.1.1.3. Les eaux usées pluviales et de ruissellement.....	5
I.2. Caractéristiques des eaux usées.....	6
I.2.1. Paramètres Physiques.....	6
I.2.1.1. La température.....	6
I.2.1.2. La matière en suspension (MES).....	6
I.2.2. Paramètres Organoleptiques.....	7
I.2.2.1. La Turbidité :.....	7
I.2.2.2. La couleur.....	7
I.2.3. Paramètres Chimiques.....	7
I.2.3.1. Le potentiel Hydrogène (pH).....	7
I.2.3.2. La Conductivité.....	7
I.2.3.3. L'Oxygène Dissous.....	8
I.2.3.4. La Demande Chimique en Oxygène (DCO).....	8
I.2.3.5. La Demande Biochimique en Oxygène (DBO).....	8
I.2.3.6. L'azote.....	8
I.2.3.7. Les nitrates.....	9
I.2.3.8. L'azote ammoniacal.....	9
I.2.3.9. Le Phosphore.....	9
I.2.3.10. Le sulfate.....	10
I.2.4. Paramètres Bactériologiques.....	10
I.3. Les systèmes d'évacuation des eaux usées.....	11
I.3.1. Système unitaire.....	11
I.3.2. Système séparatif.....	12
I.3.3. Système mixte ou Système pseudo-séparatif.....	12
I.4. Techniques de traitement (Epuración) des eaux usées.....	13
I.4.1. Les méthodes classiques de traitements.....	13
I.4.1.1. Les prétraitements.....	14
I.4.1.2. Le traitement primaire.....	15
I.4.1.3. Le traitement secondaire.....	15
I.4.1.4. L'élimination de l'ammoniaque (la nitrification).....	15

I.4.1.5.	L'élimination des nitrates (la dénitrification)	15
I.4.1.6.	Le traitement tertiaire.....	16
I.4.1.7.	La déphosphatation :.....	16
I.4.1.8.	La désinfection.....	16
I.4.1.9.	Le traitement des boues	16
I.4.1.10.	Epaississement des boues.....	17
I.4.1.11.	La déshydratation.....	17
I.4.1.12.	Incinération des boues.....	18
I.4.2.	Traitement par lagunage ou la phytoépuration.....	19
I.4.2.1.	Le principe général de lagunage.....	19
I.4.2.2.	Les différents systèmes.....	19
I.5.	Normes de rejets des eaux usées.....	21
I.5.1.	Normes internationales	21
I.5.2.	Normes de rejet appliquées en Algérie	21
	<i>Conclusion</i>	23
	Chapitre II Description générale de la station d'épuration de M'sila	24
II.1.	Introduction :	25
II.2.	Situation géographique de la ville	25
II.3.	Population	26
II.4.	Réseau hydrographique	26
II.5.	Nature Climatologique	27
II.5.1.	Les Précipitations :	27
II.5.2.	La température :	28
II.5.3.	Indices d'aridité annuels de MARTONNE	29
II.5.4.	Climagramme d'EMBERGER	30
II.6.	Situation géographique de la station d'épuration de la ville de M'sila	30
II.7.	Caractéristiques socio-économiques	31
II.7.1.	Le Système d'assainissement	31
II.7.2.	Données concernant la station de traitement :	32
II.7.3.	Le tissu industriel	32
II.8.	Principe de fonctionnement de STEP de M'sila	33
II.8.1.	Description des ouvrages de traitement de la filière Eaux	35
II.8.2.	Les différentes phases de traitement à la STEP de la ville de M'sila	35
II.8.2.1.	Prétraitement	37
II.8.2.2.	Traitement Secondaire :	39
II.8.2.3.	Traitement biologique	39
II.8.2.4.	Les décanteurs secondaires	42
II.8.2.5.	Le clarificateur	42

II.8.2.6.	Le traitement tertiaire.....	43
II.8.2.7.	Valorisation des boues.....	44
II.8.2.8.	Contrôles	44
Conclusion	.....	45
Chapitre III	Les modes opératoires.....	46
III.1.	Introduction	47
III.2.	Prélèvement des échantillons.....	47
III.3.	Méthodes de dosage des paramètres physico-chimiques	47
III.3.1.	Paramètres physiques	48
III.3.2.	Paramètres Chimiques.....	48
Conclusion	.....	52
Chapitre IV	Résultats et discussion	53
IV.1.	Introduction	54
IV.2.	Paramètre physique	54
IV.2.1.	La Température (T°).....	54
IV.2.2.	Le Potentiel d'Hydrogène (pH).....	55
IV.2.3.	La Conductivité	58
IV.3.	Paramètres chimiques.....	59
IV.3.1.	Oxygène dissous.....	59
IV.3.2.	Demande chimique en oxygène(DCO).....	61
IV.3.3.	Demande biologique en oxygène (DBO ₅).....	62
IV.3.4.	Ratio DCO/DBO ₅	63
Conclusion Générale	.....	66
Bibliographie	.....	68
Liste des tableaux	.....	71
Liste des figures	.....	72

Liste des abréviations :

(HAP)	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
Al ₂ SO ₄	Sulfate d'alumine
APHE	(Automne, printemps, hiver, été)
C°	Degré Celsius
Ca(OH) ₂	Lait de chaux
CaO	La chaux
CDH	Conditionnement des huiles
DBO5	Demande biochimique en oxygène pendant 5 jours
DCO	Demande chimique en oxygène
H ₂ SO ₄	Acide sulfurique
HgSO ₄	Sulfate de mercure
K ₂ Cr ₂ O ₇	Dichromate de potassium
MES	Matière en suspension
MG	Matière grasse
NaCl	Chlore de sodium
OMS	Organisation mondiale de la santé
ONM	Office national de météorologie
PEHD	Polyéthylène à haute densité
PET	Polyéthylène téréphtalate
pH	Potentiel hydrogène
ppm	Partie par million
T	Température

ملخص

المياه المستخدمة لها أصول مختلفة (منزلية أو صناعية أو مائية مياه الأمطار والجريان السطحي) وتتكون من حوالي 99% ماء و1% المواد الصلبة العالقة والغروية والمذابة. يمكن أن يكون لعواقب انبعاث مياه الصرف الصحي غير المعالجة أو المعالجة بشكل سيئ آثار ضارة على صحة الإنسان، البيئة، وما يترتب على ذلك من انعكاسات سلبية على الأنشطة الاقتصادية. لهذا، فإن مراقبة وإخطار تصريفات الملوثات في البيئة ونوعية المياه البيئية ضرورية لإنقاذ المجتمع من مثل هذه الكوارث.

توفر المياه المعالجة أيضاً فرصاً لإمدادات مياه موثوقة ومستدامة لتلبية الطلب المتزايد وتوفير مصدر بديل. ولكن عندما تكون معالجة مياه الصرف الصحي غير كافية ويكون الري بمياه الصرف على نطاق واسع، فإن التدايات ستكون محفوفة بالمخاطر، ويهدف موضوع دراستنا إلى منع هذه المخاطر.

في دراستنا، اعتمد التحليل على نهجين رئيسيين، الأول هو إنشاء ملاحظة حول تشغيل محطة معالجة مياه الصرف الصحي في المسيلة، ومنشآتها والقوى العاملة فيها، والثاني هو جمع سجلات التحليلات المنفذة في معمل محطة معالجة مياه الصرف الصحي بالمسيلة من أجل تحديد الإخفاقات الحقيقية وأوجه القصور التي يمكن أن تعرقل سير عملية معالجة مياه الصرف الصحي بسلاسة.

الهدف من هذا العمل هو التأكد من أن المحطة تمارس نشاطها في ظروف جيدة وتنتج مياه صحية تساهم في التنمية الزراعية للأراضي الواقعة على ضفاف وادي القصب، من أجل اقتراح الحلول والاقتراحات من أجل لزيادة مردود تنقيته وتحسين جودته.

الكلمات المفتاحية: محطة معالجة مياه الصرف الصحي بالمسيلة، التشخيص، البيئة، المصدر البديل، الري.

Summary

Wastewater has different origins (domestic, industrial, or water storm water and runoff) and are composed of approximately 99% water and 1% material suspended, colloidal and dissolved solids. The consequences of the emission of untreated or poorly treated wastewater can have harmful effects on human health, environment, and with negative repercussions on economic activities. For this, the monitoring and notification of pollutant discharges into the environment and the quality of environmental water are necessary to save society from such disasters.

Reclaimed water also offers opportunities for a reliable and sustainable water supply to meet growing demand and provide an alternative source. But when wastewater treatment is insufficient and wastewater irrigation is common, the fallout will be perilous, and our topic of study aims to prevent these hazards.

In our study, the analysis was based on two main approaches, the first is to establish an observation on the operation of the M'sila wastewater treatment plant, its installations and its workforce, the second is the collection of records of analyzes carried out in the laboratory of the M'sila wastewater treatment plant in order to define the real failures and shortcomings that could hinder the smooth running of the wastewater treatment process.

The objective of this work is to ensure that the station carries out its activity in good conditions and produces healthy water, which can contribute to the agricultural development of the lands on the banks of Oued el Ksob, in order to propose solutions and suggestions in order to increase its purification yields and improve its quality.

Keywords: M'sila waste water treatment plant, diagnosis, environment, alternative source, irrigation.

Résumé

Les eaux usées ont de différentes origines (domestiques, industrielles, ou des eaux pluviales et de ruissellement) et sont composées d'environ 99% d'eau et 1% de matières solides en suspension, colloïdales et dissoutes. Les conséquences de l'émission d'eaux usées non traitées ou mal traitées peuvent avoir des effets nocifs pour la santé humaine, l'environnement, et avec des répercussions néfastes sur les activités économiques. Pour ce le contrôle et la notification des rejets polluants dans l'environnement et de la qualité de l'eau environnementale s'avèrent nécessaires pour épargner à la société de tels désastres.

Les eaux recyclées offrent également des opportunités d'approvisionnement en eau fiable et durable pour satisfaire une demande grandissante et fournir une source alternative. Mais Lorsque le traitement des eaux usées est insuffisant et que l'irrigation par les eaux usées est courante les retombées seront périlleuses, et notre sujet d'étude a pour but de prévenir ces aléas.

Dans notre étude l'analyse s'est appuyé sur deux principales démarches, la première est d'établir un constat sur le fonctionnement de la Station d'épuration de M'sila, ses installations et son effectif ouvrier, la seconde est la collecte des enregistrements des analyses effectuées au laboratoire de la station d'épuration de M'sila afin de définir les défaillances et lacunes réelles qui pourraient entraver au bon déroulement du processus de traitement des eaux usées.

L'objectif de ce travail est de s'assurer que la station accomplit son activité dans de bonnes conditions et produit une eau saine, pouvant contribuer au développement agricole des terres sur les rives d'oued el ksob, afin de proposer des solutions et des suggestions dans un but d'accroître ses rendements épuratoires et d'améliorer sa qualité.

Mots Clé : Station d'épuration de M'sila, diagnostic, **environnement**, source alternative, irrigation.

Introduction générale

Introduction générale :

La pollution de l'eau est une dégradation physique, chimique, biologique ou bactériologique de ses qualités naturelles, provoquée par l'homme et ses activités. Elle perturbe les conditions de vie de la flore et de la faune aquatiques. Cette pollution peut être provoquée par le rejet des eaux d'égout domestiques doivent être épurées avant leur rejet dans le milieu naturel : ruisseaux, rivières et lacs. Grâce à des procédés physico-chimiques ou biologiques, les stations d'épurations ont pour rôle de concentrer la pollution contenue dans les eaux usées sous forme de résidus appelés boues, valorisable en agriculture et de rejeter une eau épurée répondant à des normes bien précises, qui trouve quant-à-elle, une réutilisation dans l'irrigation, l'industrie et les usages municipaux (Pearson, 2005).

La réalisation de stations d'épuration qu'on observe à travers tout le territoire national ne peut être définie que par une démarche progressiste dans l'assurance du bien-être et du confort des citoyens de notre pays, car si le modèle réussi du développement durable était l'alliance harmonieuse et fusionnelle entre les trois sphères (écologie , société , économie), les stations d'épurations en seraient l'exemple par excellence de par leurs rôle dans la préservation du milieu naturel et de sa biodiversité, la prévention contre toutes épidémies et crises sanitaires menaçant la population, ainsi que par leurs apport économique à court et à long terme.

Mais la condition pour atteindre ces objectifs précités reste le bon fonctionnement de ces infrastructures, et leur efficience dans le traitement des eaux usées pour une conformité aux normes exigées.

Les stations d'épuration, notamment celles utilisant les procédés à boues activées peuvent être sujettes à des défaillances qui limitent la fiabilité des performances épuratoires. Ceci est le cas de la station d'épuration à boues activées de M'sila, objet de notre étude, dont l'objectif est de contribuer à améliorer les performances épuratoires à partir du diagnostic de la station. Pour ce faire, nous allons diagnostiquer le fonctionnement des différentes étapes du traitement pour déterminer les paramètres caractéristiques des eaux usées et les comparer aux normes algériennes de niveau d'épuration et de qualité des rejets d'eaux traitées dans un soucis de repérer tout dysfonctionnement, d'y définir les raisons, et tenter d'y remédier. Pour ce nous avons adopté dans notre étude trois supports essentielles (synthèse bibliographique, description de la station d'épuration) pour enfin produire à leur lumières un constat sur la performance au traitement des eaux.

Chapitre I

Synthèse bibliographique

Introduction

L'objectif principal dans ce chapitre est de faire une description générale sur les différentes stations d'épuration ayant pour objectif le traitement des eaux usées urbaines.

Pour aboutir à notre objectif, nous allons décrire l'origine des eaux usées urbaines et leurs compositions ainsi que les différents avantages et inconvénients des différents procédés.

I.1. Définition des eaux usées

On appelle les eaux usées toutes les eaux polluées, souillées par des activités humaines. Ces eaux peuvent être distinguées sous quatre principales familles : Les eaux domestiques, les eaux industrielles, les eaux agricoles et les eaux pluviales et de ruissellement.

I.1.1. Origines des eaux usées

Les eaux usées proviennent de quatre sources principales

- Les eaux usées domestiques.
- Les eaux usées industrielles.
- Les eaux usées urbaines (regroupent les eaux de pluie et de ruissellement dans les villes).
- Le ruissellement dans les zones agricoles.

Ces eaux pouvant être résumé comme suit :

I.1.1.1. Les eaux usées domestiques

Les eaux usées domestiques – sont des eaux issues de l'utilisation de l'homme d'une eau pure pour ses besoins quotidiens, et qui se présente sous forme d'eaux vannes (issues des toilettes), d'eaux grises ou ménagères (qui proviennent des lavabos, douche, cuisine, lave-linge, etc. « Les eaux usées domestiques de par leur nature, se prêtent bien au traitement biologique (Farquhar, 1979). En effet, ces eaux se composent principalement de matière organique biodégradable - protéines, lipides et glucides (Dore et Martin, 1982) - et sont suffisamment enrichies en sels nutritifs pour permettre le maintien des populations de microorganismes présentes dans les Systèmes biologiques (Meinck et al, 1970). Il s'agit d'ailleurs des systèmes de traitement les plus répandus au Québec pour l'épuration des eaux usées municipales (Lapointe et Larocque 1983) »

Les eaux usées industrielles

Suite à des activités de production, et aussi de l'utilisation de produits de lavage et de désinfection de certains produits, l'eau résultante de ces actes se trouve moyen de stockage de résidus des rejets industriels, en plus d'être chargés en matière organique, contiennent des polluants minéraux indésirables.

Il s'agit alors des eaux polluées par les industriels. Leurs caractéristiques varient selon le type de l'activité de l'usine production.

Exemple : Agroalimentaire, Métallurgie, Papeterie, Pétrochimie, Textile ...

« Ainsi on peut y retrouver des hydrocarbures, des composés organiques, des graisses, des micropolluants, des métaux lourds, etc... »

I.1.1.2. Les eaux usées agricoles

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

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

- Les eaux de lavage du matériel de traite et du réservoir à lait.
- Les eaux de lavage du pis (vache, chèvre, brebis).
- Les eaux d'évier.

Les eaux utilisées lors du nettoyage des planchers, des installations, des instruments et des camions de transport. Ainsi on peut dire que ce sont des eaux issues d'une utilisation faite en agriculture. « En effet elle représente 70% de l'eau tirée du milieu naturel est consommée à des fins agricoles. »

En exemple d'eaux usées agricoles, on peut citer :

- Les eaux blanches de laiterie
- Les eaux de fumier
- Les eaux de drainage

I.1.1.3. Les eaux usées pluviales et de ruissellement

L'eau de ruissellement urbain provenant du superflu des précipitations dû aux intempéries, aux ruissellements et à l'imperméabilité des surfaces emporte dans son déplacement un ensemble de polluants contenant essence, huile moteur, métaux lourds, déchets et autres polluants provenant des routes et des stationnements, ainsi que des engrais et des pesticides provenant des pelouses. Les routes et parkings sont des sources majeures d'hydrocarbures aromatiques (HAP). «Les toits contribuent à des niveaux élevés

de composés organiques synthétiques et de zinc (à partir de gouttières galvanisées). L'utilisation d'engrais sur les pelouses résidentielles, les parcs et les terrains de golf est une source mesurable de nitrates et de phosphore dans les eaux de ruissellement urbaines lorsque l'engrais est mal appliqué ou lorsque le gazon est trop fertilisé »

I.2. Caractéristiques des eaux usées

Pour accéder à un traitement efficace des eaux usées, il est impérativement nécessaire de connaître les caractéristiques de ces derniers. En se basant sur ce principe on va citer les différentes caractéristiques de ces eaux, afin de savoir et mieux connaître ce dont nous sommes confrontés.

I.2.1. Paramètres Physiques

I.2.1.1. La température

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels, etc. (RODIER et AL, 2005).

« L'on donne une valeur guide concernant la température, la limite acceptable est 25°C. La température de l'eau n'a pas d'incidence directe sur la santé de l'homme. »

I.2.1.2. La matière en suspension (MES)

Selon (REJSEK 2002), la pollution particulaire est due à la présence de particules de grande taille, supérieure à 10 μ m, en suspension dans l'eau, et que l'on peut assimiler aux matières en suspension (MES). « La teneur et la composition minérale et organique des matières en suspension dans les eaux sont très variables selon les cours d'eau. Elles sont fonction de la nature des terrains traversés et de la saison des rejets. »

$$\text{MES} = 30\% \text{ MMS} + 70\% \text{ MVS}$$

MMS/ matière minérale en suspension

MVS : matière volatile en suspension

I.2.2. Paramètres Organoleptiques

I.2.2.1. 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.

I.2.2.2. La couleur

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).

D'après (REJESK, 2002). Une eau pure observée sous une lumière transmise sur une profondeur de plusieurs mètres émet une couleur bleu clair car les longueurs d'ondes courtes sont peu absorbées alors que les grandes longueurs d'onde (rouge) sont absorbées très rapidement.

I.2.3. Paramètres Chimiques

I.2.3.1. Le potentiel Hydrogène (pH)

L'acidité, la neutralité ou l'alcalinité d'une solution aqueuse peut s'exprimer par la concentration en H_3O^+ (noté H^+ pour simplifier). De manière à faciliter cette expression ; on utilise le logarithme décimal de l'inverse de la concentration en ion.

H^+ : c'est le pH. (MATHIEU et PIELTAIN, 2003).

$$pH = \log 1/ [H^+]$$

I.2.3.2. La Conductivité

La conductivité est la propriété que possède une eau de favoriser le passage d'un courant électrique. Elle est due à la présence dans le milieu d'ions qui sont mobiles dans un champ électrique. Elle dépend de la nature de ces ions dissous et de leurs concentrations. (REJSEK, 2002).

De là on peut dire que « la conductivité de l'eau est une mesure de sa capacité à conduire le courant électrique. La mesure de la conductivité permet d'apprécier rapidement mais très approximativement la minéralisation de l'eau et de suivre son évolution. »⁶

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm^2 .

L'unité de conductivité est le siemens par mètre (S/m).

$$1 \text{ S/m} = 104 \mu \text{ S/cm} = 103 \text{ mS/m. (RODIER, 2005).}$$

I.2.3.3. L'Oxygène Dissous

L'oxygène dissous est un composé essentiel de l'eau car il permet la vie de la faune et il conditionne les réactions biologiques qui ont lieu dans les écosystèmes aquatiques. La solubilité de l'oxygène dans l'eau dépend de différents facteurs, dont la température, la pression et la force ionique du milieu.

La concentration en oxygène dissous est exprimée en mg O₂ l⁻¹ (REJSEK, 2002).

I.2.3.4. La Demande Chimique en Oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène (DCO) est la quantité d'oxygène consommée par les matières existantes dans l'eau et oxydables dans des conditions opératoires définies. En fait la mesure correspond à une estimation des matières oxydables présentes dans l'eau quel que soit leur origine organique ou minérale. (RODIER, 2005).

I.2.3.5. La Demande Biochimique en Oxygène (DBO)

Pratiquement, la demande biochimique en oxygène devrait permettre d'apprécier la charge du milieu considéré en substances putrescibles, son pouvoir auto-épurateur et d'en déduire la charge maximale acceptable, principalement au niveau des traitements primaires des stations d'épuration. (RODIER, 2005).

Selon REJSEK (2002), la demande biochimique en oxygène après 5 jours (DBO₅) d'un échantillon est la quantité d'oxygène consommé par les microorganismes aérobies présents dans cet échantillon pour l'oxydation biochimique des composés organiques et/ou inorganiques.

I.2.3.6. L'azote

L'azote présent dans l'eau peut avoir un caractère organique ou minéral. L'azote organique est principalement constitué par des composés tels que des protéines, des polypeptides, des acides aminés, de l'urée. Le plus souvent ces produits ne se trouvent qu'à de très faibles concentrations. Quant à l'azote minéral (ammoniaque, nitrate, nitrite), il constitue la majeure partie de l'azote total. (RODIER, 2005).

I.2.3.7. Les nitrates

Les nitrates se trouvant naturellement dans les eaux provenant en grande partie de l'action de l'écoulement des eaux sur le sol constituant le bassin versant. Leurs concentrations naturelles ne dépassent pas 3 mg /L dans les eaux superficielles et quelques mg/l dans les eaux souterraines. La nature des zones de drainage joue donc un rôle essentiel dans leur présence et l'activité humaine accélère le processus d'enrichissement des eaux en nitrates. La teneur en nitrates est en augmentation ces dernières années, de l'ordre de 0,5 à 1 mg/l/an, voire 2 mg/l/an dans certaines régions. Cette augmentation a plusieurs origines :

- Agricole : agriculture intensive avec utilisation massive d'engrais azoté ainsi que rejets d'effluents d'élevage. Cette source représente les 2/3 de l'apport en nitrates dans le milieu naturel ;
- Urbaine : rejet des eaux épurées des stations d'épuration où l'élimination de l'azote n'est pas total et qui peuvent rejeter des nitrates ou des ions ammonium qui se transformeront en nitrates dans le milieu naturel.
- Cette source représente les 2/9 des apports ;
- Industrielle : rejet des industries minérales, en particulier de fabrication des engrais azotés. Cette source représente 1/9 des apports. (REJSEK, 2002)

I.2.3.8. L'azote ammoniacal

Pour désigner l'azote ammoniacal, on utilise souvent le terme d'ammoniaque qui correspond aux formes ionisées (NH_4^+) et non ionisées (NH_3) de cette forme d'azote.

L'ammoniaque constitue un des maillons du cycle de l'azote. Dans son état primitif, l'ammoniac (NH_3) est un gaz soluble dans l'eau, mais, suivant les conditions de pH, il se transforme soit en un composé non combiné, soit sous forme ionisée (NH_4^+). Les réactions réversibles avec l'eau sont fonction également de la température et sont les suivantes :



I.2.3.9. Le Phosphore

Le phosphore peut exister dans les eaux en solution ou en suspension, à l'état minéral ou organique. Les composés phosphorés qui, sans hydrolyse ou minéralisation, répondent au test spectrophotométrique sont considérés comme étant des ortho-phosphates.

L'hydrolyse en milieu acide fait apparaître le phosphore hydrolysable et minéralisation, le phosphore organique. Chaque fraction (phosphore en solution ou en suspension) peut être séparée analytiquement en ortho-phosphates, phosphore hydrolysable et phosphore organique.

Suivant les cas, la teneur en phosphates peut être exprimée en mg/L de PO_4 ou de P_2O_5 .
 $1\text{mg/L PO}_4 = 0,747\text{ mg/L P}_2\text{O}_5 = 0,326\text{ mg/L P}$ (RODIER ; 2005).

I.2.3.10. Le sulfate

La concentration en ion sulfate des eaux naturelles est très variable. Dans les terrains ne contenant pas une proportion importante de sulfates minéraux, elle peut atteindre 30 à 50 mg/L, mais ce chiffre peut être très largement dépassé (jusqu'à 300 mg/L) dans les zones contenant du gypse ou lorsque le temps de contact avec la roche est élevé. La teneur en sulfates des eaux doit être reliée aux éléments alcalins et alcalinoterreux de la minéralisation. Leur présence dans l'eau est généralement due à des rejets en provenance d'ateliers de blanchiment (laine, soie, etc.), d'usines de fabrication de cellulose (pâte à papier, etc.) et d'unités de déchloration. Sont utilisées, par ailleurs, les propriétés réductrices des sulfites dans les eaux de chaudières pour éviter la corrosion liée à la présence d'oxygène dissous ; l'injection dans le circuit se fait habituellement en continu à la concentration de 20 mg/L. Cependant un excès d'ions sulfites dans les eaux de chaudières peut avoir des effets néfastes car il abaisse le pH et peut alors développer la corrosion. En cas de rejet dans l'environnement, les sulfites se combinent à l'oxygène en donnant des sulfates. (RODIER, 2005).

I.2.4. Paramètres Bactériologiques

Les bactéries sont ubiquitaires dans la nature car il s'agit probablement des premiers êtres vivants apparus sur la terre (archéobactéries). Seules quelques dizaines d'espèces sont adaptées à l'homme : la plupart sont inoffensives ou même utiles, étant commensales et faisant partie des flores cutanées, digestive, buccale, génitale ; certaines sont pathogènes, opportunistes ; une minorité est régulièrement pathogène. (RODIER, 2005). On peut citer :

- Les coliformes :
- Les streptocoques fécaux et Enterococcus
- Les bactéries sulfite-réductrices

I.3. Les systèmes d'évacuation des eaux usées

On appelle « système d'évacuation des eaux » l'ensemble des dispositifs et des produits utilisés et raccordés entre eux, et ce, afin d'évacuer les eaux usées d'une entité géographique (ville, village, commune...).

On distingue deux systèmes collectifs de collecte et d'évacuation des eaux usées : les réseaux unitaires et les réseaux séparatifs. Les réseaux unitaires permettent d'évacuer l'ensemble des eaux mais présentent un réel risque de débordement en cas de fortes pluies ou d'inondations. En cas de saturation, le débordement présente des risques pour la santé et l'environnement en raison de la nocivité du mélange. Les réseaux séparatifs quant à eux se divisent en deux réseaux : un réseau destiné à collecter les eaux pluviales et un second pour les eaux ménagères. Ce dernier type de réseau permet de contrôler et de gérer au mieux les eaux pluviales en cas d'événements exceptionnels comme les inondations ou les pluies intenses.

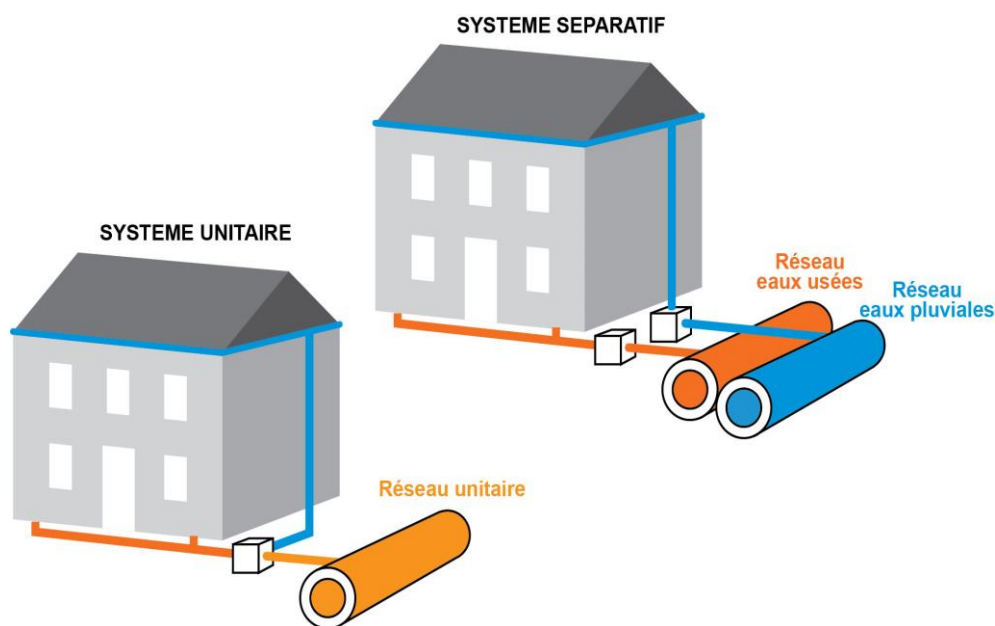


Figure I-1 : Systèmes d'évacuation des eaux usées

I.3.1. Système unitaire

Les **réseaux unitaires**, qui sont utilisés pour évacuer simultanément les eaux pluviales et les eaux usées. Ils sont pratiques, mais présentent quelques inconvénients dont un haut risque de débordement, voire d'inondation en cas de pluies importantes ou persistantes. Ce qui pourrait avoir des conséquences néfastes sur la santé et l'environnement.

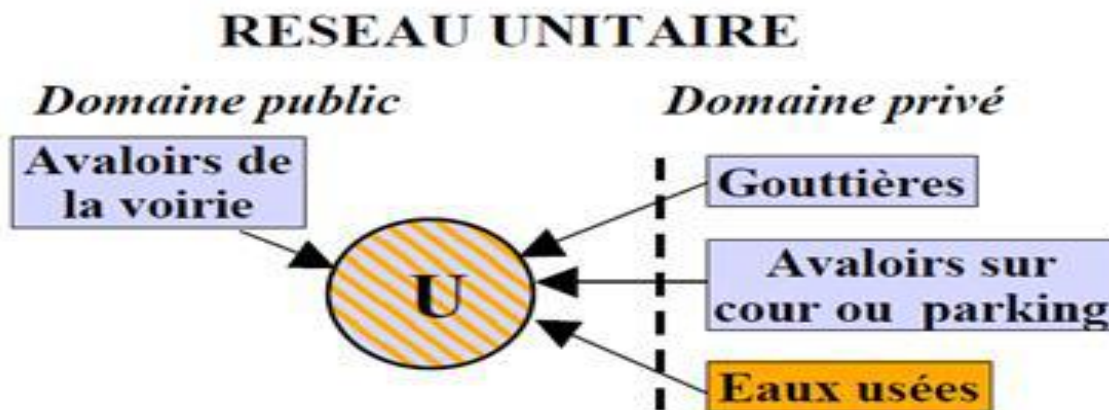


Figure I-2 : système unitaire

I.3.2. Système séparatif

Les **réseaux séparatifs**, qui sont utilisés, comme leur nom l'indique, pour évacuer séparément les eaux : les eaux de pluie d'un côté, et les eaux usées d'un autre. Ce type de réseau implique des travaux plus conséquents, mais en termes de risques pour la santé et l'environnement, c'est celui qui garantit un maximum de sécurité.

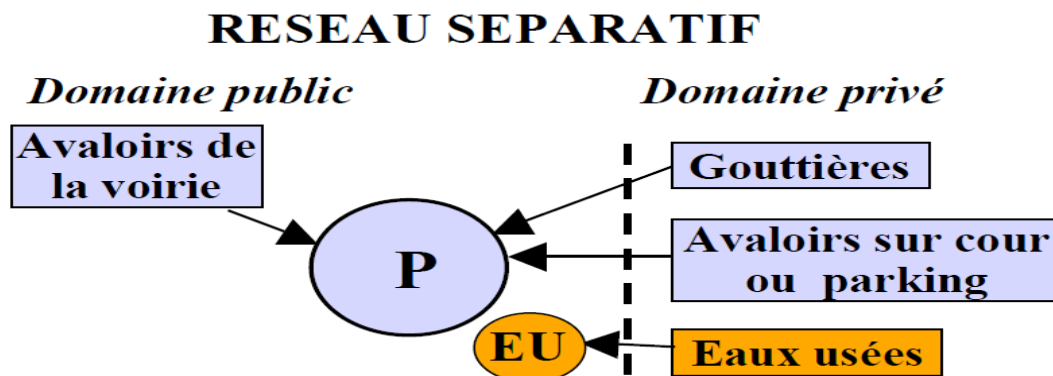


Figure I-3 : système séparatif

I.3.3. Système mixte ou Système pseudo-séparatif

Système pseudo-séparatif reçoit les eaux usées et une partie des eaux de ruissellement en provenance directe des habitations, le système pseudo séparatif n'est actuellement plus préconisé dans la conception d'un nouvel équipement (Ce système peut être préconisé dans les pays tropicaux secs), c'est un système dans lequel on divise les apports d'eaux pluviales en deux parties :

Les apports d'eaux pluviales provenant des toitures et cours intérieures qui sont raccordées au réseau d'assainissement, à l'aide des mêmes branchements que ceux des eaux usées domestiques ;

Les apports d'eaux pluviales provenant des surfaces de voirie, qui s'écoule par des ouvrages particuliers déjà reçus pour cet objet par les services de la voirie municipale (caniveaux, aqueducs, fossés avec évacuations directes dans la nature, ...)

RESEAU PSEUDO SEPARATIF

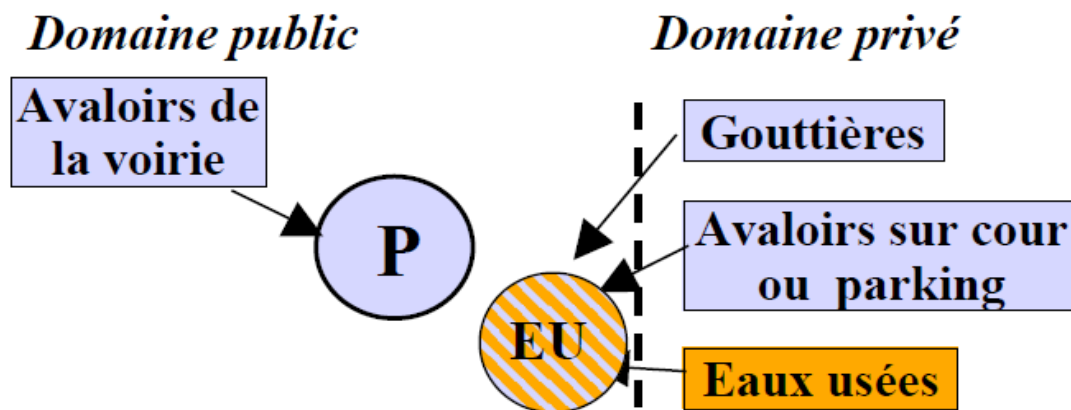


Figure I-4 : Système pseudo-séparatif

I.4. Techniques de traitement (Epuración) des eaux usées

L'opération de l'épuration des eaux usées incite l'injection de différentes techniques et à différents niveaux technologiques souvent très élaborées. Ces techniques sont illustrées comme étant des méthodes classiques de traitement ; ainsi que de nouvelles techniques visant la protection de l'environnement et la sauvegarde du milieu naturel, connues sous le vocable de « lagunage » ou « phytoépuration ».

I.4.1. Les méthodes classiques de traitements

La ligne de traitement complète des eaux résiduaires peut être schématiquement scindée en deux filières :

A. La filière eau :

Dans laquelle l'eau est débarrassée de tous les polluants avant son rejet dans le milieu naturel ;

B. La filière boue :

Dans laquelle les résidus générés par la filière eau sont traités et déshydratés avant leur évacuation.

La filière eau comprend généralement :

- **Un prétraitement** pour l'élimination des objets de taille comprise entre 0,1 et 50 mm (dégrillage, tamisage), des graisses et du sable,
- **Un traitement primaire** pour l'élimination des matières en suspension facilement décantables,
- **Un traitement secondaire** composé d'un réacteur biologique pour l'élimination de la pollution biodégradable organique (DBO_5) ou minérale (NH_3 , NO_3^- , P).

Certaines stations sont également équipées d' :

- **Un traitement tertiaire** pour l'élimination des microorganismes ou du phosphore résiduel.

Les boues provenant du décanteur primaire (boues primaires) et du traitement biologique (boues biologiques) seront ensuite traitées et conditionnées sur la filière boues. (GROSCLAUDE, 1999).

I.4.1.1. Les prétraitements

La première étape du traitement consiste à débarrasser les effluents de tout élément susceptible de gêner le fonctionnement des ouvrages. (GROSCLAUDE, 1999). Ils permettent d'éliminer les matières les plus grossières, susceptibles d'endommager les organes mécaniques ou de perturber l'efficacité des étapes ultérieures. Ils font appel : A des procédés mécaniques, comme des grilles ou des tamis, pour éliminer des grosses particules transportées par les eaux ; (REJSEK, 2002).

Les gros déchets sont tout d'abord éliminés par un dégrilleur constitué de barreaux espacés de 10 à 50 mm suivi d'un dégrilleur plus fin (3 à 10 mm) ou d'un tamisage (0,1 à 3mm). (GROSCLAUDE ; 1999).

A des procédés physiques, comme des phénomènes de décantation pour éliminer les sables, ou de flottation pour éliminer les graisses (matières grasseuses). (REJSEK, 2002).

Le prétraitement se poursuit par l'élimination des particules denses ou abrasives ; cette étape est souvent couplée avec l'élimination des flottants, et en particulier des graisses, dans un ouvrage appelé dégraisseur/dessableur. (GROSCLAUDE, 1999).

La pollution présente dans les eaux résiduaires, une fois prétraitées, se compose d'une fraction de fines particules (les MES) qui n'ont pas été arrêtées par le dégrillage ou le tamisage et des molécules organiques et minérales en solution vraie ou colloïdale.

En règle générale, l'élimination des MES est obtenue par décantation gravitaire alors que celle de la pollution soluble subit une dégradation biologique, mais pour certaines stations d'épuration, l'élimination de MES est réalisée dans l'ouvrage du traitement biologique. (GROSCLAUDE ; 1999).

I.4.1.2. Le traitement primaire

L'utilisation de réactifs chimiques pour éliminer des particules plus fines constitue un traitement physico-chimique. Il s'agit le plus souvent d'une décantation qui permet d'éliminer les matières en suspension décantables en deux heures. Ce traitement ne permet d'éliminer que (65 à 80% de la DCO avec un traitement physico-chimique). (REJSEK, 2002).

I.4.1.3. Le traitement secondaire

L'élimination des matières organiques implique le recours à des traitements biologiques qui font intervenir des organismes vivants, essentiellement des bactéries. (REJSEK, 2002).

Ces traitements sont basés sur la capacité des micro-organismes à oxyder la matière minérale (NH_3 ...) et les matières constitutives de la DCO et de la DBO d'une part (aérobiose), et à réduire d'autre part les molécules comportant de l'oxygène : NO_3 (anoxie), SO_4 et CO_2 (anaérobie). Ils vont permettre ainsi d'éliminer la pollution soluble biodégradable et une partie des MES. (GROSCLAUDE, 1999).

I.4.1.4. L'élimination de l'ammoniaque (la nitrification)

Contrairement à la matière organique, l'élimination de l'ammoniaque n'est possible qu'en présence d'oxygène. La réaction d'oxydation n'est réalisée que par un nombre très limité d'espèces bactériennes strictement aérobies, les bactéries nitrifiantes. L'oxydation de l'ammoniac en nitrates s'effectue en deux étapes :

NH_3 est d'abord converti en nitrite (NO_2^-) par des bactéries du genre *Nitrosomonas*.

Les nitrites sont ensuite oxydés en nitrates (NO_3^-) par des bactéries du genre *Nitrobacter*. (GROSCLAUDE ; 1999)

I.4.1.5. L'élimination des nitrates (la dénitrification)

Dans le cas de l'élimination biologique des nitrates, la dénitrification, la réaction nécessite l'oxydation concomitante d'une molécule organique ou minérale qui fournira l'énergie nécessaire à la réduction des nitrates en azote N_2 . (GROSCLAUDE, 1999)

I.4.1.6. Le traitement tertiaire

Dans ce type de traitements on vise principalement l'élimination du phosphore (la déphosphatation) et les germes pathogène (la désinfection).

I.4.1.7. La déphosphatation :

L'élimination du phosphore concerne le traitement de déphosphatation, soit physico-chimique soit biologique. La déphosphatation biologique, de développement récent, est basée sur la succession de phases anaérobies et aérobies au cours du traitement biologique mais son rendement est en générale moins bon que celui de la déphosphatation physico-chimique. (REJSEK, 2002).

La déphosphatation peut aussi être réalisée par précipitation physico-chimique en présence de sels minéraux comme le sulfate d'ammonium ou le chlorure ferrique et s'effectuer soit simultanément aux réactions biologiques dans le bassin de boues activées, soit en traitement final. (GROSCLAUDE, 1999).

I.4.1.8. La désinfection

La désinfection vise à réduire la concentration des germes pathogènes dans les effluents avant rejet dans l' environnement. Contrairement aux normes de désinfection pour la production d' eau potable qui spécifie l' absence totale de coliformes, les normes de rejets pour les eaux résiduaires urbaines ERU varient suivant la nature du milieu récepteur. On peut distinguer deux catégories de traitement :

Les procédés extensifs comme le lagunage et l'infiltration-percolation (filtration à travers un massif filtrant). Dans le cas du lagunage, il ne subsistera qu'une bactérie pour 1000 ou 10 000 présentes dans l'eau résiduaire alors que dans le second cas il n'en subsistera qu'une pour 100 ou 1000.

Les procédés physico-chimiques intensifs comme la désinfection par le chlore, l'acide péracétique, les UV, l'ozone ou la filtration sur membranes d'ultra ou de microfiltration. L'efficacité de ces procédés dépendra des doses utilisées (abattement de 4 à 6 logarithmes), quant à la filtration sur membrane d'UF, elle permet une désinfection totale. (GROSCLAUDE, 1999).

I.4.1.9. Le traitement des boues

Les traitements biologiques ou physico-chimiques utilisés pour l'épuration des eaux résiduaires, génèrent une production importante de boues diluées (> 99% d'eau) et contenant

de la matière organique fermentescible. Les deux principaux objectifs de la filière de traitement des boues seront donc :

- De stabiliser les matières organiques pour éviter toute fermentation incontrôlée qui entraînerait des nuisances olfactives,
- D'éliminer un maximum d'eau afin de diminuer les volumes de boues à évacuer.

Après une étape préalable d'épaississement permettant de concentrer les boues, la stabilisation de la matière organique est réalisée grâce à des procédés biologiques ou physico-chimiques. L'étape finale de déshydratation permettra d'extraire le maximum d'eau. (GROSCLAUDE, 1999).

I.4.1.10. Épaississement des boues

Les boues, avant leur élimination, subissent un traitement adapté à leur nature ainsi qu'à leur destination, afin : d'en réduire le volume, en éliminant l'eau (les boues sont, en effet, extraites liquide du système de traitement de l'eau). Ceci est réalisé par un procédé d'épaississement qui est une concentration de la boue par décantation puis par un procédé de déshydratation permettant d'éliminer une quantité d'eau liée aux MES plus importante, par filtre presse ou centrifugation ; (REJSERK, 2002).

Les matières organiques présentes dans les boues leur confèrent un caractère fermentescible qui se traduit lors de leur stockage par l'émission de nombreuses molécules odorantes (H₂S, mercaptan...). Cette activité biologique indésirable peut être maîtrisée soit en la contrôlant dans un réacteur adéquat soit en augmentant le pH par une addition de chaux. Deux familles de procédés biologiques peuvent être utilisées : la digestion anaérobie ou la stabilisation aérobie thermophile. (GROSCLAUDE ; 1999).

I.4.1.11. La déshydratation

Après la phase d'épaississement qui a permis d'éliminer 60 à 85% d'eau et la phase de stabilisation, le traitement des boues est complété par une déshydratation qui a pour but d'éliminer le maximum de l'eau résiduelle. Deux catégories de procédés sont généralement utilisées : les procédés mécaniques et les procédés thermiques.

Pendant la phase de séchage, les boues présentent un comportement plastique et collant pour des taux de matière sèche d'environ 50% ce qui implique certains aménagements des techniques et des matériels.

Les buées, très chargées en vapeur d'eau, comportent une fraction d'incondensables malodorants devant être détruites par combustion (850 c°) soit directement dans le générateur thermique, soit dans un incinérateur spécifique. (GROSCLAUDE ; 1999).

I.4.1.12. Incinération des boues

Le problème des boues se pose en termes d'évacuation ; trois solutions sont possibles :

La mise en décharge de boues stabilisées et déshydratées n'est plus réalisable à partir de 2002 ; La valorisation agricole par épandage sur des sols agricoles où elles vont jouer un rôle d'engrais. Elles sont utilisées sous forme liquide, solide ou sous forme de composte, mais toujours stabilisées.

L'incinération présente un intérêt pour les boues autocombustibles, c'est-à-dire fraîches et déshydratées. (REJSEK ; 2002).

Quelle que soit la technique d'incinération, les fumées doivent être traitées avant rejet dans l'atmosphère. Ce traitement est d'autant plus complexe que la charge en poussière des fumées est élevée. Réalisé en plusieurs étapes, le traitement des fumées peut nécessiter un pré-cyclonage, un dépoussiérage électrostatique, un lavage, voir éventuellement une oxydation catalytique. (GROSCLAUDE, 1999).

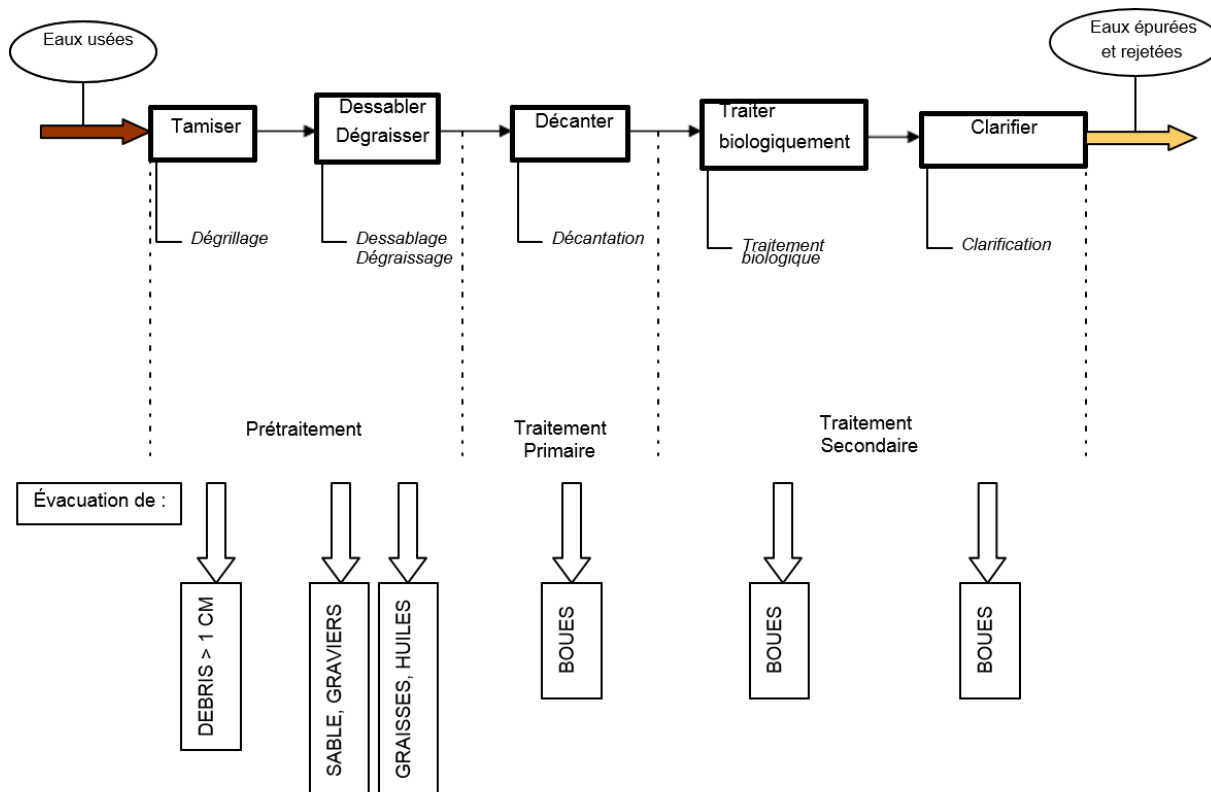


Figure I-5 : Schéma du processus de traitement d'une STEP à boues activées

I.4.2. Traitement par lagunage ou la phytoépuration

L'épuration par lagunage consiste à faire passer les effluents des eaux usées brutes ou prétraitées dans un bassin naturel, ce qui permet de stimuler en amplifiant l'action autoépuration des étangs ou des lacs. La pollution est alors dégradée par l'activité bactérienne, l'activité photosynthétique et l'assimilation des substances minérales. Il permet une épuration à charges organique élevées, une bonne élimination de l'azote et du phosphore, ainsi qu'une faible production de boues en excès (ROQUES ; 1983).

I.4.2.1. Le principe général de lagunage

Cette filière d'épuration s'appuie sur le pouvoir épurateur des végétaux aquatiques : algues, hydrophytes (plantes d'eau libre) et héliophytes (plantes du bord des eaux). Tous les lagunages appliquent le principe suivant : après une première décantation, les eaux usées traversent des bassins de lagunage plantés ou non.

L'épuration s'effectue par les plantes et par les micro-organismes fixés sur leurs racines et sur des substrats (graviers, sable...), grâce à l'effet filtrant du sol. Dans certains types de lagunes, les conditions aérobies et anaérobies se succèdent ou coexistent, ce qui permet d'obtenir un bon rendement d'épuration des nutriments (azote et phosphore).

I.4.2.2. Les différents systèmes

I.4.2.2.1. Le lagunage à microphytes (lagunage naturel)

Un lagunage naturel est un procédé de traitement biologique des eaux usées se faisant dans des bassins où est maintenue une tranche d'eau de 0,8 à 1,5 m. Les microphytes qui sont des algues, les petits animaux (protozoaires, rotifères, crustacés) et les bactéries en présence d'oxygène, vont transformer les charges polluantes et stabiliser les boues. Les bactéries anaérobies jouent le même rôle dans les sédiments). (MOREL et KANE, 1998)

I.4.2.2.2. Le lagunage à macrophytes

Dans ce système, l'eau est appante : 30-40 cm d'eau au-dessus d'un substrat composé le plus souvent de graviers ou de sable dans lequel sont repiqués les végétaux aquatiques. Ce système nécessite une superficie suffisamment grande : 10-12 m² par usager.

Les eaux usées séjournent simplement dans une série de bassins à ciel ouvert peuplés de végétaux aquatiques. Le roseau (ou phragmite) et autres plantes vigoureuses ont été largement utilisés à cet effet sous le nom de «macrophytes ». Ces dernières consomment les composés polluants dissous dans l' eau - azote et phosphore - qui constituent pour eux des éléments

nutritifs. Par ailleurs elles servent de supports à de nombreux organismes microscopiques - algues et bactéries - qui font le gros du travail. (CHAÏB, 2002).

Les végétaux fixent les colonies de bactéries sur la base de leurs tiges et leurs rhizomes (tiges souterraines), ce qui améliore les performances des organismes épurateurs.

Par ailleurs, ils absorbent par leurs racines une partie (10 % environ) des sels minéraux - nitrates et phosphates - issus de la décomposition de la matière organique présente dans les eaux usées.

I.4.2.2.3. Le bassin de finition à hydrophytes

Ce système comprend deux phases :

A. Décanteur-digesteur

Les eaux usées sont dirigées dans une simple fosse étanche dite décanteur-digesteur. Les matières solides non liquéfiables remontent à la surface et forment une croûte flottante qui au bout d'une quinzaine de jours est suffisamment importante pour empêcher l'introduction de l'oxygène de l'air et la propagation des mauvaises odeurs ; il est possible d'activer la formation de cette croûte en mettant à la surface de l'eau, de la paille, des brindilles ou de copeaux de bois. Les gaz malodorants (H_2S) sont oxydés par des bactéries lorsqu'ils diffusent à travers la croûte. Les plantations d'espèces semi-aquatiques améliorent encore la désodorisation et rend l'ensemble plus esthétique. Les matières piégées sous la croûte se liquéfient progressivement et sont entraînées par le courant liquide.

La digestion anaérobie des matières organiques est amorcée avec une production limitée de biogaz. (MOREL et KANE, 1998)

B. Lagunage à macrophytes

Les eaux passent ensuite dans des bassins de lagunage couvert de plantes aquatiques flottantes. Le traitement devient aérobie dans la rhizosphère (autour des plantes) et continue à dégrader la matière organique ; les décomposeurs anaérobies du fond produisent des bulles de biogaz qui adhèrent aux particules organiques en suspension dans l'eau, les allègent et les font remonter à la surface où elles sont piégées dans les racines des plantes.

Les plantes libèrent suffisamment d'oxygène par leur racines, leurs feuilles et le en contact avec l'eau et les stolons pour que vivent dans leur entourage des bactéries aérobies et des invertébrés qui se nourrissent de la boue organique pour la transformer en sels minéraux. Ces sels minéraux servent au développement des plantes. (MOREL et KANE ; 1998).

Le séjour prolongé de l'eau au contact des hydrophytes permet une absorption importante de sels minéraux, ce qui évite l'eutrophisation du milieu naturel récepteur.

L'oxygène émis par les plantes favorise l'oxydation des ions ammonium résiduels. Là où il n'existe pas d'exutoires satisfaisants, les eaux du bassin de finition peuvent être épandues de façon diffuse dans un système boisé qui servira de piège pour les nitrates résiduels.

I.5. Normes de rejets des eaux usées

I.5.1. Normes internationales

La norme est représentée par un chiffre qui fixe une limite supérieure à ne pas dépasser ou une limite inférieure à respecter. Un critère donné est rempli lorsque la norme est respectée pour un paramètre donné. Une norme est fixée par une loi, une directive ou un décret de loi. Les normes internationales selon l'organisation mondiale de la santé (OMS) pour les eaux usées.

Tableau I-1 : Normes internationales des rejets.

Caractéristiques)	Normes utilisées (OMS)
pH	6.5-8.5
DBO ₅	<30mg/L
DCO	<90mg/L
MES	<20mg/L
NH ₄	<0.5mg/L
NO ₂	<1mg/L
NO ₃	<1mg/L
P ₂ O ₅	<2mg/L
Température	<30°C
Couleur	Incolore
Odeur	Inodore

I.5.2. Normes de rejet appliquées en Algérie

Le Décret exécutif n° 93-160 du 10 Juillet 1993, du Journal Officiel de la République Algérienne réglementant les rejets d'effluents liquides, définit un rejet comme tout déversement, écoulement, jets, dépôts directs ou indirects d'effluents liquides dans le milieu naturel. Ces mêmes valeurs viennent d'être renforcées par un nouveau texte réglementaire ; le Décret Exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 Avril 2006.

Tableau I-2 : Normes de rejet appliquées en Algérie

Paramètres	Unités limites	Valeurs
Température	°C	30
pH	-	6,5 à 8,5
MES	mg/l	35
DBO ₅	mg/l	35
DCO	mg/l	120
Azote Kjeldahl	mg/l	30
Phosphates	mg/l	02
Phosphore total	mg/l	10
Cyanures	mg/l	0,1
Aluminium	mg/l	03
Cadmium	mg/l	0,2
Fer	mg/l	03
Manganèse	mg/l	01
Mercure total	mg/l	0,01
Nickel total	mg/l	0,5
Plomb total	mg/l	0,5
Cuivre total	mg/l	0,5
Zinc total	mg/l	03
Huiles et Graisses	mg/l	20
Hydrocarbures totaux	mg/l	10
Indice Phénols	mg/l	0,3
Chrome total	mg/l	0,5
Chrome III+	mg/l	03
Chrome VI+	mg/l	0,1
Solvants organiques	mg/l	20
Chlore actif	mg/l	1,0
Détergents	mg/l	2
Tensioactifs anioniques	mg/l	10

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons essayé de donner une description des différents types de procédés de l'épuration des eaux usées, et faire connaître les normes de rejet afin de mettre en évidence la nécessité de préserver l'environnement et de le protéger contre toute manœuvre négative. Par ce chapitre, Il est porté à la connaissance que le traitement des eaux usées porte un très grand intérêt et une attention extrême quant à la sensibilité des dosages à faire correspondre aux différentes filières de traitement.

Les stations d'épurations ont pour rôle de concentrer la pollution contenue dans les eaux usées. En effet Les eaux usées ont des origines différentes. Généralement elles proviennent de quatre sources principales (Les eaux usées domestiques. Les eaux usées industrielles. Les eaux usées urbaines.et Le ruissellement dans les zones agricoles). Certaine eaux usées sont plus difficile à traiter que d'autres. Les eaux usées industrielles peuvent être difficile à traiter, tandis que les eaux usées domestiques sont relativement facile à traiter.). Il existe différents types de stations d'épuration qui traitent les eaux usées

Elles doivent respecter certaines normes de dépollution. Dans ce chapitre nous avons également présenté les normes internationales et les normes de rejet appliquées en Algérie.

Chapitre II

Description générale de la station d'épuration de M'sila

II.1. Introduction :

A l'instar de tous projets ambitieux pour le renouveau des infrastructures en matière d'assainissement, la station d'épuration des eaux usées de M'sila fut construite dans un but d'améliorer le processus de traitement en mettant en place des équipements nouveaux et technologiques pouvant garantir une constance dans la production d'une eau saine avec une boue avantageuse pour la valorisation des terrains agricoles de la région, dans ce chapitre nous vous exposons les différents dispositifs d'une station à boues activées et son mode de fonctionnement depuis l'arrivée des eaux jusqu'au rejet dans le milieu naturel.

II.2. Situation géographique de la ville

M'sila se trouve dans une zone semi-aride au Sud-Est de la capitale Alger et a 250 km à vol d'oiseau de la mer. Elle est à près de 200 km du désert et située à une altitude de 460 m, une latitude de 35°42' et une longitude de 4°33' (voir figure II-1 ci-dessous).

S'étendant sur une zone urbanisable de 1771 hectares avec une pente comprise entre 0% et 3%, la ville de M'Sila est entourée par des espaces verts au Nord-Est et des terres agricoles à l'Est, au Sud et au Sud-Ouest.

L'étude de la pédologie révèle que la ville de M'sila est constituée principalement par les sols suivants : terrasse cailloutique qui caractérise la partie Ouest et Nord-Ouest de la ville ; limon fin qui caractérise les sols de la partie Sud et Sud-Ouest de la ville ; argileux-limoneux à l'Est de l'oued K'sob et au Nord le long de la vallée de l'oued K'sob.

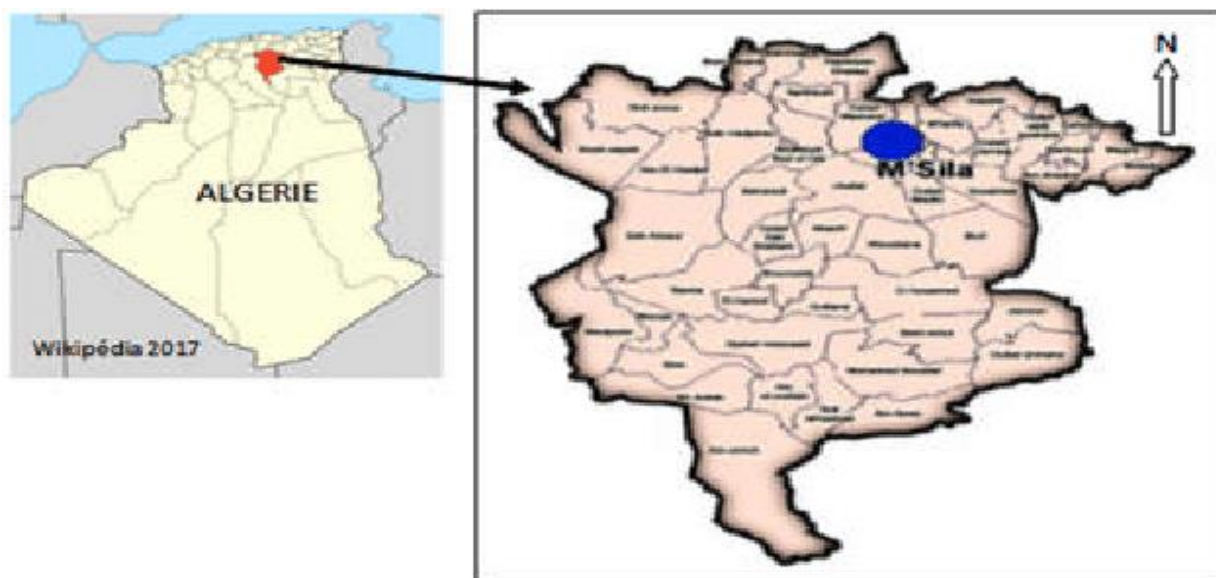


Figure II-1 Localisation géographique de la ville de M'sila.

II.3. Population

La commune de M'sila est située au Nord-Ouest de la wilaya et s'étend sur une superficie de 232 Km² pour une population estimée en 2018 à 156 647 habitants, soit une densité de 525 ha/Km² (Feloussia, L. 2001). La commune comprend plusieurs agglomérations secondaires (Ghezel – Boukhmissa – Mouilha – K'sob – Sidi Amara et Mezrir) et est limitée par : la commune de Metarfa à l'Est ; la commune d'Ouled Madhi au Sud ; la commune d'Ouled Mansour à l'Ouest ; la commune d'El euch (wilaya de Bordj Bou Arriridj) au Nord.

II.4. Réseau hydrographique

Le réseau hydrographique de M'sila est d'un écoulement endoréique ; la disposition des reliefs montagneux du nord et du sud organisent le bassin versant du Hodna autour d'une cuvette fermée, située à 400m d'altitude, et qui reçoit l'écoulement des eaux superficielles et souterraines de cette région. Au fond de la cuvette le chott El Hodna a une superficie de 1150 km².

Les oueds provenant des régions telliennes (nord) sont à l'origine de la richesse d'El Hodna. Le plus important est l'Oued Ksob. Il se distingue par sa longueur (200mk), la superficie de son bassin versant (1480 km² dont 1130 dans le domaine tellien) et surtout par un écoulement qui se maintient même en période estivale. L'oued Barika est plus Hodnéen seules ses parties supérieures qui traversent les régions telliennes ont un écoulement permanent. Les oueds Barhoum, Enfida, Soubella, et Nakbar doivent leur débit relativement régulier) à de nombreuses sources situées au pied des reliefs.

Au nord-ouest, l'Oued El Leham a un bassin versant de 5460 km². Il s'étend sur le Djerr (piedmont) et la plaine du Hodna. Son écoulement est irrégulier.

Au sud, l'Oued Bou Saada ne coule qu'une partie de l'année. Il est alimenté par des sources qui sourdent des grés albiens à 7 km en amont de la ville de Bou Saada, Oued M'cif, tronçon inférieur de l'immense Oued Melah à un écoulement rarement continu de bout en bout de son cours. Des sources naissent dans son lit même en alimentent l'écoulement. Mais les prélèvements faits par l'irrigation affectent ce dernier.

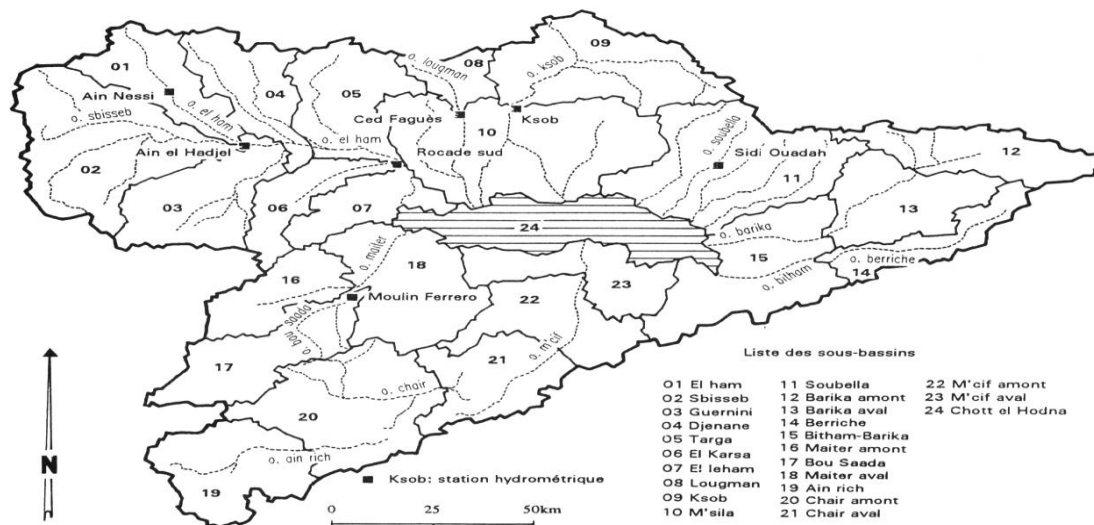


Figure II-2 : réseau hydrographique du bassin d'El Hodna

II.5. Nature Climatologique

Au niveau urbain généralement et l'environnement urbain plus particulièrement, le facteur climatique est un facteur très important qui influence de façon directe ou indirecte la circulation des polluants dans l'atmosphère, ainsi que sur la détermination que sur le confort des habitants.

Le tableau ci-dessous donne les caractéristiques géographiques de la station météorologique de M'sila.

Tableau II-1: Caractéristique de la station météorologique de M'sila.

Caractéristique de la station de :	Longitude	Latitude	Altitude (m)
M'sila	04° 30'N	35° 40 N	441

II.5.1. Les Précipitations :

Les Précipitations constituent un facteur écologique d'une importance fondamentale dans le calcul et l'évaluation de la performance de n'importe quelle station de traitement des eaux usées. Le tableau suivant représente la Précipitation mensuelles moyennes en (mm) à la ville de M'sila.

Tableau II-2 : Précipitation mensuelles moyennes en (mm) à la ville de M'sila

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	JT	A	Annuel
P (mm)	27,3	21,2	18,6	18,9	17,4	12,9	15,4	21,6	24,0	9,9	3,8	7,6	198,4

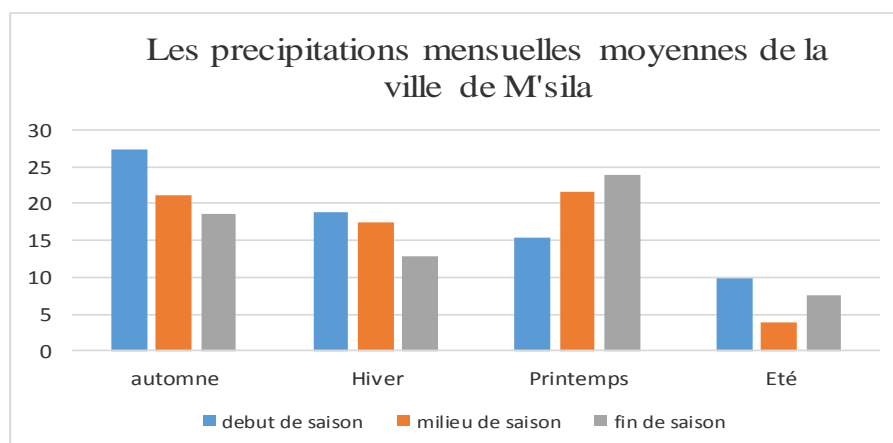


Figure II-3 : les précipitations mensuelles moyennes de la ville de M'sila

Le constat tiré de l'analyse de la figure n° II-6 montre que le régime saisonnier des précipitations dans la ville de M'sila est de type APHE (Automne, Printemps, Hiver, Eté), ceci signifie que l'automne est la saison la plus arrosée, alors que l'été est la saison la plus sèche.

II.5.2. La température :

La température représente un facteur incontournable ayant un grand impact sur le climat. Le tableau suivant indique la distribution mensuelle enregistrées à la station météorologique de M'sila.

Tableau II-3 : Températures moyennes mensuelles de la station de M'sila (1988-2021).

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	JT	A	Annuel
T° moy (°C)	25,7	20,3	13,6	9,2	8,3	9,7	13,7	16,8	22,4	28,2	31,9	31,4	19,3
T° max (°C)	38,4	32,5	25,1	19,6	19,0	21,6	27,1	30,7	36,3	41,1	43,6	42,5	31,4
T° min (°C)	13,7	8,2	1,3	-2,1	-1,6	-1,2	1,3	4,2	8,4	14,0	19,2	18,7	7,0

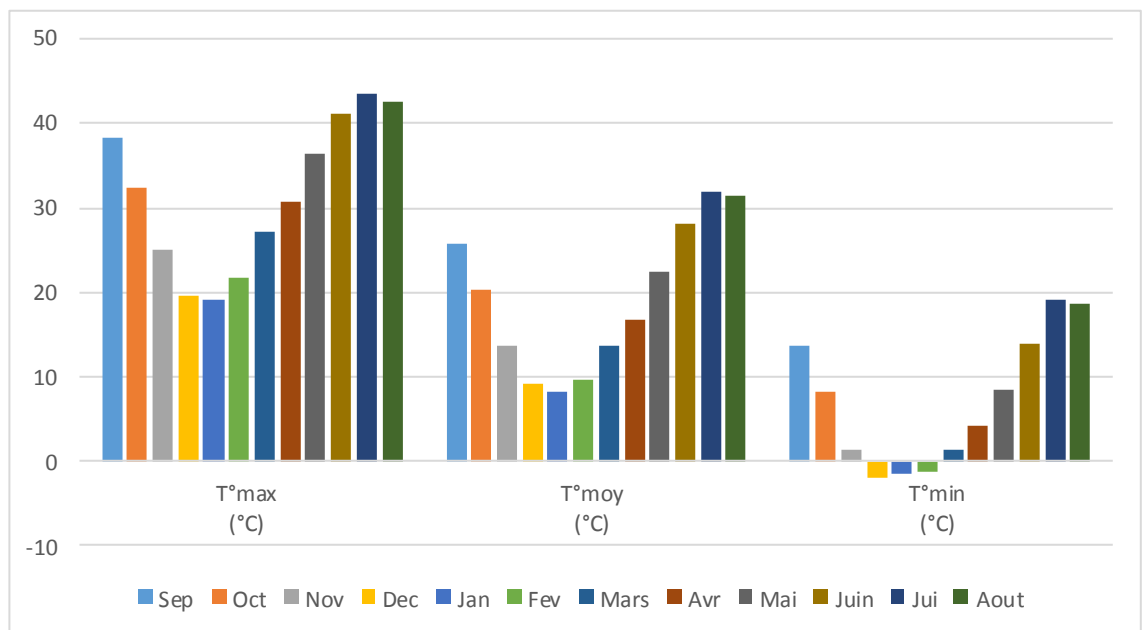


Figure II-4 : Les variations des températures mensuelles moyennes, minimales et maximales dans la région de M'sila (1988-2021)

D'après la figure n°II-4, l'histogramme des températures moyennes mensuelles montre que le mois de janvier est le mois le plus froid, avec une valeur de 8,3 C°, alors que le mois le plus chaud est le mois de juillet, avec un maximum moyen de 31,9C°.

L'histogramme des températures moyennes maximales montre que, la température maximale la plus élevée est enregistrée en juillet avec 43,6C°, et la température minimale moyenne la plus basse est enregistrée en janvier avec 19C°.

Pour les températures moyennes minimales, l'histogramme montre que les valeurs les plus élevées sont enregistrée au mois de juillet avec 19,2C°, tandis que les plus basses sont enregistrées en Décembre avec -2,1°C.

II.5.3. Indices d'aridité annuels de MARTONNE

L'indice d'aridité de MARTONNE noté I, permet de déterminer le degré d'aridité d'une région pour. Pour le calculer on utilise la formule :

$$I = \frac{P}{T + 10}$$

D'où :

P : désigne les précipitations totales annuelles.

T : la température moyenne annuelle.

I= 6,78. C'est un résultat inférieur à 10 donc c'est une zone aride.

II.5.4. Climagramme d'EMBERGER

Selon « Amandier (2013) », l'indice d'EMBERGER a été mis en point dans les années 60 pour caractériser les différents climats méditerranéens à partir des données météorologiques plus couramment relevées. Ce qui fait de cette méthode une deuxième variante de calcul et de détermination des types de zones.

Grâce au quotient pluviométrique d'EMBERGER (Q) spécifique au climat méditerranéen, de situer une zone d'étude dans un étage bioclimatique.

Ce quotient tient compte des précipitations et des températures, il est déterminé comme suit :

$$Q = 200 \frac{P}{M - m}$$

Q : Le quotient pluviométrique d'EMBERGER.

P : Pluviométrie moyenne annuelle en mm.

M : Moyenne maximale du mois le plus chaud.

m : Moyenne minimale du mois le plus froid

II.6. Situation géographique de la station d'épuration de la ville de M'sila

La station de traitement des eaux usées de M'sila, est située au sud de la ville chef-lieu entre la commune de M'sila et celle d'ouled Madhi à environ 09 Km. Cette station occupe 4.16 ha de superficie. Elle est délimitée par oued el Djayeh au Nord, oued l'Ksob à l'Est, les terres d'el Hchem au Sud et la route nationale N° 45 à l'Ouest.⁹

Les autorités étaient motivées pour ce site vu sa présence dans l'alignement et la direction du penchant de la pente guidant l'écoulement d'eau, en plus de la disponibilité du terrain, et la présence des surfaces à irriguer, et en fin son éloignement des habitations et de ses habitants.



Figure II-5 : Situation géographique de la STEP de M'sila



Figure II-6 : Maquette de la station de la ville de M'sila

II.7. Caractéristiques socio-économiques

II.7.1. Le Système d'assainissement

Le réseau d'assainissement de la ville de M'sila, étant du type unitaire, recouvrant pratiquement la totalité de la ville (Voir tableau ci-après).

Le tableau suivant représente les informations du réseau d'assainissement de la ville de M'sila. Ces données nous ont été fournies par les services (D.H.W) (2021).

Tableau II-4 : Le réseau d'assainissement de la ville M'silla (D.H.W. 2021).

Population (2021)	230 000hab avec un taux d'accroissement de 2,8%
Taux de raccordement	> 82%
Longueur total	300 Km
Nombre de Collecteurs principaux	03 collecteurs
Le nombre de rejets	5 rejets
Le volume des eaux usées rejetées	49,600m ³ /J
Le volume épuré	34,720m ³ /J

II.7.2. Données concernant la station de traitement :

La station d'épuration a été dimensionnée sur les bases suivantes

Création : avril 2013

Type de réseau : Unitaire ;

Procédé d'épuration : Boue activé à faible charge

Sources des eaux brutes : industrielles et domestiques ;

Equivalent habitants actuel et a l'horizon : 200,000 à 300 000 E.H

Débit moyen journalier (Entrée STEP) : 14000 m³/j ;

Débit moyen journalier (Sortie STEP) : 13200 m³/j ;

Débit moyen horaire : 600 m³/h

DBO₅ : 10800 kg /j

MES : 12000 kg/j

pH : entre 6.5 et 8.5

II.7.3. Le tissu industriel

Le tableau ci-dessous montre les différentes installations industrielles dont leurs rejets rejoignent la station d'épuration.

Tableau II-5 : Liste des installations industrielles de la commune de M'sila (D.H.W, 2021).

N°	Nom de l'industrie	Activité principal	Milieu récepteur
01	ALGAL+ZONE INDUSTRIELLE	Transformation de l'Aluminium	Réseau d'Assainissement de la ZI après le traitement au sein de la Station d'épuration existante
02	SARL HODNA LAIT	Production des Produits laitiers	Réseau Assainissement de la ZI après le traitement
03	SONELGAZ CENTRATE THERMIQUE DRAA EL-HADJA	Production d'électricité	Rejet domestique vers l'Oued
04	NAFTAL SPA ZONE INDUSTRIELLE	Distribution des produits pétroliers	Réseau d'Assainissement de la ZI
05	NAFTAL ZEA	Enfutage du gaz	Réseau d'Assainissement de la ZEA
06	Station de Pompage du pétrole	Transport par canalisation du pétrole	Rejet vers l'Oued Après le traitement
07	O.N.A.B ZONE INDUSTRIELLE	Fabrication aliment du bétail	Réseau assainissement de la ZI
08	ERIOD M'SILA	Trituration blé dur et tendre	Réseau assainissement de la ville

II.8. Principe de fonctionnement de STEP de M'sila

Le traitement des eaux usées dans la station de la ville de M'sila se fait par la technique de « Boues activées » qui est une méthode classique. Le procédé à boues activées est actuellement le procédé le plus valable d'épuration biologique des eaux résiduaires. Parmi ses grands avantages nous citons:

- La Sécurité en ce qui concerne le degré d'épuration des eaux traitées, du fait que les facteurs d'influence les plus importants, par exemple apport d'eau résiduaire, et de masse bactérienne (boue activée), sont contrôlables,
- Une plus grande efficacité qu'avec les lits bactériens, du fait que ce procédé est beaucoup moins dépendant de la température,
- Une phase de démarrage plus courte (moins de deux semaines) par rapport aux lits bactériens (4 à 6 semaines),
- Absence totale d'odeurs et de mouches.

Ce procédé permet de traiter les eaux résiduaires de 100 000 à 200 000 équivalents habitant. Cette opération se fait dans des bassins à sections rectangulaires. Leur taille est variable. Toutefois on peut dire que leur longueur reste inférieure à 150 m. La profondeur varie de 2,5 m à 5 m. Les rotors qui assurent l'aération du bassin mesurent entre 3 et 9 m et sont situés à 1 m sous la surface. Dans son fonctionnement, ce type de traitement est constitué des étapes de base suivantes :

- Un réacteur dans lequel les micro-organismes responsables de l'épuration sont maintenus en suspension et aérés.
- Une séparation solide-liquide réalisée par un décanteur secondaire (ou clarificateur) une membrane. Dans un procédé de type RBS, cette séparation se fait dans le réacteur principal.
- Un dispositif de recirculation des boues vers le réacteur.

Dans la plupart des cas, le procédé des boues activées est utilisé en association avec des procédés physiques ou chimiques, mis en œuvre pour le prétraitement et le traitement primaire de l'eau usée, et souvent pour un post-traitement comprenant désinfection et éventuellement filtration. On peut résumer ce procédé dans ce qui suit :

Dans le traitement biologique des effluents, on fait généralement appel aux processus aérobies par lesquels les bactéries provoquent une oxydation directe des matières organiques des eaux usées à partir de l'oxygène dissous dans l'eau. La dégradation est un phénomène complexe générateur de l'énergie nécessaire à la vie des micro-organismes et ses manifestations, reproduction, croissance, déplacements, etc. De nombreux micro-organismes permettent la dégradation des matières organiques ainsi que leur stabilisation. Une station de traitement par boues activées comprend dans tous les cas :

- Un bassin dit d'aération dans lequel l'eau à épurer est mis en contact avec la masse bactérienne épuratrice,
- Un clarificateur dans lequel s'effectue la séparation des boues et de l'eau claire par gravitation,
- Un dispositif de recirculation assurant le retour vers le bassin d'aération des boues biologiques récupérées dans le clarificateur. Cela permet de maintenir dans ce bassin la quantité (ou concentration) des micro-organismes nécessaires pour assurer le niveau d'épuration recherché, un dispositif d'extraction et d'évacuation des boues en excès, c'est-à-dire du surplus de culture bactérienne synthétisée en permanence à partir du substrat,

- Un dispositif de fourniture d'oxygène à la masse bactérienne présente dans le bassin d'aération,
- Un dispositif de brassage de ce même bassin, afin d'assurer au mieux le contact entre les cellules bactériennes et la nourriture, d'éviter les dépôts, de favoriser la diffusion de l'oxygène partout où il en est besoin.

II.8.1. Description des ouvrages de traitement de la filière Eaux

Comme toute station de traitement des eaux usées, la STEP de la ville de M'sila étant une station qui fonctionne sur la base d'un procédé à boue activé, on y utilise une aération prolongée à l'aide d'aérateur de surface à vitesse lente. L'eau entrante à la station passe en premier lieu par le déversoir d'orage installé à l'amont de la STEP pour déverser le surplus de débit admissible dans le by-pass général de la STEP.

II.8.2. Les différentes phases de traitement à la STEP de la ville de M'sila

Les multiples utilisations de l'eau sont sources de pollution, car produire, consommer, vivre son quotidien... fait le bon cours de la vie. Mais, malheureusement ce cycle avec tout le bonheur qu'il nous apporte, ne peut se détacher de ses inconvénients et nuisances.

L'eau est source de vie, mais une fois utilisée elle se transforme en un fardeau qu'il faut gérer et exploiter au maximum. Pour cela et en vue d'assainir, les eaux usées domestiques, une partie des eaux de pluie ainsi que certaines eaux résiduaires industrielles sont récupérées par un réseau d'égouttage qui les amène, via des collecteurs d'assainissement, dans des stations d'épuration. Cette dernière qui jouera le rôle d'une usine productrice à partir de ces déchets, d'une eau prête à être réutilisée en plus d'une boue le moins qu'on peut dire, que c'est une boue utile à la valorisation et l'utilisation agricole.



Figure II-7 : Le processus de fonctionnement d'une-station-d'épuration

La ville de M'sila étant classée région aride, Les eaux usées domestiques, les eaux de pluie ainsi que certaines eaux résiduaires industrielles de cette ville sont récupérées par un réseau d'égouttage unitaire qui les amène via un collecteur d'assainissement dans la station d'épuration exploitées par l'ONA.

Les eaux usées en provenance via ce collecteur traversent le "déversoir d'orage" qui permet, par temps de pluie, de sélectionner le débit qui pourra être dirigé vers la station d'épuration ; en cas d'averses importantes ou le cas d'inondations l'excédent constitue la "surverse temps de pluie" qui est dirigé, sous forme diluée, vers le cours d'eau récepteur.

II.8.2.1. Prétraitement

Les eaux usées subissent tout d'abord un prétraitement mécanique et physique.

A. Le dégrillage

Les eaux usées passent à travers des grilles (dégrilleurs) retenant les matières solides grossières (branches, feuilles, plastiques divers, canettes, etc.).

Les eaux usées destinées à la STEP sont recueillies dans un réservoir souterrain qui se termine par un canal aboutissant dans cinq dégrilleurs grossières qui ont pour but l'élimination des matières volumineuses (papier, plastique, fibre, textile...), afin d'éviter un colmatage et pour protéger les équipements de traitement le dégrillage grossière est constitué des dégrilleurs à grille droite, avec les données suivantes :

Tableau II-6 : dimensions du dégrilleur grossier

Nombre des dégrilleurs : dont un manuel	4
Largeur	1250 mm
Hauteur	2000 mm
Surface non colmatée	70%
Espace libre entre les barreaux	50mm



Figure II-8 : Dégrilleur grossier de la STEP de M'sila

Tableau II-7 : dimensions du dégrilleur fin

Nombre des dégrilleurs	4
Largeur	500 mm
longueur	700 mm
Espace libre entre les barreaux	10mm



Figure II-9 : Dégrilleur fin de la STEP M'sila.

Dans le cas où certains déchets ne parviennent pas à passer, Les refus des grilles tombent sur un transporteur à bande, installé perpendiculairement aux grilles, puis ils sont évacués vers un conteneur placé à côté des dégrilleurs ou ils sont stockés pour être ensuite dirigé à l'incinération. Le bon fonctionnement des dégrilleurs dépend du débit des eaux usées entrantes.

B. Le dessablage et le déshuilage

Dans un premier bassin, les eaux sont débarrassées de leur contenu en graisses et huiles (récupérées en surface) et de leurs sables, schistes et argiles qui sédimentent dans le fond de l'ouvrage.



Figure II-10: Dessableur-dégraisseur rectangulaire

Il est à noter que les déshuileurs ont les dimensions suivantes :

- Longueur : 40 m
- Largeur : 2.40 m
- Profondeur de l'eau : 2.50 m
- Volume de chaque déshuileur : 120 m³
- Volume totale des déshuileurs : 240m³.

II.8.2.2. Traitement Secondaire :

Le traitement secondaire est composé de deux phases principales :

- 1) Traitement biologique.
- 2) Décantation secondaire.

II.8.2.3. Traitement biologique

Le traitement biologique est utilisé pour détruire les composés organiques contenus dans l'eau. On distingue 2 types de traitements :

- Traitement aérobie
- Traitement anaérobie

La dégradation biologique à effectuer est caractérisée par le souhait de réduction de la demande biologique en Oxygène (DBO).

Dans les systèmes aérobie, l'eau est aérée avec de l'air comprimé (dans certain cas avec de l'oxygène).

Les systèmes anaérobies fonctionnent en l'absence d'oxygène.

On associe généralement à un réacteur...

Tableau II-8 les actions du réacteur biologique

<u>Aérobic</u>	<u>anaérobic</u>
Une aération	digestion
Une décantation	une méthanisation
Une clarification.	Un stockage et une utilisation des gaz
Une nitrification	

Ce traitement se base sur le mécanisme naturel d'autoépuration de la rivière. « Ces traitements sont biologiques et permettent d'éliminer les polluants dissous. Pour cela on utilise des populations de micro-organismes capables de les consommer. Dans les cas étudiés, le principe général est de favoriser la croissance de communautés de bactéries aérobies, c'est-à-dire qui prélève l'O₂ pour leur métabolisme. »

Au niveau du traitement secondaire, l'effluent contient toujours de la matière organique, dissoute et en suspension, qui n'a pas été retenue dans les précédentes étapes. Cette matière va être dégradée par le micro-organisme. L'efficacité du traitement dépend du temps de séjour et de la vitesse ascensionnelle (qui s'oppose à la décantation).

Le procédé utilisé est de type boues activées à faible charges fonctionnant en aération prolongée. Ce type de traitement biologique consiste en un réacteur biologique anaérobique où l'on provoque le développement de culture bactérienne dispersée sous forme de floes appelé biofloes. Ces dernières provoquent une oxydation directe de la matière organique des eaux usées à partir de l'oxygène dissous dans l'eau. Le mélange (eaux usée-biofloes) est appelé liqueur mixte. Cette matière représente la source d'alimentation du réacteur en eau polluée. Cette dernière est maintenue dans un régime turbulent par l'aération « L'élimination de l'azote se fait par nitrification dénitrification la nitrification se produit dans des bassins aérobic alors que la dénitrification se fait dans les bassins anoxiques.

Le traitement se fait dans deux filières de bassins biologiques. Chaque filière comportant :

- Un bassin anoxique
- Un bassin anaérobique (sans O_2)



Figure II-11 : bassin anoxique

A. Bassin biologique

Les eaux dessablées et déshuilées arrivent à une chambre de répartition au répartiteur les boues recyclées sont aussi admises à l'entrée de cette chambre à ce niveau, l'eau à épurer est distribué également vers les deux bassins biologiques.

- Les bassins anoxiques (pauvre en O_2)

Les bassins anoxiques reçoivent un débit en provenance du répartiteur des bassins biologique et un début de recirculation de la liqueur mixte provenant des bassins anaérobique chaque ligne anoxique est équipé de quatre agitateurs de brassage et un poste de recirculation »



Figure II-12 : le bassin d'aération

B. Le réacteur biologique

Dans un bassin les eaux usées sont mises en contact avec des micro-organismes (boues activées) afin de broyer les pollutions biodégradables.

II.8.2.4. Les décanteurs secondaires

Ces décanteurs, souvent appelés clarificateurs, sont utilisés dans les installations à boues activées pour séparer l'eau traitée de la biomasse, décanter les boues et les épaissir suffisamment afin que leur recirculation en tête des bassins y maintienne la concentration en biomasse à la valeur désirée. Il faut porter une importance toute particulière au mode de reprise des boues : les volumes à reprendre sont importants et la nature biologique des boues impose une bonne maîtrise de leur temps de séjour sur le radier, afin d'éviter des évolutions indésirables en l'absence prolongée d'aération.

II.8.2.5. Le clarificateur

Le mélange est dirigé vers un second bassin où s'effectue, par décantation, la séparation entre les boues biologiques et les eaux épurées. Les eaux épurées sont ensuite rejetées dans le cours d'eau récepteur. Les boues biologiques récupérées au fond du clarificateur sont principalement réinjectées dans le bassin biologique pour assurer la continuité du traitement. Les boues excédentaires produites sont récupérées et valorisées.



Figure II-13 : Clarificateur de la STEP de la ville de M'sila

II.8.2.6. Le traitement tertiaire

II.8.2.6.1. La désinfection par chloration

L'eau épurée provenant des décanteurs secondaires est acheminée dans un bassin contact rectangulaire en béton de type chicanes, permettant d'assurer un bon mélange de la solution hypochlorite de sodium avec l'eau épurée.

La mesure du résiduel s'effectue avec un ensemble de sonde et transmetteur délivrant un signal. Ce dernier, sert à asservir l'injection du chlore et à afficher localement, et au niveau du tableau de commande, la valeur instantanée du chlore résiduel. Les eaux épurées sont introduites, après une désinfection par l'injection de la solution hypochlorite de sodium, dans le bassin de contact.



Figure II-14 : Bassin de chloration

II.8.2.7. Valorisation des boues

Les boues en excès sont déshydratées et suivent alors l'une des deux filières existantes : la valorisation des boues en agriculture ou la valorisation thermique.



Figure II-15 : Les boues en excès déshydratées

II.8.2.8. Contrôles

Dans la succession des étapes du procédé d'épuration, on ne manque pas de contrôler et d'analyser les eaux et les boues selon les 42 indicateurs de la méthode IDEA, et d'élaborer une typologie des méthodes de traitement en fonction de leur niveau de durabilité en vue de s'assurer de leur conformité vis-à-vis des normes environnementales européennes.

Conclusion

Dans ce chapitre après avoir donné un aperçu général de la wilaya de M'sila ; notamment la situation géographique et géologique, Aussi climatologique, Hydrographique. Nous avons pu enregistrer que, les eaux usées de la wilaya de M'sila sont traitées au niveau de la station d'épuration situé au sud du chef-lieu de la ville de M'sila.

Procéder au diagnostic de n'importe quel cas, nécessite une très bonne connaissance de ce dernier, la chose qui fait appel à la collecte d'un maximum de données. Dans ce chapitre nous avons essayé de décrire le système d'épuration pratiqué dans le traitement des eaux usées, à savoir les prétraitements (le dégrillage, le dessablage,...), le traitement secondaire (biologique, décantation,...) et le traitement tertiaire (valorisation des boues,...).

Dans un autre volet, nous avons apporté la description de quelques parties du système de traitement ainsi que les sources des eaux usées, équivalent habitants, Débit moyen journalier à l'entrée ainsi qu'à la sortie de la STEP, Débit moyen horaire, DBO₅, MES, qui nous ont été fourni par le staff technique de la STEP. Toutes ces données nous serons d'une très grande utilité dans le chapitre qui suit.

Chapitre III

Les modes opératoires

III.1. Introduction

Dans l'intérêt d'une vue générale donnant sur le chapitre des « **résultats et de la discussion** » nous avons estimé qu'un exposé précédant ce dernier, décrivant les principales méthodes de dosage, et la succession des opérations qui permettent de déterminer les caractéristiques physico-chimiques des eaux usées... serai d'une grande nécessité, afin de parvenir à une meilleure explication et a de plus précis résultats dans l'interprétation des résultats d'analyses collectées durant une série d'années à la station d'épuration de la ville de M'sila.

III.2. Prélèvement des échantillons

Pour toute analyse, la prise d'échantillons est indispensable. La méthode adoptée en général s'appuie sur la diversité des échantillons et de leurs lieux de prélèvement.

Pour cela la prise des échantillons se fait à plusieurs points...à l'entrée de la station d'épuration (après Dessableur), et à la sortie de la station (bassin de chloration).

Avec une perche spéciale à main, on procède aux prélèvements d'échantillons sur place. Puis on fait remplir dans un préleveur qui assure pendant une durée de 24 heures, un mélange représentatif de la journée pour l'entrée (eau brute) et la sortie (eau épurée) de la station.

Delà on peut faire la distinction entre deux types d'échantillon vu la manière de prélèvement.

1/ Echantillonnage automatique

2/ Echantillonnage manuel

III.3. Méthodes de dosage des paramètres physico-chimiques

Les analyses physico-chimiques se font en majorité au sein du laboratoire de la station usant de réactifs dans certaines analyses telles que la DCO et DBO₅. Il est à noter que bon nombre d'analyses sont inaccessibles ou absentes faute d'indisponibilité des réactifs depuis 2017 pour la DCO tout spécialement , pour ce nous nous sommes servies d'analyses précédemment opérées durant les années 2015 ,2016 afin de pouvoir compléter notre diagnostic de la station et ce choix est justifié par l'infime mutation de la ville sur le plan démographique et industriel, donc les effluents ont toujours les mêmes caractéristiques qui peuvent obéir à une estimation approximative. On a obtenu les résultats des analyses du :

pH (potentiel hydrogène),

T(Température),

DBO₅ (demande biochimique en oxygène),

Nitrates (NO_3^-),

O_2 (oxygène dissous),

CE (Conductivité électrique).

III.3.1. Paramètres physiques

a. Le pH

Le pH est en relation avec la concentration des ions hydrogène $[\text{H}^+]$ présents dans l'eau. La valeur du pH est lue directement sur l'écran de l'appareil de pH mètre de type **pH 510 Tetracon**, après calibrage de l'appareil avec trois solutions tampons de pH (pH= 4, 7 et 9).

b. La Température

La valeur de la température est lue directement sur l'écran du pH-mètre **pH 510** qui permet, en même temps, la mesure de la température de l'eau (multi-paramètres).

c. La Conductivité (CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$))

La conductivité électrique d'une eau augmente avec la teneur en sels électrolytables dissous, la valeur de la CE est lue directement sur l'écran du **conductimètre Terminal 740**.

d. La Salinité :

Pour la mesure de la salinité, nous avons suivi la méthode électrochimique de résistance à l'aide du conductimètre.

III.3.2. Paramètres Chimiques

a. La Matière en suspension (MES)

Matériel nécessaire :

1. Filtration sous vide composé d'une pompe et 3 dispositifs de filtrations et une fiole de 1 litre.
2. Une balance analytique.
3. Une étuve à 105°C .
4. Eprouvette de 100 ml.
5. Filtration sous vide (papier filtres).
6. Capsules.
7. Pince.

Méthode d'analyse de la Concentration de la matière en suspension :

1. Rincer un papier filtre vide avec l'eau distillée le poser dans une capsule à l'étuve de 105°C.
2. Après séchage sortir la capsule contenant le filtre de l'étuve et le mettre dans un dessiccateur.
3. On vérifie que la bille de la balance est au milieu.
4. On Pèse la capsule contenant le filtre et on note tare vide g.
5. On met le papier filtre vide dans dispositif du filtre sous vide.
6. Passer un volume V de l'échantillon à analyser à travers ce filtre ; V=.....ml pour l'eau épurée, V=..... ml pour l'eau brute.
7. Placer le filtre dans sa capsule à l'aide d'une pince, mettre la capsule à l'étuve à 105°C pendant 2 heures, après fait sortir la capsule de l'étuve et la mettre dans un dessiccateur.
8. On Pèse la capsule contenant le filtre et on note tare séché g.
9. On calcule le MES par l'équation suivante :

$$C(\text{mg/l}) = \frac{(M \text{ plat} + \text{éch} (\text{mg}) - M \text{ plat} (\text{mg})) * 10000}{V(\text{ml})}$$

M Plat+éch = masse du plat d'aluminium contenant le filtre et les matières après séchage à 105 °C.

M Plat = masse du plat d'aluminium contenant le filtre après conditionnement et avant la filtration

V = volume d'échantillon prélevé.

b. Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

Pour estimer la quantité d'oxygène et la qualité de l'eau traitée dans le bassin d'aération on doit déterminer en amont l'oxydation biologique de l'eau brute.

La présence d'une pastille de soude dans l'éprouvette est fortement recommander afin de pouvoir se débarrasser du CO₂ produit pendant les réactions d'oxydation des matières organiques par les bactéries.

La mesure de la DBO₅ dépendra de l'activité des micro-organismes présents dans l'eau à analyser.

Matériel utilisé :

- 1- Incubateur à une température de 20°C.
- 2- Un agitateur magnétique par bouteille.
- 3- Bouteille pour DBO₅.
- 4- Oxitop.
- 5- Pastilles d'hydroxyde de potassium.
- 6- Fioles jaugées, cylindres gradués.
- 7-Cupule.
- 8- Pince.
- 9- Extracteur magnétique.

Mode opératoire :

- On nettoie la bouteille et le barreau magnétique avec la solution à analyser, tout en les rinçant.
- On introduit ce volume dans la bouteille.
- On introduit deux pastilles de KOH à l'intérieur et on ferme avec la cupule.
- On ferme hermétiquement la bouteille avec l'Oxitop.
- On Appuie au même temps sur les deux boutons (M et S) de l'Oxitop jusqu'à apparition des deux zéro.
- On introduit la bouteille dans un incubateur DBO₅ à 20°C.
- On vérifie les résultats chaque jour pendant une période de 5jours en appuyant sur le bouton S. La valeur finale sera obtenue dans le 5ème jour (la valeur lue).
- On multiplie la valeur du 5ème jour par le facteur X pour obtenir la valeur final de la DBO₅.

c. Demande chimique en oxygène (DCO)

La mesure de la demande chimique en oxygène (DCO) des eaux épurées témoigne du bon fonctionnement des bassins biologiques, et nous permet d'estimer la DBO (demande biologique en oxygène).

Principe :

Les substances oxydables réagissent avec le bichromate de potassium sulfurique, en présence de sulfate d'argent. Le chlorure est masqué avec du sulfate de mercure, la diminution de la coloration jaune du Cr⁶⁺est mesurée par photométrie.

Matériel utilisé :

- Spectrophotomètre
- Kits de réactif LCK 114 et LCK314
- 2 béchers
- Micropipette de 5ml
- Thermo réacteur 148°C

Mode opératoire :

1. Mélanger le contenu pour avoir une solution homogène.
2. Pipeter 2.0 ml d'échantillon avec précaution.
3. Fermer la cuve et nettoyer l'extérieur de celle-ci.
4. Mélanger.
5. Chauffer dans le thermo réacteur 2h à 148 ° C.
6. HT 15 mn.
7. Sortir la cuve chaude, retourner 2 fois avec précaution.
8. Laisser refroidir à température ambiante.
9. Bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer par Spectrophotomètre.

d. Oxygène dissous(O₂) :

Actuellement, la mesure électrochimique est la méthode reconnue par les différentes normes pour déterminer la concentration en oxygène des eaux (WTW, 2006), la teneur de l'eau en O₂ mesurée par l'Oxymètre Oxi 730.

Nitrates (NO₃⁻) :

Les nitrates sont mesurer à l'aide d'un Spectrophotomètre DR 4000 par la méthode de test en tubes N5/25 (WTW).

Il est à préciser, qu'il faut administrer un réactif adéquat à chaque test.

Conclusion

Dans ce sous chapitre nous sommes parvenus à décrire les différentes méthodes expérimentales déterminantes du dosage des paramètres physico-chimiques, au sein du laboratoire de la station de la ville de M'sila.

L'ensemble des données fourni par la station, indique qu'une évaluation de la qualité des eaux avant et après épuration est prise en charge par des paramètres assurant les deux volets que ce soit physiques ou chimique, tout en sachant que les paramètres chimiques sont évalués par des méthodes de dosage volumétrique et colorimétriques.

Dans le chapitre suivant et vu la présence de ce que nous venons de nous allons essayer de faire une évaluation de la qualité des eaux de la station d'épuration des eaux usées de la ville de M'sila avant et après traitement durant la période de notre stage.

Chapitre IV

Résultats et discussion

IV.1. Introduction

Dans le but de construire une vue générale, et de mettre en évidence le niveau de performance de la station de M'sila, nous allons faire le constat de la composition physico-chimique des eaux usées brutes et épurées.

Suite à des expériences sur place, se basant sur des réactifs, nous allons parvenir à interpréter ce constat en chiffres concernant les paramètres physico-chimiques tels que pH, température, conductivité, oxygène dissous, demande biologique en oxygène (DBO), demande chimique en oxygène (DCO) et Nitrates (NO₃-).

IV.2. Paramètre physique

IV.2.1. La Température (T°)

En effet La température est un paramètre clé dans les réactions chimiques, Biologiques.

A l'entrée de la station d'épuration de M'sila, les températures des eaux brutes en moyennes que nous avons mesuré durant notre période d'étude varient entre 17,95 à 28,8°C.

A la sortie de la station, les températures des eaux traitées en moyennes sont de 11.28 à 27.76°C.

Et vu que « Les variations de la température ont des effets importants car elles influencent le développement des colonies de micro-organismes (Liss et Allen. 1992). »

On peut dire que ces températures ne constituent aucun risque de pollution thermique pour le milieu récepteur durant le procédé d'épuration, au contraire on peut affirmer qu'elles sont en faveur d'une accélération des procédés biologiques de traitement des eaux usées et des boues, du point de vue ou elles contribuent à l'augmentation de la cinétique de dégradation des matières organiques. Le tableau suivant (IV-1) représente les valeurs du Températures moyennes mensuelles de la station de M'sila (2020).

Tableau IV-1: Températures moyennes mensuelles de la station de M'sila (2020).

MOIS	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	ju	a	moyenne annuelle
T° eau à l'entrée de la station	28,3	26,76	28	26,76	17,95	18,46	20,04	21,6	20,8	26,8	28,8	26,38	24,22
Nombre d'analyses	20	19	13	19	20	11	16	16	21	22	21	21	18,25
T° eau à la sortie de la station	27,11	25,57	26,12	25,57	11,28	14,92	18,37	20,23	19,9	25,9	27,76	25,53	22,355
nombre d'analyses	19	19	13	19	16	11	16	16	21	21	21	21	17,75

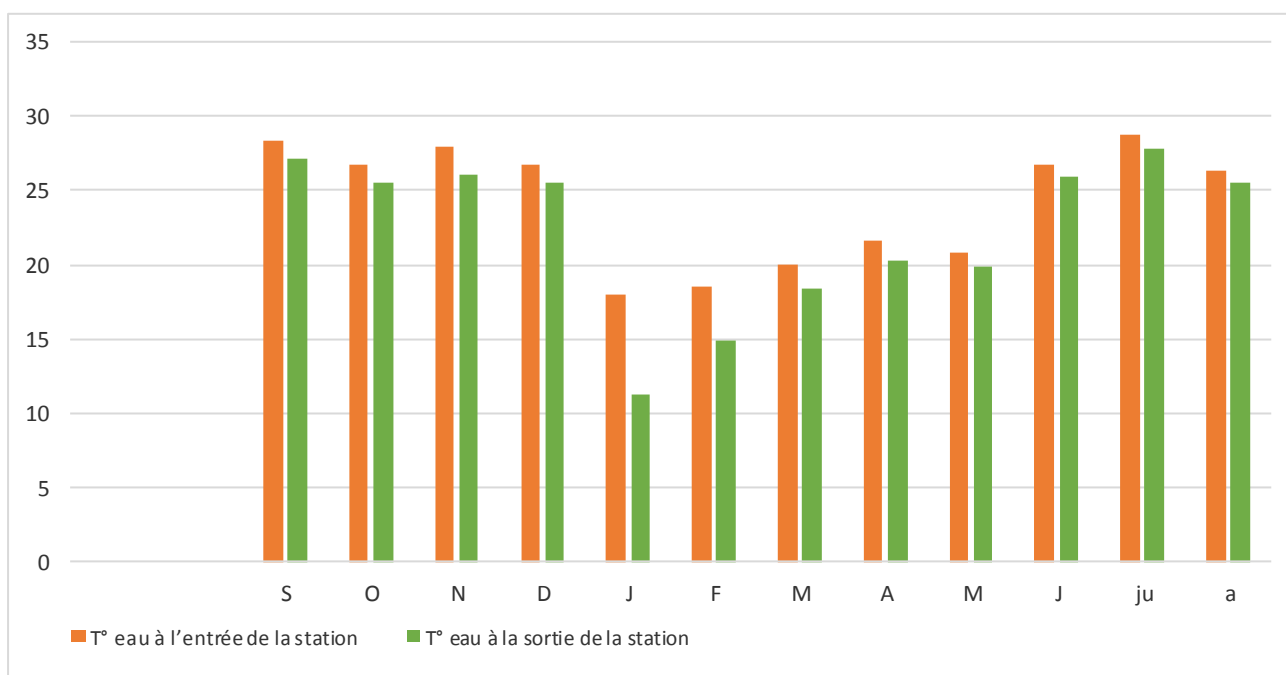


Figure IV-1: Les variations des températures mensuelles moyennes de l'eau à la STEP (2020).

IV.2.2. Le Potentiel d'Hydrogène (pH)

Le pH est un paramètre indispensable pour la vitalité de la masse bactérienne dans le bassin biologique et qui doit être proche de la neutralité (6.5, 8.5) pour la bonne dégradation des matières polluantes des eaux usées (ONA, 2006). Il varie suite à la nature des effluents basiques (cuisson, lavage de résine: NaOH, Na₂S) ou acide (bioxyde,

lavage de la résine: H₂SO₄) (Maiga, 2006). Les Valeurs moyenne du pH des eaux usées avant et après traitement (2019/2020) sont regroupées dans le tableau ci-dessous (IV-2).

Tableau IV-2: Les valeurs moyennes mensuelles du pH (2019/2020)

MOIS	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	ju	a	moyenne annuelle
ph eau à l'entrée de la station	8,15				8,11			8,16	7,92			7,8	8,028
Nombre d'analyses	19				18			22	21			21	
ph eau à la sortie de la station	8,14				8,1			8,03	8,1			7,4	7,954
ph analyse eau épurée	19				18			22	21			21	

Les valeurs moyennes du pH des eaux usées avant et après traitement (année 2018/2019) sont regroupées dans le tableau ci-dessous suivant (IV-3)

Tableau IV-3: Les valeurs moyennes mensuelles du pH (2018/2019)

MOIS	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	ju	a	Moyenne annuelle
pH eau à l'entrée de la station		8,06		7,72	8,35	7,66	7,5	7,9	7,88		7,98		7,88
Nombre d'analyses		4		18	17	11	17	11	13		22		
pH eau à la sortie de la station		8,52		7,74	7,91	7,91	7,85	8,23	8,09		8,3		8,06875
pH analyse eau épurée		4		18	17	10	17	11	10		22		

D'après les données collectées des services de l'ONA, les histogrammes de la figure (IV-3), montre qu'à l'entrée de la STEP de M'sila, le pH moyen est situé entre 7,8 à 8,16 et à la sortie de la sortie il est de 7,4 à 8,14. De même, il y'a une légère augmentation/ou réduction dans les eaux sortantes cela pourrait être dû à une réaction de nitrification qui dégage des ions H⁺.

D'une manière générale, nous pouvons dire que, ces pH restent compris entre 6.5 et 8.5, ce qui n'a pas d'incidence écologique forte sur les organismes aquatiques.

NB : certaines cases dans les tableaux (IV-2 et IV-3) sont vides à raison du manque de données par les services de l'ONA, et pour plus de clarification sur les valeurs

réelles du pH nous avons dressé deux tableaux des années de 2018 à 2020 à titre comparative avec les mois sans valeurs de pH.

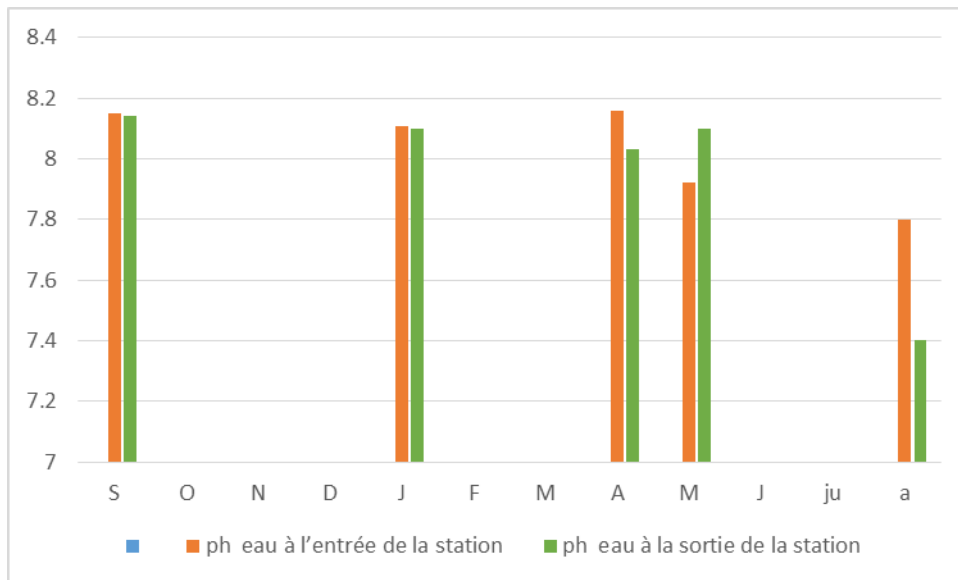


Figure IV-2 : Valeurs moyenne du pH des eaux usées avant et après traitement (année 2019/2020)

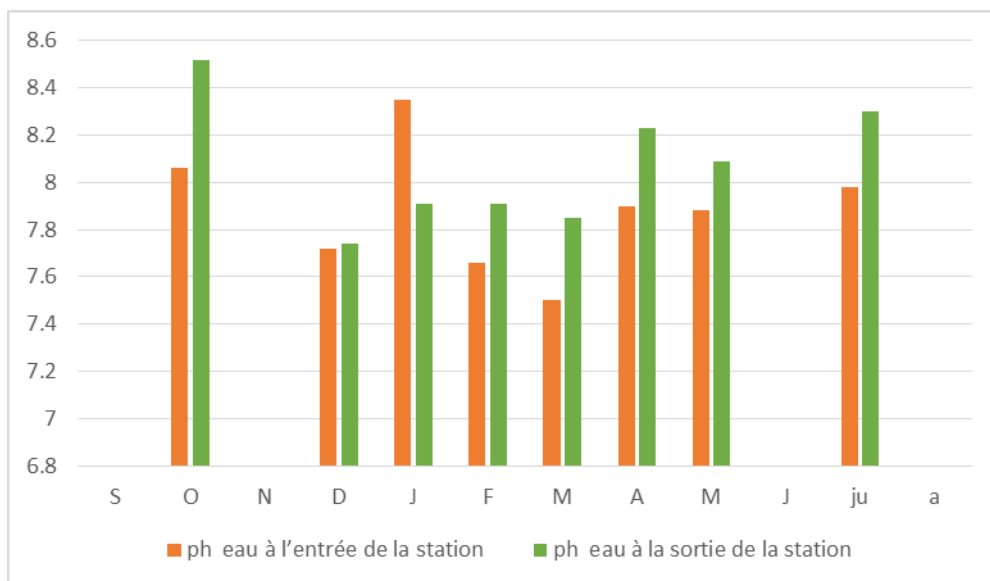


Figure IV-3: Valeurs moyenne du pH des eaux usées avant et après traitement (année 2018/2019)

IV.2.3. La Conductivité

La mesure de la conductivité permet d'évaluer la concentration des éléments minéraux dans les eaux. Durant notre période d'étude, les conductivités mesurées sont assez moyennes et acceptables pour une eau usée.

Il est important de signaler que nos résultats (figure IV-4) montrent à l'entrée de la station, les valeurs de la conductivité se situent entre 3,805 mS/cm à 3,373 mS/cm. À la sortie de la station il y'a une augmentation qui varie entre 1,04 et 1,09 %, où l'on constate que cette hausse est quasi constante qui frôle le seuil de 2% dans les premiers mois de l'année (la saison hivernale) ainsi qu'au mois de juillet.

Cette augmentation semble justifiée dans l'usage des réseaux unitaire, où les eaux de différentes origines (domestiques, industrielles, ruissellement) entraînent dans son passage des divers éléments minéraux et salines en plus des autres facteurs influents tels que le pH. Et selon (Abissy et Mandi, 1999), est probablement liée à des processus comme le lessivage des minéraux du sol, la minéralisation de la matière organique ou le phénomène d'évapotranspiration des algues.

Le tableau ci-dessous (IV-4) représente les variations moyennes mensuelles de la conductivité de l'eau brute et de l'eau traitée de la station de la ville de M'sila (2020)

Tableau IV-4 : Variations moyennes mensuelles de la conductivité de l'eau brute et de l'eau traitée de la station de la ville de M'sila pendant la période d'étude en (μ S/cm)

	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	O	N	D
Entrée STEP (Eau brute)	3430,00	3577,00	3757,00	3373,00	3373,00	3805,00	3432,00	3639,00	3707,00	3562,00	3562,00	3562,00
Nbr d'analyses / mois (Eau brute)	17,00	18,00	21	21	21	22	19,00	18	20	13,00	13,00	13,00
Sortie STEP * (Eau épurée)	3752,00	3925,00	3936,00	3645,00	3645,00	3916,00	3746,00	3883,00	3991,00	3725,00	3725,00	3725,00
Nbr d'analyses/ mois (Eau épurée)	17	18	21	21	21	21	19	18	20	13	13	13

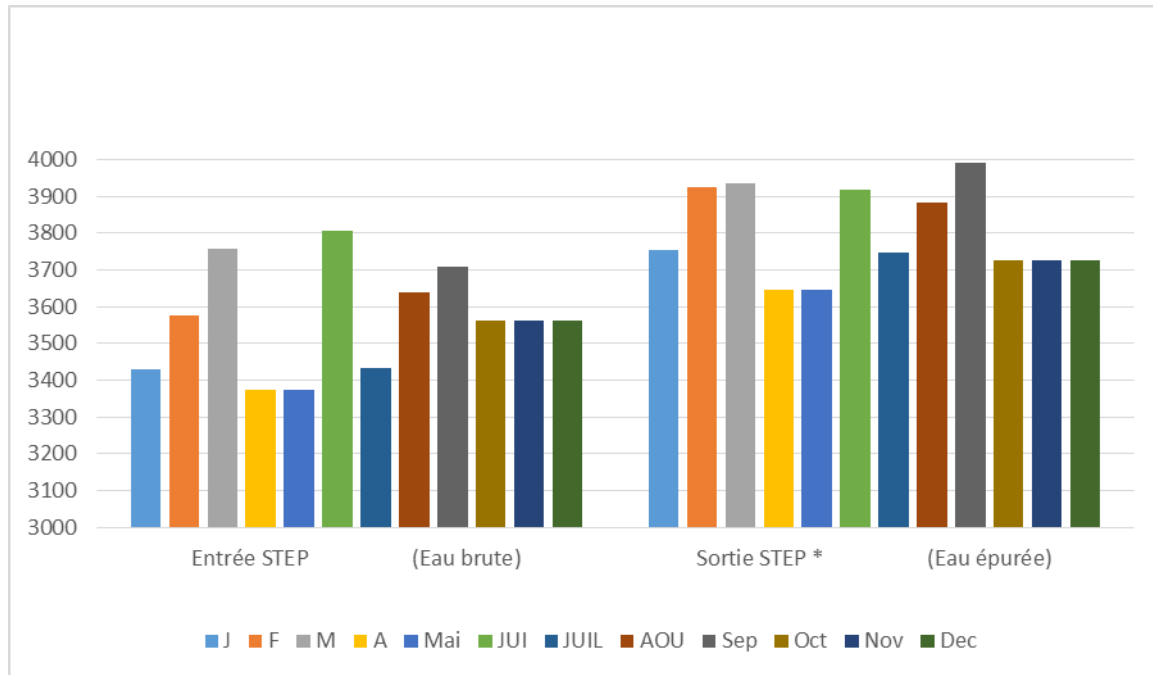


Figure IV-4 : Variations moyennes mensuelles de la conductivité de l'eau brute et de l'eau traitée de la station de M'sila

IV.3. Paramètres chimiques

IV.3.1. Oxygène dissous

La figure (IV-5) nous présente les variations des concentrations moyenne mensuelles de l'oxygène dissous à l'entrée et à la sortie de la station d'épuration de M'sila durant la période allant du mois de Janvier jusqu'au mois de décembre 2020.

Les fluctuations de la teneur en oxygène dissous de l'eau sont liées aux variations saisonnières de la température et la salinité de l'eau qui ont un impact direct sur le processus de solubilité de l'oxygène. Nous notons en effet, une augmentation des valeurs moyennes mensuelle des concentrations en oxygène des eaux traitées par rapport aux eaux brutes.

Cette augmentation peut être expliquée par la présence de l'aération artificielle, et par l'action photosynthétique des algues dans les bassins d'aération.

Notre résultat confirme les résultats obtenus par (Rassam et al ,2012), qui ont indiqué que la teneur de saturation en oxygène dépend fortement de la température. En effet, l'augmentation des teneurs d'oxygène dissous, à la sortie de la station revient probablement à la technique d'épuration elle-même, utilisant des aérateurs et permettant le développement des algues qui libèrent de l'oxygène par photosynthèse.

En plus, lorsqu'il existe moins de matières organiques à dégrader, les teneurs en oxygène dissous augmentent.

Les résultats des variations moyennes mensuelles de l'oxygène dissous 2020 sont enregistrées dans Le tableau ci-dessous (IV-5)

Tableau IV-5: Variations moyennes mensuelles de l'oxygène dissous (2020) en mg/L

	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	O	N	D
Entrée STEP (Eau brute)	0,53	0,13	0,04	0,42	0,03	0,03	0,05	0,03	0,04	0,05	0,05	0,05
Nbr d'analyses / mois (Eau brute)	17,00	18,00	21	21	19	22	17,00	18	20	13,00	13,00	13,00
Sortie STEP * (Eau épurée)	3,01	2,53	0,70	0,09	0,05	0,15	0,12	0,41	1,02	1,49	1,49	1,49
Nbr d'analyses / mois (Eau épurée)	17	18	21	21	19	19	19	18	20	13	13	13

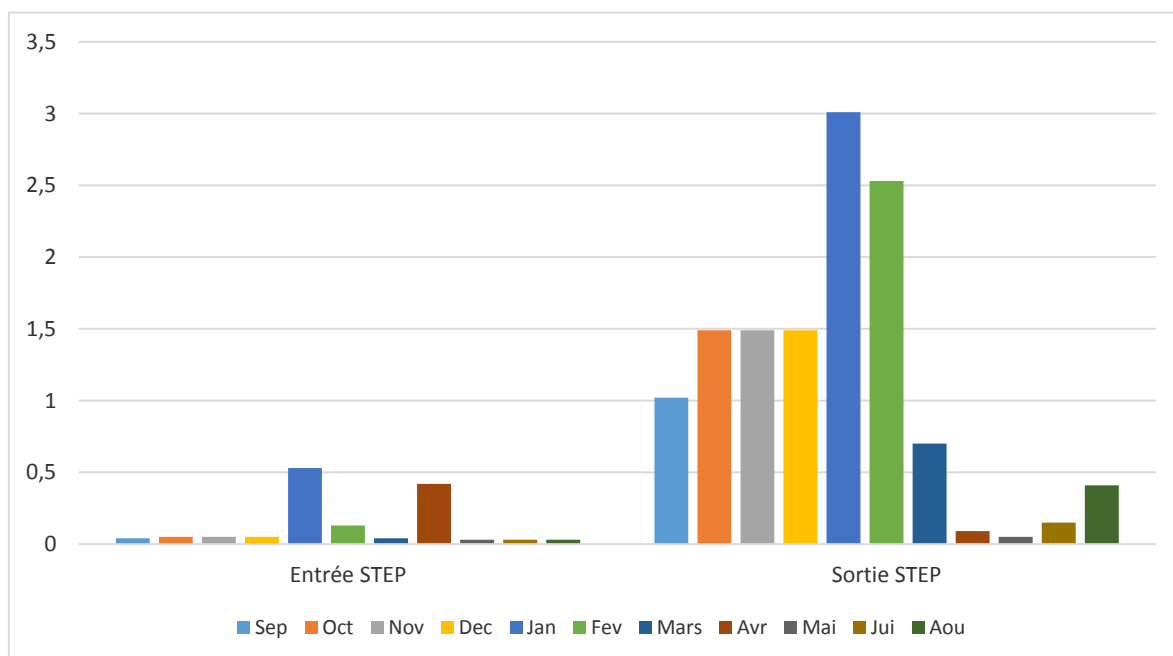


Figure IV-5: Variations moyennes mensuelles de l'oxygène dissous de l'eau brute et de l'eau traitée de la station de la ville de M'sila

IV.3.2. Demande chimique en oxygène(DCO)

La DCO permet d'apprécier la concentration en matières organiques ou minérales, dissoutes ou en suspension dans l'eau, au travers de la quantité d'oxygène nécessaire à leur oxydation chimique totale (Fathalla et al, 2014).

D'après (Koné, 2002), la DCO évolue en sens inverse avec l'oxygène dissous, ce qui traduit une probable utilisation de l'oxygène pour la dégradation de la matière carbonée.

A la lumière des résultats que nous avons obtenus sur les histogrammes de la figure (IV-6), les valeurs de concentration de la DCO des eaux brutes de la station d'épuration de M'sila varient entre un maximum de 389.3 mg/l et un minimum de 94.66 mg/l.

Après traitement, nous avons enregistré un rendement d'élimination qui varie entre 93,40 à 26,43%. Donc, nous remarquons qu'il y a un bon abattement de DCO.

Le tableau ci-dessous (IV-6) regroupe Les résultats de la variation de la teneur en DCO 2016 en (mg/l).

Tableau IV-6 : Les variations de la teneur en DCO (2016) (mg/l)

	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	O	N	D
Entrée STEP (Eau brute)	984,50	728,50	572,00	665,67	497,00	903,00	415,00			1020,00	942,00	862,33
Nbr d'analyses / mois (Eau brute)	2	2	3	3	3	3	3			1	2	3
Sortie STEP (Eau épurée)	65,00	130,50	165,67	249,33	273,00	389,33	305,33	228,00		228	125	94,66
Nbr d'analyses/ mois (Eau épurée)	2	2	3	3	3	3	3	3		1	1	3
Rendement Epuratoire(%)	93,40	82,09	71,04	62,54	45,07	56,88	26,43			77.65	86.73	89.02

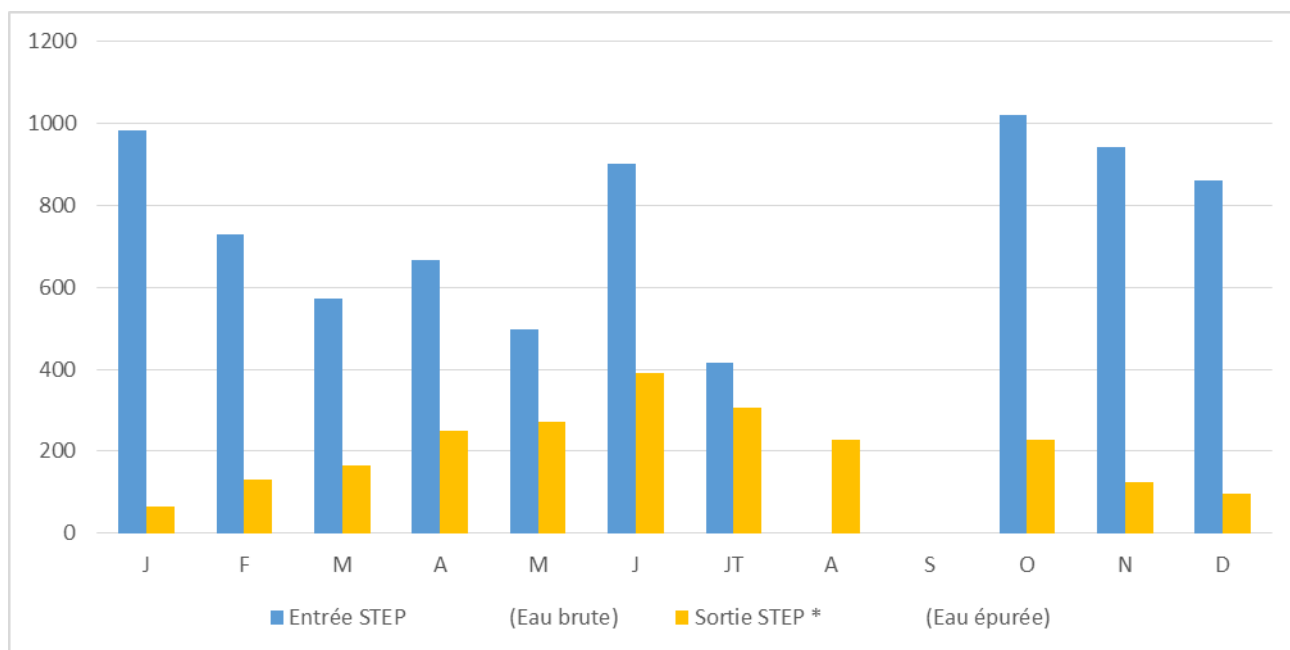


Figure IV-6 : Variations moyennes mensuelles de la demande chimique en oxygène (DCO) à l’entrée et à la sortie de la station

IV.3.3. Demande biologique en oxygène (DBO₅)

La DBO₅ est relative à la portion biodégradable des eaux usées, c’est à dire oxydable par des bactéries (Koné et al, 2012). La DBO₅ est une expression pour indiquer la quantité d’oxygène qui est utilisée pour la destruction de matières organiques décomposables par des processus biochimiques (Chaouki et al, 2014).

Les variations de la teneur en DBO₅ dans les eaux usées à l’entrée et à la sortie de la STEP de M’sila, durant l’année 2020, sont présentées sur les histogrammes de la figure (IV-7).

Le tableau ci-dessous (IV-7) regroupe Les résultats des variations de la teneur en DBO₅ dans les eaux usées à l’entrée et à la sortie de la STEP de M’sila (2020) en (mg/l).

Tableau IV-7 : Les variations de la teneur en DBO₅ dans les eaux usées à l’entrée et à la sortie de la STEP de M’sila (2020)

Les variations de la teneur en DBO ₅ 2020												
	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	O	N	D
Entrée STEP (Eau brute)	433,30	453,00	553,00	420,00	553,00	453,00	420,00	427,00	407,00	400,00	400,00	400,00
Nbr d'analyses/ mois (Eau brute)	3	3	3	2	3	3	3	3	3	1	1	1
Sortie STEP * (Eau épurée)	110,00	135,00	135,00	145,00	135,00	136,70	70,00	155,00	150,00	150,00	150,00	150,00
Nbr d'analyses/ mois (Eau épurée)	3	3	3	/	3	3	3	3	3	1	1	1

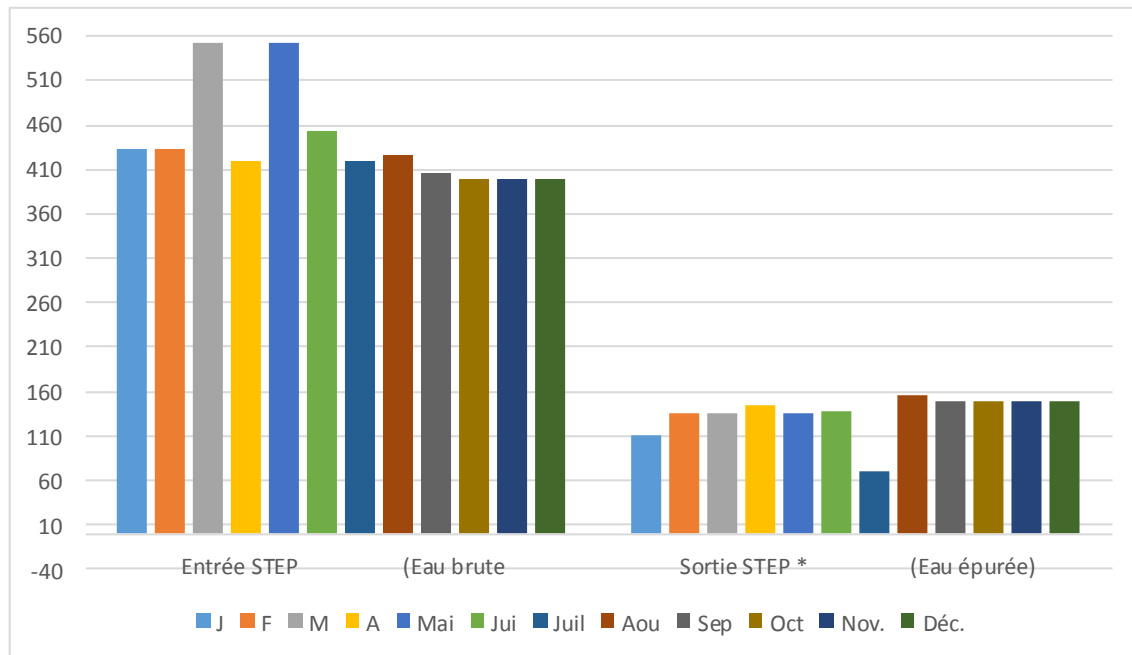


Figure IV-7 : Les variations de la teneur en DBO₅ dans les eaux usées à l’entrée et à la sortie de la STEP de M’sila

Au regard de notre résultats (figure IV-7) on remarque que les valeurs moyennes mensuelles de la DBO₅ des eaux brutes sont variables, elles oscillent entre 553 mg O₂/l et 400 mg de O₂/l avec une moyenne de 476,5 mg de O₂/l.

Après traitement les valeurs enregistrées de la DBO₅ sont largement inférieures à celle des eaux avant traitement. Cette diminution est située entre 70 mg O₂/l et 155 mg O₂/l donc elle réduite en moyenne de 71,64%. Donc, une grande quantité de la pollution organique biodégradable est éliminé par la station. Mais ces valeurs restent au dessus des normes, (30 mg/l), cette augmentation est due soit aux rejets (huileries, les rejets industriels qui sont raccordées au même réseau d’assainissement), soit à une mauvaise aération.

IV.3.4. Ratio DCO/DBO₅

Le rapport DCO/DBO₅ a une importance pour la définition de la chaine d’épuration d’un effluent (rapport DCO/DBO₅ inférieur à 3) (Onep et Gtz.1998 ; Fathalla et al. 2014).

En effet, une valeur faible du rapport DCO/DBO₅ implique la présence d’une grande proportion de matières biodégradables et permet d’envisager un traitement biologique.

Inversement, une valeur importante de ce rapport indique qu'une grande partie de la matière organique n'est pas biodégradable et, dans ce cas, il est préférable d'envisager un traitement physico-chimique.

Les résultats de ce rapport constituent une indication de l'importance des matières polluantes peu ou pas biodégradables. A l'entrée de la station d'épuration de M'sila, le rapport DCO/DBO₅ durant notre période d'étude varie entre 0.59 à 2.84 à la sortie de la station et dépasse exceptionnellement les 3 en un mois ou deux, mais le rapport DCO/DBO₅ en moyenne est largement inférieur au 3.

Si on se réfère aux travaux de (Fathalla et al, 2014), nous pouvons classer les eaux usées de la de M'sila à caractère mixte comme étant des eaux qui renferment des matières organiques et inorganiques et peu biodégradables, puisque le rapport DCO/DBO₅ de la sortie de la station est compris entre 0.96 à 2.84 Par ailleurs, le traitement biologique adapté pourrait être convenable.

Conclusion

D'après les données d'analyses effectuées au laboratoire de la station d'épuration de M'sila sur les eaux usées entrantes et sortantes. Nous pouvons conclure que :

- Pour l'ensemble des paramètres testés, les concentrations dans les eaux épurées sont conformes avec les normes des rejets des eaux usées après épuration à l'exception de la DBO₅ qui est nettement supérieure à la norme à raison du système unitaire où les eaux industrielles sont associées aux eaux domestiques.

- Le rendement d'épuration de la station de la ville de M'sila est globalement important.

Mais le peu d'analyses entreprises par le laboratoire de la station qui se résument qu'à la définition de la DBO₅, l'oxygène dissous et la conductivité s'avèrent insuffisantes pour témoigner de l'efficacité d'épuration et fournir une garantie absolue de la qualité des eaux et des boues produites après traitement.

Conclusion Générale

Une étude diagnostic a pour but de repérer toutes défaillances, ou dégradations matérielles ou productives, afin d'aiguiller les décideurs dans leurs interventions pour qu'elles soient précises et efficaces, dans notre cas d'étude , au-delà de l'importance énorme que l'on porte pour le fonctionnement des équipements de la station d'épuration de M'sila , on estime que plus est important l'analyse des produits (eau et boue) qui ont un impact direct sur l'environnement, et la priorité de tout (la santé de l'individu), sans cette dernière toute action ou traitements seraient vains et inutiles si l'on ne puisse attester de la qualité saine des eaux à la sortie de la station.

Pour l'entame de notre étude nous avons procédé à une collecte de données concernant toutes les analyses effectuées durant plusieurs années au sein du laboratoire de la station d'épuration pour avoir une vision plus large et juste sur les changements observés dans le résultat sur un grand intervalle de temps.

Des visites en continu étaient indispensables pour s'entretenir avec les équipes et employés de tous les départements afin de discuter les obstacles et problèmes qui vont à l'encontre du bon fonctionnement de la station et de la disponibilité des tous les outils de travail pour des conditions favorables dans l'accomplissement de toutes leurs tâches.

Au cours de l'étude nous nous sommes heurtés à beaucoup de difficultés, en particulier le manque de données pour certaines analyses et l'inexistence de transcription pour d'autres, où nous étions dans l'obligation de nous munir de résultats d'analyses opérées lors des saisons précédentes afin de pouvoir mener à terme ce diagnostic avec ce peu de données dont nous disposions .

En revanche, nous nous sommes servis de quelques analyses relativement importantes sur une grande plage de temps pour confirmer nos constats sur les rendements épuratoires de la station.

Comme constat final, la subvention partielle et partielle de notre station est à l'origine de tous ses problèmes, l'indisponibilité et le peu d'analyses opérées ne relèvent pas du facteur humain mais de l'absence des réactifs pour pouvoir les réaliser ; donc l'incapacité de fournir une certitude totale à travers des bilans d'analyses complets rompe la confiance des agriculteurs dans les eaux produites, et empêche la station de s'auto financer en commercialisant ses produits.

Pour conclure la station d'épuration M'sila remplit amplement son rôle dans le traitement des eaux usées mais l'on signale un manque énorme quant à l'approvisionnement en équipements

et produits nécessaires au laboratoire pour qu'elle puisse présenter des arguments plus convaincants pour ses clients et afin de regagner leur confiance et réaliser une autonomie financière.

En dépit de tous les efforts épuisés pour mener à terme ce diagnostic nous n'avons pas pu atteindre les résultats escomptés faute de moyens techniques et documentaires, et au-delà du diagnostic des caractéristiques techniques et économiques de cette station, des recherches futures sont de mise pour compléter ce travail notamment dans l'évaluation des performances environnementales depuis l'origine de ces eaux usées jusqu'aux rejets dans le milieu naturel ainsi que l'étude de l'ensemble de la filière de traitement des eaux, pour que les solutions et réformes apportées soient plus exactes en évaluant les impacts directs et indirects intervenants dans la qualité des eaux et de son usage.

Bibliographie

BENGOUGA, K. (2010). « *Contribution à l'étude du rôle de la végétation dans l'épuration des eaux usées dans les régions arides* ». Doctoral dissertation, Université Mohamed Khider Biskra.

BOUDAUD, A., & SELLAOUI, D. (2019). « Etudes des paramètres de fonctionnement de la station d'épuration de Msila ». Master dissertation, Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila.

CHAIB J., 2002 : « L'épuration des eaux usées par les plantes. Connaître pour agir », publication de l'Agence régionale de l'environnement de Haute-Normandie.

DORE ET MARTIN, 1982. « Action des oxydants sur les substrats. Point sur l'épuration et le traitement des effluents (eau, air) ». Volume 1, Technique et Documentation, Lavoisier, Paris: 67-101.

FARQUHAR, G.J. (1979). "Biological treatment of industrial wastes: review of principles, methods and applications".

FATHALLAH Z., ELKHARRIM K., FATHALLAH R., HBAIZ E M., HAMID C., AYYACH A., ELKHADMAOUI A., BELGHYTI D. (2014). « Etude physico-chimique des eaux usées de l'unité industrielle papetière (cdm) a Sidi Yahia el Gharb (Maroc) ». Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°20, Décembre 2014, pp. 57-69.

GROSCLAUDE G., (1999). « L'eau : usage et polluants ». Edition INRA, 210p.

LAPOINTE H., et LAROCQUE M. (1983). « Évolution du traitement des eaux usées » Journal Construction, le vendredi, 21 octobre.

MAIGA F., (2006). « Performances épuratoires d'une filière de trois étages de bassins de lagunage à microphytes sous climat sahélien : cas de la station de traitement des eaux usées de l'EIER. Sud ». Sciences & Technologies, 14, 1-9.

MOUMOUNI D. M. H. (2005). « *Caractéristiques physico-chimiques, bactériologiques et impact sur les eaux de surface et les eaux souterraines* » Doctoral dissertation, Thèse de doctorat, université de Bamako, pp. 135.

MATHIEU et PIELTAIN F., & Jeanroy E. (2003). « Analyse chimique des sols: Méthodes choisies ». Tec & doc.

MEINCK F., STOOFF H., et KOHLSCHUTTER H., (1970). « Les eaux résiduaires industrielles ». Masson et Cie, 4e édition, Paris, 865 page.

MOREL M. A., & KANE M. (1998). « Le lagunage à Macrophytes, une technique permettant l'épuration des eaux usées pour son recyclage et de multiples valorisations de la biomasse ». Sud Sciences et Technologies N°1 (Janvier 1998).

MOULIN, S., RECHELS, D. R., & STANKOVIC, M. (2013). Traitement des eaux usées ». Centre d'Enseignement et de Recherches sur l'Environnement et la Société.

Pearson. H., (2005). “Microbiology of waste stabilisation ponds”. In: A. SHILTON (Ed.) : pp.14-48. Pond Treatment Technology. London: IWA Publishing

RASSAM A, CHAOUCH A, BOURKHISS B et BOURKHISS M., (2012). “Performances de la dégradation de la matière organique par lagunage aéré dans la station d'épuration des eaux usées de la ville d'Oujda (Maroc oriental) », Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège, Vol. 81 2012, p. 121 – 125.

REJSEK F. (2002) « Analyse des eaux aspects réglementaires et techniques ». CRDP d'Aquitaine, Bordeaux (2002).

•**Rodier. J., Bazin. C., Broutin. J.P., Chambon. P., Champsaur. H. Et Rodi.**

L., (2005) L'analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8ème édition. Ed. Dunod, Paris.

PERRAS, J. (1984). « *Critères de faisabilité pour le traitement biologique du mélange des eaux usées municipales et industrielles* ». Doctoral dissertation, Université du Québec, Institut national de la recherche scientifique.

Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et agriculture. (2003). « *Estimation des émissions gazeuses de NH₃, NO et N₂O par les terres agricoles à l'échelle mondiale* ». Food & Agriculture Organization.

WATER ENVIRONMENT FEDERATION, & AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS. (1998). “*Urban runoff quality management*”. Alexandria, VA, WEF.

Documents et Sites Internet

1_Journal officiel.

2_Données obtenues des services de la STEP de la ville M'sila.

3_documents des services techniques de la STEP.

4_ https://www.emse.fr/~brodhag/TRAITEME/fich17_2.htm

5_ <https://www.suezwaterhandbook.fr/procedes-et-technologies/procedes-biologiques/procedes-a-cultures-libres/principes-generaux>.

6_ <https://www.suezwaterhandbook.fr/procedes-et-technologies/floculateurs-decanteurs-flottateurs/les-decanteurs/les-decanteurs-secondaires>.

7- <https://www.lenntech.fr/applications/usee/anaerobique/biologique.htm>

Liste des tableaux

Tableau I-1 : Normes internationales des rejets.....	21
Tableau I-2 : Normes de rejet appliquées en Algérie.....	22
Tableau II-1: Caractéristique de la station météorologique de M'sila.....	27
Tableau II-2 : Précipitation mensuelles moyennes en (mm) à la ville de M'sila.....	28
Tableau II-3 : Températures moyennes mensuelles de la station de M'sila (1988-2021).....	28
Tableau II-4 : Le réseau d'assainissement de la ville M'silla (D.H.W. 2021).....	32
Tableau II-5 : Liste des installations industrielles de la commune de M'sila (D.H.W, 2021).....	33
Tableau II-6 : dimensions du dégrilleur grossier.....	37
Tableau II-7 : dimensions du dégrilleur fin.....	38
Tableau II-8 les actions du réacteur biologique.....	40
Tableau IV-1: Températures moyennes mensuelles de la station de M'sila (2020).....	55
Tableau IV-2: Les valeurs moyennes mensuelles du pH (2019/2020).....	56
Tableau IV-3: Les valeurs moyennes mensuelles du pH (2018/2019).....	56
Tableau IV-4 : Variations moyennes mensuelles de la conductivité de l'eau brute et de l'eau traitée de la station de la ville de M'sila pendant la période d'étude en (μ S/cm).....	58
Tableau IV-5: Variations moyennes mensuelles de l'oxygène dissous (2020) en mg/L.....	60
Tableau IV-6 : Les variations de la teneur en DCO (2016) (mg/l).....	61
Tableau IV-7 : Les variations de la teneur en DBO ₅ dans les eaux usées à l'entrée et à la sortie de la STEP de M'sila (2020).....	62

Liste des figures

Figure I-1 : Systèmes d'évacuation des eaux usées.....	11
Figure I-2 : système unitaire.....	12
Figure I-3 : système séparatif	12
Figure I-4 : Système pseudo-séparatif.....	13
Figure I-5 : Schéma du processus de traitement d'une STEP à boues activées	18
Figure II-1 Localisation géographique de la ville de M'sila.....	25
Figure II-2 : réseau hydrographique du bassin d'El Hodna.....	27
Figure II-3 : les précipitations mensuelles moyennes de la ville de M'sila	28
Figure II-4 : Les variations des températures mensuelles moyennes, minimales et maximales dans la région de M'sila (1988-2021).....	29
Figure II-5 : Situation géographique de la STEP de M'sila	31
Figure II-6 : Maquette de la station de la ville de M'sila	31
Figure II-7 : Le processus de fonctionnement d'une-station-d'épuration	36
Figure II-8 : Dégrilleur grossier de la STEP de M'sila	37
Figure II-9 : Dégrilleur fin de la STEP M'sila.	38
Figure II-10: Dessableur-dégraisseur rectangulaire	39
Figure II-11 : bassin anoxique.....	41
Figure II-12 : le bassin d'aération	42
Figure II-13 : Clarificateur de la STEP de la ville de M'sila	43
Figure II-14 : Bassin de chloration.....	44
Figure II-15 : Les boues en excès déshydratées	44
Figure IV-1: Les variations des températures mensuelles moyennes de l'eau à la STEP (2020).	55
Figure IV-2 : Valeurs moyenne du pH des eaux usées avant et après traitement (année 2019/2020) ..	57
Figure IV-3: Valeurs moyenne du pH des eaux usées avant et après traitement (année 2018/2019) ...	57
Figure IV-4 : Variations moyennes mensuelles de la conductivité de l'eau brute et de l'eau traitée de la station de M'sila.....	59
Figure IV-5: Variations moyennes mensuelles de l'oxygène dissous de l'eau brute et de l'eau traitée de la station de la ville de M'sila	60
Figure IV-6 : Variations moyennes mensuelles de la demande chimique en oxygène (DCO) à l'entrée et à la sortie de la station	62
Figure IV-7 : Les variations de la teneur en DBO ₅ dans les eaux usées à l'entrée et à la sortie de la STEP de M'sila	63