

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE MICROBIOLOGIE  
& BIOCHIMIE

N°:



DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE  
ET DE LA VIE

FILIERE : SCIENCE ALIMENTAIRE

OPTION : QUALITE DES PRODUITS ET  
SECURITE ALIMENTAIRE

**Mémoire présenté pour l'obtention  
Du diplôme de Master professionnel**

Par :

ZEGHLACHE Amina Hadjer

BOURAS Asma

*Suivi des Procèder de traitement et d'analyse des eaux  
usées de la station d'épuration de Msila*

Soutenu devant le jury composé de :

Dr. RAHALI Abdellah      Président

Dr. CHERIF Kamel      Examineur

Dr. DRIF Seif Eddine      Rapporteur

Année Universitaire : 2023/2024

## Dédicace

Je voudrais tout d'abord dire : Louange à Allah qui m'a inspiré le courage et la volonté de faire ce modeste travail

Je dédie ce mémoire : A mes chers parents mon père et ma mère pour leur patience, leur amour, leur soutien et leurs encouragements A ma sœur soumia et mon frère houssem, et toutes la famille Zeghlache, à mon chère amie et collègue Bouras asma

A mes amies et mes camarades et toutes la promotion Master deux QPSA promotion 2023/2024 sans oublier tous les professeurs.

A tous ceux qui m'aime. A tous ce que j'aime. A tous qui m'ont encouragé bien de ma préparation. A tous ceux que j'aime.

Zeghlache Amina Hadjer

## Dédicace

Je dédie ce mémoire :

A mon très cher père A celui qui je suis le fruit de ces efforts, symboles de bonté défection, de sagesse et de fierté, mon exemple dans la vie Mon père redjem. A ma source de tendresse, l'être le plus cher dans le monde, la femme la plus patience ma très cher mère. A ma force, mon trésor et ma chère fille Yousra.

A mes frères Amar, Saleh, Mohamed et Mourad et mes sœurs Nadjet, Leïla et aïcha et la famille Bouras et tous mes amies Somia, Chayma, Zahra et tous ceux qui m'ont eu faveur pour moi dans mon cursus, y compris les professeurs, les influenceurs et tous les contributeurs à ma réussite scientifique. A tous qui m'ont encouragé bien de ma préparation. A tous ceux que j'aime.

Bouras Asma

## Remerciements

Nous remercions avant tout Dieu de nous avoir donné la volonté, la force et la patience pour réaliser ce modeste travail.

Mes remerciements, mes respects et ma profonde gratitude à mon encadreur Dr.DRIF Seïfeddine pour avoir accepté pour nous encadrer et d'avoir été patiente et compréhensive qui a suivi ce travail avec intérêt et dont l'aide nous a été très précieuse, et nous remercions à tous les membres de jury pour avoir accepté de juger ce travail. Un remerciement tout particulier est adressé très respectueusement à Dr.RAHALI Abdallah chef département de biochimie et microbiologie pour son souci de fournir toutes les exigences d'un parcours académique réussi que nous avons trouvées à l'université MOHAMED BOUDIAF M'SILA Et nous remercions aussi le membre de jury Dr. CHERIF Kamel pour avoir accepté de juger ce travail.

Je témoigne notre vive gratitude à directeur de l'ONA Mr.Bouras Zakaria et les responsable de laboratoire Zeghlache Amina Hadjer et Bensaadi Mouna qu'ont transmis une partie de leurs connaissances dans le domaine d'analyse des eaux, et tous les personnes qui m'ont encouragé, matériellement ou moralement, pour finaliser ce travail. Enfin, il me serait difficile d'omettre de remercier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à ce travail. Qu'ils trouvent dans ses quelques lignes l'expression de mes sincères remerciements.

## Sommaire

Dédicace .....	2
Remerciements .....	4
Sommaire .....	5
Liste des abréviations .....	7
Liste des figures .....	8
Liste des tableaux .....	9
Introduction Générale.....	11
CHAPITRE I : Généralités sur les eaux usées .....	14
1.1 Introduction : .....	14
I.2 Définition des eaux usées .....	14
I.3 Origine des eaux usées .....	14
I.3.1 Les eaux usées domestiques .....	14
I.3.2 Les eaux usées industrielles.....	15
I.3.3 Les eaux usées pluviales.....	15
I.3.4 Les eaux usées agricoles.....	16
I.4 Paramètres de pollution des eaux usées .....	16
I.4.1 Définition de la pollution : .....	16
I.4.2 Paramètres organoleptiques .....	16
I.4.3 Paramètres physiques .....	16
I.4.4 Paramètres chimiques .....	18
I.4.5 Paramètres bactériologiques .....	20
CHAPITRE II : Méthodes de traitement des eaux usées .....	23
II.1. Définition d'une station d'épuration STEP.....	23
II.2. Procédés d'épurations des eaux usées .....	24
II.2.1. Traitement préliminaire .....	24
II.2.2. Traitement primaire (Décantation primaire) .....	26
II.2.3. Traitement secondaire (Traitement biologique) .....	26
II.2.4. Décantation secondaire .....	29
II.2.5. Traitement tertiaire .....	30
CHAPITRE III : Représentation de la STEP de la wilaya de M'sila.....	33
III-Fonctionnement de la STEP de la ville de M'sila .....	33
III-1- Localisation de la station d'épuration des eaux usées.....	33

III-2- Les procédés de traitement.....	34
CHAPITRE IV : Matériels et méthodes.....	49
IV - Matériels et méthodes .....	49
IV -1 L'échantillonnage.....	49
IV -2 Les techniques d'analyses de l'eau.....	51
CHAPITRE V : Résultats et discussions.....	56
V.1 Variation du potentiel hydrogène (pH).....	56
V.2 Variation de la température .....	57
V.3 La variation de la Conductivité .....	58
V.4 Variation de la matière en suspension (MES) .....	59
V.5 Demande chimique en oxygène (DCO) .....	61
V.6 La variation de la demande biochimique en oxygène (DBO5).....	62
V.7 La variation des ortho phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) .....	63
Conclusion Générale .....	65
Références Bibliographiques.....	66
ANNEXE .....	69
Résumé .....	70

## Liste des abréviations

STEP : Station d'épuration des eaux usées.

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

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

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

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

K: constatant de la biodégradabilité.

HPA : hydrocarbures aromatiques polycycliques.

PH : le potentiel hydrique.

MES : Matières en suspension.

DCO : demande chimique en oxygène.

DBO : demande biochimique en oxygène.

NTK : L'azote total de Kjeldahl.

PO<sub>4</sub>H<sub>2</sub>: Ortho-phosphate, soluble PO<sub>4</sub>H

OH<sup>-</sup> : Ion hydroxyde.

MS : Matière sèche.

MVS : Matière volatile en suspension.

T : Température

O<sub>2</sub> : Oxygène dissous.

ONA : Office National d'Assainissement.

## Liste des figures

1 Figure II .01 : Station d'épuration des eaux usées. ....	23
2Figure II . 02 : Dégrilleur grossier.....	24
3Figure II . 03 : dégrilleur fin.....	25
4Figure II.04 : lagunage naturel .....	28
5 Figure II. 05 : Lagunage aéré .....	29
6 Figure II. 06 : Décantation secondaire .....	30
7 Fig. III.01: Photo de la STEP à partir de Google earth. ....	34
8 Fig. III. 02: Les dégrillages grossiers. ....	35
9 Fig. III. 03: La station de relevage. ....	36
10 Fig. III .04: Les dégrilleurs fins.....	37
11 Fig.III. 05: Le dessableur/déshuileur. ....	38
12 Fig. III .06: Mécanisme de l'extraction du sable et graisse.....	39
13 Fig. III .07: Le bassin anoxique.....	41
14 Fig. III .08: Le bassin d'aération. ....	42
15 Fig . III. 09 : Schéma réactionnel de la minéralisation de l'azote.....	43
16 Fig. III 10: Décanteur secondaire.....	44
17 Fig. III.11: Les lits de séchage.....	46
18 Fig. III.12: Les filtres presses à bandes. ....	46
19 Fig. III.13: Les processus d'épuration des eaux usées urbaines dans la station d'épuration de Msila.....	47
20 Fig. IV. 01 : : les différents points de prélèvement des eaux usées urbaines dans la STEP. ....	49
21 Figure. V. 01 : Variation pH STEP M'sila.....	57
22 Figure .V. 02 : Variation T (C°) STEP M'SILA .....	58
23 Fig. V .03 : Variation de la Conductivité STEP M'SILA.....	59
24 Figure. V. 04: Variation MES STEP M'SILA .....	60
25 Figure. V. 05 : Variation DCO STEP M'SILA .....	62
26 Figure. V. 06 : Variation DBO5 STEP M'SILA .....	63
27 Figure. V. 07 : Variation $PO_4^{3-}$ STEP M'SILA.....	64

## Liste des tableaux

Tab 1 . III .1: Fiche technique de la station d'épuration [27].....	33
Tab 2 .III.02: Les dimensions relatives aux dessableurs/déshuileurs. [29].....	39
Tab 3 III.03: Les dimensions des bassins biologiques. [29] .....	42
Tab 4 III. 04: Les dimensions relatives aux décanteurs [29].....	44
Tab 5 III.05: Les Dimensions des épaisseurs [29] .....	45
Tab 6 IV .01 : la chronologie des prélèvements et les paramètres analysées.....	50
Tab 7 IV. 02 : Volumes de la prise d'échantillon et de l'inhibiteur de dénitrification en fonction de la DBO5. ....	53
Tab 8 V. 01 : Variation pH STEP M'SILA .....	56
Tab 9 V. 02 : Variation T (c°) STEP M'SILA.....	57
Tab 10 V .03 : Variation COND STEP M'SILA .....	58
Tab 11 V .03 : Variation COND STEP M'SILA .....	59
Tab 12 V. 5.: Variation DCO STEP M'SILA.....	61
Tab 13 V. 6: Variation DBO5 STEP M'SILA.....	62
Tab 14 Variation orthophosphates (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ) STEP M'SILA.....	63

# Introduction

### Introduction Générale

L'eau est une ressource naturelle indispensable à la survie de tout être vivant, notamment les êtres Humains. De facto, Elle est essentielle à toute activité humaine et tout développement socioéconomique. Les évolutions que le monde a connu durant les dernières décennies ont eu un impact majeur sur la gestion de cette ressource.

La consommation mondiale d'eau au cours du dernier siècle s'est multipliée par six et une augmentation significative est prévue dans les prochaines années. En raison de la transformation sociale, de la croissance démographique ainsi que du développement économique et de l'évolution de la consommation. L'accroissement est accéléré et estimé à 1 % par an. [1]

Des augmentations, en matière de consommation d'eau, sont prévues pour la production industrielle et énergétique. Ces augmentations s'ajoutent à celle du secteur agricole qui consomme à lui seul 70 % d'eau existante sur cette planète. Cette transformation sociale, l'urbanisation accélérée, au détriment de la ruralité, et l'expansion de l'approvisionnement en eau et des réseaux d'assainissement des collectivités locales contribuent à la demande accrue [2]. En effet, cette augmentation impacte sur la gestion des eaux usées. Celles-ci correspondent aux eaux rejetées par les activités humaines, les industries et peuvent être également la résultante de phénomènes naturels.

D'après les chiffres de l'Office national de l'assainissement **ONA** de l'année 2023, l'Algérie compte actuellement un nombre de 174 STEP (88 boues activées /35 lagunes aère /48 lagunes naturel/03filtres plante) en exploitation avec un volume collecte 1.3 milliards de m<sup>3</sup>/an et un volume mensuel des eaux épurées de 23.25 Millions m<sup>3</sup>.

Actuellement, l'Algérie promue la réutilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation par le biais de l'Office National de l'Assainissement (ONA) qui déclare que pour l'année 2023, un volume de 15.3millions m<sup>3</sup> /an d'eaux épurées ont servi à l'irrigation des terres agricoles, soit un taux de réutilisation de 05 % du volume épuré [3]

Dans le monde entier, notamment dans les pays sous-développés, la majeure partie des eaux usées est directement déversée dans la nature, sans traitement nécessaire, ce qui a des effets dévastateurs sur les écosystèmes (la faune, la flore, ...), l'économie et la santé humaine.

Pour répondre à la demande croissante en eau, les eaux usées prennent une dimension cruciale en tant que source d'eau alternative fiable, modifiant ainsi le paradigme de la gestion des eaux usées du « traitement et élimination » à « réutilisation, recyclage et récupération de ressources ».

De ce point de vue, les eaux usées qui étaient avant considérées comme un problème nécessitant solution, elles sont aujourd'hui devenues une partie de la solution aux défis auxquels les sociétés doivent faire face aujourd'hui et demain [2].

Il est nécessaire d'étendre les systèmes de traitement des eaux usées et d'améliorer l'efficacité des stations de traitement existantes.

A l'échelle mondiale, la majeure partie de l'eau consommée est déversée dans l'environnement en tant que effluents domestiques, industriels et des eaux de drainage agricole. Les rejets des eaux usées non traitées ont un effet néfaste sur l'environnement car elles accentuent la dégradation de la qualité des eaux de surface et des eaux souterraines, notamment les nappes phréatiques.

Le traitement des eaux usées permet, de réduire le gaspillage d'eau, et d'éviter les impacts négatifs des rejets liquides sur l'environnement naturel : infiltration des polluants dans le sol, particulièrement dans le sous-sol et la nappe phréatique.

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

## CHAPITRE I : Généralités sur les eaux usées

### 1.1 Introduction :

Les eaux usées sont les eaux rejetées par les collectivités et les industries et par activités humaines ainsi qu'aux phénomènes naturels. Elle a des effets multiples qui touchent aussi bien la santé publique que les organismes aquatiques, ainsi que la flore et la faune terrestre. L'ensemble des éléments perturbateurs regroupent les eaux usées de deux façons différentes : les eaux usées domestiques (les eaux vannes et les eaux ménagères), les eaux de ruissellement et les effluents industriels (eaux usées des usines) [4].

### 1.2 Définition des eaux usées

L'eau usée non traitée désigne des eaux d'égout qui n'ont pas subi de transformation physique ou chimique visant à enlever les déchets solides et les contaminants. Ces eaux peuvent causer des problèmes de pollution comme la propagation de produits chimiques toxiques, de bactéries porteuses de maladies et la prolifération d'algues [5].

L'eau usée est le synonyme de l'eau résiduaire. Les eaux usées domestiques se composent des eaux vannes d'évacuation des toilettes, des eaux ménagères d'évacuation des cuisines et salles de bains[5].

### 1.3 Origine des eaux usées

Selon l'origine des eaux usées, quatre grandes catégories sont distinguées :

- Les eaux usées domestiques
- Les eaux usées industrielles
- Les eaux pluviales
- Les eaux agricoles

#### 1.3.1 Les eaux usées domestiques

Les eaux usées domestiques aux appelées eaux résiduaires se composent des eaux de vannes d'évacuation des toilettes, des eaux ménagères d'évacuation des cuisines et salles de bains. Les déchets présents dans ces eaux souillées par des matières organiques dégradables et des matières minérales. Ces substances sont sous forme dissoute ou en suspension. Les réseaux d'eaux usées aboutissent à des stations d'épuration où les eaux sont traitées [2].

Elles proviennent essentiellement :

Des eaux de cuisine qui contiennent des matières minérales en suspension provenant du lavage des légumes, des substances alimentaires à base de matières organiques (glucides, lipides, protides) et des produits détergents utilisés pour le lavage de la vaisselle et ayant pour effet la solubilisation des graisses.

- Des eaux de buanderie contenant principalement des détergents ;

- Des eaux de salle de bain chargées en produits utilisés pour l'hygiène corporelle, généralement des matières grasses hydrocarbonées ;
- Des eaux de vanne qui proviennent des sanitaires (WC), très chargées en matières organiques hydrocarbonées, en composés azotés, phosphatés et microorganisme [06].

### **I.3.2 Les eaux usées industrielles**

Tous les rejets résultant d'une utilisation de l'eau autre que domestique sont qualifiés de rejets industriels. Cette définition concerne les rejets des usines, mais aussi les rejets d'activités artisanales ou commerciales. Ces eaux ont une grande variété et peuvent être toxiques pour la vie aquatique, ou pour l'homme [07].

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

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

Les eaux résiduares d'origine industrielle ont généralement une composition plus Spécifique et directement liée au type d'industrie considérée. Indépendamment de la charge de la pollution organique ou minérale, de leur caractère putrescible ou non, elles peuvent présenter des caractéristiques de toxicité propres liées aux produits chimiques transportés [08].

### **I.3.3 Les eaux usées pluviales**

Ce sont les eaux de ruissellement (eaux pluviales, eaux d'arrosage des voies publiques, eaux de lavage des caniveaux, des marchés et des cours).

Les eaux qui ruissellent sur les toitures, les cours, les jardins, les espaces verts, les voies publiques et les marchés entraînent toute sortes de déchets minéraux et organiques : de la terre, des limons, des déchets végétaux, etc... et toute sortes de micropolluants (hydrocarbures, pesticides, détergents...etc).[07].

### **I.3.4 Les eaux usées agricoles**

Ce sont des eaux qui ont été polluées par des substances utilisées dans le domaine agricole. Dans le contexte d'une agriculture performante et intensive, l'agriculteur est conduit à utiliser divers produits d'origine industrielle ou agricole dont certains présentent ou peuvent présenter, des risques pour l'environnement et plus particulièrement pour la qualité des eaux.

Il s'agit principalement [09] :

- Des fertilisants (engrais minéraux du commerce ou déjections animales
- Produites ou non sur l'exploitation) ;
- Des produits phytosanitaires (herbicides, fongicides, insecticides, ...).

## **I.4 Paramètres de pollution des eaux usées**

### **I.4.1 Définition de la pollution :**

On appelle pollution une dégradation ou une altération de l'environnement, en général liée à l'activité humaine par diffusion directe ou indirecte de substances chimiques, physiques ou biologiques qui sont potentiellement toxiques pour les organismes vivants ou qui perturbent de manière plus ou moins importante le fonctionnement naturel des écosystèmes. Outre ses effets sur la santé humaine et animale, elle peut avoir pour conséquences la migration ou l'extinction de certaines espèces qui sont incapables de s'adapter à l'évolution de leur milieu naturel.

### **I.4.2 Paramètres organoleptiques**

#### **a) Couleur**

Une eau pure observée sous une lumière transmise sur une profondeur de plusieurs mètres émet une couleur bleu clair car les longueurs d'onde courtes sont peu absorbées alors que les grandes longueurs d'onde (rouge) sont absorbées très rapidement [06].

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 [08].

#### **b) Odeur**

Les eaux résiduaires industrielles se caractérisent par une odeur. Toute odeur est une pollution qui est due à la présence de matières organiques en décomposition.

### **I.4.3 Paramètres physiques**

#### **a) Température**

La température de l'eau influe sur beaucoup d'autres paramètres. C'est en premier lieu le cas pour l'oxygène dissous (dioxygène) indispensable à la vie aquatique en premier lieu à la respiration des poissons. En effet plus la température de l'eau s'élève, plus sa quantité maximum d'oxygène dissous diminue [10].

#### **b) La turbidité (Transparence)**

C'est un paramètre, qui varie en fonction des composés colloïdaux (argiles, débris de roche, micro-organismes, ...) ou aux acides humiques (dégradation des végétaux) mais aussi

Pollutions qui troublent l'eau. Avec un appareil (turbidimètre) on mesure la résistance qu'elle oppose par l'eau au passage de la lumière pour lui donner une valeur [10].

- NTU < 5 => Eau claire
- NTU < 30 => Eau légèrement trouble
- NTU > 50 => Eau trouble

#### **c) Les matières en suspension (MES)**

On appelle matières en suspension les très fines particules en suspension (sable, argile, produits organiques, particules de produits polluant, micro-organismes,) qui donnent un aspect trouble à l'eau, (turbidité) et s'opposent à la pénétration de la lumière nécessaire à la vie aquatique. En trop grande quantité elles constituent donc une pollution solide des eaux [10].

#### **d) Les matières volatiles en suspension (MVS)**

Ce paramètre est parfois utilisé. Les matières volatiles en suspensions ont celles qui sont susceptibles d'être volatilisées par test de laboratoire à une température de 550° C. Les MVS sont généralement assimilées aux matières organiques en suspension. Les MVS se mesurent en mg/l [10].

#### **e) Les matières minérales sèches (MMS)**

Elles représentent la différence entre les matières en suspension (MES) et les matières volatiles en suspension (MVS) et correspondent à la présence de sel, et de silice [10].

#### **f) Les matières décantables**

Leur mesure donne la quantité de solides non dissous présents dans l'eau. Pendant 30 minutes on laisse un échantillon d'eau au repos déposer dans un cône d'Imhoff. Ceci permet de mesurer la quantité de sédiments en mg par litre

#### **g) Conductivité**

La mesure en  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ou  $\text{mS}/\text{cm}$  (micro ou milli Siemens par cm)

La conductivité de l'eau est une mesure de sa capacité à conduire un courant électrique, laquelle est liée à la concentration des ions dissous dans l'eau. La mesure de la conductivité est un moyen assez simple de détection d'une anomalie indiquant la présence probable d'une pollution.

#### **I.4.4 Paramètres chimiques**

##### **a) Potentiel d'hydrogène PH**

Ce paramètre, qui se mesure sur le terrain avec des bandelettes test ou un Appareil (pH-mètre), donne le degré d'acidité ou d'alcalinité d'une eau. Le pH est le reflet de la concentration d'une eau en ions  $H^+$  :  $pH = -\log [H^+]$ .

L'eau des cours d'eaux avoisine en général la neutralité représentée par un pH de 7. Le pH doit être compris entre 6 et 8 pour permettre la vie aquatique.

##### **b) Demande biochimique en oxygène (DBO5)**

La DBO ou Demande Biologique en Oxygène sur 5 jours, représente la quantité

D'oxygène nécessaire aux micro-organismes pour oxyder (dégrader) l'ensemble de la matière organique présente dans un échantillon d'eau maintenu à 20°C, à l'obscurité, pendant 5 jours. Le résultat est donné en mg/l de O<sub>2</sub>.

##### **c) Demande chimique en oxygène (DCO)**

La demande chimique en oxygène (DCO) est la quantité consommée par les matières oxydantes présentes dans l'eau quelles que soit leur origine organique ou minérale. La mesure de la DCO est surtout utilisée pour la surveillance des eaux usées urbaines et industrielles. La DCO est mesurée en mg d'O<sub>2</sub>/l.

##### **d) Rapport DCO/DBO5**

La DBO5 d'une eau de surface non polluée varie entre 2 et 20 mg/l. Les mesures qui vont au-delà indiquent alors que l'eau est polluée. Le rapport DCO / DBO5 donne un indice sur la provenance et l'origine de la pollution organique.

- Les mesures se rapprochant de 1 du rapport DCO / DBO5 une très bonne
- Biodégradabilité (lait, yaourt).
- De 1,5 à 2 : Effluents d'industries agroalimentaires (meilleure biodégradabilité)
- De 2 à 3 : Effluents urbaines domestiques.
- >3 à 4 : Effluents plus ou moins difficilement biodégradable (industrie).

La relation empirique de la matière oxydable en fonction de la DBO5 et la DCO est donnée par l'équation suivante :  $MO = (2DBO5 + DCO) / 3$

### e) La biodégradabilité

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydé par les micro-organismes qui interviennent dans les processus d'épuration biologiques des eaux. Elle est exprimée par un coefficient K avec  $K = DCO/DBO_5$ .

- Si  $K < 1.5$ , cela signifie que les matières oxydables sont constituées en grande
- partie de matières fortement biodégradables
- Si  $1.5 < K < 2.5$ , cela signifie que les matières oxydables sont moyennement
- biodégradables.
- Si  $2.5 < K < 3$ , les matières oxydables sont peu biodégradables.
- Si  $k > 3$ , les matières oxydables sont non biodégradables.

Un coefficient K très élevé traduit la présence dans l'eau d'éléments inhibiteur de la croissance bactérienne, tels que : les sels métalliques, les détergents, les phénols, les hydrocarbures... etc. La valeur du coefficient K détermine le choix de la filière de traitement à adopter, si l'effluent est biodégradable on applique un traitement biologique, sinon on applique un traitement physico-chimique [11].

### f) Oxygène dissout :

La présence d'oxygène dans l'eau est indispensable à la respiration des êtres vivants aérobies aquatiques. En dessous d'un certain seuil de concentration en oxygène c'est l'asphyxie des poissons. L'oxygène de l'eau permet également le processus d'oxydation des matières organiques (autoépuration), mais cette décomposition appauvrit le milieu aquatique en oxygène [10].

### g) L'azote

Dans les eaux usées domestiques, l'azote est sous forme organique et ammoniacale. En plus de la toxicité de la forme ammoniacale et nitrique, l'azote intervient dans le phénomène de l'eutrophisation. Donc, sa caractérisation et sa quantification sont primordiales pour les rejets liquides dans le milieu naturel [12].

Les formes de l'azote dans les eaux usées sont :

#### ➤ L'azote total de Kjeldahl (NTK)

L'azote Kjeldahl = Azote ammoniacal + Azote organique. Une concentration élevée en Azote Kjeldahl permet d'évaluer le niveau de pollution [13].

#### ➤ Les nitrates (NO<sub>3</sub>-)

Les nitrates des eaux souterraines et des cours d'eau proviennent [10] :

- Principalement d'origine agricole en raison du recours aux engrais azotés.

- En second lieu des rejets des stations d'épurations (transformation de la matière organique en nitrates). Certaines installations sont complétées par des traitements de dénitrification avant rejet.

- Du milieu naturel, pour 3 et 7 mg/l, seulement, une quantité suffisante pour nourrir la vie aquatique des cours d'eau. (Au-delà c'est l'indigestion, le développement des algues, l'eutrophisation...).

Les nitrates posent problème en raison de leur trop grande introduction dans les eaux par l'agriculture industrielle. Les résultats d'analyse exprimés en mg/l de  $\text{NO}_3^-$ . Il faut diviser par 4,43 le poids des nitrates pour déterminer le poids d'Azote contenu par ces mêmes nitrates.

### ➤ Les nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )

Chez les mammifères, la consommation d'eau chargée de nitrites perturbe la fixation de l'oxygène par l'hémoglobine du sang. (D'où la méthémoglobinémie ou la « maladie bleue du nourrisson »). Il ne doit donc pas avoir de nitrites dans l'eau du robinet et très peu de nitrates, car ils peuvent une fois bus se transformer en nitrites. Dans l'estomac, les nitrites, peuvent se transformer en nitrosamines réputées cancérigènes [16].

L'effet de toxicité des nitrites est plus rapide que par celle de l'ammoniaque, car elle entraîne la dégradation de l'hémoglobine des globules rouges et l'asphyxie des poissons. On comprend pourquoi la concentration en nitrites ne devrait pas dépasser 1 mg  $\text{NO}_2^-$ /l dans les rejets de stations d'épuration. (0,5 mg/l dans l'eau du robinet) [10].

#### i) Le phosphore total

Le phosphore total = Phosphore particulaire + Phosphore dissous

La réglementation, en ce qui concerne le phosphore, ne tient compte que de ce seul paramètre. La quantité de PT d'une eau s'exprime en mg/l (milligrammes par litre). Le rejet de matières phosphorées est d'environ 4 grammes par habitant et par jour [10].

### I.4.5 Paramètres bactériologiques

Les analyses microbiologiques réalisées en laboratoire ont pour but de déceler et évaluer la présence dans les eaux de microbes pathogènes dangereux pour l'homme : eau potable, eaux de baignade, etc...

Ces analyses reposent sur la recherche dans les eaux de bactéries indicatrices de leur éventuelle contamination fécale, les *Escherichia coli* (*E.coli*) et les Entérocoques. Ces organismes, d'origine intestinale sont naturellement présents dans les déjections animales ou humaines qui via les déversements, eaux usées et

épandages peuvent se retrouver dans l'eau. Les Entérocoques sont pathogènes de même que certains colibacilles. L'eau potable du robinet doit être exempte de la présence de ces bactéries [10].

➤ **Les coliformes totaux**

Les coliformes totaux constituent un groupe de bactéries qui se trouvent fréquemment dans l'environnement, ainsi que dans les intestins des mammifères, dont les êtres humains. Elles sont capables de se développer à 37°C, elles n'entraînent en général aucune maladie, mais leur présence indique que l'eau peut être contaminée par des micro-organismes plus nuisibles [14].

➤ **Les coliformes fécaux**

Les coliformes fécaux ou « coliformes thermotolérants » sont un sous-groupe des Coliformes fécaux, renferme toutes les espèces bactériennes faisant partie de la famille des Enterobacteriaceae qui sont aérobies ou anaérobies facultatifs, à Gram négatif, en forme de Bâtonnet, sont capables de se développer à 44°C.

# **CHAPITRE II :**

# **Méthodes de**

# **traitement des**

# **eaux usées**

## CHAPITRE II : Méthodes de traitement des eaux usées

L'objectif du traitement des eaux usées est de les épurer avant le rejet vers le milieu naturel en respect des normes règlementaires et sans danger pour la santé humaine et l'environnement.

### II.1. Définition d'une station d'épuration STEP

C'est une installation destinée à traiter les eaux usées domestiques ou industrielles et les eaux pluviales avant le rejet dans le milieu naturel. Le but du traitement est de séparer l'eau des substances indésirables pour le milieu récepteur. Une station d'épuration est généralement installée à l'extrémité d'un réseau de collecte. Elle peut utiliser plusieurs principes, physiques et biologiques. Le plus souvent, le processus est biologique car il fait intervenir des bactéries capables de dégrader les matières organiques. La taille et le type des dispositifs dépendent du degré de pollution des eaux à traiter.

Une station d'épuration est constituée d'une succession de dispositifs, conçus pour extraire en différentes étapes les différents polluants contenus dans les eaux. La pollution retenue dans la station d'épuration est transformée sous forme de boues [15]



1 Figure II .01 : Station d'épuration des eaux usées.

## II.2. Procédés d'épurations des eaux usées

### II.2.1. Traitement préliminaire

Les prétraitements visent essentiellement à l'élimination des matières flottantes ou en suspension et les matières grossières. Le prétraitement est utilisé pour l'épuration des eaux usées avant rejet directe dans le milieu naturel ou avant un traitement secondaire (page 105 Gestion des eaux usées ).

Il comporte quatre parties principales :

#### II.2.1.1. Dégrillage :

Le dégrillage permet de séparer les éléments solides grossiers (corps flottants et gros déchets) des eaux usées qui arrivent à la station. Les dégrilleurs sont généralement installés en amont des ouvrages de traitement. Au cours du dégrillage les eaux usées passent à travers d'une grille dont les barreaux retiennent les matières les plus volumineuses telles que les plastiques, les branches...etc. c'est à-dire les déchets ne pouvant pas être éliminés par un traitement biologique ou physicochimique, il faut donc les éliminer mécaniquement. Le tamisage peut compléter cette phase de prétraitement. L'eau usée passe à travers une ou plusieurs grilles dont les mailles sont de plus en plus serrées. Généralement il possède de systèmes automatiques de nettoyage pour éviter le colmatage.

##### a) dégrillage grossier :

Possède une première grille qui permet l'élimination des matières de diamètre supérieur à 50 mm



2Figure II . 02 : Dégrilleur grossier

**b) Un dégrillage fin :**

Il est installé après le relevage de l'eau a pour objectif de retenir les petites particules. L'espacement des barreaux est de 10 mm



3Figure II . 03 : dégrilleur fin

Le classement des dégrilleurs peut s'effectuer selon leur système d'évacuation des déchets :

- \*Les grilles manuelles qui doivent être nettoyées à la main très régulièrement
- \* Les grilles mécaniques qui sont équipées d'appareils assurant leur nettoyage automatique.

L'installation de dégrillage se compose : d'un canal, de la grille, du dégrilleur, tapis roulant et d'une benne pour les déchets.

**II.2.1.2.Dessablage :**

Le dessablage est un dispositif utilise pour éliminer les particules de sables et gravier dans les eaux usees.le dessableur joue un rôle crucial dans le prétraitement ,car il permet de protéger les équipements contre l'encrassement.

**II.2.1.3. Déshuilage-Dégraissage :**

C'est un procédé destiné à éliminer les graisses et les huiles dans les eaux résiduaires.

Les huiles et les graisses présentent plusieurs inconvénients pour le traitement tel que (Figure I.6) [16] :

- Envahissement des décanteurs
- Mauvaise diffusion de l'oxygène dans les décanteurs
- Risque de bouchage des canalisations et des pompes
- Diminution du rendement du traitement suivant

### **II.2.2. Traitement primaire (Décantation primaire)**

Le traitement primaire consiste en une simple décantation. Elle permet d'alléger les traitements biologiques et physico-chimiques ultérieurs, en éliminant une partie des solides en suspension. L'efficacité du traitement dépend du temps de séjour et de la vitesse ascensionnelle [17].

#### **a) Décantation physique**

C'est un procédé de séparation des matières en suspension et des colloïdes rassemblés en floc dont la densité est supérieure à celle de l'eau ; elle s'effectue selon un processus dynamique, en assurant la séparation des deux phases solide-liquide de façon continue. Les particules décantées s'accumulent au fond du bassin, d'où on les extrait périodiquement. L'eau récoltée en surface est dite clarifiée. Elle est dirigée vers un autre stade d'épuration [18].

#### **b) Décantation physico-chimique**

Si les particules sont très fines (colloïdales), ils peuvent rester en suspension dans l'eau très longtemps, ces derniers n'ont pas tendance à s'accrocher les uns aux autres. Pour les éliminer, on a recours aux procédés de coagulation et de floculation qui ont pour but de déstabiliser les particules en suspension et faciliter leur agglomération. Par l'injection des réactifs tels que : (le sulfate d'alumine, le sulfate ferrique) pour coagulation et pour la floculation on trouve : les flocculant minéraux, les flocculant organiques [13].

### **II.2.3. Traitement secondaire (Traitement biologique)**

Le traitement biologique des eaux usées est le procédé qui permet la dégradation des polluants grâce à l'action de micro-organismes [19].

Les différents procédés biologiques d'épuration des eaux usées sont :

#### **II.2.3.1. Procédés biologiques intensifs**

##### **a) Disques biologiques (cultures fixées)**

Les disques biologiques ou bio disques sont des disques enfilés parallèlement sur un axe horizontal tournant. Ces disques plongent dans une auge, où circule l'eau à épurer ayant subi une décantation. Pendant une partie de leur rotation ils se chargent de substrat puis ils émergent dans l'air le reste du temps (pour absorber de l'oxygène). Les disques sont recouverts par un bio film sur les deux faces. Ils ont un diamètre de 1 à 3 m, sont

espacés de 20mm et tournent à une vitesse de 1 à 2 tr mn<sup>-1</sup>. Les boues en excès se détachent du disque et sont récupérées dans un clarificateur secondaire avant rejet dans le milieu naturel.

**b) Lits bactériens (cultures fixées)**

Le principe de fonctionnement d'un lit bactérien consiste à faire ruisseler les eaux usées, préalablement décantées sur une masse de matériaux poreux ou caverneux qui sert de support aux micro-organismes (bactéries) épurateurs.

Une aération est pratiquée soit par tirage naturel soit par ventilation forcée. Il s'agit d'apporter l'oxygène nécessaire au maintien des bactéries aérobies en bon état de fonctionnement.

**c) Boues activées**

Dans les conditions idéales d'aération, les micro-organismes d'une eau usée se développent et s'agglomèrent en floccs. Au repos, ces derniers se séparent très bien de la phase liquide par décantation. Le principe du procédé à boues activées consiste donc à provoquer le développement d'un flocc bactérien dans un bassin alimenté en eau usée à traiter (bassin d'aération) afin d'éviter la décantation des floccs dans ce bassin, un brassage vigoureux est nécessaire. La prolifération des micro-organismes nécessite aussi une oxygénation suffisante

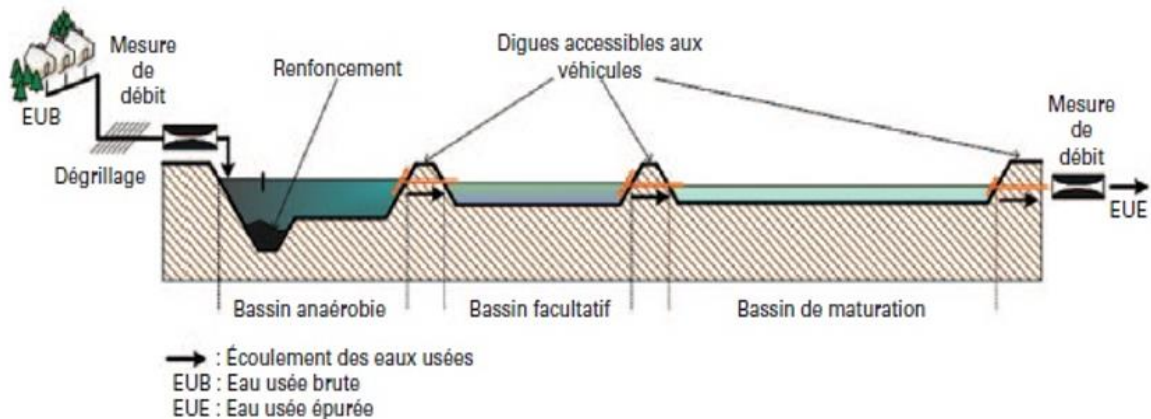
**II.2.3.2 Procédés biologiques extensif**

Ils reposent sur les phénomènes de l'autoépuration naturelle et ils demandent une faible énergie mais nécessitent, en revanche, de grandes superficies et de longs séjours des eaux usées. De point de vue économique, ils sont moins coûteux. Ce sont le lagunage, l'épandage, etc.

**a- Lagunage :**

Le lagunage est un système biologique d'épuration qui repose sur la présence équilibrée de bactéries aérobies en cultures libres et d'algues. L'oxygène nécessaire à la respiration bactérienne est produit uniquement grâce aux mécanismes photosynthétiques des végétaux en présence de rayonnements lumineux [20].

### a-1 Lagunage naturel :fi



Dispositif de lagunage. Source : Techniques de l'ingénieur (2014).

4Figure II.04 : lagunage naturel

L'épuration est assurée grâce à un long temps de séjour dans plusieurs bassins étanches disposés en série. Le nombre de bassin le plus communément rencontré est de trois (03).

Le mécanisme de base sur lequel repose le lagunage naturel est la photosynthèse. La tranche d'eau supérieure de bassins est exposée à la lumière ; ceci permet l'existence d'algues qui produisent l'oxygène nécessaire au développement des bactéries aérobies. Ces bactéries sont responsables de la dégradation de la matière organique. Le gaz carboné formé par les bactéries ainsi que les sels minéraux dans les eaux usées permettent aux algues de se multiplier, au fond du bassin où la lumière ne pénètre pas; ce sont des bactéries anaérobies qui dégradent les sédiments issus de la décantation de la matière organique(Figure II.04)[21].

### a-2 Lagunage aéré :

Il s'agit d'un ou plusieurs bassins de 2 à 4 mètres de profondeur, dans lesquels l'apport d'oxygène est fourni par un système artificiel (aérateurs de surface, diffuseurs d'air) [21].

Ce mode d'épuration permet d'éliminer 80% à 90% de la DBO, 20% à 30% de l'azote et contribue à une réduction très importante des germes. Il a cependant l'inconvénient d'utiliser des surfaces importantes et de ne pas offrir des rendements constants durant l'année [22].



5 *Figure II. 05 : Lagunage aéré*

#### **II.2.4. Décantation secondaire**

Le clarificateur est un bassin circulaire, équipé d'un point racleur. La liqueur mixte, venant des bassins biologiques via la deuxième chambre de répartition est séparée en eau épurée et boues biologiques par décantation. Les boues décantées sont siphonnées par une pompe à vide, une partie sera acheminée vers la première chambre du répartiteur assurant la recirculation des boues contenant la culture bactérienne épuratrice. Afin de maintenir la concentration en biomasse nécessaire dans ce bassin [23].



6 Figure II. 06 : Décantation secondaire

### II.2.5. Traitement tertiaire

Certains rejets d'eaux traitées sont soumis à des réglementations spécifiques concernant l'élimination d'azote, de phosphore ou des germes pathogènes, qui nécessitent la mise en œuvre de traitements tertiaires [24]. Il regroupe toutes les opérations physiques et chimiques qui complètent les traitements primaires et secondaires.

#### a) L'élimination de l'azote

Les stations d'épuration n'éliminent qu'environ 20% de l'azote présent dans les eaux usées, par les traitements de nitrification – dénitrification [24].

L'élimination de l'azote se fait généralement selon un processus biologique en deux étapes importantes [25] :

- La nitrification : est une des étapes du traitement d'une eau usée qui vise la transformation de l'ammonium ( $\text{NH}_4$ ) en nitrate ( $\text{NO}_3$ ). Cette transformation est réalisée par des bactéries, en milieu aérobie.
- La dénitrification : est un processus anaérobie par lequel les nitrates sont réduits en azote et en oxydes d'azote. Les micro-organismes utilisent les nitrates comme source oxydante à la place de l'oxygène et en présence d'une source d'un carbone organique qui doit être apportée dans le milieu.

### **b) L'élimination du phosphore**

L'élimination du phosphore ou "déphosphatation", peut être réalisée par des voies physico-chimiques ou biologiques. En ce qui concerne les traitements physico-chimiques, l'adjonction de réactifs, comme des sels de fer ou d'aluminium, permet d'obtenir une précipitation de phosphates insolubles et leur élimination par décantation. Ces techniques, les plus utilisées actuellement, éliminent entre 80% et 90% du phosphore, mais engendrent une importante production de boues [26].

### **c) Elimination et traitement des odeurs**

Les eaux usées, chargées en matières organiques particulières et dissoutes, peuvent induire directement ou indirectement, par l'intermédiaire de leurs sous-produits d'épuration (graisses, boues), la formation d'odeurs désagréables suivant un processus de fermentation.

Les odeurs provenant des STEP sont dues aux gaz, aérosols ou vapeurs émises par certains produits contenus dans les eaux usées ou dans les composés se formant au cours des différentes phases de traitement.

Les sources les plus importantes d'odeurs sont :

- Les prétraitements
- Les boues et leur traitement

Pour éviter ces nuisances, les ouvrages sensibles seront couverts et munis d'un système de ventilation ainsi que d'une unité de traitement biologique des odeurs.

On distingue généralement deux types de traitement biologique des odeurs : les bio-filtres et les bio-laveurs. Dans les premiers, la biomasse est supportée par un plancher spécifique et l'air traverse le massif (souvent de la tourbe). Les seconds réalisent un deuxième filtre grâce à une suspension. La biomasse est libre, et l'épuration se produit dans un réacteur.

**CHAPITRE III :**  
**Représentation de la**  
**STEP de la wilaya de**  
**M'sila**

## CHAPITRE III : Représentation de la STEP de la wilaya de M'sila

### III-Fonctionnement de la STEP de la ville de M'sila

#### III-1- Localisation de la station d'épuration des eaux usées

La station d'épuration de la wilaya de M'sila est située au sud à environ 9 Km du centre de la ville de M'sila, d'une superficie de 4,16 ha. Elle est située à la frontière entre la commune de M'sila et la commune de Oued Madhi. Elle est délimitée par oued el Djayah au Nord, oued K'sob à l'Est, Ardh el hichem au Sud et la route nationale N° 45 à l'Ouest.

Le choix du site est *motivé* par des critères essentiels tel que la disponibilité du terrain, son voisinage des surfaces d'irrigations et en fin son éloignement des habitations.

Le tableau ci-dessous, présente la fiche technique de la STEP du M'sila :

Tab 1 . III .1: Fiche technique de la station d'épuration [27]

<b>Wilaya :</b>	<b>M'SILA</b>
<b>Nom</b>	Station d'épuration de M'sila
<b>Date de mise en service</b>	Avril-2013
<b>Procédé d'épuration</b>	Boue activé à faible charge
<b>Capacité actuelle et à l'horizon en EQ/Hab</b>	200,000
<b>Volume nominal actuelle et à l'horizon en m³/J</b>	32000
<b>Communes raccordées à la STEP</b>	M'sila-plus tard (oued madhi-m'tarfa)
<b>Impacts</b>	Elimination des rejets et lutte contre les MTH
<b>Devenir des boues (décharge /aire de stockage/agriculture)</b>	Aire de stockage



7 Fig. III.01: Photo de la STEP à partir de Google earth.

Les eaux usées urbaines de la ville de M'sila sont collectées grâce à un réseau d'assainissement unitaire de canalisation relié à la station d'épuration, où elles sont traitées avant d'être rejetées dans le milieu naturel (Oued el Djayah). La chaîne de traitement varie en fonction de la nature et le volume des eaux usées arrivant à la station, le degré d'épuration est jugé nécessaire pour la préservation du milieu récepteur. (Fig.07).

### III-2- Les procédés de traitement

La station d'épuration des eaux usées de la ville de M'sila se compose principalement des phases de traitement suivantes:

#### III-2-1- Traitement des eaux

##### III-2-1-1- Le traitement préliminaire (prétraitement)

Les collecteurs urbains des eaux usées véhiculent des matières très hétérogènes et souvent volumineuses. A l'arrivée à la station d'épuration, les eaux brutes doivent subir, avant leur traitement proprement dit, à des prétraitements visant essentiellement à l'élimination des matières flottantes ou en suspensions, qui peut constituer une gêne pour les traitements ultérieurs.

##### a- Dégrillage grossier

Les eaux usées destinées à la STEP sont recueillies dans un réservoir sous terrain qui se termine par un canal, après lequel sont disposés cinq dégrilleurs grossiers qui ont pour but l'élimination des matières volumineuses (papiers, plastiques, fibres textiles.....), afin d'éviter un colmatage et pour protéger les équipements de traitement (Fig.02).

Le dégrillage grossier est constitué des dégrilleurs à grille droit, avec les données suivantes [28]

- Nombre des dégrilleurs : 04, dont une (01) manuelle ;
- Epaisseur des barreaux : 10 mm ;
- Espace libre entre les barreaux : 50mm ;
- Largeur : 1250mm ;
- Hauteur : 2000mm.

Les refus des grilles tombent sur un transporteur à bande, installé perpendiculairement aux grilles, puis ils sont évacués vers un conteneur de stockage, placé à côté des dégrilleurs, en suite ils sont destinés à l'incinération.

Le fonctionnement des dégrilleurs dépend du débit des eaux usées entrantes.



**8 Fig. III. 02:** Les dégrillages grossiers.

#### **b- Poste de relevage**

Le poste de relevage comprendra un bassin de relevage ayant un volume d'environ 300 m<sup>3</sup>. Le poste est équipé de quatre pompes submersibles. Chaque pompe est équipée d'un pied d'assise et d'un dispositif de relevage [28].

La station de relevage remonte les eaux usées de 12 m pour permettre un écoulement gravitaire d'un bassin de traitement à un autre (Fig.09).



9 Fig. III. 03: La station de relevage.

### c- Dégriillage fin

Il comporte cinq dégrilleurs fins. Quatre qui fonctionnent automatiquement et l'un est manuel (de secours). Ces dégrilleurs retiennent tous les petits corps étrangers échappés du dégrilleur grossier, pour la protection des équipements de traitement en aval (Fig10).

Le dégrillage fin est constitué des dégrilleurs à grille droit, avec les caractéristiques suivantes [28]

- Epaisseur des barreaux : 8mm ;
- Espace libre entre les barreaux : 10mm ;
- Largeur : 1250mm ;
- Hauteur : 2000mm.

Comme ceux au dégrillage grossier les refus des grilles tombent sur un transporteur à bande, évacués vers un conteneur, puis ils sont destinés à l'incinération.



10 Fig. III .04: Les dégrilleurs fins.

#### **a-Dessablage / déshuilage**

Après le dégrillage, les eaux prétraitées passe à l'étape da dessablage/déshuilage. Cette dernières est réalisée dans deux dessableurs /déshuileurs de type longitudinal, à deux sections aérées, pour séparer l'eau, le sable, les graviers, les matières minérales en suspensions, et les huiles. Le temps de détention dans le dessableur/déshuileur est de l'ordre de 15 minutes.

L'eau est aérée par des surpresseurs. Cette opération permettant, d'une part la bonne séparation du sable de l'eau usée par sédimentation, et d'autre part favorisant la flottation déshuiles et des graisses en surface (Fig.11).



11 **Fig.III. 05:** Le dessableur/déshuileur.

Les sables sédimentés, sont extraits à l'aide d'un racleur et envoyés vers un classificateur à sables. Ils sont déposés dans une benne avant la mise en décharge.

L'extraction des sables avant le traitement est essentiel car elle provoque la sédimentation de la boue dans les bassins anoxiques, donc le développement des bactéries anaérobiques. Le type de traitement est basé sur des bactéries anoxiques qui ont besoin d'oxygène pour leurs développements.

Les huiles et les graisses sont raclées automatiquement en surface puis évacuer vers une bêche de stockage munie d'une pompe submersible qui permet l'évacuation des huiles et des graisses vers des citernes. Cette étape de prétraitement est très sensible, puisque si les huiles passent au bassin anoxique ou au bassin d'aération, ils vont constituer une couche sur la surface des eaux et gênent la dissolution de l'oxygène nécessaire pour le développement des bactéries (Fig.12).



12 Fig. III .06: Mécanisme de l'extraction du sable et graisse

Le tableau ci-dessous représente les dimensions relatives aux dessableur/déshuileur dans la STEP.

Tab 2 .III.02: Les dimensions relatives aux dessableurs/déshuileurs. [29]

Dessableurs– Déshuileurs	Unité	Valeur
Dimensions: Dessableur		
Longueur	M	40.00
Largeur	M	4.60
Profondeur de l'eau	M	3.60
Volume de chaque dessableur	m <sup>3</sup>	680
Volume total des dessableurs	m <sup>3</sup>	1360
Dimensions: Déshuileur		
Longueur	M	40.00
Largeur	M	2.40
Profondeur de l'eau	M	2.50
Volume de chaque déshuileur	m <sup>3</sup>	120
Volume total des déshuileurs	m <sup>3</sup>	240

### III-2-1-2- Le traitement secondaire

Le traitement secondaire est composé du traitement biologique et de la décantation secondaire. A ce niveau du traitement, l'effluent contient de la matière organique, dissoute et en suspension, qui n'a pas été retenue par les précédentes étapes. Elle va être dégradée par les micro-organismes.

Le procédé utilisé est de type « boues activées à faible charge fonctionnant en aération prolongée ». Ce type de traitement biologique consiste en un réacteur biologique aérobique où l'on provoque le développement d'une culture bactérienne dispersée sous forme des floccs appelés bio floccs. Ces derniers provoquent une oxydation directe des matières organiques des eaux usées à partir de l'oxygène dissous dans l'eau. Le réacteur est alimenté en eau polluée et le mélange (eau usée-biofloccs) est appelé liqueur mixte. Cette dernière est maintenue dans un régime turbulent par l'aération.

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

- Un bassin anoxique ;
- Un bassin aérobique.

L'élimination de l'azote se fait par nitrification/dénitrification. La nitrification se produit dans des bassins aérobiques alors que la dénitrification se fait dans les bassins anoxiques. (Fig.15).

#### **a-Bassins biologiques**

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

#### **➤ Les bassins anoxiques**

Les bassins anoxiques reçoivent un débit en provenance du répartiteur des bassins biologiques et un débit de recirculation de la liqueur mixte provenant des bassins aérobiques. Chaque ligne anoxique est équipée de quatre agitateurs de brassage et un poste de recirculation (Fig.13).



13 **Fig. III .07:** Le bassin anoxique.

➤ **Les bassins aérobiques**

Les bassins aérobiques reçoivent l'eau qui se trouvait dans les bassins anoxiques. Chaque bassin aérobique est équipé de huit aérateurs de surface, qui assurent une bonne oxygénation de l'eau à épurer, et une bonne mise en suspension des boues.

La liqueur mixte déborde dans une goulotte d'extrémité. Ce dernier, se termine par un approfondissement vers le répartiteur des décanteurs secondaires. (Fig. 14).

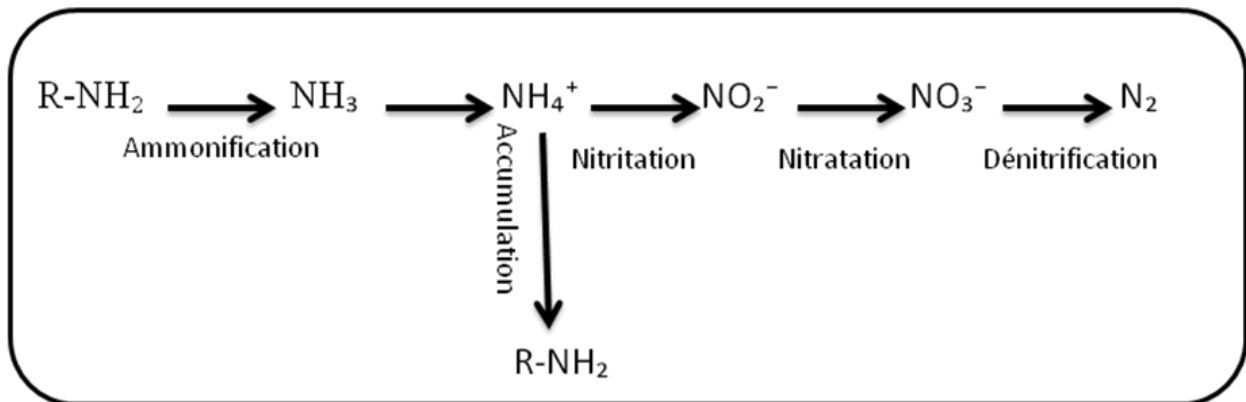


14 Fig. III .08: Le bassin d'aération.

Les dimensions des bassins biologiques sont mentionnées dans le tableau ci-dessous.

Tab 3 III.03: Les dimensions des bassins biologiques. [29] .

<i><b>Bassins Biologiques</b></i>	<i><b>Unité</b></i>	<i><b>Valeur</b></i>
<i><b>Bassins Anoxiques</b></i>		
Nombre de bassins	-	2
Volume unitaire de chaque bassin	m <sup>3</sup>	6642
Nombre d'agitateur par bassin	-	4
Puissance installée de chaque agitateur	kW	8.00
<i><b>Bassins Aérobiecs</b></i>		
Nombre de bassins	-	2
Volume unitaire de chaque bassin	m <sup>3</sup>	11340
Nombre d'aérateur par bassin	-	8
Puissance installée de chaque aérateur de surface	kW	55



15 Fig . III. 09 : Schéma réactionnel de la minéralisation de l'azote.

### b- Décantation secondaire

L'objectif de la décantation est de séparer l'eau des boues, pour obtenir une eau claire et limpide, que l'on peut évacuer vers le milieu récepteur après désinfection.

La liqueur mixte, en provenance des bassins aérobiques, est collectée dans un répartiteur où le débit est transféré vers les deux décanteurs secondaires.

L'alimentation de chaque décanteur se fait au moyen d'une conduite en siphon surmontée au centre du bassin. Les boues sédimentent et se déposent sur le radier du décanteur, tandis que l'eau clarifiée est évacuée par une goulotte périphérique vers la chambre de rejet du décanteur. (Fig.22)



16 Fig. III 10: Décanteur secondaire.

Les dimensions relatives de chaque décanteur secondaire sont mentionnées dans le tableau n° 16.

Tab 4 III. 04: Les dimensions relatives aux décanteurs [29].

<i>Décanteurs Secondaires</i>	<i>Unité</i>	<i>Valeur</i>
Nombre de décanteurs	-	2
Diamètre de chaque décanteur	M	46
Surface de chaque décanteur	m <sup>2</sup>	1,662
Hauteur droite en rive	M	3.50
Volume de chaque décanteur	m <sup>3</sup>	5,817

Chaque décanteur est équipé d'un pont racleur qui contient :

- Des racleurs de fond qui ramènent les boues vers la fosse centrale à boues, puis vers la station de pompage des boues. Dans ce dernier, une partie des boues est recyclée par des pompes submersibles vers la chambre de distribution alimentant les bassins biologiques, l'autre partie des boues forment les boues en excès qui sont achemine vers les épaisseurs.
- Des racleurs de surface permettent de récupérer les matières flottantes qui seront collectées dans une trémie, puis ils sont refoulés vers les épaisseurs.

### III-2-2- Le traitement des boues

#### III-2-2-1- Station de pompage des boues

Pour obtenir un bon déroulement d'épuration du traitement biologique par boues activées, il faut une recirculation importante des boues provenant des décanteurs secondaires, afin de

Maintenir une concentration suffisante en boues activées pour la régénération des bactéries épuratrices dans les bassins biologiques. Cette recirculation est assurée par quatre électropompes submersibles.

Les boues en excès sont extraites du poste de pompage des boues par deux électropompes submersibles puis elles sont refoulées vers les épaisseurs.

La station de pompage reçoit aussi les flottants des décanteurs. Les flottants sont refoulés vers les épaisseurs par deux électropompes submersibles dont une de secours.

#### III-2-2-2- L'épaississement

L'épaississement des boues a pour but de réduire le volume des boues, afin de réduire les capacités requises des étapes suivantes du traitement des boues. Il est réalisé dans des bassins circulaires qui ont la forme d'un cylindre à fond conique à faible pente. Le bassin est équipé de [29]

- Un groupe de commande posé sur une passerelle;
- Un arbre vertical tournant à faible vitesse et portant des barres verticales d'épaississement ;
- Racleurs de fond.

L'avantage d'un tel ouvrage réside en une facilité du glissement des boues épaissies vers la fosse centrale de laquelle ces dernières sont extraites.

Deux épaisseurs identiques seront installés pour recevoir les boues en excès des décanteurs secondaires. Le tableau ci-dessous donne les dimensions des épaisseurs de la STEP de M'sila

Tab 5 III.05: Les Dimensions des épaisseurs [29]

Epaississeurs	Unité	Phase I Horizon 2020
Nombre d'épaississeur	-	
Diamètre choisi	m	15
Profondeur	m	3.50
Surface d'un épaisseur	m <sup>2</sup>	177
Volume d'un épaisseur	m <sup>3</sup>	620
Charge massique de surface	kg/m <sup>2</sup> .j	29

III-  
2-2-  
3-  
La

#### déshydratation des boues

Il existe deux méthodes de déshydratation des boues dans la STEP :

**a-La déshydratation naturelle (lits de séchage)**

Il existe huit lits de séchage naturel sous forme rectangulaire où les boues sont déversées directement après arrivage de l'épaississeur. (Fig.17).



17 Fig. III.11: Les lits de séchage.

**b- La déshydratation mécanique des boues**

Le but de cette opération est le séchage des boues pendant la période pluvieuse. Le processus de déshydratation mécanique se fait par des filtres presses à bandes. Pour obtenir une déshydratation optimale des boues, il est nécessaire de les conditionner avec un polymère (floculant) placé en aval de la pompe à boues. Ce qui s'épare les boues des eaux, et donc obtenir une boue parfaitement floculée (Fig.18).



18 Fig. III.12: Les filtres presses à bandes.

La figure n° 19 présente les différents procédés de traitement des eaux usées au niveau de la station d'épuration de la ville de M'sila.



1-Prétraitement, 2- Traitement biologique, 3- Décantation secondaire,  
4- Epaissement, 5- Desinfection, 6- Déshydratation.

19 Fig. III.13: Les processus d'épuration des eaux usées urbaines dans la station d'épuration de Msila.

# **CHAPITRE IV:**

# **Matériels et méthodes**

## CHAPITRE IV : Matériels et méthodes

### IV - Matériels et méthodes

Dans le but de déterminer la qualité physico-chimique des eaux usées urbaines de la ville de M'sila et d'évaluer le rendement de traitement de la station d'épuration, deux étapes principales se succèdent : l'étape de l'échantillonnage et l'étape d'analyse, le tout formant une chaîne de mesure.

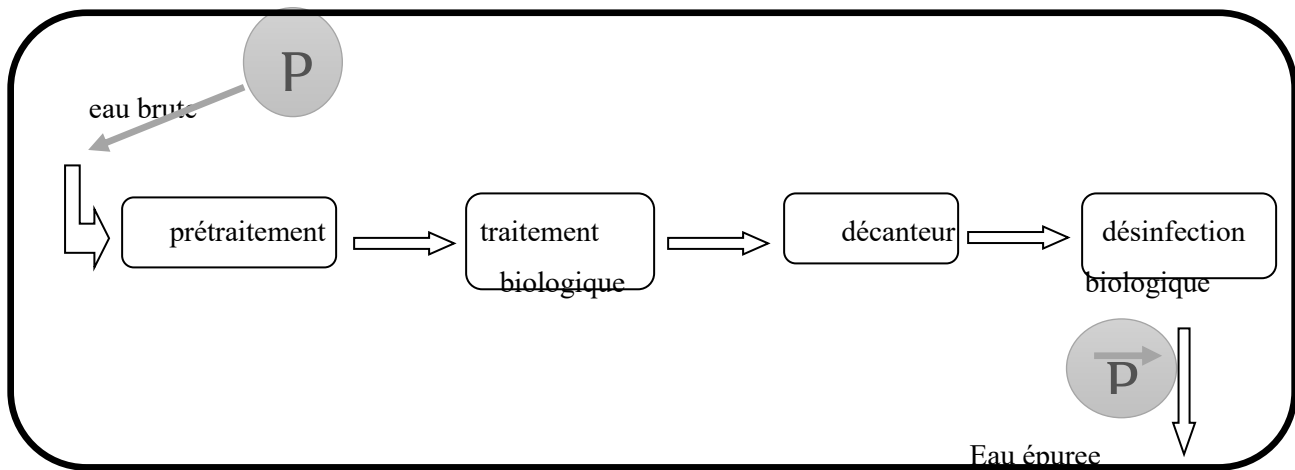
#### IV -1 L'échantillonnage

L'échantillonnage est la première étape de la chaîne de mesure et qui conditionne l'ensemble des résultats obtenus en aval.

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté, car il conditionne les résultats analytiques et leurs interprétations, qui en seront données. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau [30]

Les prélèvements ont été réalisés en deux points au niveau de la station d'épuration. Le premier juste à l'entrée de l'eau usée dans la STEP (eau brute). Le second au niveau de la sortie de l'eau (eau épurée), pour une période allant du mois de février jusqu'au mois de mai. (Fig20.)

Les analyses réalisées au niveau du laboratoire de la station d'épuration sont effectuées chaque mois, par contre les analyses réalisées au niveau des laboratoires de l'université de M'sila sont affectées à une fois par semaine à deux semaines. (tab06)



20 Fig. IV. 01 : : les différents points de prélèvement des eaux usées urbaines dans la STEP.

#### IV -1-1- Prélèvement des échantillons d'eau

Les prélèvements de l'eau ont été effectués par un échantillonnage composé, en raison de la forte hétérogénéité des eaux (teneurs en MES, le débit ...etc.). En fait, on prend la moyenne de 3 prélèvements effectués durant la journée (9 :00 h, 11 :00 h et 13 :00 h), afin d'avoir un échantillon représentatif.

Les échantillons des eaux usées sont recueillis dans des bouteilles en plastique pour les analyses physico-chimiques.

Le temps de transport des échantillons doit être minimisé au maximum jusqu'à l'arrivée au laboratoire, les échantillons doivent être conservés à une température entre (3°C et 5°C) afin de garantir leur intégrité.

Le tableau ci-dessous donne la chronologie des prélèvements et les paramètres à analysées.

Tab 6 **IV .01** : la chronologie des prélèvements et les paramètres analysées

Les points de prélèvement	Les dates	Paramètres analysés
<b>Point 1 : Eau brute</b>	21-02-2024	<b>Paramètres physico-chimiques :</b> pH, température, MES, DBO <sub>5</sub> , DCO, nitrate, conductivité. Phosphate
	13-03-2024	
	19-03-2024	
	24-03-2024	
	28-04-2024	
	08-05-2024	
	15-05-2024	
	21-05-2024	
<b>Point 2 : Eau épurée</b>	21-02-2024	<b>Paramètres physico-chimiques :</b> pH, température, MES, DBO <sub>5</sub> , DCO, nitrate, conductivité. Phosphate
	13-03-2024	
	19-03-2024	
	24-03-2024	
	28-04-2024	
	08-05-2024	
	15-05-2024	
	21-05-2024	

## **IV -2 Les techniques d'analyses de l'eau**

### **IV -2-1 Les Analyses organoleptiques**

#### **IV -2-1-1 La couleur**

Cette méthode nous donne une première indication sur la coloration apparente de l'eau. C'est la seule qui puisse être utilisée sur terrain de manière simple, on peut observer un film d'hydrocarbure, des matières flottantes. [31]

#### **IV -2-1-2 L'odeur**

Toute odeur est un signe de pollution ou de la présence de matières organiques en décomposition. Ces substances sont en général en quantité si minime qu'elles ne peuvent être mises en évidence par les méthodes d'analyses ordinaire [30].

### **IV -2-2 Les Analyses physico-chimiques**

#### **IV -2-2-1 La température**

##### **Mode opératoire**

La température a été mesurée à l'aide d'un thermomètre. En plongeant l'électrode à environ 15 cm de profondeur pendant 5 minutes et on prend la valeur affichée, le résultat est exprimé en degré Celsius (c°).

#### **IV -2-2-2 Le potentiel hydrogène (pH)**

##### **✓ Principe**

C'est la différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence plongeant de même solution. Le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions H<sup>+</sup> [30]

##### **✓ Mode opératoire**

Les mesures du pH sont effectuées à l'aide d'un pH-mètre de type violab XS ph 80+DHS. L'eau à examiner sera amenée au contact de l'électrode par circulation, la lecture est faite après stabilisation de la valeur affichée du pH.

#### **IV -2-2-3 La conductivité électrique (CE)**

##### **✓ Principe**

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm<sup>2</sup> de surface et séparées l'une de l'autre de 1cm [30].

La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau. [32] .

##### **✓ Mode opératoire**

La conductivité électrique d'une eau est mesurée à l'aide d'un conductivimètre de type (WTW) inolab cond. LVL 1. Elle s'exprime en microsiemens par centimètre (uS/cm).

Pour analyser l'eau, rincer plusieurs fois la cellule à conductivité, d'abord avec de l'eau permutée puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner [30]

#### **IV -2-2-4 Les matières en suspension (MES)**

##### **✓ Principe**

Les matières en suspension sont obtenues soit par filtration des effluents peu chargés, soit par centrifugation des solutions, séchage jusqu'à l'évaporation total d'eau [30]

##### **✓ Mode opératoire**

Dans notre analyse, nous avons adopté la méthode de la filtration. L'eau est filtrée et le poids de matière retenues par le filtre et déterminé par pesée différentielle

##### **✓ Expression des résultats**

Le rapport entre la différence des masses et le volume filtré donne la concentration des matières en suspension dans l'échantillon. On applique la formule suivante :

$$C_{MES} = (M_1 - M_2) 1000 / V$$

- $C_{MES}$  : concentration de MES en mg/l ;
- $M_0$  : masse de la membrane avant filtration ;
- $M_1$  : masse de la membrane après filtration ;
- $V$  : volume d'échantillon filtré.

#### **IV -2-2-5 La demande biologique en oxygène (DBO<sub>5</sub>)**

##### **✓ Principe**

La méthode consiste à mesurer l'évolution de l'air à l'intérieur d'un flacon

Contenant l'échantillon. Cette évolution est directement liée à la diminution de la concentration en Oxygène de l'atmosphère d'incubation

L'échantillon d'eau est introduit dans une enceinte thermo-stabilisée et mis sous incubation. On fait la lecture de la masse d'oxygène dissous, nécessaire aux microorganismes pour la dégradation de la

Matière organique biodégradable en présence d'air pendant cinq (5) jours. Les microorganismes

Présents consomment l'oxygène dissous qui est remplacé en permanence par l'oxygène de l'air, contenu dans le flacon provoquant ainsi une diminution de la pression laquelle est enregistrée par le système de mesure OxiTop WTW.

La prise d'essai dépend de la charge de l'échantillon qui varie selon une eau brute ou épurée (Tableau 07).

Tab 7 IV. 02 : Volumes de la prise d'échantillon et de l'inhibiteur de dénitrification en fonction de la DBO5.

Volume de l'échantillons	DBO5 prévu en mg/l	Facteur	Gouttes d'inhibiteur dénitrification
432	0-40	1	9
365	0-80	2	7
250	0-200	5	5
164	0-400	10	3
97	0-800	20	2
43.5	0-2000	50	1
22.5	0-4000	100	1

Pour prévoir la valeur de DBO5, on applique la corrélation suivante :

DBO5 devrait être proche de 50 % de la valeur de la DCO.

- Mesurer pour la bouteille marron le volume correspondant à la DBO5 prévu (voir tableau 01).
- Mettre un agitateur magnétique dans chaque bouteille.
- Ajouter le réactif inhibiteur de nitrification (voir tableau 01).
- Mettre le bouchon en caoutchouc.

- Mettre 2 comprimés d'hydroxyde de sodium dans la capsule
- Vissez l'OXITOP directement sur la bouteille.
- Appuyez sur les touches S et M simultanément pendant 2 secondes jusqu'à ce que l'affichage
- Indique "00" (à partir de la mesure).
- Mettre les pots dans l'incubateur à 20 °C, avec système d'agitation inductive, pendant 5 jours.
- Lorsque la température de fonctionnement (20 ° C) est atteinte l'OXITOP démarre automatiquement la mesure de l'oxygène consommé.
- Relever les valeurs après 5 jours
- Expression des résultants est :  $DBO_5 \text{ (mg/l)} = \text{Lecteur de la valeur après 5 jours} \times \text{Facteur}$ .

#### **IV -2-2-6 La demande chimique en oxygène (DCO)**

##### **✓ Principe**

La DCO consiste à mesurer la quantité d'oxygène nécessaire à l'oxydation des matières oxydables présentes dans l'eau (d'origine organique ou minérale, biodégradables ou non) pendant 2 heures à l'ébullition (150°C) [33] La DCO est mesurée par voie photométrique.

##### **✓ Mode opératoire**

On ajoute 2 ml d'échantillon Dans un tube à réactif de type Lr (0-150) pour l'eau épurée et Mr (0-1500) pour l'eau brute, on ferme hermétiquement les tubes et les mélangé avec précaution. Dans le réacteur, on chauffe les tubes pendant 120 minutes, à 150°C. Puis on laisse refroidir, en suite on fait la mesure à l'aide d'un photomètre de type (Lovibond RD 125).

#### **IV -2-2-7 Détermination des phosphates (PO<sub>4</sub>-3) :**

##### **Principe :**

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

Appareils : Spectrophotomètre UV. Visible

# **CHAPITRE V :**

## **Résultats et discussions**

## CHAPITRE V : Résultats et discussions

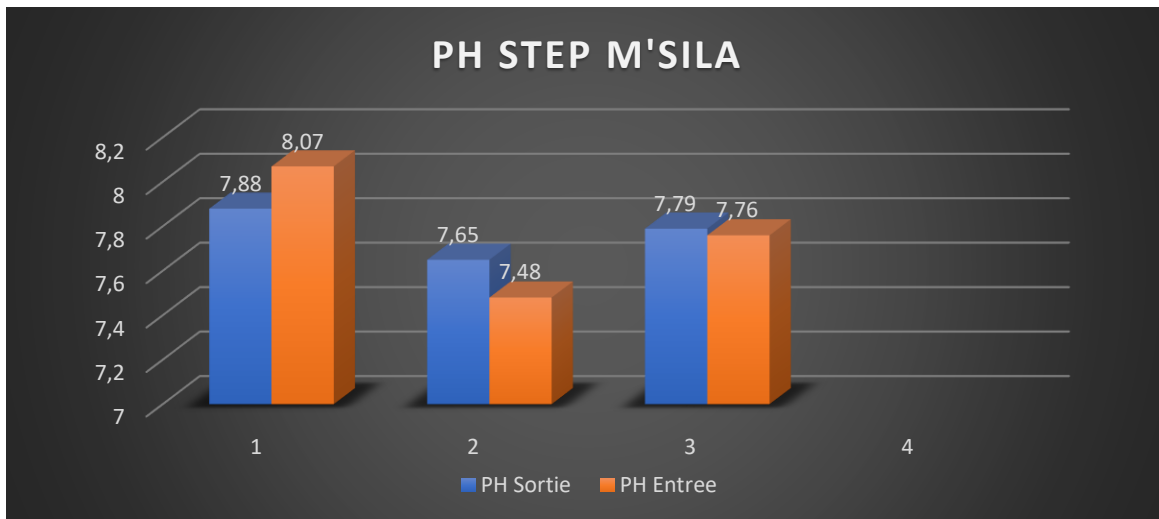
On va discuter les résultats des analyses de la STEP de la ville de m'sila sur une période allant du mois de février 2024 jusqu'au mois de mai 2024.

### V.1 Variation du potentiel hydrogène (pH)

L'évolution du pH des échantillons prélevés à l'entrée et à la sortie de la STEP sont présentés dans le tableau suivant :

Tab 8 V. 01 : Variation pH STEP M'SILA

Paramètres	PH		NORMES
Date	Eau d'entrée	Eau de sortie	6.5-8.5
21-02-2024	7.48	7.65	
13-03-2024	7.6	7.77	
19-03-2024	7.47	7.74	
24-03-2024	8.07	7.85	
28-4-2024	7.9	7.82	
08-05-2024	7.81	7.88	
15-05-2024	7.98	7.87	
21-05-2024	7.80	7.81	



21 Figure. V. 01 : Variation pH STEP M'sila

Les résultats sont présentés dans la (Figure 21) qui montre que les valeurs du pH respectent la norme, et de ce fait les résultats des eaux usées traitées sont conformes.

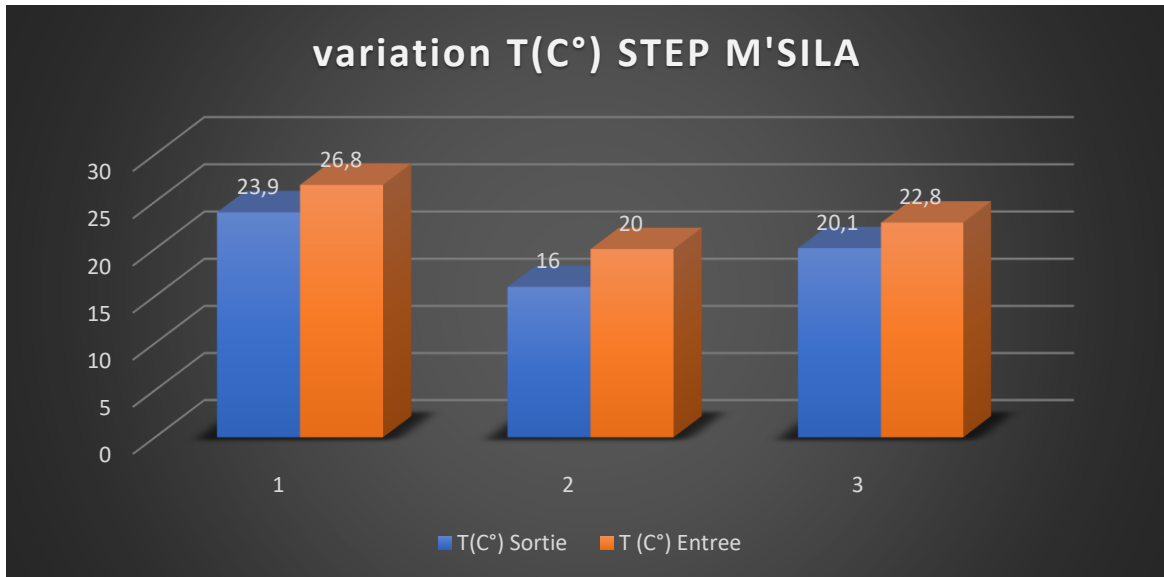
### V.2 Variation de la température

L'évolution des températures à l'entrée et à la sortie de la STEP est présentée dans le tableau suivant :

Tab 9 V. 02 : Variation T (c°) STEP M'SILA

Paramètres	T(C°)		NORMES
Date	Eau d'entrée	Eau de sortie	30 C°
21-02-2024	20.7	16.5	
13-03-2024	20	16	
19-03-2024	20.9	18.4	
24-03-2024	21.6	19.1	
28-4-2024	23.5	21.4	
08-05-2024	23.8	22.5	
15-05-2024	26.8	23.2	
21-05-2024	25.1	23.9	

On constate de ces résultats que les températures varient entre 16°C et 26.8°C, une température plutôt stable avec une légère variation entre les températures d'entrée et sortie.



22 Figure .V. 02 : Variation T (C°) STEP M'SILA

Les résultats sont présentés dans la (Figure 22) qui montre que les valeurs de température obtenue sont en dessous de la valeur de la norme de rejet des eaux usées domestiques et de ce fait sont conformes.

### V.3 La variation de la Conductivité

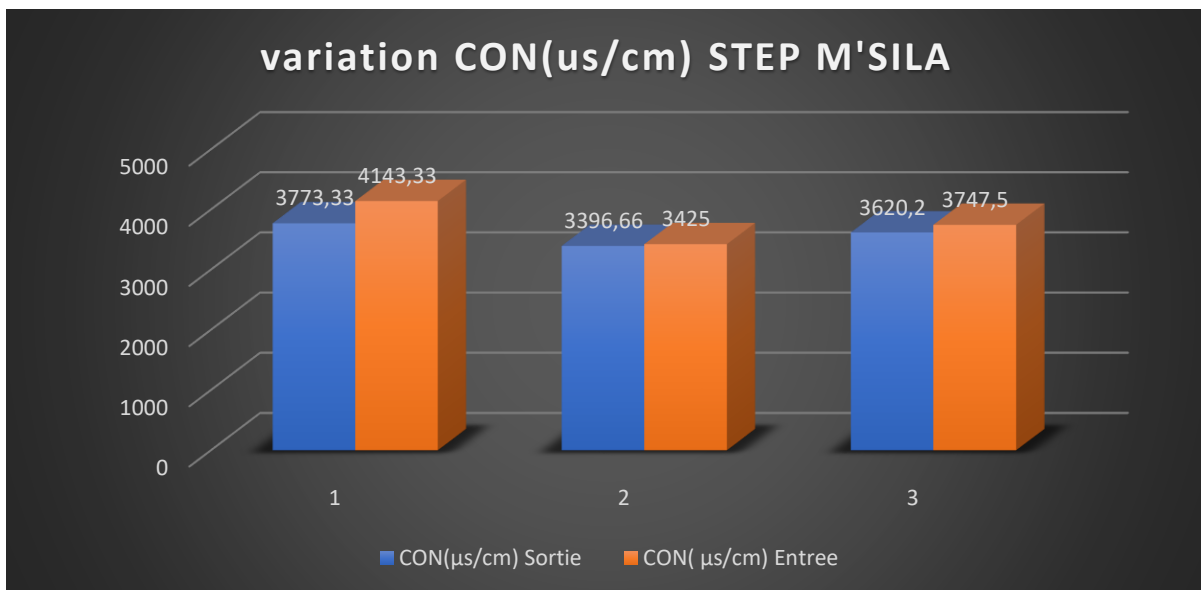
L'évolution de la conductivité à l'entrée et à la sortie de la STEP est présentée dans le tableau suivant :

Tab 10 V .03 : Variation COND STEP M'SILA

Paramètres	Conductivité ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )		NORMES
	Eau d'entrée	Eau de sortie	
Date			2800 $\mu\text{s}/\text{cm}$
21-02-2024	3870	3545	
13-03-2024	3425	3640	
19-03-2024	3520	3710	

24-03-2024	3645	3730
28-4-2024	4143.33	3773.33
08-05-2024	3753.33	3593.33
15-05-2024	3900	3573.33
21-05-2024	3723.33	3396.66

Les valeurs de la conductivité électrique varient entre 3425  $\mu\text{s}/\text{cm}$  et 4143.33 $\mu\text{s}/\text{cm}$  pour les eaux brutes et varient entre 3396.33 $\mu\text{s}/\text{cm}$  et 3773.33 $\mu\text{s}/\text{cm}$  pour les eaux épurées.



23 Fig. V .03 : Variation de la Conductivité STEP M'SILA

Les résultats sont présentés dans la (Figure.23) qui montre que les valeurs de la conductivité des eaux usées traitées qui sont non conformes aux normes à cause de l'entrée d'eau qu'est très chargée.

#### V.4 Variation de la matière en suspension (MES)

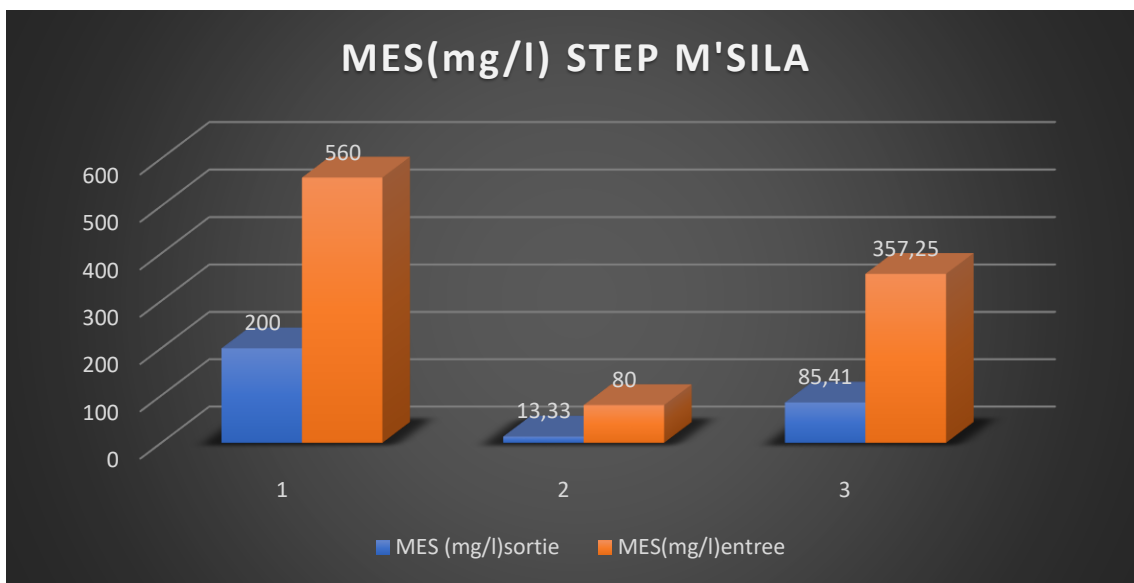
L'évolution des MES à l'entrée et à la sortie de la STEP sont présentés dans le tableau suivant :

Tab 11 V .03 : Variation COND STEP M'SILA

Paramètres	MES (mg/l)		NORMES
Date	Eau d'entrée	Eau de sortie	

21-02-2024	130	80	30 mg/l
13-03-2024	353	100	
19-03-2024	535	110	
24-03-2024	240	80	
28-4-2024	80	40	
08-05-2024	520	13.33	
15-05-2024	560	60	
21-05-2024	440	200	

Les valeurs de la MES variant entre 560 mg/l et 80 mg/l pour les eaux brutes, et entre 200 mg/l et 13.33 mg/l pour les eaux épurées



24 Figure. V. 04: Variation MES STEP M'SILA

Les résultats sont présentés dans la (Figure IV.4) montre que les eaux brutes de la ville de m'sila sont très chargées avec un grand abattement de la charge à la sortie. Les résultats sont non conformes aux normes pour les 07 prélèvements sauf le prélèvement du 08/05/2024 qui conforme aux normes

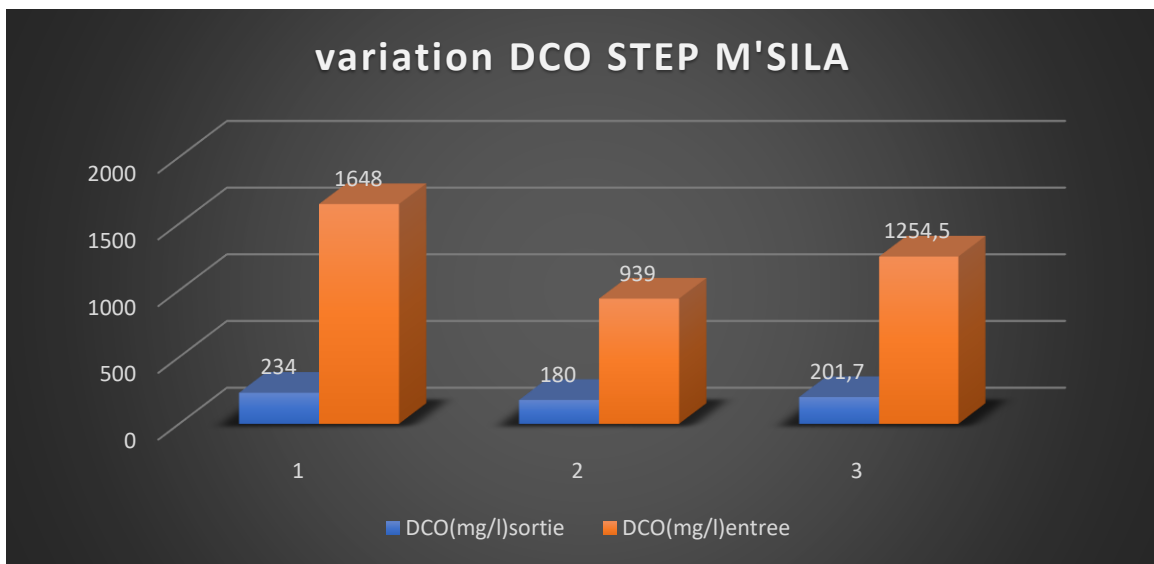
**V.5 Demande chimique en oxygène (DCO)**

L'évolution de la DCO à l'entrée et à la sortie de la STEP est présentée dans le tableau suivant :

Tab 12 V. 5.: Variation DCO STEP M'SILA

Paramètres	DCO (mg/l)		NORMES
Date	Eau d'entrée	Eau de sortie	120 mg/l
21-02-2024	1029	222	
13-03-2024	-	210	
24-03-2024	965	188	
28-4-2024	1406	182	
08-05-2024	1648	196	
15-05-2024	1540	234	
21-05-2024	939	180	

Les valeurs de la DCO variant entre 1648mg/l et 939 mg/l pour les eaux brutes, et entre 234 mg/l et 180 mg/l pour les eaux épurées.



25 Figure. V. 05 : Variation DCO STEP M'SILA

Les résultats sont présentés dans la (Figure IV.5) montre que les valeurs de la DCO des eaux brutes sont trop chargées, ce qui affecte sur le fonctionnement de la step et influence sur la sortie de l'eau qui explique la non conformité des résultats de l'eau épurée

### V.6 La variation de la demande biochimique en oxygène (DBO5)

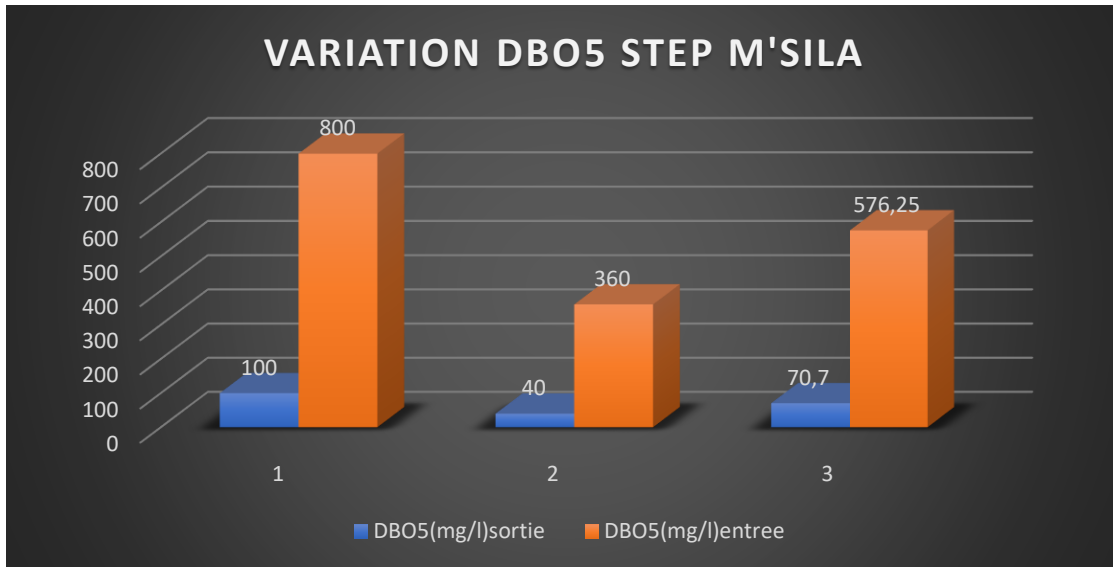
L'évolution de la DBO5 à l'entrée et à la sortie de la STEP est présentée dans le tableau suivant :

Tab 13 V. 6: Variation DBO5 STEP M'SILA

Paramètres	DBO5 (mg/l)		NORMES
	Eau d'entrée	Eau de sortie	
Date			30 mg/l
21-02-2024	500	75	
13-03-2024	390	-	
19-03-2024	800	100	
24-03-2024	700	65	
28-4-2024	580	65	
08-05-2024	680	60	
15-05-2024	600	90	

21-05-2024	360	40
------------	-----	----

Les valeurs de la DBO5 variant entre 800 mg/l et 360 mg/l pour les eaux brutes, et entre 100 mg/l et 40 mg/l pour les eaux épurées.



26 Figure. V. 06 : Variation DBO5 STEP M'SILA

Les résultats sont présentés dans la (Figure 26) montre que les valeurs de la DBOS des eaux brutes sont chargées et non conforme, ce qui affecte sur le fonctionnement de la step et influence sur la sortie de l'eau qui dépasse la norme, les résultats sont non conformes à la norme

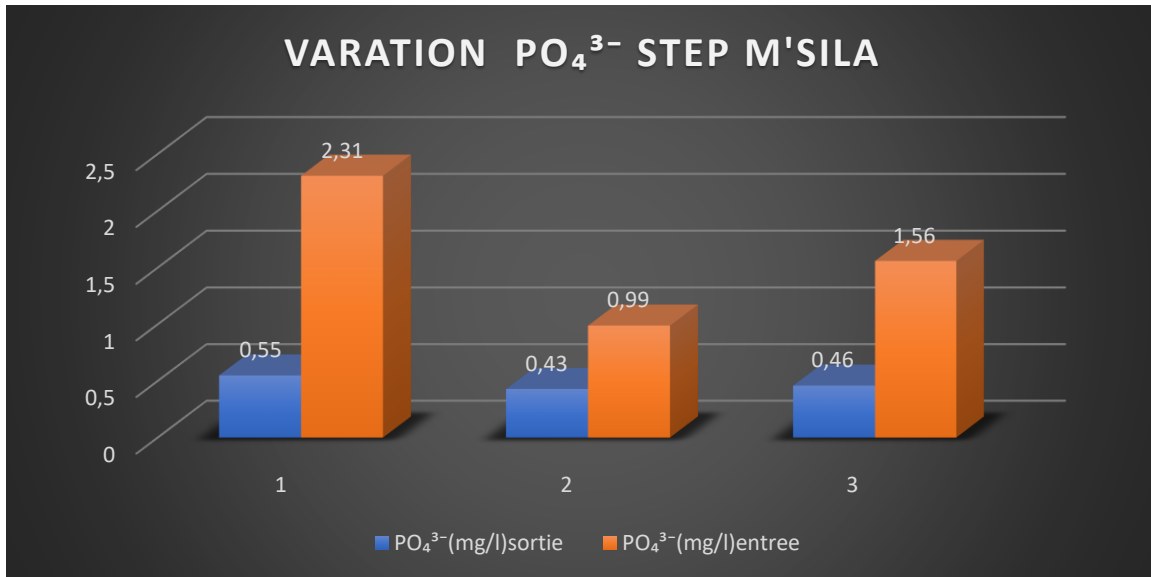
### V.7 La variation des ortho phosphates ( $PO_4^{3-}$ )

L'évolution des orthophosphates ( $PO_4^{3-}$ ) à l'entrée et à la sortie de la STEP est présentée dans le tableau suivant :

Tab 14 Variation orthophosphates ( $PO_4^{3-}$ ) STEP M'SILA

Paramètres	$PO_4^{3-}$ mg/l		NORMES
Date	Eau d'entrée	Eau de sortie	10 mg/l
21-02-2024	0.99	0.44	
19-03-2024	1.21	0.43	
08-05-2024	1.75	0.43	
15-05-2024	2.31	0.55	

Les valeurs de la  $\text{PO}_4^{3-}$  variant entre 2.31 mg/l et 0.99 mg/l pour les eaux brutes, et varient entre 0.55mg/l et 0.43 mg/l pour les eaux épurées



27 Figure. V. 07 : Variation  $\text{PO}_4^{3-}$  STEP M'SILA

Les résultats sont présentés dans la (Figure 27) montre que les valeurs du  $\text{PO}_4^{3-}$  sont conformes aux normes.

Malgré tous les problèmes connus à l'entrées de la STEP les résultats obtenus présentent des rendements épuratoires conformes aux normes de l'ONA, concluants un abattement de 87% pour la demande chimique d'oxygène, de 92% pour la demande biochimique d'oxygène et de 93% pour les matières en suspension.

## Conclusion Générale

Le traitement des eaux usées est devenu très important ces dernières années, en raison des exigences croissantes de la vie pour cet élément important dans divers domaines d'activités sociales, agricoles et industrielles. Ainsi, il existe de nombreuses méthodes de traitement des eaux usées, dont la plus importante est le traitement biologique par boues activées. L'objectif de ce travail est de suivre les procédés de traitements des eaux usées pour avoir une bonne qualité d'eau à la sortie de l'installation pour assurer l'irrigation et la protection des nappes phréatiques ainsi l'environnement. Le suivi des résultats d'analyses des paramètres physico-chimiques des rejets liquides montre de façon générale que les valeurs dépassent les normes de l'ONA.

La non-conformité de ces résultats d'analyses démontre que la STEP de la ville de Msila a des problèmes critiques qui nécessitent une intervention immédiate. On peut conclure que les dispositifs de traitement mis en place au niveau de la STEP a besoin de réhabilitation et un traitement tertiaire pour assurer un bon fonctionnement et remplit son rôle essentiel de protection de l'environnement.

## Références Bibliographiques

[1] M. TABET AOUL, ISLAM ET ENVIRONNEMENT. Algérie: BENMERABET, 2010.

[2] « Dictionnaire de l'environnement », Dictionnaire Environnement, 2010.

[https://www.dictionnaire-environnement.com/eau\\_usee\\_non\\_traitee\\_ID5307.html](https://www.dictionnaire-environnement.com/eau_usee_non_traitee_ID5307.html) (consulté le Juin 14, 2020).

[3]« ONA : Office National de l'Assainissement ». ABDELHALIM OURAHMOUNE CHEF DE DEPARTEMENT CENTRAL GESTION DES STEP /DIRECTION GENERALE

[4] Baumont et al, (2004) : Réutilisation des eaux usées : risques sanitaires et faisabilité Île-de-France. Rapport ORS, p10/11

[5] « Eau: l'Algérie consomme 10,6 milliards de M3 », E-Bourse dz, 2018. <http://boursedz.com/eau-lalgerie-consomme-106-milliards-de-m3/> (consulté le mai 26, 2020).

[6] F. REJSEK, Analyse des eaux: aspects réglementaires et techniques. Centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine, 2002.

[7] Etude et suivi des effluents liquides dans l'unité de traitement du complexe GL1/Z ». 2013 [8] « Technologie Advanced Enviro Septic », DBO Expert, 2020.

[8] J. RODIER, L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eaux de mer, 8e éd. Paris : DUNOD technique, 2005

[9] G. GROSCLAUDE, L'eau : Tome 2 : Usages et polluants G Grosclaude - 1999. 1999.

<https://www.aquaportail.com/definition-13084-ressources-en-eau.html> (consulté le juin 14, 2020).

[10] « Les différents paramètres physiques et chimiques des eaux et commentaires. \* - CPEPESC - Commission de Protection des Eaux », CPEPESC, 2017. <https://www.cpepesc.org/Les-principaux-parametres.html> (consulté le juin 14, 2020).

- [11] M. S. Metahri, « Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par des procédés mixtes. Cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou ». 2012.
- [12] F. Cherki et H. Hesses, « Etude de l'abattement de la charge polluante azotée en station d'épuration à boues activées, mémoire pour l'obtention de diplôme de DEUA. Option traitement et épuration de l'eau, département hydraulique université Tlemcen. » 2015.
- [13] A. Gaid, « Épuration biologique des eaux usées urbaines tome I, édition OPU, Alger ». 1984.
- [14] J. RODIER, B. LEGUBE, N. MERLET, et R. BRUNET, L'analyse de l'eau - 9e éd.: Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, Dunod. France: Dunod, 2009.
- [15] « Définitions et principe de fonctionnement d'une station d'épuration. - Définitions et principe de fonctionnement d'une station d'épuration. », Centre d'hygiène et de salubrité publique, 2009. <http://www.hygiene-publique.gov.pf/spip.php?article61> (consulté le juin 14, 2020).
- [16] S. M. Telli, « Etude sur la valorisation par séchage solaire Des boues d'épuration des Eaux urbaines – cas de la station d'Office Nationale d'Assainissement (ONA)- Tlemcen, mémoire master génie énergétique université de Tlemcen ». 2013
- [17] Z. Hadjou Belaid, « Contribution à l'étude des dysfonctionnements relevés dans une station d'épuration, étude du cas : STEP d'Ain El Houtz, Mémoire de master en hydraulique, Université Abou-Bakr Belkaid de Tlemcen ». 2013.
- [18] F. Mekhalif, « Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement ». 2009.
- [19] A. Boumediene, « Bilan de suivi des performances de fonctionnement d'une station d'épuration a boues activées : cas de la STEP AIN EL HOUTZ). Mémoire de licence en hydraulique, Université Abou-Bakr Belkaid de Tlemcen. » 2013.
- [20] P. Josep, « Station d'épuration : dispositions constructives pour améliorer leur fonctionnement et faciliter leur exploitation ». 2002.
- [21] S. Rejasse, « Optimisation du fonctionnement d'une station d'épuration à boues activées de 10 000 EH, Tréllissac, Mémoire d'ingénieur de l'ENGEES, Promotion Indre. » juill. 2009.
- [22] C. Troyes, « Eaux usées et assainissement. Les traitements adaptés. » 2002.

[23] F. Z. Bakkal et O. Bennani, « Optimisation du fonctionnement de la station d'épuration des eaux usées de Marrakech, Mémoire, université MARRAKECH. » ..

[24] F. R, « Analyse des eaux, Aspects réglementaires et techniques. Edition Scérén CRDP AQUITAINE. Bordeaux, pp165-239 ». 2002.

[25] (A. Dahou et A. Brek, « Lagunage aéré en zone aride performance épuratoires cas de région d'ouaregla). mémoire master académique. Université de ouaregla ». 2013.

[26] S. Attab, « Amélioration de la qualité microbiologique des eaux épurées par boues activées la station d'épuration haoud berkaoui par l'utilisation d'un filtre à sable local),

[27] (D.H.W.2013)

[28]. (D.H.W, 2008).

[29]. (D.H.W.M, 2008).

[30] (Rodier et al., 2009).

[31]. (Thierrin et al., 2003).

[32]. (Rodier. 1996).

[33] (ouali.2001).

## ANNEXE

Tableau 1: Les norms des analyses physico-chimiques en Algérie (ONA)

Paramètres	Unités	Normes	Normes recommandées par la STEP
Température	C°	30	30
pH	-	6.5 - 8.5	6 - 8
Conductivité	µs/cm	1250	2800
DBO5	mg/l	30	40
DCO	mg/l	90	76 (>120)
MES	mg/l	30	30
Phosphates	mg/l	2	-
Nitrates	mg/l	40	-
Nitrites	mg/l	-	-
Azote totale	mg/l	50	-

Décrets : chapitre 05 : les normes de rejets industriels (réglementation algérienne et européenne )

## Résumé

Dans le cadre de suivi des procédés de traitement des eaux usées et son efficacité, notre étude est basée sur la station d'épuration de la ville de m'sila.

On a réalisé plusieurs paramètres d'analyses durant la période allant de février 2024 jusqu'à mai 2024, au cours de cette étude les paramètres les plus significatifs ont été analysés (PH, T°C, DCO, DBO5, MES). Cette STEP fonctionne selon le procédé de traitement par boues activées. A travers les résultats obtenus, on constate que les eaux usées à l'entrée de la station ont une charge polluante élevée, ceci est reflété par des valeurs élevées enregistrées pour certains paramètres comme la DBO5, et la DCO.

Les résultats obtenus présentent des rendements épuratoires concluants qui peuvent atteindre pour un abattement de 87% pour la demande chimique d'oxygène, de 92% pour la demande biochimique d'oxygène et de 93% pour les matières en suspension pour la STEP de M'sila.

Mots clés : Eaux usées, STEP (Station de Traitement des Eaux Polluée), paramètres physico-chimique, eau épurée, eau brute, la pollution

### ملخص

كجزء من مراقبة عمليات معالجة مياه الصرف الصحي ومدى فعاليتها، اعتمدت دراستنا على محطة معالجة مياه الصرف الصحي في مدينة المسيلة.

تم إجراء العديد من عوامل التحليل خلال الفترة من فيفري 2024 إلى ماي 2024، من أهمها (PH، COD، BOD5، T°C، MES). تعمل محطة معالجة مياه الصرف الصحي هذه باستخدام عملية معالجة الحمأة المنشطة. ومن خلال النتائج التي تم الحصول عليها نرى أن المياه القادمة عند مدخل المحطة لديها حمولة تلوثية عالية، وهو ما ينعكس من خلال القيم العالية المسجلة لبعض التحاليل مثل BOD5، و COD. تم الحصول على نتائج تنقية نهائية يمكن أن تصل إلى انخفاض بنسبة 87% في الطلب على الأكسجين الكيميائي، و92% في الطلب على الأكسجين الكيميائي الحيوي، و93% في المواد العالقة في محطة معالجة مياه الصرف الصحي. الكلمات الرئيسية: مياه الصرف الصحي، محطة معالجة المياه المستعملة، التحاليل الفيزيوكيميائية والمكروبيولوجية، المياه الخام، المياه المنقاة، التلوث.

### Abstract:

Our study emphasizes on monitoring wastewater treatment processes and their effectiveness at the wastewater treatment station in Msila city.

Several analysis parameters were carried out during the period from February 2024 to May 2024, during this study the most significant parameters were analyzed (PH, T°C, COD, BOD5, MES). This WWTP operates using the activated sludge treatment process. Through the results obtained, we see that the wastewater at the entrance to the station has a high pollutant load, this is reflected by high values recorded for certain parameters such as BOD5, and COD.

The results obtained present conclusive purification yields which can reach a reduction of 87% for the chemical oxygen demand, 92% for the biochemical oxygen demand and 93% for suspended matter of Msila station.

Keywords: wastewater treatment, physicochemical and microbiological analyses, water pollution, wastewater treatment station.