

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

**UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA**

**FACULTE DES SCIENCES  
DEPARTEMENT DE CHIMIE**

**N° :**



**SPECIALITE : CHIMIE  
OPTION : CHIMIE DE  
L'ENVIRONNEMENT**

**MEMOIRE**

Présenter pour l'obtenir du diplôme de :

**MASTER**

**Par :**

**BOUDAUD AICHA**

**SELLAOUI DOUNIA**

**Thème**

**Etudes des paramètres de fonctionnement de la station  
d'épuration de Msila**

**Soutenu publiquement le : 15/07/2019 devant le jury composé de :**

<b>Dr : DJEHICHE.M</b>	<b>Université de M'sila</b>	<b>Président</b>
<b>Dr :NOUFEL .K</b>	<b>Université de M'sila</b>	<b>Rapporteur</b>
<b>Dr : REFFAS . A</b>	<b>Université de M'sila</b>	<b>Examineur</b>

**Année universitaire : 2018/2019**

## *Remerciements*

*Avant tout nous remercions Allah de nous avoir donné le courage et la sagesse pour pouvoir mener à terme ce modeste travail.*

*Nos vifs remerciements aux responsables et personnel de l'a direction d''office national de l''assainissement (ONA) et la station d'épuration de M'sila*

*Nous adressons notre vif remerciement à notre encadreur Mr. Kamel noufel pour ses compréhensions et ses aides. Pour sa gentillesse et ses orientations efficaces.*

*Nous remercions Mr. REFFAS Abdelbaki A. et Mr. DJEHICHE Mokhtar . qu'ont bien voulu examiner notre travail. Leur présence va valoriser, de manière certaine, le travail que nous avons effectué.*

*Pour finir je veux remercier tout les personne de la bibliothèque de la faculté de chimie (Université M'sila )*

## *Dédicace*

*Tout d'abord, louange à « Allah » qui m'a guidé sur le droit chemin tout au long du travail et m'a inspiré les bons pas et les justes réflexes. Sans sa miséricorde, ce travail n'aura pas abouti.*

*Je dédie ce modeste travail accompagné d'un profond amour :*

*A la mémoire de mon Père SAÏD*

*Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.*

*A ma très chère mère ZINEB*

*Affable, honorable, aimable : Tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études*

*A mes frères et sœurs HAMZA, RACHID, MERIEM, ASMA, MOHAMED.*

*La petite princesse SALSABIL*

*Le petit ange ADEM*

*Et pour toutes les familles et la femme de mon frère NASEMA et mon beau sœur*

*A/KARIM*

*Ames amies : DINA, SARA, RIMA, MARWA, AICHA, TISSIR*

*Boudaoud Aicha*

*Dédicace*

*À ma mère , qui me soutient toujours*

*elle est la première raison de ma*

*successive*

*À ma famille*

*À mes amis*

*À toutes les personnes que je porte dans le cœur et  
qui se reconnaîtront car elles en font autant.*

*Sellaoui Dounia*

## Liste des figures

<b>Figure I.1</b>	: Schéma d'un dégrilleur.....	14
<b>Figure I.2</b>	: Schéma d'un tamisage.....	15
<b>Figure I.3</b>	: Schéma d'un dessableur.....	15
<b>Figure I.4</b>	: Schéma d'un déshuileur-dégraisseur.....	18
<b>Figure I.5</b>	: Lagunage naturel.....	18
<b>Figure I.6</b>	: Le principe d'un lagunage aéré.....	19
<b>Figure I.7</b>	: Schéma de principe d'une filière type de disques biologiques.....	20
<b>Figure I.8</b>	: Lit bactérien.....	20
<b>Figure I.9</b>	: Boues activées à faible charge.....	23
<b>Figure I.10</b>	: décanteur secondaire "clarificateur".....	31
<b>Figure II.1</b>	: Photo de STEP à partir de Google earth.....	37
<b>Figure II.2</b>	: Les dégrillage grossières.....	40
<b>Figure II.3</b>	: Pompe de relevage.....	41
<b>Figure II.4</b>	: Mécanisme de l'extraction du sable et graisse.....	42
<b>Figure II.5</b>	: Déshuileur.....	43
<b>Figure II.6</b>	: déssableurs.....	43
<b>Figure II.7</b>	: le bassin anoxique.....	45
<b>Figure II.8</b>	: bassin d'aération.....	45
<b>Figure II.9</b>	: Décanteur secondaire.....	47
<b>Figure II.10</b>	: les bassins de chloration.....	48
<b>Figure II.11</b>	: Les lits de séchage.....	49
<b>Figure III.1</b>	: prélèvements (à l'entrée et à la sortie).....	52
<b>Figure III.2</b>	: laboratoire de station d'épuration M'SILA.....	53
<b>Figure III.3</b>	: pH mètre.....	54
<b>Figure III.4</b>	: Oxymétrie.....	55
<b>Figure III.5</b>	: cond-mètre.....	56
<b>Figure III.6</b>	: balance.....	57
<b>Figure III.7</b>	: filtre stérile.....	57
<b>Figure III.8</b>	: centrifugation.....	58
<b>Figure III.9</b>	: étuve.....	58

<b>Figure III.10 :</b>	dessiccateur .....	58
<b>Figure III.11 :</b>	Reactif DCO (tube Hach).....	59
<b>Figure III.12 :</b>	DCO-mètre .....	60
<b>Figure III.13 :</b>	lecteur de DCO .....	60
<b>Figure III.14 :</b>	DBO mètre .....	61
<b>Figure III.15 :</b>	flacon à DBO.....	61
<b>Figure III.16 :</b>	Test de décantation .....	62
<b>Figure IV.1 :</b>	La variation de la température de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP en 2013, 2018 et 2019 .....	66
<b>Figure IV.2 :</b>	La variation du pH de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP en 2013, 2018 et 2019... ..	67
<b>Figure IV.3 :</b>	la variation d'O <sub>2</sub> de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP .....	68
<b>Figure IV.4 :</b>	la variation de Conductivité dans les eaux usée brute et épurée.....	69
<b>Figure IV.5 :</b>	la variation de la concentration des matières en suspension (MES) de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP en 2013, 2018 et 2019... ..	70
<b>Figure IV.6 :</b>	les variations de la concentration Demande chimique en oxygène (DCO) de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP en 2013, 2018 et 2019 .....	71
<b>Figure IV.7 :</b>	les variations de la concentration Demande biochimique en oxygène (DBO <sub>5</sub> ) de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP en 2013, 2018 et 2019.....	72
<b>Figure IV.8 :</b>	les variations spatiotemporelles de teneurs en Nitrate dans les eaux usées brutes et épurée.....	73
<b>Figure IV.9 :</b>	Les variations spatiotemporelles de teneurs en sulfate dans les eaux usées brutes et épurée.....	74

## iste des tableaux

<b>Tableau I.1 :</b>	Normes des rejets internationales .....	11
<b>Tableau I.2 :</b>	Les valeurs limitent des paramètres de rejet dans un milieu récepteur.....	12
<b>Tableau II.1 :</b>	Les dimensions des bassins biologiques .....	46
<b>Tableau II.2 :</b>	Les dimensions du bassin de désinfection .....	48

## Liste des abréviations

**CE** : Conductivité Electrique ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ).

**Cm**: La charge massique exprime en  $\text{kg DBO}_5 / \text{kg MVS.j}$ .

**COT** : Carbone total organique.

**Cv** : La charge volumique exprimé en  $\text{kg O}_2 \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{j}^{-1}$ .

**C b .t** : concentration en solide (ou solide volatil) de la liqueur mixte ( $\text{mg}/\text{l}$ ).

**C b .ex** : concentration en solide (ou solide volatil) des boues ( $\text{mg}/\text{l}$ ). L'âge des boues est inversement proportionnel à la charge massique.

**DBO5** : Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours ( $\text{mg}/\text{l}$ ).

**DCO** : Demande Chimique en Oxygène ( $\text{mg}/\text{l}$ ).

**EH** : l'équivalent habitant

**FAO** : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (Food and Agriculture Organisation of the United Nations).

**H<sub>2</sub>O** : eau.

**Im** : Indice de Mohlman ( $\text{mg}/\text{l}$ ).

**IB** : l'indice de boue.

**K**: constatant de la biodégradabilité

**MES** : Les matières en suspension.

**MVS** : Les matières volatiles en suspension.

**MMS** : Les matières minérales sèches.

**MO** : matières oxydables.

**MA** : matières azotées

**MP** : matières phosphorées.

**OD** : oxygène dissous.

**ONA** : Office National d'Assainissement.

**Qj** : le débit journalier d'eau brute à traiter ( $m^3.j^{-1}$ ).

**STEP**: Station d'Épuration.

**T** : Température.

**Ts** : temps de séjour (h).

**V**: volume de boue obtenu après 30 minutes de décantation (ml/l).

**VBA** : volume de bassin d'aération ( $m^3$ ).

**WC** : water closet cabinet d'eau.

# Table des matières

<b>Introduction générale</b> .....	3
<b>Chapitre I : Généralités sur les eaux usées</b>	
<b>I-1-Introduction</b> .....	<b>3</b>
Définition des eaux usées.....	3
Les principaux rejets polluants.....	3
Les eaux usées agricole.....	3
Les eaux usées pluviales.....	4
Eaux usées domestiques.....	4
Eaux usées industrielles.....	4
5. Les eaux de drainage.....	5
la pollution des eaux usées.....	5
Pollution minérale.....	6
la pollution microbiologiques.....	6
Pollution chimique.....	6
La pollution physique.....	6
Pollution par le phosphore.....	6
Pollution par l'azote.....	6
les paramètres de pollution.....	7
Paramètres organoleptiques.....	7
Les paramètres physiques.....	7
Paramètres chimiques.....	8
Les paramètres bactériologiques.....	9
L'équivalent habitant (EH).....	10
Normes internationales.....	10
Normes Algériennes.....	11
Définition de l'épuration.....	12
Paramètres essentiels pour le choix d'une technologie de traitement des eaux Usées.....	13
Rôle des stations d'épuration.....	14
procédés d'épuration des eaux usées.....	14
Prétraitement.....	14

Le traitement primaire (décantation primaire).....	15
Le traitement biologique.....	16
Procédés biologiques extensifs.....	16
Le lagunage (culture libre).....	17
Procédés biologiques intensifs.....	18
Disques biologiques (cultures fixées).....	18
Lits bactériens (cultures fixées).....	19
les boues activées.....	20
* Généralités sur les boues activées.....	20
*Paramètres de fonctionnement des stations à boues activées.....	21
*Paramètres influençant le fonctionnement des bassins d'aération.....	23
décantation secondaire.....	31
Le traitement tertiaire.....	31
Le traitement des boues.....	34

## **Chapitre II :Description de la station d'épuration de M'SILA**

II-1-Introduction.....	36
II-2- Localisation de la station d'épuration M'sila.....	36
II -3- Données de base.....	37
II-4-Principe de fonctionnement de STEP de M'sila.....	37
II -5- Les installations de la STEP.....	38
II-6- Description des ouvrages de traitement de la filière Eaux.....	39
II-7-Les procédés de traitement.....	39
II-7-1-Prétraitement.....	39
II-7-2-Le traitement secondaire.....	44
II-7-3- Le traitement tertiaire.....	47
II-7-3-1-Traitement des boues.....	49
II-8-Conclusion.....	50

## **Chapitre III : Matériels et méthodes**

III-1-Introduction.....	52
III-2-prélèvement et échantillonnage.....	52
III-3-Analyses physico-chimiques.....	53

Température .....	53
	pH 53
III-3-3-Oxygène dissous.....	55
III-3-4-Conductivité .....	56
III-3-5Les matière en suspension(MES) .....	57
III-3-6-Demande chimique en oxygène (DCO) .....	59
III-3-7-Demande biochimique en oxygène (DBO5) .....	61
III-3-8-Test de décantation.....	62
III-4- Dosage des différents types d'anions .....	63
III-4-1 : Nitrites (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) .....	63
III-4-2-Les nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) .....	63
III-4-3 - les sulfates (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> ).....	64
III-5-conclusion.....	64

## **Chapitre IV : Résultats Et Discussions**

IV-Introduction... ..	66
IV-1-Température .....	66
IV-2-Ph.....	67
IV-3-Oxygène dissous.....	68
IV-4-Conductivité .....	69
IV-5-Les matière en suspension(MES) .....	70
IV-6-Demande chimique en oxygène (DCO) .....	71
IV-7-Demande biochimique en oxygène (DBO5) .....	72
IV-8-Les nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) .....	73
IV-9 - les sulfates (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> ).....	74
<b>Conclusion générale.....</b>	

## **Introduction :**

L'eau est une matière indispensable à la vie, et de l'activité Humaine. Le rejet des eaux usées chargées en substances polluantes dans l'environnement, sans aucun traitement préalable est un motif de préoccupation croissant compte tenu des effets indésirables qu'elles peuvent engendrer sur la santé humaine, la flore et la faune. Cependant, l'homme n'a jamais cessé de rechercher des moyens efficaces pour dépolluer ses multiples rejets. Selon la nature et l'importance de la pollution, différents procédés peuvent être mis en œuvre pour l'épuration des rejets industriels et urbains.

Quel que soit le processus d'épuration par boues activées est le plus répandu dans le monde. En Algérie, ce procédé est le plus utilisé aujourd'hui dans la plupart des stations d'épuration assurant un traitement qui est basé à Grâce à des procédés physico-chimiques ou biologiques, ces stations ont pour but de dégrader et éliminer la pollution contenue dans les eaux usées sous forme de résidus, 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.

Aujourd'hui, la plupart des Régions algériennes connaissent des taux faibles en pluviosité et un essor démographique impressionnant ainsi qu'un développement économique et social important, Ces facteurs ont conduit à des dommages considérables sur l'environnement.

Pour faire face à cette situation, l'optimisation de l'utilisation de l'eau ainsi que sa préservation contre les différentes pollutions s'avèrent plus qu'indispensable, Pour cette raison l'état a œuvré à la réalisation de nombreuses stations d'épurations des eaux usées à travers tout le territoire national, Cette pratique vise la lutte contre la pollution et le gaspillage des eaux utilisées en agriculture et en industrie.

Le nombre de la population de la ville de M'sila a évolué donc les évolutions des activités humaines ces dernières années d'une manière élevée. C'est dans ce contexte que cette ville est dotée d'une station d'épuration d'une capacité de 200,000 Eq / Hab, pour le traitement des eaux usées urbaines.

L'objectif de notre étude est de déterminer la qualité physico-chimique et biologique des eaux usées urbaines de la ville de M'sila, ainsi que l'évaluation du rendement de l'épuration de la station d'épuration.

Notre mémoire est structuré en quatre (04) chapitres:

Le premier est une recherche bibliographique, traitant des données théoriques sur la nature des eaux usées urbaines et les différentes techniques de leurs épurations;

Le second est consacré à Description de la station d'épuration de M'SILA;

Le troisième chapitre, présente les Matériels et méthodes;

Le dernier chapitre rassemble les résultats obtenus avec leurs interprétations.

# Chapitre I :

## Généralités sur les eaux

**I-Introduction :**

Les eaux de surface constituent un écosystème où règne une communauté d'êtres vivants qui établissent des relations et interactions entre eux et leur milieu. Dans ce fragile équilibre, un seul facteur de l'écosystème est modifié, et c'est l'équilibre qui est perturbé. C'est ainsi que la présence ou la surabondance d'un élément dans un écosystème dont il est normalement absent constitue une pollution. Les eaux usées contiennent de nombreux éléments polluants. Ces polluants s'ils se retrouvent directement dans les milieux naturels perturbent les écosystèmes. Les eaux usées nécessitent d'être traitées avant leur évacuation dans le milieu récepteur, la protection de l'environnement en dépend.

**I-2-définition des eaux usées :**

Les eaux usées sont les eaux résiduelles d'une industrie ou d'une communauté, qui sont destinées à être rejetées après usage. Elles sont des eaux ayant perdu, par leur utilisation industrielle ou domestique, leur pureté initiale, et qui sont devenues impropres à d'autres utilisations de qualité. Les eaux usées, étant polluées par l'usage qui en a été fait, ne doivent pas être rejetées en masse dans le milieu naturel avant d'avoir été traitées en vue de l'élimination des polluants indésirables par passage dans une station d'épuration [1].

La *FAO* définit les eaux usées comme:

Eau qui n'a pas de valeur immédiate pour le but pour lequel elle a été utilisée ou pour laquelle elle a été produite en raison de sa qualité, de sa quantité ou du moment où elle est disponible. Cependant, les eaux usées d'un utilisateur peuvent être utilisées pour fournir un autre utilisateur dans un autre lieu [2].

**I-3-les principaux rejets polluants :****Les eaux usées agricole :**

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 [3].

**les eaux usées pluviales :**

Elles peuvent être chargées en matières en suspension (surtout lors de l'érosion des sols pentus) et contenir des métaux lourds et des toxiques : plomb, zinc, hydrocarbures, etc...  
,(Notamment lorsqu'elles lessivent les sols et les surfaces imperméabilisées). L'infiltration à la source des eaux pluviales (limitation des surfaces imperméables, prévoir des surfaces enherbées lors des projets d'aménagement) est une solution pour limiter les effets des eaux pluviales sur les milieux [4].

**Eaux usées domestiques :**

Les effluents domestiques sont des mélange d'eaux contenant des déjections humaines : urines, fèces (eaux vannes) et eaux de toilette et de nettoyage des sols et des aliments (eaux ménagères).

Ces eaux sont généralement constituées de matières organiques dégradables et de matières minérales, ces substances sont sous forme dissoute ou en suspension. Elles se composent essentiellement par des eaux de vanne d'évacuation de toilette. Et des eaux ménagères d'évacuation des cuisines, salles de bains.

Elles proviennent essentiellement :

- ❖ Des eaux de cuisine qui contiennent des matières minérales en suspension provenant du lavage des légumes, des substances alimentaires à base de matières organiques (glucides, lipides, protides) et des produits détergents utilisés pour le lavage de la vaisselle et ayant pour effet la solubilisation des graisses ;
- ❖ Des eaux de buanderie contenant principalement des détergents ;
- ❖ Des eaux de salle de bain chargées en produits utilisés pour l'hygiène corporelle, généralement des matières grasses hydrocarbonées ;
- ❖ Des eaux de vannes qui proviennent des sanitaires (*w.c*), très chargées en matières organiques hydrocarbonées, en composés azotés, phosphatés et microorganisme [5].

**Eaux usées industrielles :**

Les déchets et les effluents industriels définissent largement la qualité et le taux de pollution de ces eaux usées. Les établissements industriels utilisent une quantité importante d'eau qui tout en restant nécessaire à leur bonne marche, n'est réellement consommée qu'en

très faible partie le reste est rejeté. On peut néanmoins, faire un classement des principaux rejets industriels suivant la nature des inconvénients qu'ils déversent :

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

Les eaux résiduaires d'origine industrielle ont généralement une composition plus spécifique et directement liée au type d'industrie considérée. Indépendamment de la charge de la pollution organique ou minérale, de leur caractère putrescible ou non, elles peuvent présenter des caractéristiques de toxicité propres liées aux produits chimiques transportés [6].

### **I-3-5-Les eaux de drainage**

C'est l'eau de lessivage récupérée après irrigation grâce à un système de drainage. Les pollutions dues aux activités agricoles sont de plusieurs natures :

- ❖ Apport aux eaux de surface de nitrates et de phosphates utilisés comme engrais, par suite de lessivage de terre perméables. Ces composés minéraux favorisent la prolifération des algues (phénomène d'eutrophisation) qui en abaissent la teneur en oxygène des eaux courantes compromettent la vie des poissons et des animaux aquatiques.
- ❖ Apport des pesticides chlorés ou phosphorés, de désherbants, d'insecticides.[07].

### **I-4- La pollution des eaux usées :**

La pollution ou la contamination de l'eau peut être définie comme la dégradation de celle-ci en modifiant ses propriétés physiques, chimiques et biologiques; par des déversements, rejets, dépôts directs ou indirects de corps étrangers ou de matières indésirables telles que les microorganismes, les produits toxiques, les déchets industriels. Selon leurs natures, on distingue divers types de pollution [08].

**I-4-1-Pollution minérale :**

Elle est constituée essentiellement des métaux lourds en provenance des industries métallurgiques et de traitement de minerais, ex (plomb, du cuivre, du fer, du zinc et du mercure...etc) [09].

**I-4-2-la pollution microbiologiques :**

Les eaux usées contiennent tous les microorganismes excrétés avec les matières fécales. Cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes. L'ensemble de ces organismes peut être classé en quatre grands groupes, par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes [10].

**I-4-3-Pollution chimique :**

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

- ❖ Organiques (hydrocarbures, pesticides, détergents, phénols..);
- ❖ Minérales (métaux lourds, cyanure, azote, phosphore...)[11].

**I-3-4-La pollution physique :**

Résultat de la présence dans l'eau de particules ou de déchets capables de colmater le lit d'un cours d'eau (cas des eaux provenant par exemple des mines, d'usines de défilage de bois, de tanneries) [12].

**I-4-5-Pollution par le phosphore :**

Le phosphore a pour origine les industries du traitement de surfaces des métaux, les laveries industrielles des fabrications, d'engrais agroalimentaire [13].

Comme l'azote, le phosphore est un élément nutritif, il est à l'origine du phénomène d'eutrophisation c'est-à-dire la prolifération excessive d'algues et de plancton dans les milieux aquatiques [14].

**-Pollution par l'azote :**

Les activités industrielles, peuvent être à l'origine des rejets plus ou moins riche en azote (élément nutritif) issu des fabrications d'engrais, des cokeries, et des industries chimiques et agroalimentaires L'azote existe sous deux formes: la forme réduite qui regroupe l'azote ammoniacal ( $NH_3$  ou  $NH_4^+$ ) et l'azote organique (protéine, créatine, acide urique). Plus une forme oxydée en ions nitrites ( $NO_2^-$ ) et nitrates ( $NO_3^-$ ) [14].

## I-5-Les paramètres de pollution :

### I-5-1-Paramètres organoleptiques :

#### a. Couleur :

La couleur des eaux résiduaires industrielles est en général grise, signe de présence de matières organiques dissoutes, de *MES*, du fer ferrique précipité à l'état d'hydroxyde, du fer ferreux lié à des complexes organiques et de divers colloïdes [15].

#### b. Odeur :

Les eaux résiduaires industrielles se caractérisent par une odeur. Toute odeur est pollution qui est due à la présence de matières organiques en décomposition [15].

### I-5-2-Paramètres physiques:

#### I-5-2-1-Les paramètres physiques :

##### a. Température :

Elle joue un rôle important dans la solubilité des sels et surtout des gaz (en particulier  $O_2$ ) dans l'eau ainsi que, la détermination du pH et la vitesse des réactions chimiques. La température agit aussi comme facteur physiologique sur le métabolisme de croissance des microorganismes vivants dans l'eau[16].

##### b. La turbidité :

La turbidité est inversement proportionnelle à la transparence de l'eau, elle est de loin le paramètre de pollution indiquant la présence de la matière organique ou minérale sous forme colloïdale en suspension dans les eaux usées. Elle varie suivant les matières en suspension (*MES*) présentes dans l'eau [17].

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

Exprimée en mg par litre. Ce sont les matières non dissoute de diamètre supérieur à  $1\mu\text{m}$  contenues dans l'eau. Dans le milieu récepteur, les *MES* peuvent entraîner des perturbations de l'écosystème par une diminution de la clarté de l'eau, limitant la photosynthèse végétale. De plus, ces *MES* peuvent être de nature organique et entraîner les nuisances associées aux molécules organiques [18].

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

Elles sont recueillies soit par filtration, soit par centrifugation, séchées à  $105^\circ\text{C}$ , puis pesées, ce qui fournit la teneur en *MES* (*mg/l*). Elles sont ensuite chauffées à  $500-600^\circ\text{C}$ , les matières volatiles disparaissent, et la perte de poids est attribuée aux *MVS* (*g ou mg/l*)[19].

**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.

**f. Les matières décantables et non décantables :**

On distingue les fractions qui décantent en un temps donné (2 heures) suivant les conditions opératoires, et les matières non décantables qui restent dans l'eau et qui vont donc être dirigées vers les procédés biologiques [20].

**I-5-3-Paramètres chimiques :****a. Potentiel d'hydrogène :**

Sa valeur détermine un grand nombre d'équilibre physicochimique. La valeur de pH basse ou élevée altère la croissance des microorganismes existant dans l'eau (leur gamme de croissance est comprise entre 5 et 9) [21].

**b. Demande chimique en oxygène(DCO) :**

La demande chimique en oxygène est la quantité d'oxygène consommée par les matières existantes dans l'eau et oxydable dans des conditions opératoires bien définies [19]. Elle est d'autant plus élevée qu'il y'a des corps oxydables dans le milieu. L'oxygène affecte pratiquement la totalité des matières organiques biodégradables et non biodégradables. La *DCO* est mesuré en mg d'O<sub>2</sub>/l [22].

- ✓ DCO = 1.5 à 2 fois DBO pour les eaux usées urbaines;
- ✓ DCO = 1 à 10 fois DBO pour l'ensemble des eaux résiduaire;
- ✓ DCO > 2.5 fois DBO pour les eaux usées industrielles[23].

La relation empirique de la matière oxydable en fonction de la *DBO*<sub>5</sub> et la *DCO* est donnée par l'équation suivante:  $MO = (2DBO_5 + DCO)/3$

**c. La demande biochimique en oxygène(DBO<sub>5</sub>) :**

La *DBO*<sub>5</sub> exprime la quantité d'oxygène consommée par les bactéries, à 20°C et à l'obscurité pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablementensemencé, temps qui assure l'oxydation par voie aérobie. Pour la mesure, on prend comme référence la quantité d'oxygène consommée au bout de 5 jours ; c'est la *DBO*<sub>5</sub>[23].

**d. 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 biologique 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, si non on applique un traitement physico-chimique[24].

**I-5-4-Paramètres bactériologiques :**

Les micro-organismes qui se trouvent dans l'eau usée sont à l'origine du traitement biologique. Ils comprennent, par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes. Parmi les éléments pathogènes les plus rencontrés, on cite :

**a. Virus:**

Les virus se trouvent dans les eaux résiduaires à des concentrations de l'ordre de milliers d'unités infectieuses par millilitre d'eau. On estime leur concentration dans les eaux usées urbaines comprise entre  $10^3$  et  $10^4$  particules par litre. Leur isolement et leur dénombrement dans les eaux usées sont difficiles, ce qui conduit vraisemblablement à une sous-estimation de leur nombre réel [25].

Parmi les infections virales d'origine hydrique, on trouve la poliomyélite, l'hépatite A.

**b. Protozoaires:**

Les protozoaires sont des organismes unicellulaires munis d'un noyau, plus complexes et plus gros que les bactéries. Ils sont présents dans les eaux usées à l'état de kystes. La principale forme

pathogène pour l'homme est *Entamoebahistolytica*, agent responsable de la dysenterie amibienne et *Giardia lamblia*[13].

### **c. Les bactéries :**

Les bactéries sont des organismes unicellulaires simples et sans noyau. Leur taille est comprise entre 0,1 et 10  $\mu\text{m}$ . Les eaux usées urbaines contiennent environ  $10^6$  à  $10^7$  bactéries par 100 ml. Parmi les plus communément rencontrées, on trouve les salmonella responsables de la typhoïde, des paratyphoïdes et des troubles intestinaux [26].

### **D. Helminthes :**

Les helminthes sont rencontrés dans les eaux usées sous forme d'œufs et proviennent des excréments des personnes ou d'animaux infectés et peuvent constituer une source de réinfection par voie orale, respiratoire ou par voie cutanée [27].

La concentration en œufs d'helminthes dans les eaux usées est de l'ordre de 10 à  $10^3$  œufs par litre. On peut citer, notamment, *Ascaris lumbricades*, *Oxyurisvermicularis*, *Trichuristrichuria*, *Tænia saginata*[25].

### **E. Coliformes totaux :**

Les bactéries coliformes existent dans les matières fécales mais se développent également dans les milieux naturels, les eaux traitées ne doivent pas contenir de coliformes, cependant l'absence de ces derniers ne signifie pas nécessairement, que l'eau présente pas un risque pathogène [28].

### **F. Coliformes fécaux**

Ils sont capables de se développer à 44°C, et permettent d'estimer le risque épidémiologique dans l'eau. Il faut en tout logique tenir compte de la présence plus aux moins importante de germes pathogènes. La principale bactérie fécale est *Escherichia coli*[28].

### **G. Les streptocoques fécaux**

Ces bactéries appartiennent à la famille des streptococcaceae, ce sont des cocci généralement disposées en diplocoques ou en courte chaîne, à gram négatif, asporulantes, immobiles, aérobies facultatifs et possédant un métabolisme fermentatif.

Ces germes colonisent l'intestin de l'homme et des animaux à sang chaud. Leur présence dans le milieu hydrique prouve une pollution d'origine fécale de l'eau. Cependant, on peut trouver aussi des streptocoques fécaux dans le sol, les plantes et les insectes [29].

### I-6-L'équivalent habitant (EH) :

L'équivalent-habitant (*EH*) est une unité conventionnelle de mesure de la pollution moyenne rejetée par habitant et par jour. La charge polluante rejetée par les ménages, les industries, les artisans est exprimée en *EH*, autrement dit une industrie de 100 *EH* pollue autant que 100 personnes [30].

Un équivalent habitant correspond à la pollution quotidienne que génère un individu. Chacun est sensé utiliser 180 à 300 l d'eau par jour.

La quantité de pollution journalière produite par un individu est estimée à 57 g de matières oxydables (*MO*), 90 g de matières en suspension (*MES*), 15 g de matières azotées (*MA*), et 4g de matières phosphorées (*MP*). Enfin, la concentration des germes est généralement de l'ordre de 1 à 10 milliards de germes pour 100 ml [24].

### I-7-Normes internationales

La norme est représentée par un chiffre qui fixe une limite supérieure à ne pas dépasser ou une limite inférieure à respecter. Un critère donné est rempli lorsque la norme est respectée pour un paramètre donné. Une norme est fixée par une loi, une directive, un décret deloi.

Les normes internationales selon l'organisation mondiale de la santé pour les eaux usées sont représentées dans le tableau suivant:[31].

**Tableau I.1:** Normes des rejets internationales.

Paramètres	Unité	Normes utilisées (OMS)
<b>PH</b>	-	6,5-8,5
<b>DBO5</b>	mg/l	<30
<b>DCO</b>	mg/l	<90
<b>MES</b>	mg/l	<20
<b>NH4<sup>+</sup></b>	mg/l	<0.5
<b>NO2</b>	mg/l	1
<b>NO3</b>	mg/l	<1
<b>P2O5</b>	mg/l	<2
<b>Température T</b>	c°	<30
<b>couleur</b>	-	Incolore
<b>Odeur</b>	-	Inodore

### I-8-Normes Algériennes :

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

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

**Tableau I.2 : Les valeurs limitent des paramètres de rejet dans un milieu récepteur (Journal Officiel de la République Algérienne, 2006).**

PARAMÈTRES	UNITÉS	VALEURS LIMITES
Température	C°	30
PH	-	5,5 à 8,5
MES	mg/l	30
DBO5	mg/l	30
DCO	mg/l	90
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
Fluor et composés	mg/l	15
Étain total	mg/l	02
Composés organiqueschlorés	mg/l	05
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	1,0

### I-9-Définition de l'épuration

En assainissement, l'épuration constitue le processus visant à rendre aux eaux résiduaires rejetées la qualité répondant aux exigences du milieu récepteur il s'agit donc d'éviter une pollution l'Environnement et non de produire de l'eau potable [32].

### I-10-Paramètres essentiels pour le choix d'une technologie de traitement des eaux Usées :

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

- ❖ Des exigences du milieu récepteur ;
- ❖ Des caractéristiques des eaux usées, (demande biochimique en oxygène, demande chimique en oxygène, matières en suspension...etc.) ;
- ❖ Des conditions climatiques (température, évaporation, vent, etc.).
- ❖ De la disponibilité du site ;
- ❖ Des conditions économiques (coût de réalisation et d'exploitation) ;
- ❖ Des facilités d'exploitations, de gestion et d'entretien[33].



**b. Tamisage :**

Le tamisage est un dégrillage poussé utilisé dans les stations d'épuration industrielles. Il consiste en une filtration sur toile mettant en œuvre des mailles de différentes dimensions. Il existe un macro-tamisage (mailles  $> 0.3\text{mm}$ ) et un tamisage (mailles  $< 100\mu\text{m}$ ) [37].



**Figure I.2: Schéma d'un tamisage [38].**

**c. Le dessablage :**

Le dessablage consiste à retirer de l'effluent les sables et les particules minérales plus ou moins fines, afin de protéger les conduites et pompes contre la corrosion et éviter même le colmatage des canalisations par les dépôts au cours du traitement. La technique classique du des sableurs consiste à faire circuler l'eau dans une chambre de tranquillisation avec une vitesse d'environ de  $0.3\text{m/s}$  qui permet le dépôt d'une grande partie des sables [37].



**Figure I.3: Schéma d'un dessableur[36].**

**d. 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 :

- ✓ Envahissement des décanteurs;
- ✓ Mauvaise diffusion de l'oxygène dans les décanteurs;
- ✓ Mauvaise sédimentation dans les décanteurs;
- ✓ Risque de bouchage des canalisations et des pompes;
- ✓ Diminution du rendement du traitement qui arrive après [38].



**Figure I.4:** Schéma d'un déshuileur-dégraisseur [39].

**I-12-2-Le 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 (qui s'oppose à la décantation) [40].

La décantation primaire permet d'éliminer, pour une vitesse ascensionnelle de 1.2m/h, 40 à 60% de *MES*, soit 40% de *MO*, 10 à 30 % de virus, 50 à 90% des helminthes et moins de 50% des kystes de protozoaires et entraîne également avec elle une partie des micropolluante.

### ✚ La décantation physique(naturelle) :

La décantation est utilisée dans pratiquement toutes les usines d'épuration et de traitement des eaux, 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 [41].

### ✚ La décantation physico-chimique :

Si les particules sont très fines (colloïdales), ils peuvent rester en suspension dans l'eau très longtemps, ces dernières n'ont pas tendance à s'accrocher les unes 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[20].

## I-12-3- Le traitement biologiques :

Le traitement biologique des eaux usées est le procédé qui permet la dégradation des polluants grâce à l'action de micro-organismes. Ce processus existe spontanément dans les milieux naturels tels que les eaux superficielles suffisamment aérées. Une multitude d'organismes est associée à cette dégradation selon différents cycles de transformation. Parmi ces organismes, on trouve généralement des bactéries, des algues, des champignons et des protozoaires. Les microorganismes responsables de l'épuration s'agglomèrent sous forme de floes et se développent en utilisant la pollution comme substrat nécessaire à la production d'énergie vitale et à la synthèse de nouvelles cellules vivantes [42].

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

### Procédés biologiques extensifs :

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

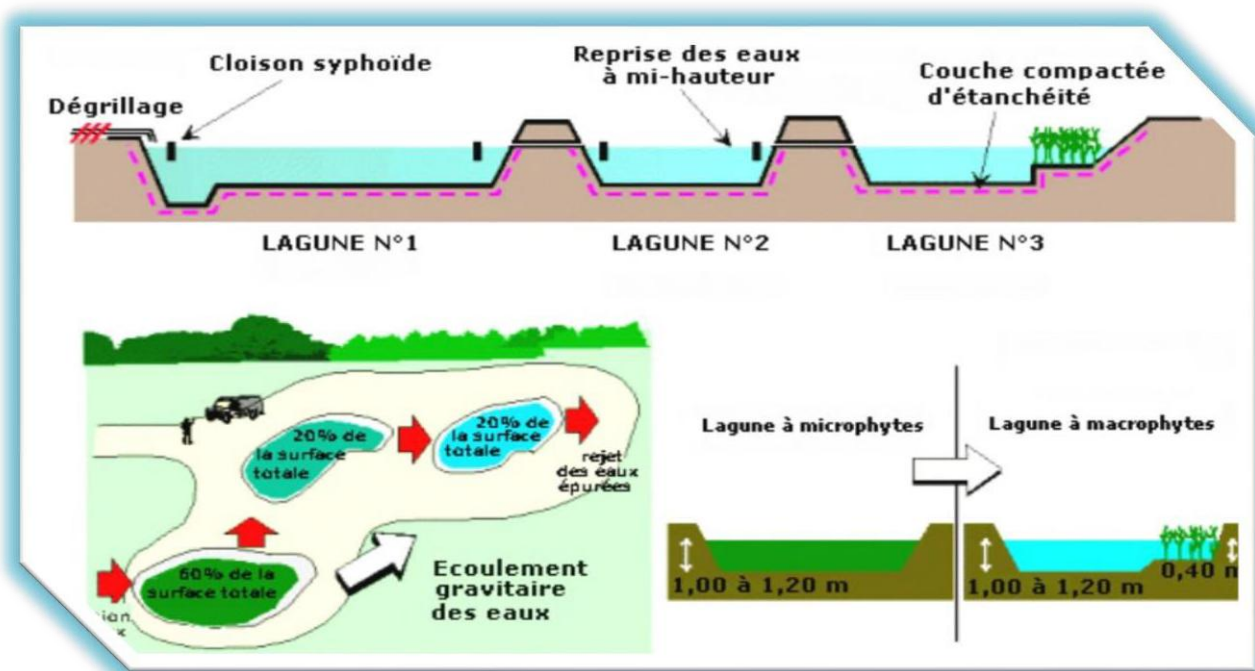
### ✚ Le lagunage (culture libre) :

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 [43].

### ❖ 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 trois.

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[44].

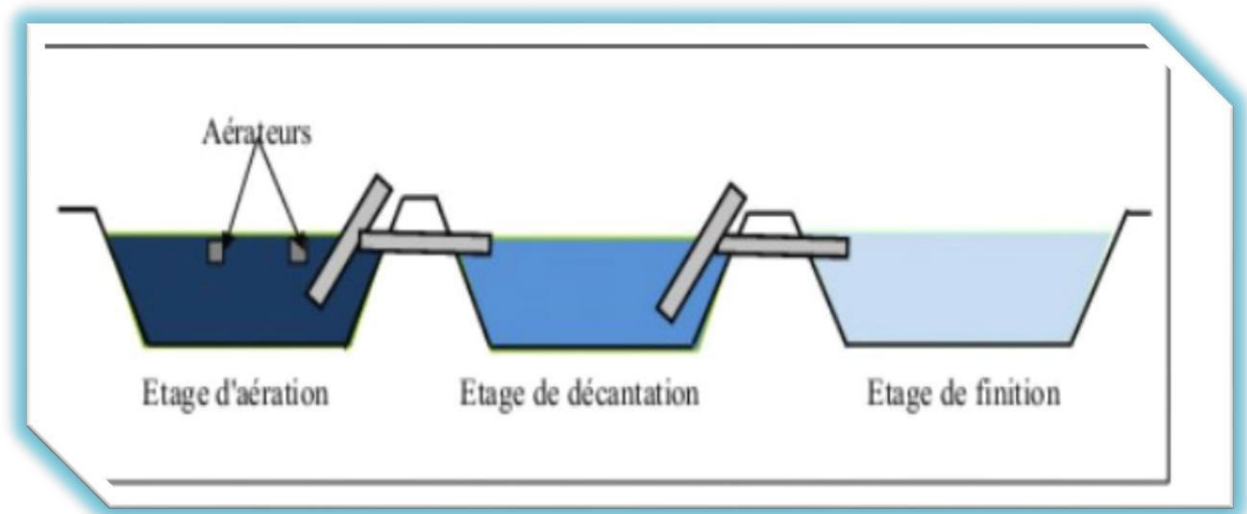


**Figure I.5:** Lagunage naturel [45].

### ❖ 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) [44].

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 [46].



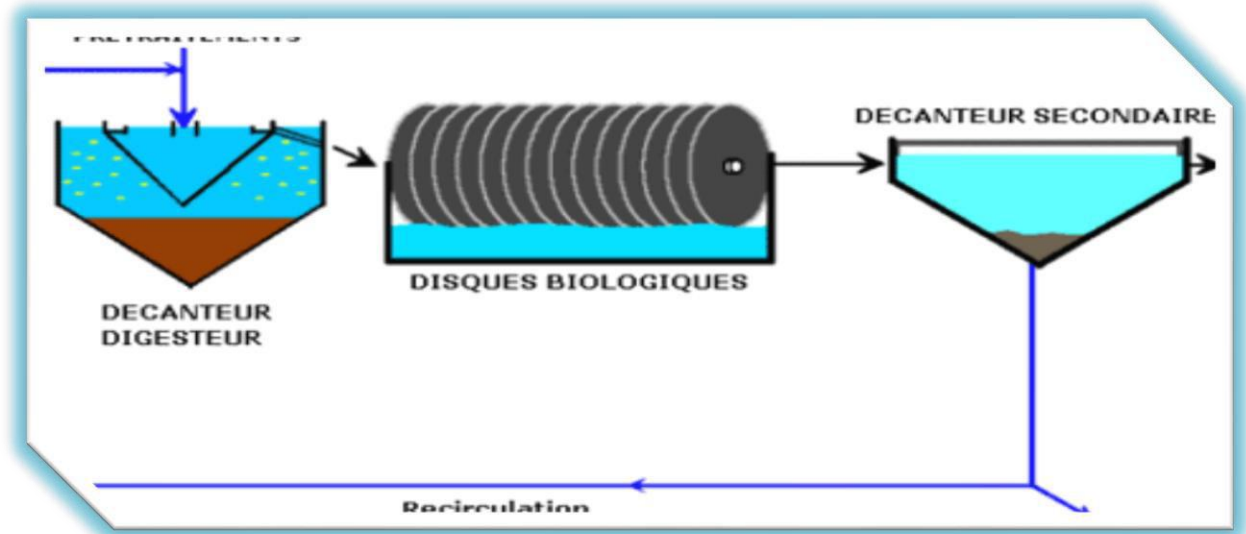
**Figure I.6:** Le principe d'un lagunage aéré [47].

### Procédés biologiques intensifs :

Les techniques les plus développées au niveau des stations d'épuration urbaines sont des procédés biologiques intensifs. Le principe de ces procédés est de localiser sur des surfaces réduites et d'intensifier les phénomènes de transformation et de destruction des matières organiques que l'on peut observer dans le milieu naturel [48].

### ✚ Disques biologiques (cultures fixées) :

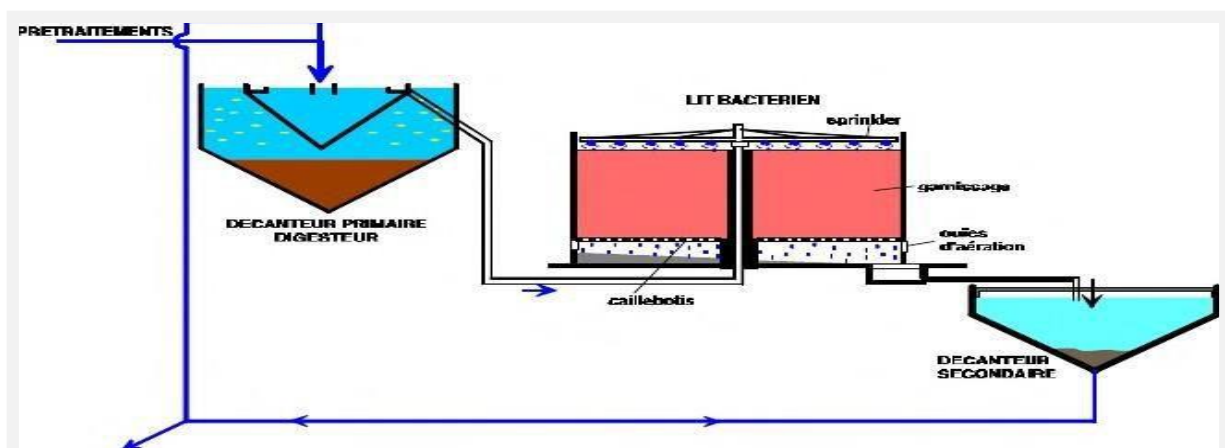
Les disques biologiques ou bio disques sont des disques enfilés parallèlement sur un axe horizontal tournant. Ces disques plongent dans une auge, où circule l'eau à épurer ayant subi une décantation. Pendant une partie de leur rotation ils se chargent de substrat puis ils émergent dans l'air le reste 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 20 mm et tournent à une vitesse de 1 à 2  $\text{tr mn}^{-1}$ . Les boues en excès se détachent du disque et sont récupérées dans un clarificateur secondaire avant rejet dans le milieu naturel [42].



**Figure I.7 :** Schéma de principe d'une filière type de disques biologiques[45].

#### ✚ 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. Les matières polluantes contenues dans l'eau et l'oxygène de l'air diffusent, à contre courant, à travers le film biologique jusqu'aux micro-organismes assimilateurs. Le film biologique comporte des bactéries aérobies à la surface et des bactéries anaérobies près du fond. Les sous-produits et le gaz carbonique produits par l'épuration s'évacuent dans les fluides liquides et gazeux. Le rendement maximum de cette technique est de 80 % d'élimination de la  $DBO_5$ [20].



**Figure I.8:** Lit bactérien [45].

## ✚ les boues activées:

### ❖ Généralités sur les boues activées :

Le procédé à boues activées a été découvert en 1914 à Manchester et repose sur la constatation suivante: une eau d'égout aérée permet le développement rapide d'une flore bactérienne capable de dégrader des matières organiques polluantes. 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[49].

### ❖ Paramètres de fonctionnement des stations à boues activées :

Le procédé à boues activées est défini par les paramètres suivants :

- ✓ La charge massique;
- ✓ La charge volumique;
- ✓ Age des boues;
- ✓ Indice de Mohlman;
- ✓ Besoin en oxygène.

#### a. La charge massique( $C_m$ ) :

C'est la quantité de  $DBO_5$ (en kg/j) rapportée à la masse de matières en suspension totales contenues dans l'ouvrage de volume  $V$ . Elle s'exprime en kg  $DBO_5$ / (kg MEST. j), est parfois rapportée à la masse de micro-organismes ou de matières volatiles sèches ( $MVS$ ) contenues dans l'ouvrage. Elle s'exprime alors en kg  $DBO_5$ / (j. kg  $MVS$ ) [50].

$$C_m = [DBO_5] \cdot Q_j / V_{ab} \cdot MVS \dots \dots \dots (I.1)$$

$C_m$  : kg  $DBO_5$  / kg MES T/j.

$V_{ba}$ ( $m^3$ ): volume de bassin d'aération.

$MVS$  (kg/ $m^3$ ): concentration en matière sachée

$Q_j$  ( $m^3$ /j): débit journalier d'eaux résiduaires à épurer.

**b. La charge volumique(Cv) :**

Elle correspond à la quantité journalière de DBO<sub>5</sub> (en kg/j) à dégrader dans le volume V (m<sup>3</sup>) de l'ouvrage. Elle s'exprime en kg DBO<sub>5</sub>/ (j .m<sup>3</sup>) [50].

$$C_v = [\text{DBO}_5] \cdot Q_j / V_{ab} \dots\dots\dots (\text{I.2})$$

Cv est exprimé en kg DBO<sub>5</sub> / m<sup>3</sup>.j.

**c. Age des boues**

L'âge des boues est la durée d'aération subie par la boue avant son élimination. L'âge des boues est défini comme étant le rapport entre la masse des boues présentes dans le réacteur.

$$\text{Age} = C_{bt} / C_{bex} = \text{MESab} \cdot V_{ab} / C_{bex} \dots\dots\dots (\text{I.3})$$

Age: âge des boues (h).

C<sub>b.t</sub> : concentration en solide (ou solide volatil) de la liqueur mixte (mg/l).

C<sub>b.ex</sub> : concentration en solide (ou solide volatil) des boues (mg/l). L'âge des boues est inversement proportionnel à la charge massique.

**d. Indice des boues**

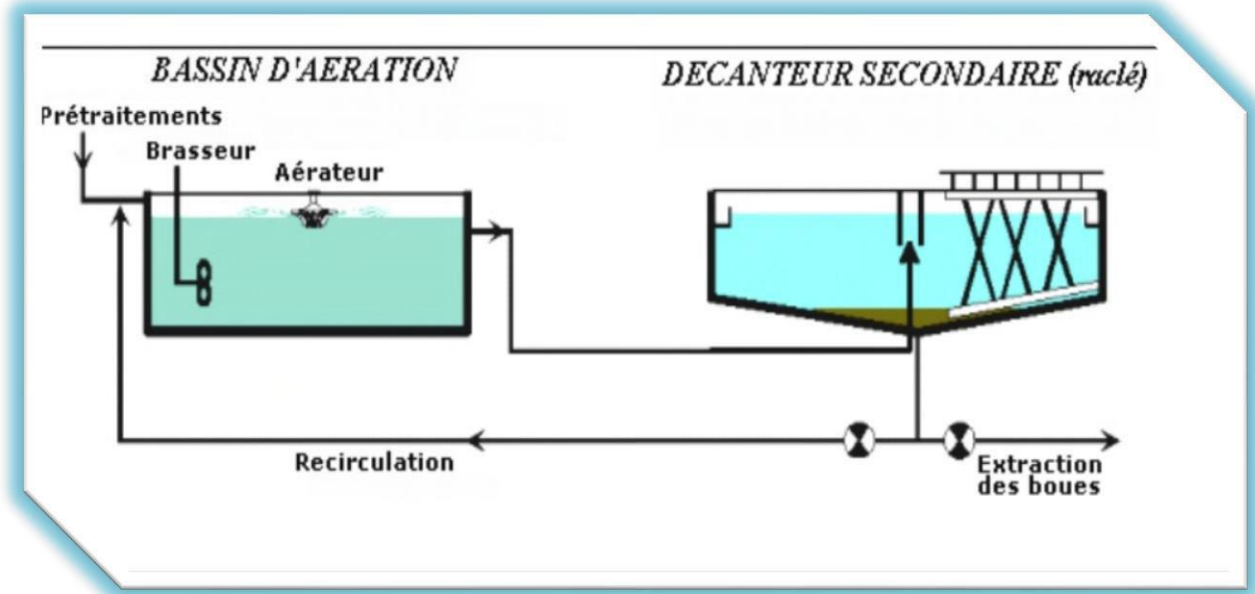
L'indice de MOHLMAN se définit comme le volume occupé après décantation de 30 minutes d'un échantillon de boues correspondant à 1mg de matières sèche [13].

L'indice de MOHLMAN est représenté par le rapport :

$$\text{IM} = \text{boues décantées en ml/l} / \text{masse de la matière sèche mg/l} \dots\dots\dots (\text{I.4}).$$

**e. Besoins en oxygène**

A fin de garantir aux micro-organismes des conditions satisfaisantes de croissance tout en assurant un fonctionnement normal; il faudrait maintenir la concentration en oxygène dans le bassin d'aération supérieur à 0.5 et 2 mg/l en tout temps et quelque soit la charge [51].



**Figure I.9 : Boues activées à faible charge [45]**

❖ **Paramètres influençant le fonctionnement des bassins d'aération :**

Le processus aux boues activées peut être influencé par plusieurs facteurs. On se doit de créer des conditions optimales de fonctionnement afin d'obtenir un traitement des eaux usées le plus performant possible [52]. Les paramètres les plus importants et surtout critiques sont les suivants :

**a. Inhibitions liées aux paramètres caractéristiques des eaux brutes :**

Les caractéristiques des eaux usées entrantes à une station d'épuration à boues activées influencent le traitement au sein du bassin d'aération.

➤ **Débit d'alimentation :**

Chaque station d'épuration des eaux usées est développée pour être capable de traiter une certaine quantité de matière organique. Cette quantité ou charge organique est généralement exprimée en kg DBO ou DCO par jour ou en Equivalent Habitant = 1 EH = 54 g DBO où un Equivalent habitant est l'unité de mesure permettant d'évaluer la capacité d'une station d'épuration. Cette unité de mesure se base sur la quantité de pollution émise par personne et par jour[52].

Il est primordial de respecter la charge maximale et de ne pas la dépasser. Cette charge maximale est la charge prise en compte lors du dimensionnement du réacteur. Il est aussi très important que cette charge soit homogène si l'on veut obtenir un effluent de qualité à

tout instant. Les pics de charge doivent impérativement être évités. Lorsque cette charge organique nominale est dépassée, on parle de surcharge du système. Les appareils pour l'aération de l'eau usée ne pourront pas suivre et fournir la quantité d'oxygène nécessaire. Une telle situation a un impact très négatif sur le processus de traitement [52].

Détérioration de la qualité de l'effluent : teneur en  $O_2$  insuffisante pour oxyder/dégrader tous les composés organiques (DBO/DCO).

- ✓ Conditions anaérobies à l'intérieur des boues activées : production microbologique d'acides gras et de  $H_2S$  (= problème d'odeur).

La composition de l'eau usée est également très importante. En général, la culture bactérienne se forme en fonction de la composition de l'eau usée entrante. Les grands

changements dans la composition ou quantité d'eau ne peuvent être traités de manière optimale.

#### ➤ pH :

Les valeurs de pH extrêmes (supérieures à 9,5 et inférieures à 2,5) donnent lieu à une forte dégradation de la qualité de la boue. Il est évident que dans de telles conditions de pH, les boues activées subissent de fortes modifications du point de vue physico-chimique et biologique. Plus particulièrement, les plus fortes valeurs de pH donnent lieu à des hydrolyses des constituants organiques des floccs et des polymères extra cellulaires qui changent considérablement les propriétés des boues [52].

Ainsi, une augmentation du pH entraîne un accroissement de la charge négative des floccs et engendre des effets de répulsion plus intenses entre particules, contribuant fortement à créer une résistance à l'écoulement. D'autre part, aux plus forts pH, la matrice des floccs est plus étendue et par conséquent, les interactions entre floccs sont plus marquées et la viscosité augmente [52].

**Température :**

La température de l'eau usée a une influence majeure sur le taux de biodégradation dans le bassin d'aération (conversion en CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O et composés minéraux). Plus la température est élevée, plus le processus de biodégradation est rapide (plus 10°C = vitesse de réaction x2)[52].

Les systèmes aux boues activées opèrent normalement sous une température de 5 à 35 °C (température mésophile). La température dans un tel système, détermine le taux et la vitesse des réactions de dégradation biochimique. Plus la température est importante, plus les réactions sont rapides:

- Dégradation du substrat;
- Accroissement de la biomasse;
- Nitrification/dénitrification.

En résumé : Une station d'épuration travaille plus efficacement à une haute température. Les réactions de nitrification sont particulièrement influencées par la température. Le taux de nitrification diminue considérablement lorsque la température descend en dessous de 20°C et est pratiquement nul si une température de 10°C est atteinte. Les réactions de dénitrification dépendent un peu moins de la température [52].

**Nutriments :**

L'azote et le phosphore sont des nutriments essentiels qui doivent être présent dans l'influent selon un rapport bien défini. Si la concentration de P et N est trop basse, cela va influencer négativement l'activité et la capacité de sédimentation des boues (structure en flocons).

Les micro-organismes ont aussi besoin de micronutriments outre Net P. En littérature, on parle de Ca, Mg, Mn, Fe, Cu, Cr et Co comme les micronutriments les plus importants.

Si les nutriments ne sont pas disponibles en quantité suffisante dans l'eau usée brute, ils doivent être ajoutés. Cela implique l'ajout de N et P en premier lieu, mais il est aussi possible que d'autres éléments soient dosés dans l'eau usée (en particulier pour le traitement de condensats).

Si un déficit de N et P dure trop longtemps (>4 jours), l'activité des boues peut se trouver réduite considérablement. De plus, la structure cellulaire des boues est fragilisée. Il y a donc de grandes chances que l'effluent soit moins clair en sortie du traitement.

➤ **Composés toxiques :**

Dans certaines circonstances, l'efficacité d'un système aux boues activées peut soudainement diminuer, et dans le pire cas, être nulle. Des composés toxiques présents dans l'influent sont normalement à l'origine de ce phénomène. Une fois dans le bioréacteur, ces substances inhibitrices ont un effet négatif sur l'activité biologique.

Exemples d'inhibition : toxicité due aux métaux lourds, empoisonnement par des composés organiques particuliers (phénols, détergents cationiques, antibiotiques, etc.), présence d'oxydants forts, etc.

L'effet de toxicité sur un procédé de traitement des eaux usées peut être divisé en 3 catégories:

- Inhibition de l'activité : la population microbienne travaille encore, mais à un moins bon rendement qu'à l'habitude.
- Arrêt total de l'activité microbienne : toutes les bactéries meurent, ou sont « capturées » dans un état végétatif statique, dans lequel elles sont métaboliquement inactives. Dans certains cas, l'activité biologique peut reprendre une fois les composés toxiques supprimés du bioréacteur.
- La troisième catégorie est une forme de toxicité plus spécifique. L'activité générale n'est pas affectée, seule la dégradation d'une certaine sorte de substrat est inhibée. Ce problème est souvent rencontré dans des systèmes où des composés xéno biotiques sont dégradés par co-métabolisme.

Afin d'évaluer l'impact d'une inhibition sur un procédé de boues activées, il est important de connaître les mécanismes à l'origine de la toxicité de certaines substances. Les composés cellulaires et processus suivants sont sensibles aux effets toxiques:

- L'enveloppe cellulaire d'une bactérie peut être complètement détruite par les métaux lourds, phénols, détergents, ammonium quaternaire ou certains alcools.
- Le changement de structure de certaines protéines/enzymes, avec comme résultat une perte de fonction cellulaire. Ceci peut être causé par des halogènes, phénols et autres alcools.
- Interférence avec l'activité intracellulaire des enzymes peuvent ralentir voire stopper le métabolisme. Les composés toxiques produisant cet effet sont : la cyanite, les oxydants forts (chlore, hypochlorite, etc.), phénols, métaux et métalloïdes.
- Interférence avec la production d'acides nucléiques ( ADN et ARN) peuvent inhiber la reproduction bactérienne (division cellulaire). Les métaux lourds génèrent ces effets toxiques.

#### **b. Problèmes biologiques :**

##### ➤ **Inhibition par les bactéries filamenteuses :**

Les bactéries filamenteuses, de même que les bactéries floconneuses, contribuent au procédé de traitement des eaux usées. Cependant, une croissance massive des microorganismes filamenteux conduit à la détérioration des propriétés de décantation et déshydratation de la boue. Un amas de filaments se crée et la migration des particules de boues jusqu'au fond du bassin est sérieusement contrariée. En d'autres termes, les filaments peuvent être à l'origine d'une mauvaise sédimentation des boues.

La taille de la population en micro-organismes filamenteux dans un système de boues activées peut varier grandement et est souvent reflétée par l'index en filament (FI). Cet index part de 0 ( absence presque totale de filaments) et termine à 5 (très grand excès de filament). La différence de quantité de filaments entre 2 niveaux FI successifs correspond à peu près à un facteur 10. L'utilisation de l'index de filament induit une certaine expérience et interprétation de chercheur/opérateur.

Remarque : De grandes quantités de bactéries filamenteuses dans la boue activée ont aussi un effet négatif sur l'efficacité de l'aération.

➤ **Inhibition par les mousses :**

Les mousses sont des végétaux acotylédones cellulaires, à tige simple ou composé, à racines ramifiées et composés d'une seule série de cellules allongées, à feuilles insérées horizontalement et disposés en spirales.

Les mousses forment des amas de flottants très stables de couleur marron clair à foncé et de structure visqueuse. Leur densité tend à s'accroître progressivement au cours du temps.

Ces mousses sont peu déstructurées par une agitation de surface et reforment rapidement un tapis uniforme en absence d'agitation. Les bulles de gaz favorisent la flottation. Ces flottants constituent un milieu favorable au développement privilégié de certaines bactéries filamenteuses responsables de moussage.

L'apparition d'une petite quantité de mousse dans une station d'épuration est plutôt normale, même quand le système fonctionne normalement. Cependant, si cette mousse est en abondance à la surface des bassins d'aération et de clarification ce n'est pas normal. Ce moussage extrême peut être expliqué par plusieurs phénomènes :

- Présence de fortes concentrations en détergents et matières grasses;
- pH trop haut ou trop bas;
- Manque d'oxygène;
- Manque de nutriments;
- Boue trop vieille.

Dans certains cas extrêmes, les mousses peuvent représenter jusqu'à 1/3 de la biomasse totale, avec des concentrations en matières sèches pouvant atteindre 100g/l, voire des hauteurs dépassant un mètre. Les paramètres de fonctionnement (charge massique) et

d'exploitation de la station sont alors fortement dégradés par cette situation (diminution du transfert d'oxygène).

**c. Problèmes mécaniques :**

✓ **Problèmes d'aération**

L'apport d'oxygène est indispensable pour oxyder la matière organique et l'ammonium

grâce à la biomasse présente. Un manque d'oxygène influence immédiatement l'efficacité d'abattement. L'oxygène doit être fourni sous forme dissoute, d'où le terme oxygène dissous(OD).

Une concentration OD minimale entre 1 et 2 mg O<sub>2</sub>/L doit être conservée dans le bassin d'aération.

L'approvisionnement en O<sub>2</sub> peut être effectué à l'aide d'aérateurs de surface (amène l'eau en contact avec l'air environnant), d'une aération à fines bulles (injection de petites bulles d'air dans l'eau) ou d'un aérateur immergé. Il arrive parfois que l'oxygène pur soit utilisé pour l'aération de station d'épuration.

L'aération consiste en 2 procédés de base :

- **Processus physique** : l'oxygène est dans l'eau et ensuite transporté vers les flocons de boue (diffusion et turbulence);
- **Processus biochimique** : avant que l'oxygène puisse être utilisé par les cellules organiques, les molécules d'O<sub>2</sub> doivent être diffusées à travers la membrane cellulaire.

Evidemment, le transfert d'oxygène dans un système biologique est influencé par de nombreux facteurs : composition de l'eau usée, température, type d'aération, caractéristiques des boues et configuration du réacteur.

Une déficience en oxygène dans une station d'épuration peut être causée par des facteurs biochimiques ainsi que physiques (dysfonctionnement du système d'aération).

Les principaux facteurs biochimiques induisant un déficit en OD et par conséquent un mauvais fonctionnement du réacteur biologique sont :

- Une surcharge organique : charge supérieure à la charge maximale définie;
- Un excès de matières grasses, huiles ou autres surfactants dans le bioréacteur;
- Une Concentration en boue trop importante : impact négatif sur le taux de transfert d'oxygène et augmentation de la respiration endogène;
- Amas volumineux de boue : boue filamenteuse(*Nocardia*);
- Les problèmes du système d'aération.

Un manque prolongé d'oxygène peut conduire à :

- la diminution de l'efficacité d'abattement;
- la formation d'une biomasse filamenteuse, donc moins bonne décantation;
- la nuisance olfactive, due à la formation d'acides volatils et H<sub>2</sub>S dans des conditions anaérobies;
- l'arrêt total des réactions de nitrification (= oxydation de N-NH<sub>4</sub>) et donc plus de suppression d'azote.

Des concentrations d'oxygène trop élevées n'influencent pas directement l'efficacité d'abattement, mais les concentrations de O.D > 5 mg O<sub>2</sub>/L doivent être évitées car :

- Gaspillage d'énergie.
- Plus petits flocons (= mauvaise décantation /effluent turbide).
- Peut être à l'origine de la formation de filaments.

#### ✓ **Dysfonctionnement lié aux agitateurs :**

Un dysfonctionnement des agitateurs (panne, puissance spécifique insuffisante) peut induire la formation de dépôts en fond d'ouvrage et créer des zones d'anaérobie favorables au développement de populations de bactéries filamenteuses (aération moindre, septicité).

Lors de sa mise en place à la construction, une mauvaise position de l'agitateur au sein du bassin (angle, positionnement/muret, hauteur d'immersion...) ou la présence d'un obstacle (guides latéraux des raquettes de diffuseurs surdimensionnés, canaux traversiers...) devant celui-ci pénalisera fortement son efficacité et peut créer des mouvements hydrauliques contraires à ceux recherchés (spiral-flow).

De plus, l'observation visuelle des remontées de bulles (en insufflation d'air) permet d'appréhender l'existence de spiral

-flow entre l'agitateur et la première raquette de diffuseurs. L'observation d'un contre-courant de surface au devant de l'agitateur, aération et agitation en marche, ou la présence continue de mousse stable en certains points du bassin, laissent supposer un mauvais fonctionnement hydraulique.

De même, l'arrivée des bulles d'air dans la zone de balayage des pales témoigne d'une mauvaise implantation de l'appareil [52].

#### I.12.4. 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, l'autre partie sera transmise au flotateur [53].



**Figure I.10:** décanteur secondaire «clarificateur»

#### Le 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 [54]. 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. Pour satisfaire aux normes de rejet en zones sensibles, des procédés physiques et physico-chimiques complémentaires permettent l'élimination de l'azote par : électrodialyse, résines

échangeuses d'ions, "strippage" de l'ammoniaque, mais ces traitement ne sont pas utilisés dans le traitement des eaux résiduaires urbaines, pour des raisons de rendement et de coût[54].

L'élimination de l'azote se fait généralement selon un processus biologique en deux étapes importantes.

- **La nitrification** : La nitrification est un processus se déroulant sous l'action de certains micro-organismes spécifiques et qui conduit à la transformation de l'ammoniac (ou de l'ammonium) en nitrate en 2 étapes : - Nitrosation : sous l'action de bactéries nitreuses aérobies (Nitrosomonas) . - Nitrification : par les bactéries nitrifiantes aérobies (Nitrobacter). 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 d'oxydante à la place de l'oxygène et en présence d'une source d'un carbone organique qui doit être apportée dans le milieu[47].

#### **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[55].

#### **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[20].

#### d. La désinfection

Un abaissement de la teneur des germes, parfois exigé pour les rejets dans des zones spécifiques (zones de baignade, zones de conchylicoles) ou dans le cadre d'une réutilisation, il sera réalisé par des traitements de désinfection chimique par:

- **Le chlore** : est un oxydant puissant qui réagit à la fois avec des molécules réduites et organiques, et avec le micro-organisme. Les composés utilisés dans le traitement des eaux usées sont: le chlore gazeux ( $\text{Cl}_2$ ), l'hypochlorite de sodium ( $\text{NaClO}$ ) appelé communément " eau de Javel", l'hypochlorite de calcium ( $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ ), le chlore de chaux ( $\text{CaCl}_2 \cdot \text{OCl}_2$ ) et le chlorite de sodium ( $\text{NaClO}_2$ ).
- **L'ozone ( $\text{O}_3$ )** : est un oxydant puissant, la désinfection par l' $\text{O}_3$  est utilisée aux États-Unis, en Afrique du Sud et au Moyen Orient essentiellement. Il permet l'élimination des bactéries, des virus et des protozoaires. C'est le seul procédé vraiment efficace contre les virus. Les tests de toxicité effectués sur des poissons, des crustacés et des algues n'ont pas permis de mettre en évidence une quelconque toxicité

Il existe aussi des traitements physiques tel que:

- **Les rayons ultraviolets** : qui consistent à utiliser des lampes à mercure disposées parallèlement ou perpendiculairement au flux d'eau. Leur rayonnement s'attaque directement aux microorganismes. Ce traitement est très simple à mettre en œuvre, car il n'y a ni stockage, ni manipulation de substances chimiques et les caractéristiques chimiques de l'effluent ne sont pas modifiées.

- **La filtration** : est un procédé physique qui permet de retenir les microorganismes cette technique exige une épuration secondaire préalable garantissant une élimination assez poussée des matières en suspension. L'élimination des virus, des bactéries et des protozoaires est fonction du milieu poreux, de la vitesse de percolation, de l'épaisseur du massif filtrant et du niveau d'oxydation de l'eau filtrée [55].

### **Le traitement des boues :**

Les boues constituant le résidu principal des stations d'épuration. Le traitement des boues représente 30% de l'investissement dans la construction d'une station d'épuration.

Le traitement des boues a pour objectifs de :

- réduire la fraction organique afin de diminuer leur pouvoir fermentescible et les risques de contamination (stabilisation);
- diminuer leur volume total afin de réduire leur coût d'évacuation (déshydratation)[40].

# Chapitre II :

Description de la station d'épuration de M'SILA

### **I-1- Introduction :**

Le traitement des eaux usées à pour agir sur les matières indésirables ou toxique pour les éliminent les transformer en substances inoffensive pour cela en utilise un certain nombre de procédés qui font appel à des techniques différentes On les trouve dans une installation destinée à épurer 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. La succession des dispositifs est calculée en fonction de la nature des eaux usées recueillies sur le réseau et des types de pollutions à traite

### **II-2- Localisation de la station d'épuration M'sila :**

La station de traitement des eaux usées ONA - M'sila est située au sud à environ 9Km du centre de la wilaya. D'une superficie de 4.16 ha .Elle est située à la frontière entre la commune de M'sila et ouled Madhi. Elle est délimitée par oued el Djayah au Nord, oued l'Ksob à l'Est, Ardh el Hichem au Sud et la route nationale N° 45 à l'Ouest.[56]

Le choix du site est motivé par des critères essentielle telle que la disponibilité du terrain, son voisinage des surfaces d'irrigation et en fin son éloignement des habitations.(Fig.1)



**Fig.II.1** : Photo de STEP de M'sila à partir de Google earth[57].

## II-2- Données de base :

La station d'épuration a été dimensionnée sur les bases suivantes :[56]

- **Création** : avril 2013
- **Type de réseau** : Unitaire ;
- **Sources des eaux brutes** : industrielles et domestiques ;
- **Equivalent habitants** : 200,000 E.H
- **Débit moyen journalier (Entrée STEP)** : 14000 m<sup>3</sup>/j ;
- **Débit moyen journalier (Sortie STEP)** : 13200 m<sup>3</sup>/j ;
- **Débit moyen horaire** : 600 m<sup>3</sup>/h
- **DBO5** : 10800 kg /j
- **MES** : 12000 kg/j
- **PH** : entre 6.5 et 8.5

## II-4-Principe de fonctionnement de STEP de M'sila :

La station d'épuration de la ville de M'sila est de type Boues activées à faible charge. 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 nécessaire 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 -5-Les installations de la STEP :**

Une station d'épuration contient un ou plusieurs dispositifs destinés à extraire les Différents polluants contenus dans les eaux usées qu'elle reçoit, afin que les rejets ne détériorent pas le milieu naturel récepteur.

Ces eaux peuvent être d'origine urbaine 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 la milieu naturel « Oued ELdjayh » La chaîne de traitement varier en fonction de la nature et le volume des eaux arrivant à la station de degré d'épuration est jugé nécessaire pour la préservation du milieu récepteur, industrielle (ou agricole) ou à la fois traiter les eaux

résiduaire urbaine et industrielle. Dans le cas du raccordement d'un établissement industriel.[56]

## **II-6- Description des ouvrages de traitement de la filière Eaux :**

La station fonctionne sur la base d'un procédé à boue activée avec aération prolongée à l'aide d'aérateur de surface à vitesse lente, l'eau entrant à la station passe en premier lieu par le déversoir d'orage installé à l'amont de la STEP déverse le surplus de débit admissible dans le by-pass général de la STEP.[56]

## **II-7- 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 :

### **II-7-1-Prétraitement :**

Les collecteurs urbains d'eaux usées véhiculent des matières très hétérogènes et souvent volumineuses, spécialement sur des réseaux unitaires. Un prétraitement est nécessaire de manière à protéger le relèvement des eaux brutes, les conduites contre les obstructions et les autres appareils de traitement contre l'abrasion, et plus généralement pour éliminer tout ce qui pourrait gêner le traitement ultérieur.

Les opérations de prétraitement sont les suivantes :

#### **❖ Dégrillage grossière**

Cette opération consiste à faire passer l'effluent entre les barreaux d'un grill dont l'écartement se mesure habituellement en centimètres. On retire ainsi de l'eau les fragments de dimension supérieure à l'écartement des barreaux.

Les eaux usées destinées à la STEP sont recueillies dans un réservoir souterrain qui se termine par un canal après lequel sont disposés cinq dégrilleurs grossiers 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 grossier est constitué des dégrilleurs à grille droite, avec les données suivantes .....

- Nombre des dégrilleurs : 04, dont une manuelle
- Largeur : 1250 mm

- Hauteur : 2000 mm
- Surface non colmatée : 70%
- Espace libre entre les barreaux : 50mm
- Largeur de la grille : 1.25m

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 de débit des eaux usées entrantes.[56]



**Fig.II.2 : Les dégrillage grossières.[59]**

#### ❖ Poste de relevage

Le poste de relevage comprendra un bassin de relevage ayant un volume d'environ 300m<sup>3</sup>. Le poste est équipé d'un pied d'assise et d'un dispositif de relevage. [58]

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.3**)



**Fig.II.3 : Pompe de relevage[59]**

❖ **dégrillage fins :**

Il comporte cinq dégrilleur fins. Quatre qui fonctionnent automatiquement et l'un est manuel (de secours) si dégrilleur retiennent tous les petits corps étrangers échappé de dégrilleur grossière pour la protection des équipements le traitement en aval ( fig. 2).

Le dégrillage fin est constitué des dégrilleur à grille droit, avec les caractéristiques suivantes :

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

Comme ceux au dégrillage grossier les refus des grilles tombent sur un transporteur à bande évacués vers un conteneur, puis ils sont destinés l'incinération.[56]

❖ **Dessablage /Déshuilage :**

Cet ouvrage est de type longitudinal à deux compartiments, il est constitué d'un canal en béton armé. L'air est insufflé par des compresseurs pour provoquer une émulsion afin de pouvoir améliorer la séparation de sable et des graisses.

Il existe des lames de séparation qui permettent la séparation des huiles et dégraisses vers la zone de raclage sont raclées automatiquement en surface puis évacuer vers une bêche de stockage munie d'un pompe submersible qui permet l'évacuation des huiles et des graisses vers des citernes cette étape est sensible pour éviter la constitution d'une couche sur la surface des eaux et gêner la dissolution de l'oxygène.

Les sables sédimentés, sont extraits à l'aïd d'un racleur et envoyé vers un classificateur à sables. Ils sont déposés avant la mise en décharge. **Fig.4**



**Fig.II.4 : Mécanisme de l'extraction du sable et graisse[59]**

L'extraction des sables avant le traitement est essentiel, car elle provoque la sédimentation de la boue dans les bassins anoxique.

L'eau prétraitée est déversée et évacuée gravitaient à travers un canal à ciel ouvert pour subir les traitements ultérieurs .Le temps de détention dans le déssableur /déshuileur est de l'ordre de 15 min.

**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 m<sup>3</sup>
- Volume totale des déshuileurs : 240m<sup>3</sup>. **[56]**



**Fig.II.5 :Déshuileur[59]**

Les déssableurs ont les dimensions suivantes :

- Longueur : 40 m
- Largeur : 4.60 m
- Profondeur de l'eau : 3.60 m
- Volume de chaque déshuileur : 680m<sup>3</sup>
- Volume totale des déshuileurs : 1360 m<sup>3</sup>. [56]



**Fig.II.6 :Déssableurs[59].**

**II-7-2-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 précédents étapes. Elle 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 aérobique où l'on provoque le développement de culture bactérienne dispersée sous forme de floccs appelé biofloccs. Ces dernières provoquent une oxydation directe de la matière organique des eaux usées à partir de l'oxygène dissous dans l'eau. Le réacteur est alimenté en eau polluée le mélange (eaux usée-biofloccs) est appelé liqueur mixte. 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 anoxique

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

- Un bassin anoxique
- Un bassin aérobique

**❖ Bassin biologique:**

Les eaux dessablés et déshuilées arrivent à une chambre de répartition au répartiteur les boues re-cicluées 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**

Les bassins anoxique reçoivent un débit en provenance du répartiteur des bassins biologique et un début de recirculation de la liqueur mixte provenant des bassins aérobique chaque ligne anoxique est équipé de quatre agitateurs de brassage et un poste de recirculation (fig.7).



**Fig.II.7.** le bassin anoxique[59].

✓ **Les bassins aérobics :**

Les bassins aérobics reçoivent l'eau qui se trouvait dans les bassins anoxiques chaque bassin aérobie est équipé de huit aérateurs de surface, qui assurent l'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.II.8.** bassin d'aération[59]

Tabl.1.Les dimensions des bassins biologiques:[60]

Bassin biologique	Unité	Valeur
<b>Bassin anoxique</b>		
<b>Nombre de bassin</b>	-	<b>2</b>
<b>Volume unitaire de chaque bassin</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>6642</b>
<b>nombre d'agitateur par bassin</b>	-	<b>4</b>
<b>Puissance installée de chaque agitateur</b>	<b>KW</b>	<b>8.00</b>
<b>Bassins aérobie</b>		
<b>Nombre de bassin</b>	-	<b>2</b>
<b>Volume unitaire de chaque bassin</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>11340</b>
<b>nombre d'agitateur par bassin</b>	-	<b>8</b>

#### ❖ Décantation secondaire

La liqueur mixte de boues activées est ensuite dirigée sur les ouvrages de décantation secondaire, après passage dans un ouvrage de répartition.

Chaque décanteur, 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 submersibles des boues. dans ce dernier une partie des boues et recyclée par des pompes submersibles vers la chambre de distribution alimentant les bassins biologique

L'autre partie des boues forment les boues en excès qui sont acheminé 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.



**Fig.II.9. Décanteur secondaire[59]**

### **II-7-3- Le traitement tertiaire :**

#### **❖ 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 d'hypochlorite de sodium avec l'eau épurée.

Le 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 introduite, après une désinfection par l'injection de la solution d'hypochlorite de sodium, dans le bassin de contact.



**Fig.II.10.** les bassins de chloration[59]

**Tabl.2.** Les dimensions du bassin de désinfection [56]

<b>Bassin de désinfection</b>	
<b>Volume</b>	1395m <sup>3</sup>
<b>Profondeur de l'eau</b>	3.00 m
<b>Longueur du bassin</b>	31.00 m
<b>Largeur du bassin</b>	15.00 m
<b>Nombre des chicanes</b>	5
<b>Dosage du chlore</b>	5 mg/l
<b>Dosage du chlore</b>	12%
<b>Chlore actif dans Na Cl</b>	56 h/l

### II-7-3-1-Traitement des boues :

Après traitement biologique, la boue constitue le résidu principal de la station d'épuration de M'sila Elle est tout d'abord dirigée vers l'épaississeur, qui a une forme circulaire réalisée en béton armé qui ont la forme cylindre à font conique à faible pente de 15 m de diamètre et d'une hauteur utile de 3.50 m.

Les boues épaissies sortent du fond du bassin par l'intermédiaire d'une conduite pour alimenter la station de pompage des boues épaissies.

Deux épaississeurs identiques seront installés pour recevoir les boues en excès des décanteurs secondaire. Quantité des boues excès 10306kg/j.

#### a)- la déshydratation des boues :

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

##### Déshydratation naturelle (lits de séchage)

Il existe huit lits de séchage naturel sous forme rectangulaire ou les boues sont déversées directement après arrivage de l'épaississeur.



**Fig.II.11.Les lits de séchage[59]**

### **La déshydratation mécanique des boues :**

Le but de cette opération est le séchage des boues pendant la période pluvieuse et rapide. 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, de façon à ce qu'elles soient suffisamment flocculées pour effectuer un drainage efficace.

La boue déshydratée qui sort du dernier étage de passage est raclée des bandes filtrantes par des grattoirs et évacuée par un système de convoyage.

### **II-8-Conclusion :**

Ce chapitre nous a permis de donner une description sommaire de la station d'épuration de la ville de M'sila et décrire les différents procédés de traitement des eaux usées utilisées dans cette station à savoir : les prétraitements, traitement biologique, décantation et le traitement des boues. Et on a présenté une petite généralité sur les eaux usées, quelle est l'origine des eaux usées et la composition de ces eaux.

# Chapitre III :

## Matériels et méthodes

### III-1-Introduction :

toute les station d'épuration des eaux usées il est basé d'effectuer des analyses de l'eau brute (l'entrée) et de l'eau traitée (la sortie) afin de déterminer les différents paramètres physicochimiques permettant d'évaluer le niveau de pollution dans chaque phase de traitement et le rendement d'élimination des pollutions pour donner une bonne appréciation des performances épuratoires de la STEP. Nous avons suivi les paramétrées suivant : T°, pH, conductivité ; DBO5, DCO, O<sub>2</sub> dissous, MES, et NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, sulfate.

### III-2-Prélèvement et échantillonnage :

Les analyses sur lesquelles on va parler dans cette partie concernent les effluents d'eau usée de la station de M'sila. Chaque 2 heure, un certain volume d'eau usée est prélevé, à l'entrée de la STEP ainsi qu'à la sortie dans des flacons bien propres en ou en verre. Ceci est effectué 3 fois par jour pour avoir enfin l'échantillon final à analyser qui se compose du mélange des volumes prélevés.

Les échantillons doivent être analysés dans un délai de 24 h au maximum, afin d'éviter toute modification des concentrations de l'échantillon. Ainsi, ils doivent être conservés à une température de 4°C.



**Figure III.1 :**Portes échantillons de prélèvements

### III-3-Analyses physico-chimiques :



**Figure III.2:** laboratoire de station d'épuration M'SILA

#### III-3-1- Température :

La température est un paramètre physique de l'eau jouant un grand rôle dans la solubilité des gaz dans l'eau et sur la vitesse des réactions chimiques et biochimiques.

La mesure de la température a été effectuée par l'utilisation d'une sonde thermométrique qui est trempée soigneusement dans la prise d'essai. La lecture est faite après stabilisation du thermomètre [61].

#### III-3-2-Potentiel d'hydrogène (pH) :

Le pH est une des caractéristiques fondamentales de l'eau. Il donne une indication de l'acidité d'une substance. Il est déterminé à partir de la quantité d'ions d'hydrogène hydronium ( $H^+$ ) ou d'ions hydroxyde ( $OH^-$ ) contenus dans la substance.

la valeur du pH est à prendre en considération lors de la majorité des opérations d'épuration de l'eau, surtout lorsque celles-ci font appel à une réaction chimique et aussi quand certains procédés nécessitent d'être réalisés avec un pH.

**✚ Principe :**

La détermination du pH s'effectue par mesure de la différence de potentiel entre l'électrode mesure (électrode de verre) et une électrode de référence [62].

**✚ Mode opératoire :**

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

- ✓ Vérifier les diverses connexions: secteur, électrodes, etc..;
- ✓ Dégager l'électrode de son support;
- ✓ Oter le chapeau protecteur de l'électrode double ;
- ✓ Rincer abondamment l'extrémité de l'électrode avec l'eau distillée;
- ✓ Essuyer l'extrémité de l'électrode;
- ✓ Replacer l'électrode sur son support;
- ✓ Rincer le vase,, l'électrode, avec l'eau distillée puis avec l'échantillon;
- ✓ Remplir le vase de mesure avec l'échantillon;
- ✓ Immerger l'électrode avec précaution habituelles et agiter;
- ✓ Lire directement le pH lorsque la valeur s'est stabilisée [61].



**Figure III.3:** pH mètre.

### III-3-3- Oxygène dissous :

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

#### ✚ Mode opératoire :

- ✓ l'analyse s'effectue sur un prélèvement d'eau dont le volume doit être suffisant pour plonger la sonde.
- ✓ l'étalonnage étant réalisé et l'appareil ayant acquis son régime demarche;-allumer l'instrument en poussant le bouton ON/Off. Lorsque l'afficheur indique zéro, l'instrument est prêt pour la mesure de l'oxygène dissous[61].



Figure III.4: Oxymétrie

**: Conductivité :****+ Mesure de la conductivité :**

La conductivité électrique d'une eau traduit l'aptitude que possède celle-ci à laisser le courant électrique. le transport des charges se faisant par l'intermédiaire des ions contenus dans l'eau, Il est logique d'admettre que la conductivité d'une eau sera d'autant plus importante que sa minéralisation sera élevée. Il existe donc une relation entre la conductivité d'une eau et sa minéralisation, d'où l'intérêt une présent-la mesure de la conductivité, mesure quasi instantanée, pour connaître la minéralisation d'une eau. l'unité de conductivité utilisée en chimie des eaux est micro siemens ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

**+ Mode opératoire :**

- ✓ l'analyse s'effectue sur un prélèvement d'eau dont le volume doit être suffisant pour prolonger la sonde de conductivité ;
- ✓ vérifier les connexions cellule;
- ✓ rincer soigneusement la cellule de mesure à l'eau distillée et l'essuyer convenablement;
- ✓ immerger la cellule dans l'eau;
- ✓ agiter la sonde légèrement;
- ✓ lire le résultat;
- ✓ la mesure terminée, éteindre l'instrument et, si nécessaire, nettoyer la sonde.
- ✓ après chaque série de mesure, rincer l'électrode à l'eau déminéralisation[61].



**Figure III.5:** conductimètre

### : Les matière en suspension :

#### + Définition :

Les matières en suspension (*MES*) constituent l'ensemble des particules minérales et/ou organiques présentes dans une eau naturelle ou polluée. Elles peuvent être composées de particules de sable, de terre et de sédiment arrachées par l'érosion, de divers débris apportés par les eaux usées ou les eaux pluviales très riches en MES, d'êtres vivants planctoniques (notamment les algues). Elles correspondent à la concentration en éléments non dissous d'un échantillon.

L'abondance des matières en suspension dans l'eau favorise la réduction de la luminosité et abaisse la production biologique du fait, en particulier, d'une chute de l'oxygène dissous consécutive à une réduction des phénomènes de photosynthèse[63].

#### + Principe :

La mesure des MES par filtration repose sur le principe de la double pesée : un volume d'eau est filtré sur une filtre (préalablement pesée à vide) de 0.45 microns mètre et les résidus sur cette dernière sont pesés. Le rapport de la différence de masse sur le volume d'eau filtré donne la concentration des MES en milligramme/litre[63].

#### + Mode opératoire :

- ✓ Prendre une filtre et la marquer avec précaution pour ne pas l'abîmer.
- ✓ Peser la filtre et noter sa masse à vide  $M_0$ .



Figure III.6: balance



Figure III.7: filtre stérile



- ✓ Placer le filtreur la rampe de filtration ;
- ✓ Bien agiter l'échantillon ;
- ✓ Prélever un volume de l'échantillon et le transvider sur la filtre ;
- ✓ Procéder à la filtration : le volume filtré ne doit pas dépasser 1 litre et filtration et ne doit pas durer plus d'une demi-heure.
- ✓ Récupérer la filtre après la filtration, puis la placer dans une étuve à 105°C pendant 1h30 min pour enlever l'excès d'eau ; mettre dans un dessiccateur
- ✓ Peser le filtre puis noter sa masse M1 [61].



**Figure III.8:**Centrifugation



**Figure III.9:** Etuve



**Figure III.10:**Déssiccateur

**: Demande chimique en oxygène(DCO) :**

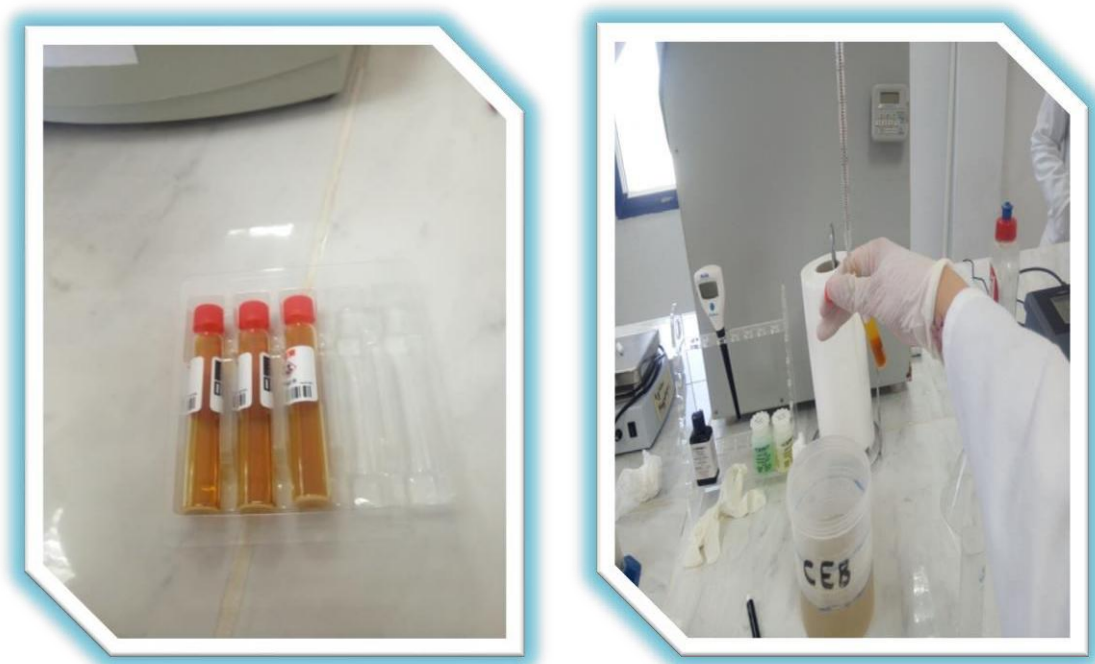
La DCO permet d'apprécier la concentration en matières organiques ou minérales, dissoutes ou en suspension dans l'eau, au travers de la quantité d'oxygène nécessaire à leur oxydation chimique totale. Ainsi, par la mesure de la DCO, on pourra évaluer la charge polluante d'une eau usée en matières organiques avant et après un traitement physique, chimique ou biologique afin de contrôler le fonctionnement d'une STEP et l'activité des microorganismes [63].

**+ Principe :**

Le principe de mesure de la demande biochimique en oxygène consiste à déterminer la quantité d'oxygène consommée au bout de cinq jours d'incubation, dans les conditions d'essai, à 20°C dans une solution diluée de l'échantillon.

**+ Mode opératoire**

- ✓ Introduction de 2 ml d'échantillon dans un tube Hach de la gamme 0-1500 mg/L pour l'effluent d'entrée et de la gamme 0-150 mg/L pour l'effluent de sortie;



**Figure III.11:**Reactif DCO (tube Hach)

- ✓ Chauffage des tubes hermétiquement fermés à 150°C pendant 2 heures;

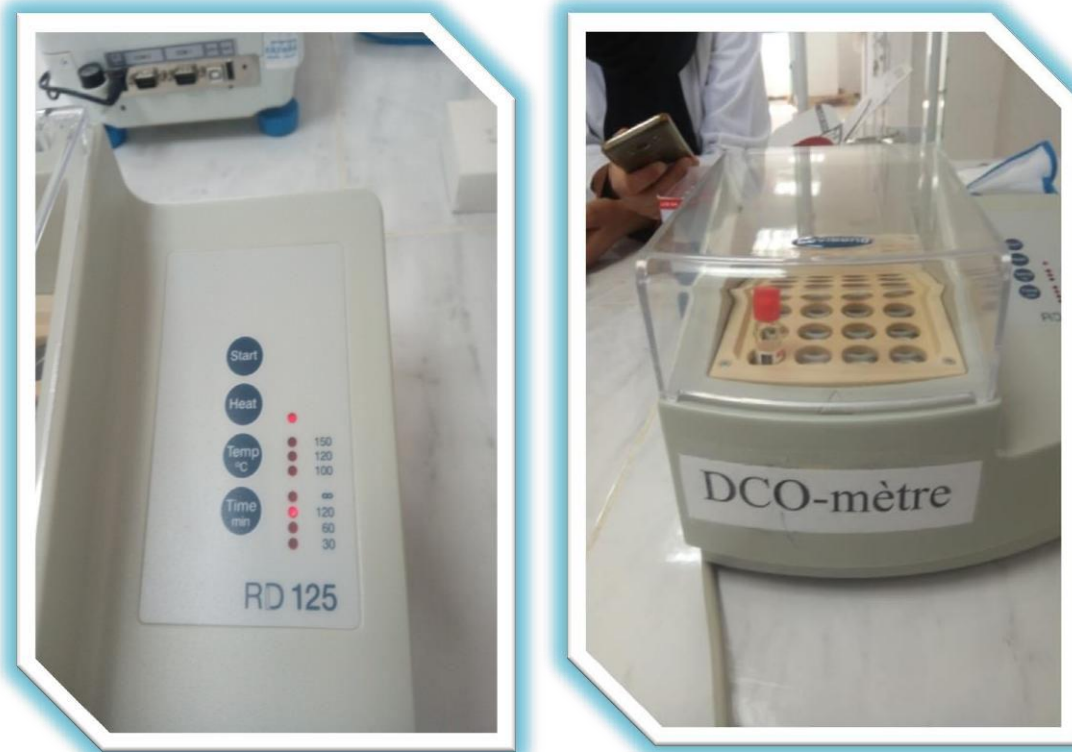


Figure III.12: DCO-mètre

- ✓ Refroidissement;
- ✓ Mesure de l'absorbance au lecteur de DCO.



Figure III.13: lecteur de DCO

**: Demande biochimique en oxygène(DBO5) :**

La demande biochimique en oxygène (DBO) est une expression pour indiquer la quantité d'oxygène qui est utilisée pour la destruction de matières organiques décomposables par des processus biochimiques. La détermination de la DBO sert à évaluer la concentration des polluants organiques dans les entrées et sorties de station d'épuration biologique, c'est-à-dire à mesurer le rendement.

La mesure de la DBO5 est faite selon la méthode manométrique basée sur le principe du respiromètre de WARBURG au cours duquel la respiration de la biomasse est directement mesurée par un appareil. Un volume d'échantillon est placé dans des flacons à bouchon rodé.[58]

**Mode opératoire :**

- ✓ Mesurer la quantité désirée avec le ballon jaugé de trop-plein et verser dans la bouteille propre ;
- ✓ Introduire l'agitateur magnétique dans chaque bouteille ;
- ✓ Ajouter 5 gouttes de nitrification inhibiteur ;
- ✓ Mettre 2 pastilles d'hydroxyde de lithium dans chaque bouchon intérieur (noir) avec deux pincettes ;
- ✓ Visser sans fermer hermétiquement le bouchon ;
- ✓ Mettre sur le système d'agitation à 20 °C ;
- ✓ Laisser s'établir l'équilibre pendant 30 mn et fermer hermétiquement le bouchon ;
- ✓ Relever les valeurs après 5 jours (système Oxytop) ;
- ✓ Utiliser les mesures des autres groupes et déterminer la précision des mesures.[61].



**Figure III.14:** DBOmètre.



**Figure III.15:** flacon à DBO.

**II-3-8-Test de décantation****+ Mode opératoire**

- ✓ Après une bonne aération (30 min) 1L de boue est prélevé du bassin de traitement.
- ✓ Cette quantité est mise dans une éprouvette de 1L et agitées.
- ✓ On laisse on suivante le mélange décanter pendant 30 min et on lit la quantité de boue décantées sur les graduations de l'éprouvette [61]. Cette valeur permet le calcul de l'indice de boue IB:

$$IB(\text{mg/l}) = V_{30}(\text{ml/l}) \times \text{facteur de dilution} / [\text{MS}] (\text{g/l})$$

**Figure III-16: Test de décantation**

**III-4-Dosage des différents types d'anions:**

**: Nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) :**

**Mode opératoire :**

Dans une fiole de 50 ml mettre :

- ✓ 50 ml de l'échantillon,
- ✓ 1 ml du réactif de diazotation,
- ✓ On mesure la concentration par le spectrophotomètre.

D'après les résultats obtenus on remarque que la teneur en nitrites des eaux, à savoir brutes et traitées est faible.[64]

**-Les nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) :**

**✚ Principe :**

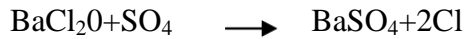
En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosalicylate de sodium, coloré en jaune susceptible d'un dosage spectrométrique.[62]

**✚ Mode opératoire :**

On introduit dans un bécher ,10ml d'eau à analyser et 1ml de salicylate de sodium, Le mélange est amené dans un évaporateur à 75°C jusqu'à la vaporisation total du liquide .Après refroidissement, on ajoute 2 ml d'acide sulfurique, la solution est alors laisser au repos pendant 10min pour le déroulement total des réactions. On ajoute 15 ml d'eau distillée et 15 ml de la solution de tartrate et NaOH. Après 10min de repos finalement obtenue est passée au spectrophotomètre à une longueur d'onde de 415nm [64].

**-les sulfates (SO<sup>-24</sup>) :****+ Principe :**

Les ions des sulfates (SO<sup>-24</sup>) sont précipités à l'état de sulfate de baryum et évalués granulométriquement [64].

**+ Mode opératoire :**

- ✓ A 100 ml d'eau à analysé ajouter 5 ml HCl (10 %) ;
- ✓ Chauffer la solution jusqu'à l'ébullition en agiter constamment pour éviter les projections ;
- ✓ Ajouter goutte à goutte 20 ml de chlorure de baryum à 10% ;
- ✓ prolonger l'ébullition à 10 minutes sans interrompre l'agitation ;
- ✓ laisser reposer puis filtrer la solution ;
- ✓ laver le précipité bien par l'eau distillée bouillante et laver par l'éthanol ;Prélever le papier à filtre et disposer dans un creuset, puis disposer dans le four à calcination pour la dessiccation total ;
- ✓ laisser refroidir et peser.[62]

**III-5-Conclusion :**

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

# Chapitre IV :

## Résultats Et Discussions

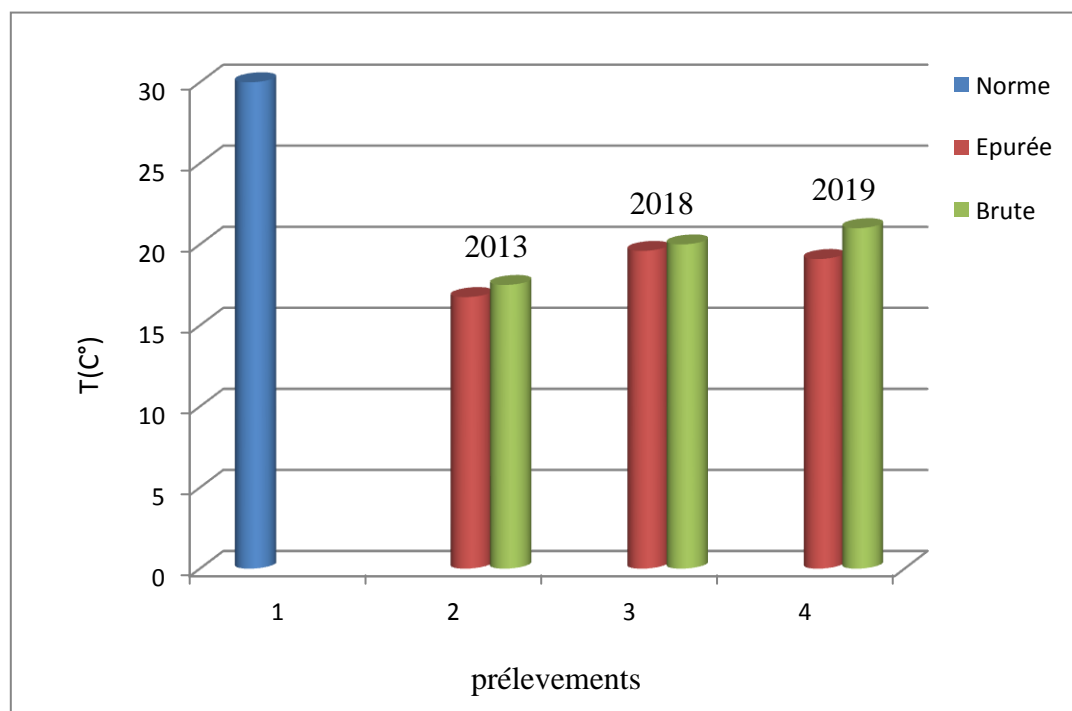
**Introduction :**

Dans notre études nous avons effectués un contrôle des paramètres de fonctionnement de la station d'épuration de M'sila, une série des mesures sur les paramètres de pollution de l'eau ont été effectuées respectivement à l'entrée (eaux brutes) et à la sortie (eaux traitées) de cette STEP. Le travail expérimental a été réalisé dans le but de contrôler le paramètre de fonctionnement de la STEP depuis l'année de démarrage 2013 comparativement avec les deux dernier années 2018 et 2019

Les paramètres de pollution analysés sont: la température, le pH, électrique, l'oxygène dissous ( $O_2$ ), la Conductivité, les matières en suspension (MES), la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biochimique en oxygène ( $DBO_5$ ), le nitrate ( $NO_3$ ), sulfate.

**IV-1- Température :**

Il est primordial de connaître la température d'une eau. En effet, elle joue un rôle très important dans la solubilité des sels et surtout des gaz et la détermination du pH. Cette grandeur physique permet de déceler les conditions extrêmes préjudiciables au bon fonctionnement du processus biologique car elle influence fortement sa cinétique. Donc il est important de suivi ce paramètre.



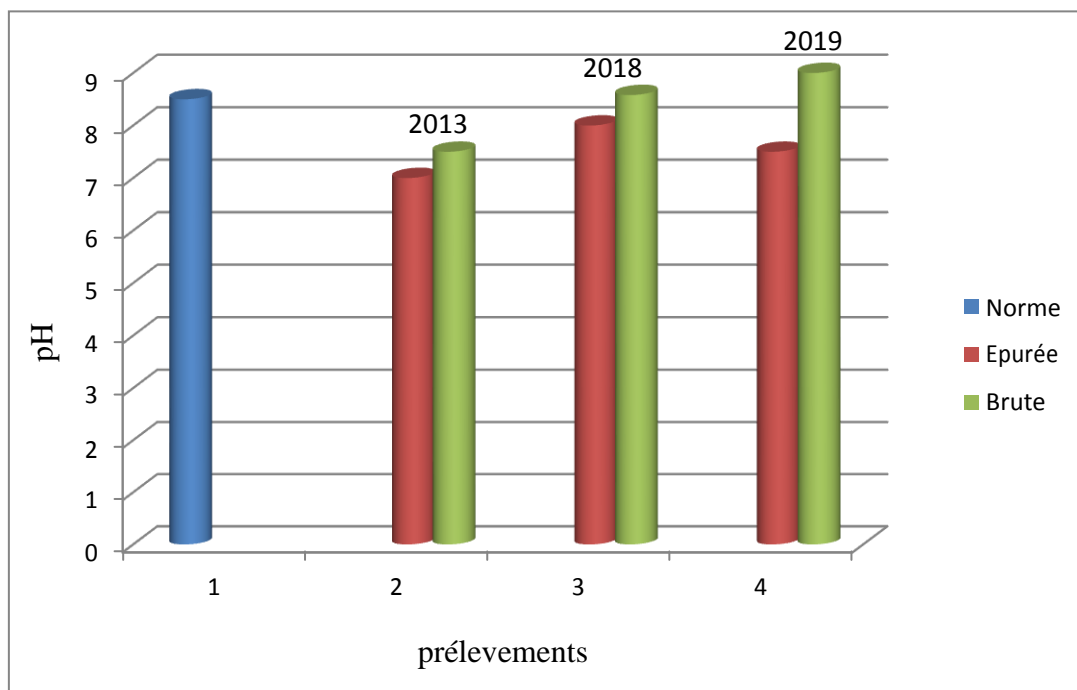
**Figure. IV.1.** La variation de la température de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP en 2013, 2018 et 2019.

D'après les résultats obtenus (figure IV.1), on remarque que la température de l'eau est variable entre 17.5°C et 21°C à l'entrée de la STEP, et de 17°C à 20°C à la sortie de la STEP. Ces valeurs s'inscrivent dans la tranche permettant le développement de la population bactérienne, elles sont inférieures au seuil maximal tolérable qui est de 30°C.

Au niveau des stations d'épuration, la température des eaux usées influe beaucoup sur l'efficacité du procédé de traitement, par exemple, la décantation est plus efficace à température élevées. De plus, l'activité biologique prenant place lors du traitement décroît avec le froid, la vitesse de nitrification est très ralentie en dessous de 10°C. Ainsi que, l'élévation excessive de température n'est jamais très favorable car elle agit négativement sur la dissolution de l'oxygène dans l'eau.

De là, et en comparant les deux graphique avec celui de la norme, on peut dire qu'on a de bons résultats et que les normes sont respectées.

#### Potentiel d'hydrogène (pH) :



**Figure. IV.2.**La variation du pH de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP en 2013, 2018 et 2019.

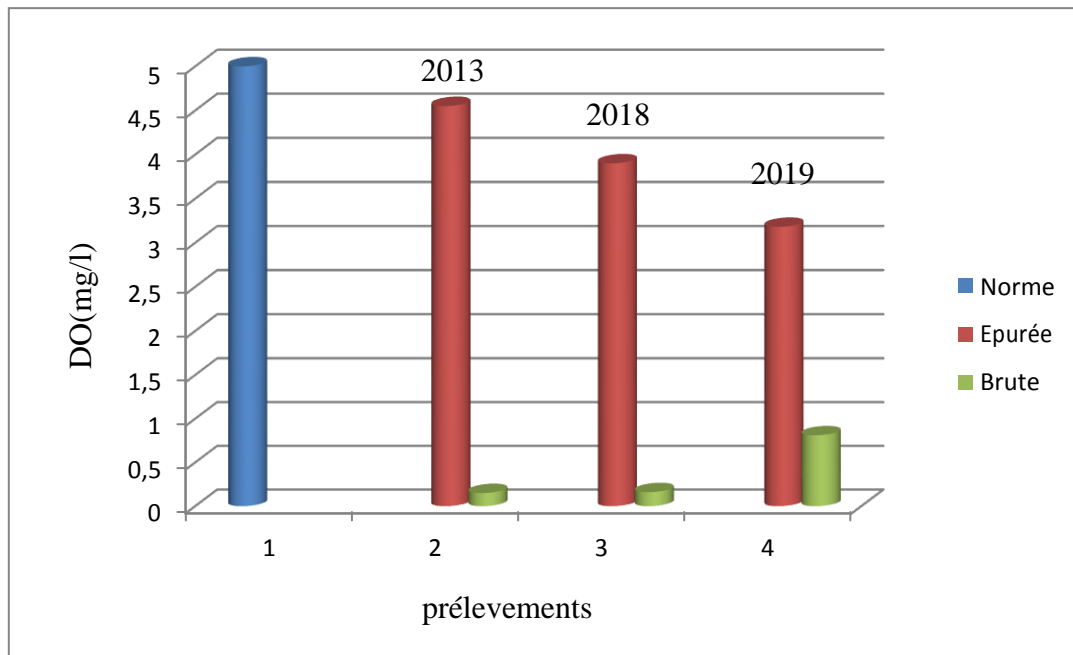
Les valeurs de pH des eaux usées avant traitement (brute) sont comprises entre 7.5 et 8 avec une moyenne de 7,5 en 2013 qui est une caractéristique des eaux résiduaires, dont le pH est souvent de l'ordre de 7.5 à 8, le plus favorable à l'action bactérienne, pour les processus d'épuration aérobie et anaérobie. Mais en 2018 et 2019 le pH augmente entre 8 et 9.

En ce qui concerne les eaux traitées (épurée), le pH est toujours inférieur à celui enregistré à l'entrée. Les valeurs gravitent autour de la neutralité, elles varient entre 7.4 et 7.76 avec une moyenne de 7,56 en 2013 respectant la norme de rejet délimitée entre 6,5 et 8,5 et en 2018-2019 les valeurs moyenne entre 7.5 et 8 respectant la norme.

On note une légère différence entre le pH de l'eau traitée et celui de l'eau usée brute. Ceci est dû probablement aux réactions chimiques et/ou biologiques qui produisent des ions acides ou qui consomment des ions basiques.

### Oxygène dissous (DO) :

La dégradation aérobie est la plus efficace et celle qui effectue la nitrification. L'oxygène étant un gaz peu soluble dans l'eau, il est nécessaire qu'il soit introduit de façon continue pour que s'effectue une dégradation aérobie. L'aération est le poste clef de la qualité de l'épuration. Non seulement elle assure les besoins en oxygène pour la dégradation bactérienne aérobie, mais dans les procédés à biomasse libre, elle joue aussi un rôle dans l'opération de mélange et permet le maintien en suspension de la biomasse.



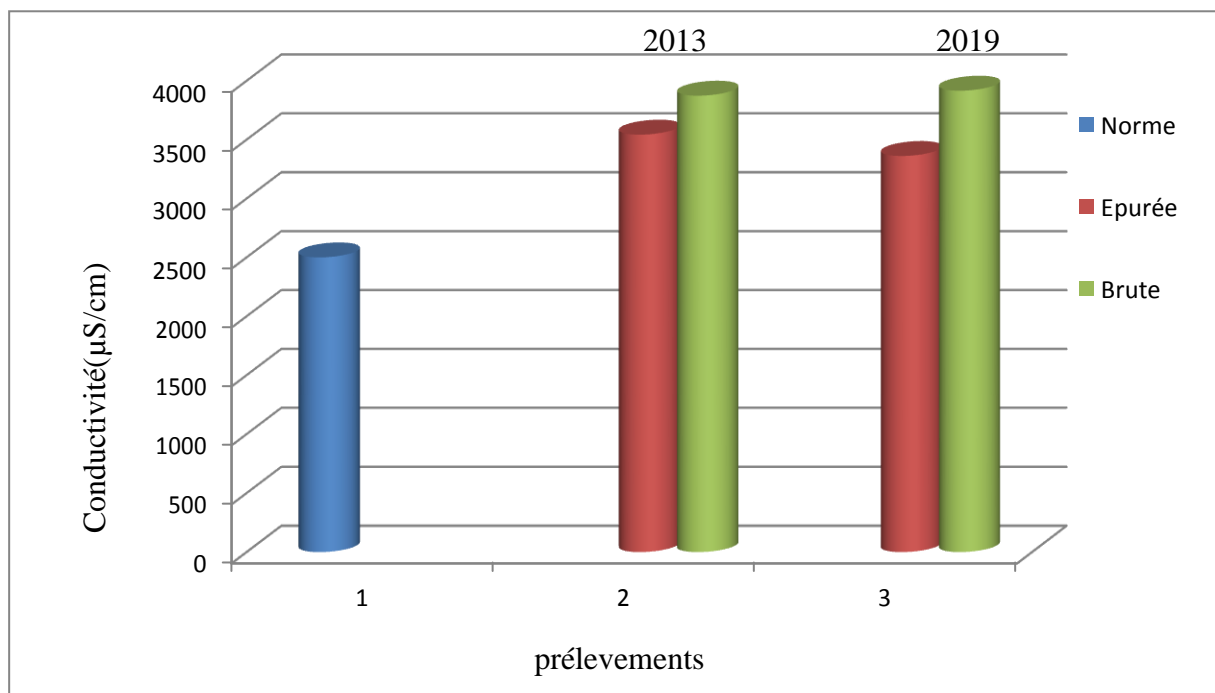
**Figure. IV.3.** la variation d'O<sub>2</sub> de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

D'après la (figure IV.3) on remarque que les teneurs en oxygène dissous varient dans les eaux brutes et les eaux traitées. Pour les eaux brutes, la concentration moyenne, est faible (entre 4.5mg/L et 3.2 mg/L pour les trois années). Pour les eaux traitées, la concentration moyenne d'O<sub>2</sub> dissous varie entre 0.2 mg/1 et 0.8mg/L. Nous notons en effet, une diminution

des valeurs moyennes des concentrations en oxygène des eaux traitées par rapport aux eaux brutes. Cette diminution peut également être due à une variation au niveau des aérateurs qui provoque la diminution de la teneur en oxygène dissous.

### Conductivité :

La conductivité électrique désigne la capacité de l'eau à conduire un courant électrique. Elle est déterminée par la teneur en substances dissoutes, la charge ionique, la capacité d'ionisation, la mobilité et la température de l'eau. Par conséquent, la conductivité électrique renseigne sur le degré de minéralisation d'une eau. La figure suivante représente la variation de la Conductivité à l'entrée et à la sortie de la STEP.

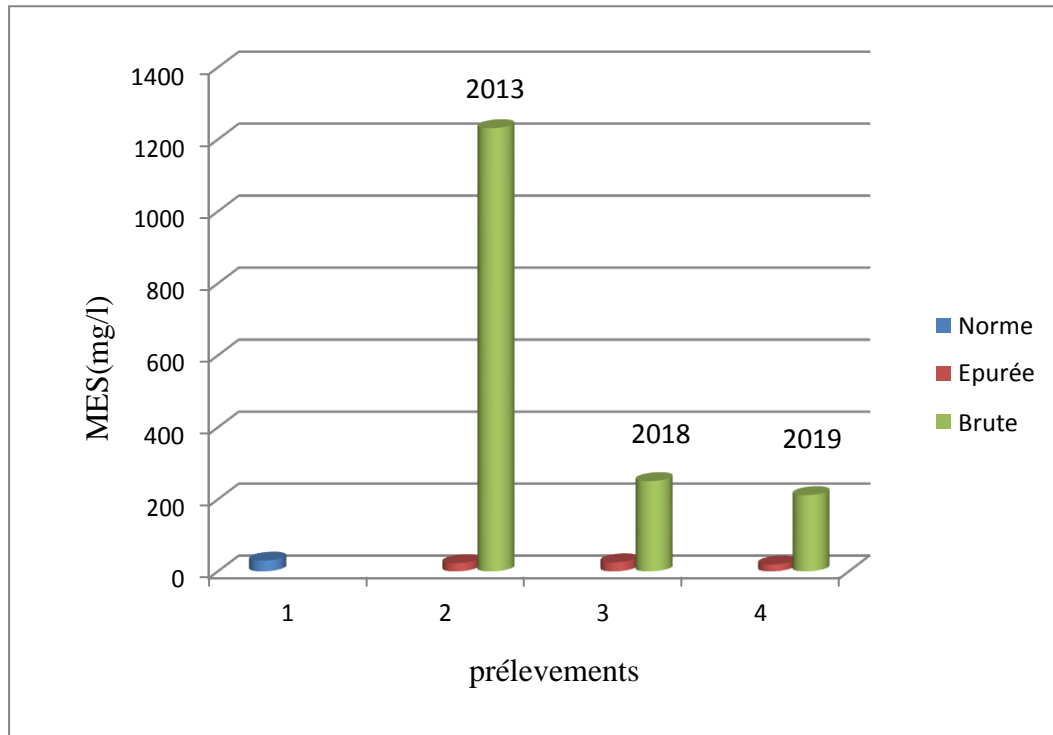


**Figure. IV.4.** la variation de Conductivité dans les eaux usée brute et épurée.

La (figure IV.4) ci-dessus révèle que l'eau brute possède une gamme de conductivité qui varie dans l'intervalle 3500-3800  $\mu\text{S}/\text{cm}$  pour l'eau d'entrée. Par contre pour l'eau traitée, cette conductivité oscille entre 3300-3500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Cette variation est due au changement de la concentration en sels dissous dans les eaux qui arrivent à la STEP. Donc l'augmentation de la conductivité pour l'eau traitée en 2019 pourrait être expliquée par la mobilité de ces sels minéraux.

### Matières en suspension (MES) :

Les matières en suspension, représentent l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux usées. La connaissance de la concentration des éléments colloïdaux dans les eaux usées est nécessaire dans l'évaluation de l'impact de la pollution sur le milieu aquatique.



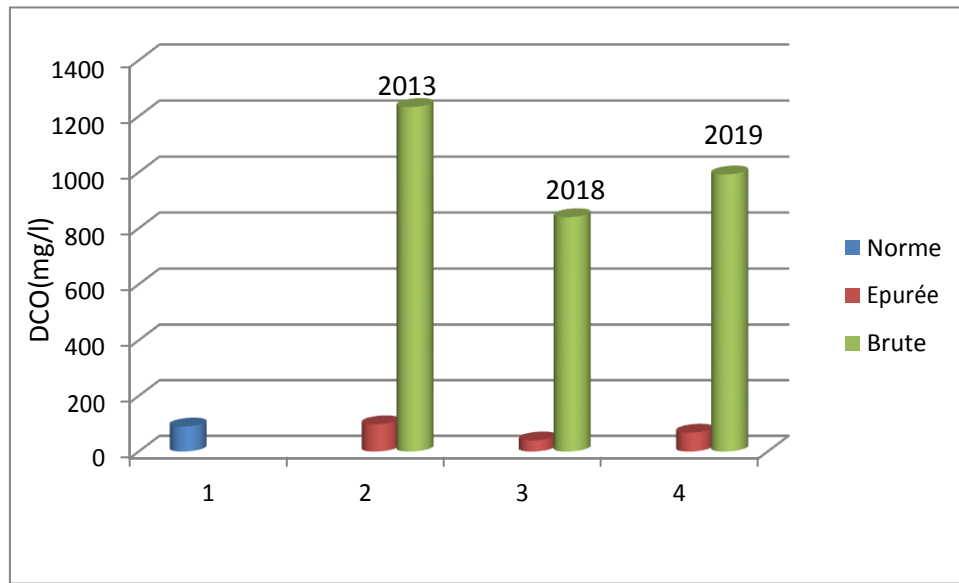
**Figure. IV.5.** la variation de la concentration des matières en suspension (MES) de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP en 2013, 2018 et 2019.

En examinant les résultats trouvés, on remarque qu'à l'entrée de la STEP, les valeurs de MES varient de 196 mg/l à 250 mg/l avec une moyenne de 211.83 mg/l en 2019 et entre 240 à 260 avec une moyenne de 250.8 mg/l en 2018 qui reste toujours inférieure à la valeur moyenne trouvée en 2013, de l'ordre de 1200 mg/L. Cette variation est due à une instabilité de la qualité des eaux à l'entrée et l'origine des eaux que nous traitons.

Les valeurs de MES à la sortie de la STEP (eaux traitées) sont comprises entre 19 mg/l à 25.21 mg/l sur la durée de l'expérience. Ces valeurs sont inférieures à la norme de rejet en Algérie (30 mg/l). Cette diminution dépend à une bonne décantation de la boue dans le clarificateur. Le rendement d'abattement de MES dans cette station d'épuration presque 94 %. Ce rendement est très important ce qui indique une bonne efficacité de traitement de la station d'épuration. .

### 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. La figure suivante représente la variation de la concentration de la DCO à l'entrée et à la sortie de la STEP.

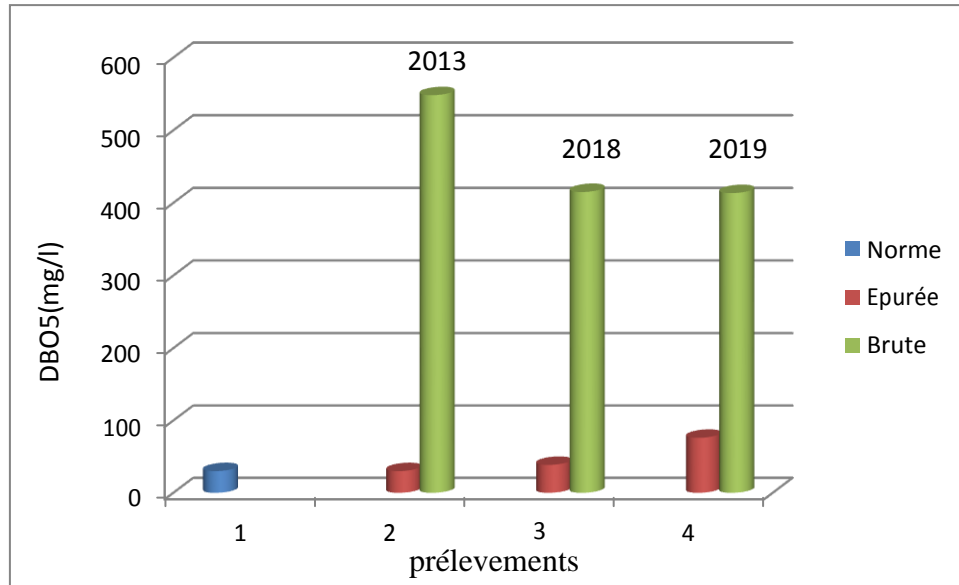


**Figure. IV.6.** la variation de la Demande chimique en oxygène(DCO) de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP en 2013, 2018 et 2019.

Les valeurs de concentration de la DCO des eaux brutes de la STEP varient entre un maximum de 1200 mg/l et un minimum de 840 mg/l. En revanche, les valeurs des concentrations des eaux traitées varient entre un maximum de 98 mg/l et un minimum de 40 mg/l. Ces valeurs sont conformes à la norme algérienne de rejet (<120 mg/l), donc une grande concentration a été éliminée par ce procédé car il y a une dégradation importante de la charge polluante. Avec un rendement d'abattement de DCO est environ 98.6% en 2013 et 92% en 2019, ces résultats indiquent une bonne aération dans le bassin biologique en 2019.

### Demande Biochimique en Oxygène( $DBO_5$ ) :

La demande biologique en oxygène ( $DBO_5$ ) est un paramètre très significatif et révélateur pour l'appréciation de la qualité des eaux.



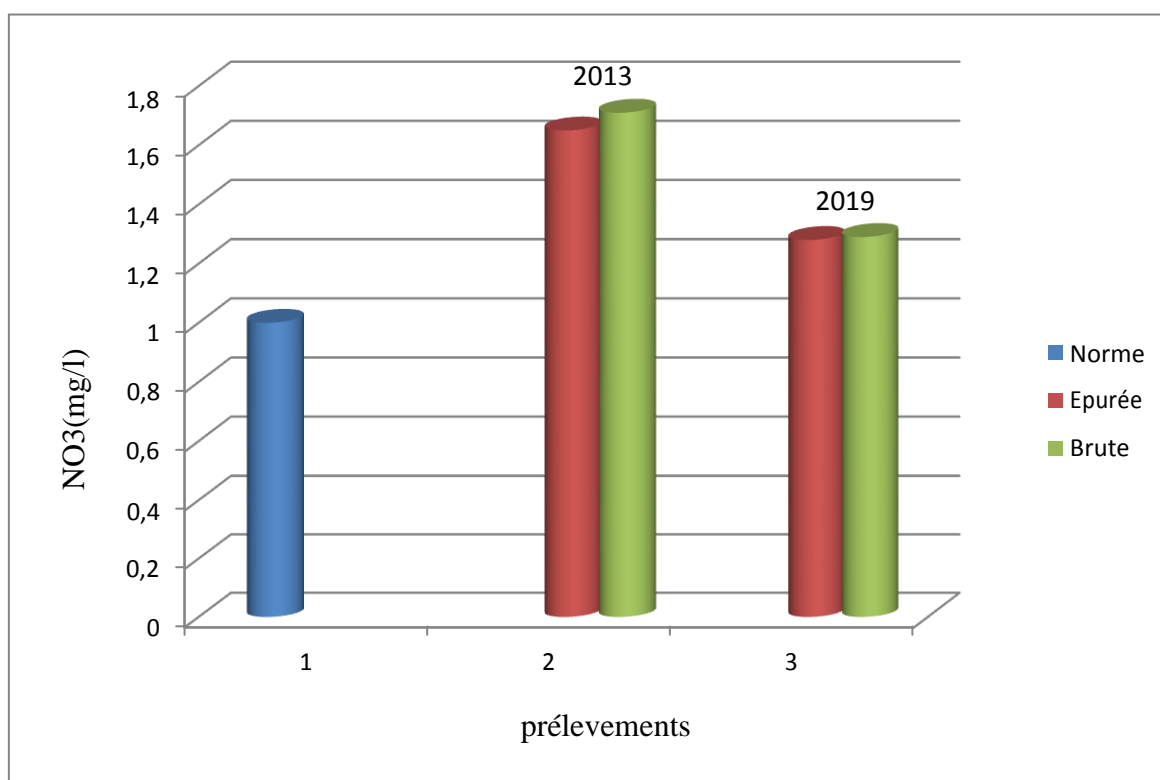
**Figure. IV.7.** la variation de la Demande biochimique en oxygène( $DBO_5$ ) de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP en 2013, 2018 et 2019.

La (figure IV.7) représente la variation de la  $DBO_5$  de l'eau brute et de l'eau traitée, notons que l'eau brute à l'entrée de la station présente une  $DBO_5$  qui varie entre 450 et 650 mg/l en 2013 et entre 340 et 450mg/l en 2018 mais en 2019 la variation entre 550 et 360 mg/l. Il est à noter que ces valeurs sont élevées par rapport aux eaux usées domestiques (>500 mg/l), cette augmentation est marquée à cause de la charge polluante importante qui est entrée dans la station. Par contre, pour l'eau traitée, on remarque que la  $DBO_5$  à la sortie de la STEP pour les trois années varie entre 30 et 88.2mg/L. En revanche, on constate que les valeurs de la  $DBO_5$  à la sortie de la STEP (eaux traitées) varient entre 60mg/l à 88.2 mg/l en 2019 avec une moyenne de 70 mg/l,

Ces valeurs dépassent les 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. Les valeurs qui restent sont généralement toutes dans les normes de rejet (inférieur à 30 mg d' $O_2$ /l). Le rendement d'abattement de la  $DBO_5$  est de 84 %, c'est à dire que la quantité d' $O_2$  dissous fournie par les aérateurs dans le bassin d'aération est suffisante pour les besoins des bactéries.

### Les nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) :

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote et représentent la forme d'azote au degré d'oxydation le plus élevé présent dans l'eau. La figure suivante représente la variation de nitrate de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP. La figure suivante représente la variation de Nitrate de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.



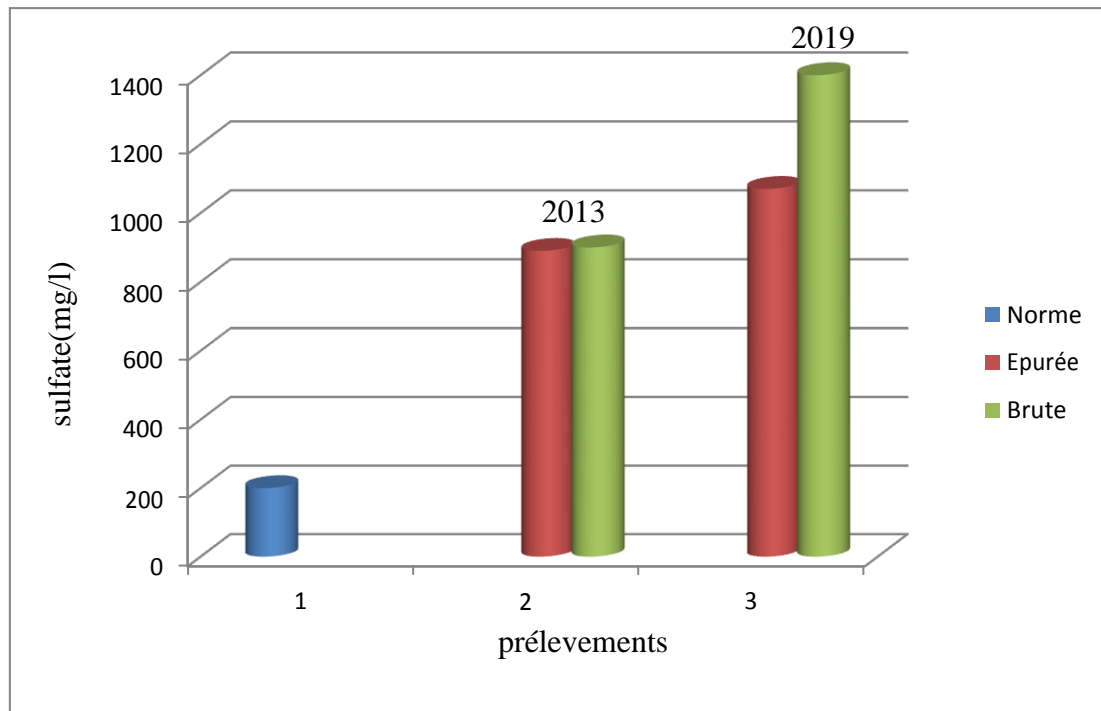
**Figure IV.8.** La variation des teneurs en Nitrate dans les eaux usées brutes et épurée.

Selon les résultats indiqués sur la (figure IV.8) , on observe que les valeurs des nitrates obtenues d'après les analyses en 2013, varient entre 0,6 mg /l et 1,5 mg/l à l'entrée et de 0,4 mg/l à 4.4 mg/l a la sortie, en 2019 entre 0,7 mg /l et 1,9 mg/l à l'entrée et de 0,3 mg/l à 4.5 mg/l à l'entrée.

Les teneurs en nitrates diminuent de l'amont vers l'aval de 2.3 mg/l à 0.9 mg/l, inférieurs aux normes algériennes qui sont de 10 mg/l.

### Les sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ ):

Les sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) font généralement l'objet d'un suivi particulier. La figure suivante représente la variation de la teneur en sulfates exprimés en mg/L à l'entrée et à la sortie de la STEP.



**Figure IV.9.** La variation des teneurs en sulfate dans les eaux usées brutes et épurée.

Les variations de la teneur en sulfate dans les deux types d'eau varient d'une façon irrégulière au niveau de tous les prélèvements en 2013 et 2019. La teneur en sulfate dans l'eau brute est supérieure à celle dans l'eau épurée dans les deux années et la concentration maximale en sulfate est observée au niveau de l'eau brute. On constate d'après la comparaison avec les normes des rejets des eaux usées que nos résultats dépassent la limite maximale qui est de l'ordre 200mg/l.

Une forte teneur en sulfates peut indiquer une pollution par des eaux domestiques (les sulfates sont apportés par les détergents, sous forme de sulfates de sodium  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  ou par certaines eaux usées industrielles. Les eaux usées de nombreuses industries peuvent également contenir des sulfates. Ce sont surtout les changements brusques et importants des teneurs en sulfates qui se révèlent néfastes. 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 décolorations.

## **Conclusion générale :**

Notre étude est basée sur l'analyse des échantillons d'eau usée urbaine de la ville de M'sila, avant et après traitement dans la station d'épuration, afin de contrôler les paramètres de fonctionnement de la STEP. Pour objectif de réutiliser et d'améliorer la qualité des eaux traitées dans l'irrigation.

Les résultats obtenus indiquent que les eaux usées brutes sont caractérisées par une couleur généralement grise verdâtre et une odeur nauséabonde, présentant une température moyenne de l'ordre de 21 °C. Un pH légèrement basique favorable à un traitement biologique dans la STEP. Elles sont caractérisées par une DBO, élevée au moyenne 413.5 mg/l, de fortes teneur en M.E.S (211,83 mg/l). La demande chimique en oxygène (DCO) présente de forts taux. Au moyenne 992,33 mg/l. Ceux-ci est dû probablement à la forte charge organique des eaux usées rejetées par la population de la ville de M'sila. Ces eaux usées brutes sont caractérisées par une forte teneur en sulfatedue probablement à la nature des eaux domestiques ou par certaines eaux usées industrielles chargées en (détergents ,les acides...etc)

Pour l'eau épurée. On remarque qu'elle est claire, moins d'odeur. Elle présente un pH légèrement basique,et une température de l'ordre de 19 C°.On a estimé un taux de M.E.S (19.16 mg/L), au-dessous des normes, qui est admissibles par l'O.M.S,

On constate que pour les valeurs de la DBO<sub>5</sub> à la sortie de la STEP (eaux traitées) varient entre 60mg/l à 88.2 mg/l en 2019 avec une moyenne de 70 mg/l, Ces valeurs dépassent les 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.

Pour la DCO, on remarque que les teneurs avoisinent 68 mg/l, cette valeur est inférieure aux normes O.M.S.

D'après ces résultats, on constate que les paramètres de fonctionnement contrôler, durant lesannée2013 - 2018 et 2019 comparativement par les normes algérienne et international, Il en ressort que l'ensemble des résultats obtenus mettent en évidence lesperformances de fonctionnement de la STEP de M'sila par le procédé 'boues activée' Cependant, on peut dire que l'eau épurée peut être utilisée dans l'irrigation, en tenant compte des caractéristiques organoleptiques, du pH, des nitrates et de sa température.

En terme de recommandation, on peut proposer les points suivants pour optimiser le rendement de la station d'épuration des eaux usées de la ville de M'sila:

- ✓ Réaliser un bassin pour la décantation primaire;
- ✓ Effectuer des analyses bactériologiques pour les eaux épurées in situ;
- ✓ Effectuer la désinfection des eaux épurées par la chloration par exemple;
- ✓ Traitement de la boue résiduaire, afin de l'utiliser pour des besoins agricoles;
- ✓ Les eaux usées industrielles doivent être subîtà des traitements spécifiques l'intérieur des établissements avant d'être rejeté dans le collecteur principal.

## Référence

- [1] [www.aquaportail.com/definition-4161-eaux-usees.html](http://www.aquaportail.com/definition-4161-eaux-usees.html) eaux usées [url]
- [2] [www.fao.org/index\\_fr.htm](http://www.fao.org/index_fr.htm). [3] (GROSCLAUDE, 1999).
- [4] Site du Ministère de l'Ecologie
- [5] (REJSEK, 2002)
- [6] (RODIER, 2005).
- [7] Richarde C, (1996), les eaux; les bactéries; les hommes et les animaux; Edition Elsevier; Paris , P138.
- [8] Tekfi K, (2006), « étude des performances épuratoires d'une station d'épuration des boues activées », mémoire pour l'obtention de diplôme de DEUA. Option traitement et épuration de l'eau, département hydraulique, université Tlemcen.
- [9] Raissi O, (2005), « Réutilisation des eaux épurées et des boues résiduares des stations d'épuration ».
- [10] Baumont S, Camard J P, Lefranc A, Franconi A, (2004), Réutilisation des eaux usées: risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS, pp 220.
- [11] Traité de l'environnement, Technique de l'ingénieur, Volume G1210.
- [12] Vaillant J R, (1974) Perfectionnement et nouveautés pour l'épuration des eaux résiduares: eaux usées urbaines et eaux résiduares industrielles, Edition, Eyrolles, Paris,.
- [13] Rodier J,( 2005) L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduares, eaux de mer, 8ème Edition DUNOD technique, Paris, pp 1008-1043.
- [14] Aoulmi Sofiane, (2007), Conception de la station d'épuration dans la ville d'Eddine (W. Ain Defla), thèse de l'école nationale supérieure de l'hydraulique.
- [15] Raissi O, (2005), « Réutilisation des eaux épurées et des boues résiduares des stations d'épuration ».

- [16] Alain Botta, Laurence Bellon, (2001) Pollution de l'eau et santé humaine. Laboratoire de biogénotoxicologie et mutagenèse environnementale. Université Euro Méditerranée TEHYS.
- [17] Duguet J-P ; Bernazeau F ; Cleret D ; Gaid A ; Laplanche A ; Moles J, Monteil A ; Riou G ; Simon P, (2006), Réglementation et traitement des eaux destinées à la consommation humaine, 1 ère édition. ASTEE (Association Scientifique et Technique pour L'environnement),.
- [18] Regsek F, (2002), analyse des eaux, aspect réglementaire et techniques, Edition scrérén CRDPA quitaine, Bordeaux.
- [19] Rodert Thomazeau, (1981), Station d'épuration, Eaux potables-Eaux usées, Edition technique et Documentation, Paris.
- [20] Gaid A, (1984), « Épuration biologique des eaux usées urbaines tome I », édition OPU, Alger.
- [21] Mechati. F, (2006), Etude des paramètres physico-chimique avant et après traitements des rejets liquides de la raffinerie de SKIKA. Mémoire de magister.
- [22] Taradat M H, (1992), Chimie des eaux. Première, le griffon d'argile inc, canada. 537p.
- [23] Suschka J, Ferreira E. (1986), Activated sludge respirometric measurements, Water research, 1986, pp.137-144.
- [24] Metahri Mohammed Saïd, (2012), 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-Ouzo.
- [25] Pierre J, Lienard A, Hedit A, P Duchene, (1990), « Traitement de l'azote dans les stations d'épuration biologique des petites collectivités », Document technique.
- [26] Feray C, (2000), « Nitrification en sédiment d'eau douce : incidence de rejets de station d'épuration sur la dynamique de communautés nitrifiantes », Thèse de doctorat sciences naturelles, Écologie microbienne. Université Claude Bernard-Lyon, Lyon, France, 204 p.
- [27] Ghazi M, « Cours de l'épuration des eaux usées », département hydraulique option traitement et épuration de l'eau, université Tlemcen. (Consulté le 27 Février 2015).

[28] POTLON J L, Et ZYSMAN K, (1998), le guide des analyses de l'eau potable ,ED,SEPT, France ,P 79-213.

[29] Asano T, (1998), Irrigation with Reclaimed municipal waste water: California Experiences. Options Méditerranéennes. Série A. Séminaire Méditerranéen 1. Reuse of Low, Quality Water for Irrigation in Mediterranean Countries.

[30] sen@fr.ch, [www.fr.ch/eau](http://www.fr.ch/eau)

[31] CSHPF, (1995), « Recommandations sanitaires relatives à la désinfection des eaux usées urbaines », conseil supérieur d'hygiène publique de France section des eaux ; 22p.[http://www.sante.gouv.fr/dossiers/cshpf/re\\_1095\\_desinfection.htm](http://www.sante.gouv.fr/dossiers/cshpf/re_1095_desinfection.htm) (consulté le 6-02-2015).

[32] Saggai M M, (2004), Contribution à l'étude d'un System d'épuration à plantes macrophytes pour les eaux usées de la ville de Ouargla. Mem. Mgister. Univ. Ouargla.64p.

[33] Bekkouche M, Zidane F, (2004), Conception d'une station d'épuration des eaux usées de la ville de Ouargla par lagunage. Mem. Ing. Hydraulique saharienne. Univ. de Ouargla.67p.

[34] Banzaoui N Et Elbouz F, (2009), Epuration des eaux usées par les procédés des boues activées au niveau de la commune de Touggourt. Mem.Ing. chimie.Univ. de Annaba.

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

[36] [www.europelec.com/prétraitement](http://www.europelec.com/prétraitement), (consulté le 06/06/2015)

[37] Telli Sidi Mohamed, (2013), 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.

[38] [http://traitementeaux.e-monsite.com/pages/iii-procedes-de-traitement/iii-a-les-](http://traitementeaux.e-monsite.com/pages/iii-procedes-de-traitement/iii-a-les-principaux-) principaux- (consulté le 06/06/2015).

[39] <http://alaprevert.blogspot.com/2014/06/visite-de-la-station-depuration.html>, (consulté le 06/06/2015).

[40] Hadjou Belaid Z,(2013), « 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.

[41] Faiza Mekhalif, (2009). Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement,.

[42] Boumediene Amine, (2013), (bilan de suivi des performances de fonctionnement d'une station d'épuration à boues activées: cas de la STEP AIN EL HOUTZ). Mémoire de licence en hydraulique, Université Abou-Bakr Belkaid de Tlemcen.

[43] Josep P, (2002), « station d'épuration : dispositions constructives pour améliorer leur fonctionnement et faciliter leur exploitation ».

[44] Rejasse Sandrine, Juillet (2009), « Optimisation du fonctionnement d'une station d'épuration à boues activées de 10 000 EH, Trélissac », Mémoire d'ingénieur de l'ENGEES, Promotion Indre.

[45] Karima Allaoui, (2009),«Modélisation hydraulique d'une bassin d'aération des stations d'épuration des eaux usées » Mémoire magister en hydraulique, université Badji Mokhtar - annaba.

[46]C.C.I Troyes, (2002). Eaux usées et assainissement. Les traitements adaptés.

[47] Dahou Abderahim, Brek Adem, (2013), lagunage aéré en zone aride performance épuratoires cas de ( région d'ouaregla). mémoire master académique. université de ouaregla.

[48] Faiza Mekhalif,( 2009), réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement. Mémoire de magister en chimie, Université de skikda.

[49] Dhaouadi H, (2008), Traitement des eaux usées urbaines, les procédés biologiques d'épuration. Thèse, Université Virtuelle de Tunis, 34 p.

[50] Belhani, Mahdi, Bourgois, Jacques Et Pons, Marie-Noëlle. (2008). Analyse du cycle de Vie : Epuration des eaux usées urbaines. Revue technique de l'ingénieur.

[51] Dégrémont. 1972. mémento technique de l'eau, Ed ; Lavoisier, Paris

[52] Latifa Kahim, Hanane Idabdellah,( 2013). L'impact des dysfonctionnements rencontrés au niveau des bassins d'aération de la Station d'Épuration et de Réutilisation des Eaux Usées de Marrakech sur la qualité des eaux traitées. Mémoire licence en science et technique, université de marakeche.

[53] Bakkal Fatima Zahra, Bennani Oumaima, (Optimisation du fonctionnement de la station d'épuration des eaux usées de Marrakech), Mémoire, université MARRAKECH.

[54] Franck R, (2002), Analyse des eaux, Aspects réglementaires et techniques. Edition Scérén CRDP AQUITAINE. Bordeaux, pp165-239.

[55] Attab Sarah, (2011), 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), Mémoire de magister en biologie, université Ouargla.

[56] consultation de la STEP de la ville M'sila.

[57] Google earth.

[58] (D.H.W 2008).

[59] Les photos (photographie manuelle de la station).

[60] (D.H.W.M)

[61]ONA, fiche technique de la station d'épuration des eaux usées de la ville de M'sila.

[62](Rodier, 2009).

[63] guide janvier 2007 ;capitalisation de l'évolution général du crêpa Protocole de détermination des paramètres physico-chimiques et bactériologiques

[64] (Rodier ,1996).

## Résumé :

Les eaux usées sont susceptibles de renfermer et véhiculer une grande variété d'un polluant organique et d'agent pathogène pour l'homme. Les organismes pathogènes présents dans les eaux usées d'une collectivité en reflètent l'état sanitaire.

Le traitement de l'eau usée a pour but principale d'éliminer ou détruire ces polluants et ces microorganismes

Notre travail a été fait au niveau de la station d'épuration STEP de la wilaya de M'sila. Le but de notre travail est de suivre les performances épuratoires de la station (rendements en élimination de la pollution : DBO5, DCO et MES), et d'autres paramètres qui peuvent influencer sur le traitement par boues actives (PH, température, la teneur en oxygène) par une série de données des analyses physico-chimique des eaux (brutes et traitées) et confirmer si les données sont correspondre à la norme nationale de rejet.

**Mot clé :** eaux usée, traitement physico-chimiques, traitement bactériologique, STEP, M'sila,

## Abstract

Wastewater is likely to contain and convey a wide variety of organic pollutant and pathogen for humans. Pathogens present in the wastewater of a community reflect the health status.

Treatment of waste water main goal is to eliminate or destroy these pollutants and microorganisms

Our work was done at the level of water treating station-step of M'sila ( the aim of this work is:

To observe the filtering station of pollution matters and other matters which can affect the operation of treating by the active mud, for example: acid degree(pH),temperature(T°), organique charge ,quantity of oxygen by physical-chemical data of water(faltering water and contaminate water )and to confirmed that these data are suitable to the national norm of the dismissal

## ملخص

تحتوي المياه العادمة على العديد من الملوثات و التي بدورها تسبب أضرار على البيئة كما أن البكتيريا الممرضة الموجودة في مياه الصرف الصحي تشكل خطر على الصحة العامة للمواطن. للقضاء على هذه الملوثات والحد منها نحتاج بالمعالجة التامة في المياه المستعملة.

أجرينا هذه الدراسة على مستوى محطة التصفية بواسطة الحماة المنشطة الموجودة في ولاية المسيلة بهدف متابعه مراحل وأداء تنقية المياه في المحطة .

استنادا على نتائج المعايير بها معيار الطلب الكيميائي والبيولوجي للاكسجين معيار المواد العالقه بالاضافه إلى معايير فيزيائية وكيميائية( ناقلية الاكسجين المنحل نؤكد هذه هي المعايير انطلاقا من المعطيات و مقارنتها بمعايير أخرى عالمية.

الكلمات الرئيسية مياه الصرف الصحي ، المعالجة الفيزيائية والكيميائية ، العلاج البكتريولوجي ، محطة المعالجة، المسيلة .