



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



Université Abbes Laghrou Khenchela  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département Ecologie et Environnement

## Mémoire

De fin d'étude pour l'obtention du diplôme de master en Ecologie et Environnement  
Option : **Ecologie Fondamentale et Appliquée**

Thème

# Etude du Fonctionnement Epuratoire de la STEP, Ain Beida (W. Oum El Bouaghi)

**Présenté par**

**ADJEROUDI Asma  
BOUKHALFA Anfel**

Devant le jury

<b>OUANES M.MCA.</b>	Univ. ABBES Laghrou Khenchela	Présidente
<b>ABABSA N. MCA.</b>	Univ. ABBES Laghrou Khenchela	Encadrante
<b>MEZHOUD A. MAA.</b>	Univ. ABBES Laghrou Khenchela	Examinatrice

2020/2021

## **Remerciements**

*Nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et le pouvoir d'accomplir ce modeste travail.*

*Nous remercions nos familles très sincèrement de nous avoir soutenues tout le long de notre travail.*

*Nos vifs remerciements à notre encadreur **Mme Ababssa Nawel**, qui a accepté de diriger cette mémoire et qui a contribué par son savoir faire et sa sérieuse à l'enrichissement du présent travail.*

*Nous tenons à remercier les membres du jury **Mme Ouanes M** et **Mme Mezhoud A** de nous faire l'honneur de lire et d'évaluer ce travail.*

*Un grand merci à l'ensemble du personnel de la station d'épuration des eaux usées de la ville D'Ain Beida, pour avoir dirigé, suivi, guidé soutenu et encourager.*

*Le directeur de la station: **ILIHOU M Rafik**.*

*Le coordinateur d'exploitation de maintenance: **OUGAB Fouzi**.*

*Le chef de laboratoire: **BOUGOUFA Hamza**.*

*Enfin, nos remerciements vont à tous les amis, les collègues, et la famille de **Biologie et Ecologie**, ainsi que tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin.*



## **DEDICACES**

*Avant tous, je remercie Dieu le tout puissant de m'avoir donné le courage et la patience pour réaliser ce travail malgré toutes les difficultés rencontrées.*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Mes bougies qui ont éclairé ma vie, mon père **Yacine** et ma mère **Om Hani** qui ont contribué à ma réussite par leur soutien moral et financier.*

*Ceux que je porte beaucoup de respect et d'estime ;*

*Ma chère sœur: **Chaima**.*

*Mon cher frère: **Hani**.*

*Mon binôme **Anfel** pour ses efforts, sa détermination et sa volonté.*

*Mes meilleures amies: **Samra, Souhila, Omaima, Wissem, Chaima, Khawla, Wafa, Samiha**.*

*Ma grande famille :**Adjeroudi et Megroud**.*

*À toute la promotion master Ecologie Fondamentale et Appliquée.*

**Asma**



## **DEDICACES**

*Avant tous, je remercie Dieu le tout puissant de m'avoir donné le courage et la patience pour réaliser ce travail malgré toutes les difficultés rencontrées.*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Mes bougies qui ont éclairé ma vie, mon père **Hamid** et ma mère **Leila** qui ont contribué à ma réussite par leur soutien moral et financier.*

*Ceux que je porte beaucoup de respect et d'estime ;*

*Mes chères sœurs: **Hiba, Khadija, Doua.***

*Mon binôme **Asma** pour ses efforts, sa détermination et sa volonté.*

*Mes meilleures amies : **Wisseem, Omaïma.***

*Ma grande famille : **Boukhalifa et Krim.***

*À toute la promotion master Ecologie Fondamental et Appliquée.*

**Anfel**

## **Résumé**

Cette étude est une évaluation du fonctionnement épuratoire de la STEP e la ville d'Ain Beida, c'est une station à boues activées à faible charge. Nous avons étudié les résultats des analyses physiques et chimiques des eaux usées avant et après traitement sur la période étalée de 2016 à mai 2021.

Les analyses des eaux brutes et traitées au niveau de la STEP montrent une forte élimination des matières organiques et particulaire avec des rendements qui dépassent 90% ce qui indique qu'en termes de biodégradabilité, les eaux de la station présente une forte biodégradabilité par les microorganismes.

Il s'agit d'une pratique qui a des influences sur l'environnement. Dans l'optique de préserver l'environnement et de protéger la santé publique.

**Mots clés :** Eaux usées brutes, eaux traitées, boues activées, rendement épuratoire, STEP.

## **Abstract**

This study is an evaluation of the purification operation of the WWTP in the city of Ain Beida, it is a low load activated sludge station. We studied the results of physical and chemical analyzes of wastewater before and after treatment over the period from 2016 to May 2021.

Analyzes of raw and treated water at the WWTP shows a strong elimination of organic and particulate matter with purification efficiency exceeding 90%, which indicates that in terms of biodegradability, the station water has a high biodegradability by microorganisms.

This is a practice that has influences on the environment. With a view to preserving the environment and protecting public health.

**Keywords:** Raw wastewater, treated water, activated sludge, purification efficiency, WWTP.

## المخلص

هذه الدراسة عبارة عن تقييم لعملية تنقية محطة معالجة مياه الصرف الصحي في مدينة عين البيضاء، وهي محطة الحمأة المنشطة منخفضة الحمولة. درسنا نتائج التحليلات الفيزيائية والكيميائية لمياه الصرف الصحي قبل وبعد المعالجة خلال الفترة من 2016 إلى ماي 2021.

تظهر تحليلات المياه العادمة والمعالجة في محطة معالجة مياه الصرف الصحي القضاء القوي على المواد العضوية والجسيمية مع مردود يتجاوز 90% ، مما يشير إلى أنه من حيث قابلية التحلل البيولوجي ، فإن مياه المحطة لديها قابلية عالية للتحلل البيولوجي بواسطة الكائنات الحية الدقيقة.

هذه الممارسة لها تأثيرات على البيئة. هدفها الحفاظ على البيئة وحماية الصحة العامة.

**الكلمات المفتاحية:** مياه الصرف الصحي العادمة ، المياه المعالجة ، الحمأة المنشطة ، مردود التنقية ، محطة معالجة مياه الصرف الصحي.

## Table des matières

Liste des tableaux, Liste des figures

Liste des abréviations

**Introduction ..... 01**

### Partie I : Revue bibliographique

<b>I. Généralités sur les eaux usées.....</b>	<b>2</b>
I. 1. Définition des eaux usées.....	2
I. 2. Origines des eaux usées.....	2
I. 3. Caractéristiques des eaux usées.....	2
I. 3.1. Paramètres Physiques.....	2
a) La température.....	2
b) Les matières en suspension (MES).....	2
c) Les matières volatiles en suspension(MVS).....	3
I.3.2.Paramètres organoleptiques.....	3
a) Odeur.....	3
b) Couleur.....	3
c) Turbidité.....	3
I.3.3.Paramètres chimiques.....	4
a) Demande chimique en oxygène (DCO).....	4
b) La demande biochimique en oxygène (DBO5).....	4
c) Le potentiel Hydrogène (pH).....	4

d) La conductivité électrique.....	4
e) L'Oxygène Dissous.....	4
f) L'azote.....	5
j) Le Phosphore.....	5
I.3.4. Paramètres microbiologiques.....	5
a) Bactéries.....	5
b) Virus.....	6
I.3.5. La biodégradabilité.....	6
<b>II. Epuration des eaux usées.....</b>	<b>7</b>
II. 1. La Station d'épuration des eaux usées.....	7
II. 2. Le rôle principal de station d'épuration des eaux usées.....	7
II. 3. Les étapes d'épuration des eaux usées.....	7
II. 3. 1. Le Prétraitement.....	7
a) Le Dégrillage.....	7
Le Dégrillage grossier.....	8
Le Dégrillage fin.....	8
b) Le Dessablages déshuilages.....	9
Le Dessablage.....	9
Dégraissage et de déshuilage.....	9
2. Le traitement primaire.....	10
3. Le traitement secondaire (biologique).....	10
3. 1. Le traitement par boues activées.....	11
• La Zone anaérobie (Déphosphoration) .....	11
• La Zone anoxie (Dénitrification) .....	11

• La Zone aérobie (Nitrification) .....	11
4. Le traitement tertiaire (ou de finition).....	12
<b>III. Les boues résiduelles : traitement et destination finale.....</b>	<b>13</b>
III.1. Le traitement des boues.....	13
a) L'épaississeur.....	13
b) La Digestion .....	13
c) Les Lits de séchage.....	13
III.2. Destination finale de boues traitées.....	13
a) Epandage sur le sol agricole.....	13
b) Le compostage.....	14
c) L'incinération .....	14

## **Partie II : matériel et méthode**

<b>I. Présentation du site d'étude .....</b>	<b>15</b>
1. Situation géographique de la ville et localisation de la STEP d'Ain Beida.....	15
2. Le Principe de fonctionnement et description des installations de la STEP.....	15
3. Présentation de la filière de traitement de la station.....	18
3.1. Filière de traitement des eaux usées.....	18
3.1.1. Entrée des eaux brutes et prétraitement.....	18
a) Le By-pass.....	18
b) Le Panier grossières.....	18
c) Le Poste de relevage.....	19
d) Le Dégrillage grossier.....	20

e) Le Dégrillage des particules fines.....	20
f) Le Dessableur /déshuileur .....	20
g) Le Classificateur à sable.....	21
3.1.2. Bassin biologie (traitement biologie) .....	22
3.1.3. Le Bassin de dégazage (le déversoir).....	23
3.1.4. Le Décanteurs secondaires .....	24
3.1.5. La Chloration .....	24
3.2. Filière de traitement des Boues .....	25
3.2.1. L'épaississeur des boues en excès.....	25
3.2.2. Digestion aérobie.....	25
3.2.3. L'épaississeur secondaire.....	26
4. Les Lits de séchage .....	26
<b>II. Les paramètres physico-chimiques mesurés au niveau de la STEP .....</b>	<b>26</b>

### **Partie III : Résultats et Discussion**

<b>1. Qualité physico-chimique des eaux avant et après traitements.....</b>	<b>29</b>
1.1. La température.....	29
1.2. Les matières en suspension (MES).....	32
1.3. La conductivité électrique (CE).....	35
1.4. Le Potentiel d'hydrogène (pH).....	38
1.5 La matière volatile sèche (MVS).....	41
1.6. La Demande Biochimique En Oxygène (DBO5).....	43
1.7. La demande chimique en oxygène (DCO) .....	45
1.8. L'azote total (NT).....	48

1.9. Les Nitrites (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) .....	49
1.10. Les Nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ).....	52
1.11. L'azote ammoniacal (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) .....	53
<b>2. Le Rendement épuratoire (%).....</b>	<b>56</b>
<b>3. Indice de Mohlman (IM ml/g).....</b>	<b>57</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>60</b>

**Référence bibliographique**

**Annexes**

**Résumé**

### Liste des tableaux

<b>Tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
1	Résumé des méthodes d'analyse des éléments chimiques	28
2	Les variations annuelles du Rendement (%) au niveau de la STEP Ain Beida (période : 2016-2021)	57
3	Les variations mensuelles de l'indice de Mohlman (IM ml/g) au niveau de la STEP Ain Beida (période : 2016-2021).	57

## Liste des figures

<b>Figure</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
1	Le Dégrillage grossier	08
2	La bine des déchets	08
3	procédée de dégrillage fin	09
4	Le Dessablage	09
5	Le classificateur a sable	10
6	Le procédé de traitement secondaire(biologique) donne les 3 zones	11
7	Localisation de la ville et de la STEP d'Ain Beida	16
8	Plan général des ouvrages de la STEP (Source : STEP Ain Beida)	17
9	Le By-pass	18
10	Le Panier grossières	19
11	Les quatre pompes de relevage	19
12	Le Dégrillage grossier (A) et une baine de déchet (B)	20
13	Le Dessableur /déshuileur	21
14	Le Classificateur à sables	21
15	la zone anaérobie	22
16	la zone anoxie	23
17	L la zone aérobie	23
18	Le Bassin de dégazage	23
19	Le Décanteur	24
20	Le bassin de chloration (la sortie des eaux épuré)	24
21	L'épaississeur primaire	25
22	Le digesteur des boues épaisses	25
23	L'épaississeur secondaire	26
24	Les Lits de séchage	26
25	Un échantillonneur automatique	27

26	Variation mensuelle de la température des eaux usées brutes et traitées au niveau de la STEP Ain Beida (période : 2016-2021)	31
27	Variation mensuelle des matières en suspension (MES) des eaux usées brutes et traitées au niveau de la STEP Ain Beida (période : 2016-2021)	34
28	Variation mensuelle de La conductivité électrique (CE) des eaux usées brutes et traitées au niveau de la STEP Ain Beida (période : 2016-2021)	37
29	Variation mensuelle de le Potentiel d'hydrogène (pH) des eaux usées brutes et traitées au niveau de la STEP Ain Beida (période : 2016-2021)	40
30	Variation mensuelle de La matière volatile sèche (MVS) des eaux usées brutes au niveau de la STEP Ain Beida (période : 2016-2021)	42
31	Variation mensuelle de la Demande Biochimique En Oxygène (DBO5) des eaux usées brutes et traitées au niveau de la STEP Ain Beida (période : 2016-2021)	45
32	Variation mensuelle de La demande chimique en oxygène (DCO) des eaux usées brutes et traitées au niveau de la STEP Ain Beida (période : 2016-2021)	48
33	Variation mensuelle de l'azote total des eaux usées brutes et traitées au niveau de la STEP Ain Beida (période : 2016-2017)	49
34	Variation mensuelle des nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) des eaux usées brutes et traitées au niveau de la STEP Ain Beida (période : 2016-2021)	51
35	Variation mensuelle de nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) des eaux usées brutes et traitées au niveau de la STEP Ain Beida (période : 2016-2020)	53
36	Variation mensuelle de l'azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ) des eaux usées brutes et traitées au niveau de la STEP Ain Beida (période : 2016-2020)	55

## Liste des abréviations

**STEP** : Station d'épuration

**DBO<sub>5</sub>** : Demande biochimique en oxygène à cinq jours

**MES** : Matières en suspension

**MVS** : Matières volatile sèche

**MO** : Matière organique

**NH<sub>4</sub><sup>+</sup>**: Azote ammoniacal

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

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

**CE** : Conductivité électrique

**pH** : Potentiel d'Hydrogène

**T C°** : Température

**P** : Phosphore

**O<sub>2</sub>** : Oxygène dissous

**N** : L'azote



# *Introduction*

### **Introduction**

L'eau, constitue dans nos jours un grand problème touchant la globalité de la terre, il faut alors la préserver par tous les moyens possibles : diminution du gaspillage ; réutilisation des eaux usées et introduction de ces dernières dans des techniques spéciales de recyclage (Ghettas, 2009).

L'augmentation de la population, l'intensification des activités industrielles et agricoles, le nombre grandissant d'agglomérations ainsi que le mode de vie moderne exercent une pression très négative sur les ressources en eau (Avella Vasquez, 2010).

Les eaux usées regroupent les eaux résiduaires domestiques (les eaux vannes et les eaux Ménagères), les eaux de ruissellement et les effluents industriels (eaux usées des usines). D'après leur origine, la composition des eaux usées est très variable. Elles peuvent englober de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute, ainsi que de multiples micro-organismes. Ces eaux sont acheminées, dans un réseau d'assainissement, vers une STEP pour les débarrasser d'une grande partie de pollution. L'eau qui en résulte est à qualité rivière.

Dans les STEP, l'épuration des eaux usées passe par plusieurs étapes commençant par le prétraitement, suivi par un traitement primaire, passant par un traitement biologique et terminant par un traitement de finition.

Dans notre étude, l'objectif est d'étudier le fonctionnement épuratoire de la STEP de Ain El Beida (wilaya d'Oum El Bouaghi), considéré comme l'une des meilleurs STEP, avec procédé de traitement biologique de Boues Activées, au niveau nationale. Les résultats traités dans ce document sont issus du laboratoire de la STEP.

Le manuscrit est structuré en trois parties en plus d'une introduction et une conclusion:

La première partie porte sur la définition des eaux usées, leurs caractéristiques et leurs traitements,

La deuxième partie présente la STEP, le procédé biologique de boue activé, et les principaux paramètres mesurés pour le contrôle du fonctionnement de la STEP,

La troisième partie est réservée à l'étude des résultats des paramètres mesurés au niveau de la STEP.

---

*Partie I : Revue bibliographique*

---

**I. Généralités sur les eaux usées****I. 1. Définition des eaux usées**

Une eau usée est une eau chargée de substances minérales ou biologiques, issues de l'activité humaine provoquant, sous une concentration anormale, une dégradation de la qualité de l'eau naturelle du milieu récepteur (Ghettas, 2009).

**I. 2. Origines des eaux usées**

Les eaux usées proviennent de quatre sources principales :

- Les eaux usées domestiques composées par les eaux noires et les eaux grises.
- Les eaux usées industrielles, générés par les activités industrielles.
- Les eaux de pluie et de ruissellement qui lavent les villes.
- Les effluents agricoles chargés par les engrais et les pesticides.

**I. 3. Caractéristiques des eaux usées**

La composition des eaux usées est extrêmement variable en fonction de leurs origines (industrielle, domestique, etc.); elles peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute, chimiques, biologiques et des micro-organismes, en fonction de leurs caractéristiques physiques, biologiques et du danger sanitaire qu'elles représentent (Laabassi, 2016).

**I. 3.1. Paramètres Physiques****a) La température**

La température est un facteur écologique important des milieux aqueux, son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique), elle joue un rôle important dans la dénitrification et la dénitrification biologique (Merair et Salmi, 2014). Elle joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous, donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau (Rodier et al., 2005).

**b) Les matières en suspension (MES)**

Elle représente les matières qui ne sont ni à l'état soluble ni à l'état colloïdal, donc retenues par un filtre. Les MES qui comportent des matières organiques et minérales, constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution d'un effluent urbain ou même

industriel. Les techniques d'analyse font appel à la séparation directe par filtration ou par centrifugation (Boumediene, 2013). Les MES sont responsables d'ensablement et de baisse de pénétration de la lumière dans l'eau, ce qui entraîne une diminution de l'activité photosynthétique et une chute de la productivité du phytoplancton, les MES s'expriment par la relation suivante:  $MES = 30 \% MMS + 70 \% MVS$  (Laabassi, 2016).

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

Elle représente la fraction organique de MES et sont obtenues par calcination de ces MES à 525°C pendant 2h, la différence de poids entre MES à 105°C et MES à 525°C donne la perte au feu et correspond à la teneur en MVS (en mg.l-1) d'une eau (Boumediene, 2013).

## **I.3.2. Paramètres organoleptiques**

### **a) Odeur**

L'eau d'égout fraîche à une odeur fade qui n'est pas désagréable, par contre en état de fermentation, elle dégage une odeur nauséabonde (Ladjel, 2006).

### **b) Couleur**

La coloration d'une eau peut être soit d'origine naturelle, soit associée à sa pollution, la coloration d'une eau est donc très souvent synonyme de la présence de composés dissous et corrélativement la présence de solutés induit une coloration qui ne se limite pas au seul domaine du visible (Thomas, 1955).

### **c) Turbidité**

La turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble, c'est la réduction de la transparence d'un liquide dû à la présence de matières non dissoutes, elle est causée, dans les eaux par la présence de matière en suspension (MES) fines, comme les argiles, les grains de silice et les microorganismes, de plus la turbidité va perturber le fonctionnement des unités de désinfection, réduire l'efficacité du chlorure, c'est un indicateur facile à mesurer (Badi, 2015).

## **I.3.3. Paramètres chimiques**

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

Elle représente la quantité d'oxygène qu'il faut fournir par des réactifs chimiques puissants pour oxyder totalement les matières contenues dans l'effluent (Haouati, 2005).

### **b) La demande biochimique en oxygène (DBO5)**

C'est la quantité d'oxygène consommée en 5 jours par les micro-organismes, la valeur obtenue, représente environ 80% de la pollution biodégradable totale (Haouati, 2005).

Pratiquement, cette demande biochimique en oxygène devrait permettre d'apprécier la charge du milieu considéré en substances putrescibles, son pouvoir auto-épuration et d'en déduire la charge maximale acceptable, principalement au niveau des traitements primaires des stations d'épuration (Eckenfelder, 1982).

### **c) Le potentiel Hydrogène (pH)**

L'acidité, la neutralité ou l'alcalinité d'une solution aqueuse peut s'exprimer par la concentration en  $H_3O^+$ . Le pH joue un rôle important dans l'épuration d'un effluent et le développement bactérien, la nitrification optimale ne se fait qu'à des valeurs de pH comprises entre 7,5 et 9 (Metahri, 2012).

### **d) La conductivité électrique**

La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre l'évolution, sa mesure est indispensable dans le cas d'une réutilisation des eaux usées en irrigation (Rodier et all., 2009). La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau (Rejsek, 2002).

### **e) L'Oxygène Dissous**

L'oxygène dissous est un composé essentiel de l'eau car il permet la vie de la faune et il conditionne les réactions biologiques qui ont lieu dans les écosystèmes aquatiques. La solubilité de l'oxygène dans l'eau dépend de différents facteurs, dont la température, la pression et la force ionique du milieu. La concentration en oxygène dissous est exprimée en  $mg O_2/L$  (Rejsek, 2002).

### **f) L'azote**

Dans les eaux usées domestiques, l'azote est sous forme organique et ammoniacale, les formes de l'azote dans les eaux usées sont :

- ✓ **L'azote total de Kjeldahl (NTK)** il se compose de l'azote ammoniacal et l'azote organique. L'azote organique : L'azote contenu dans les déjections animales, et plus généralement dans les matières organiques mortes, est progressivement libéré par l'activité de la microflore aérobie et anaérobie du sol, les acides uriques, les protéines. (Abdelkader, 1993). L'azote ammoniacal : L'azote ammoniacal est présent sous deux

formes, l'ammoniac  $\text{NH}_3$  et l'ammonium  $\text{NH}_4^+$ . En milieu oxydant, l'ammonium se transforme en nitrite puis en nitrate (Abdelkader, 1993).

- ✓ **Les nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ).**
- ✓ **Et les nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ).**

En plus de la toxicité de la forme ammoniacale et nitrique, l'azote intervient dans le phénomène de l'eutrophisation. Donc, sa caractérisation et sa quantification sont primordiales pour les rejets liquides dans le milieu naturel.

## **j) Le Phosphore**

Dans les eaux résiduaires, le phosphore peut se rencontrer sous forme de sels minéraux (orthophosphates, polyphosphates) mais aussi sous forme de composés organiques, ces différents composés sont soit solubilisés, soit fixés sur les matières en suspension (Rodier, 2009).

### **I.3.4. Paramètres microbiologiques**

#### **a) Bactéries**

Les bactéries sont couramment recherchées dans l'eau, principalement comme témoins de contamination fécale. L'OMS en 1979 a choisi plusieurs témoins répondant à certaines exigences; il s'agit des coliformes et des streptocoques fécaux. Dans 100ml d'eau usées urbaines sont dénombrés le plus souvent  $10^7$  à  $10^8$  coliformes totaux et  $10^6$  à  $10^7$  coliformes fécaux (Champiat et Larpent, 1988).

La recherche et le dénombrement de l'ensemble des coliformes (coliformes totaux), est capital pour la vérification de l'efficacité d'un traitement désinfectant. Les coliformes fécaux, sont un sous-groupe des coliformes totaux: Ce sont des bâtonnets Gram (-), aérobies et facultativement anaérobies (ex. *Escherichia coli*) (Champiat et Larpent, 1988).

Les eaux usées urbaines contiennent un large spectre de bactéries, dont  $10^3/100$  ml sont pathogènes. Parmi les plus communément rencontrées, on trouve les salmonelles dont ceux responsables de la typhoïde, des paratyphoïdes et des troubles intestinaux (Champiat et Larpent, 1988).

#### **b) Virus**

Ce sont des organismes infectieux de très petite taille (10 à 350 nm) qui se reproduisent en infectant un organisme hôte. 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 (Djeddi,2007).

### **I.3.5. La biodégradabilité**

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydé par les micro-organismes qui interviennent dans le processus d'épuration biologique des eaux, la biodégradabilité est exprimée par un rapport DCO/DBO<sub>5</sub> (Metahri, 2012). Ce rapport permet aussi de définir l'origine des eaux (Sascha et Ferreira, 1986).

Le rapport DCO/DBO<sub>5</sub> est généralement compris entre 1,5 et 2,5 (Rodier, 2009). Pour les effluents industriels, qui peuvent contenir une fraction notable de composés non biodégradables, on pourra considérer selon le rapport DCO/DBO<sub>5</sub> que l'aptitude à la biodégradation est plus ou moins favorable à un traitement biologique, les règles suivantes étant généralement retenues (Rodier, 2009):

- DCO/DBO<sub>5</sub> < 3 effluent facilement biodégradable ;
- 3 < DCO/DBO<sub>5</sub> < 5 effluent moyennement biodégradable ;
- DCO/DBO<sub>5</sub> > 5 effluent difficilement biodégradable, voire non biodégradable. Cet indice de biodégradabilité (DCO/DBO<sub>5</sub>) s'avère également très utile pour le suivi de l'efficacité de traitements biologiques (Rodier, 2009).

## **II. Epuration des eaux usées**

### **II. 1. La Station d'épuration des eaux usées**

Une station d'épuration est un centre de traitement de l'eau qui peut remplir deux missions distinctes(Benelmouaz,2015):

- Recycler les eaux usées en éliminant les polluants avant leur rejet dans leur milieu naturel.
- Rendre les eaux naturelles propres et sans danger pour la consommation humaine.

Elle est installée à l'extrémité d'un réseau de collecte des égouts et en amont du milieu naturel. Il existe plusieurs filières de station d'épuration selon le type et la quantité de pollution à traiter.

### **II. 2. Le rôle principal de station d'épuration des eaux usées**

Ce rôle peut être résumé dans les points suivants (Benelmouaz, 2015):

- Traiter les eaux.
- Protéger l'environnement.
- Protéger la santé publique.
- Valoriser éventuellement les eaux épurées et les boues issues du traitement

### **II. 3. Les étapes d'épuration des eaux usées**

L'épuration des eaux usées se succède dans quatre étapes :

#### **II. 3. 1. Le Prétraitement**

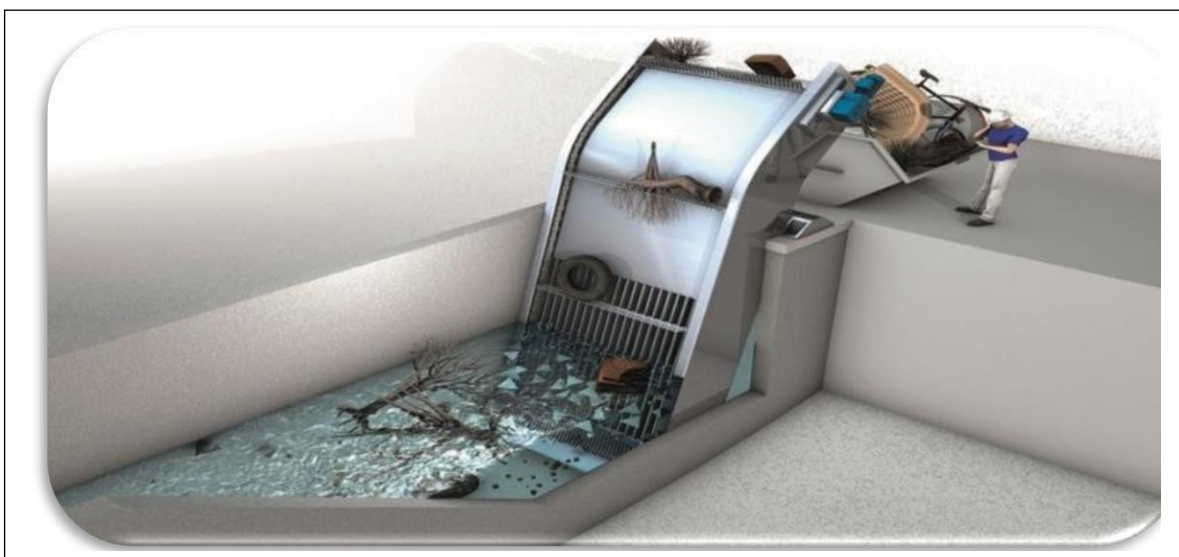
Le prétraitement vise à protéger le relèvement des eaux brutes et plus généralement à éliminer tout ce qui pourrait gêner les traitements ultérieurs. Suivant la qualité de l'eau à traiter, plusieurs opérations peuvent être nécessaires, parmi lesquelles (Ghettas, 2009):

##### **a) Le Dégrillage**

Deux types de dégrillage sont distingués : dégrillage grossier et dégrillage fin

##### **Le Dégrillage grossier**

Permet de la rétention mécanique des déchets (papiers, fibres textiles, plastiques,) de dimension  $>15\text{mm}$ . Les déchets sont pressés et évacués en incinération (Ghettas, 2009) (Fig.1 et 2).



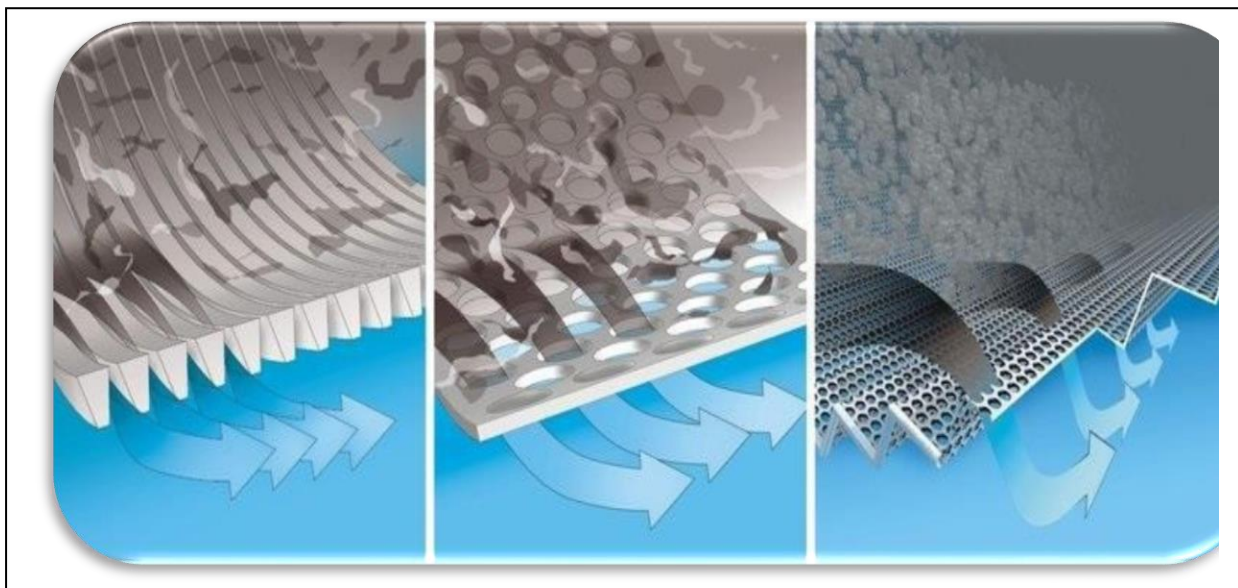
**Figure 1** :Le Dégrillage grossier (Hafsaoui, 2020).



**Figure 2:** la bine des déchets (Hafsaoui,2020).

### **Le Dégrillagefin**

Permet de retenir mécaniquement tous les petits corps étrangers de dimension  $>6,0$  mm, pouvant perturber le fonctionnement des installations. Les déchets sont pressés et évacués en incinération (Ghettas,2009)(Fig.3).



**Figure 3 :** Procédée de dégrillage fin (Hafsaoui, 2020).

### **b) Le Dessablages déshuilages**

#### **Le Dessablage**

Est une opération indispensable pour éviter le colmatage des canalisations et protéger les équipements à pièces tournantes de la corrosion (axe de chaînes, rotors de centrifugeuse, pompes de relèvement, etc.) (Ghettas,2009) (Fig.4 et 5).

### Dégraissage et de déshuilage

Les opérations de consistent en une séparation de l'effluent brut, les huiles et les graisses étant des produits de densité légèrement inférieure à l'eau (Ghettas, 2009).

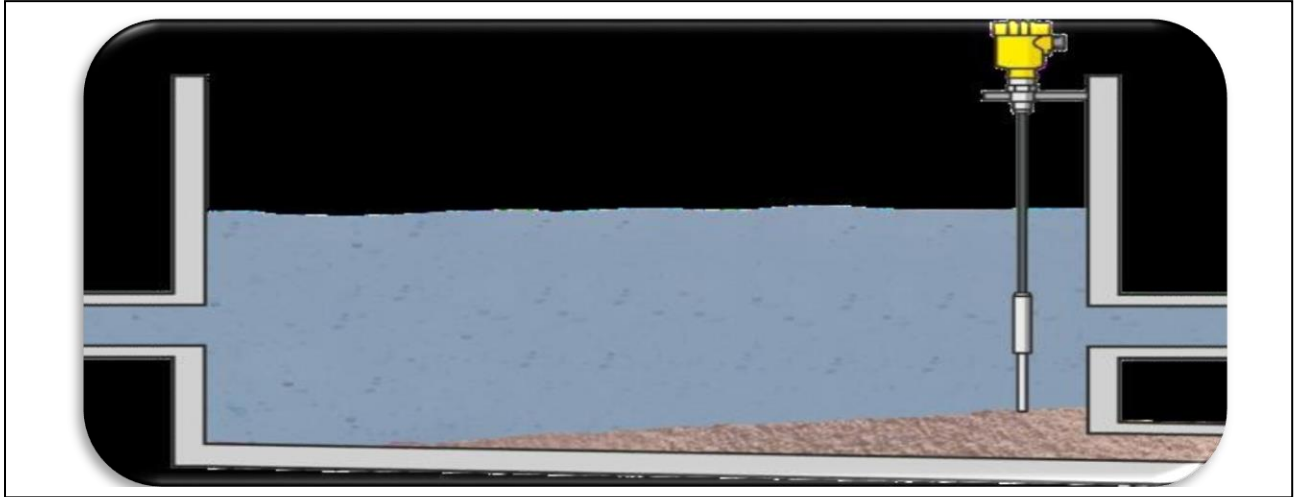


Figure 4 : Le dessablage (Hafsaoui, 2020).

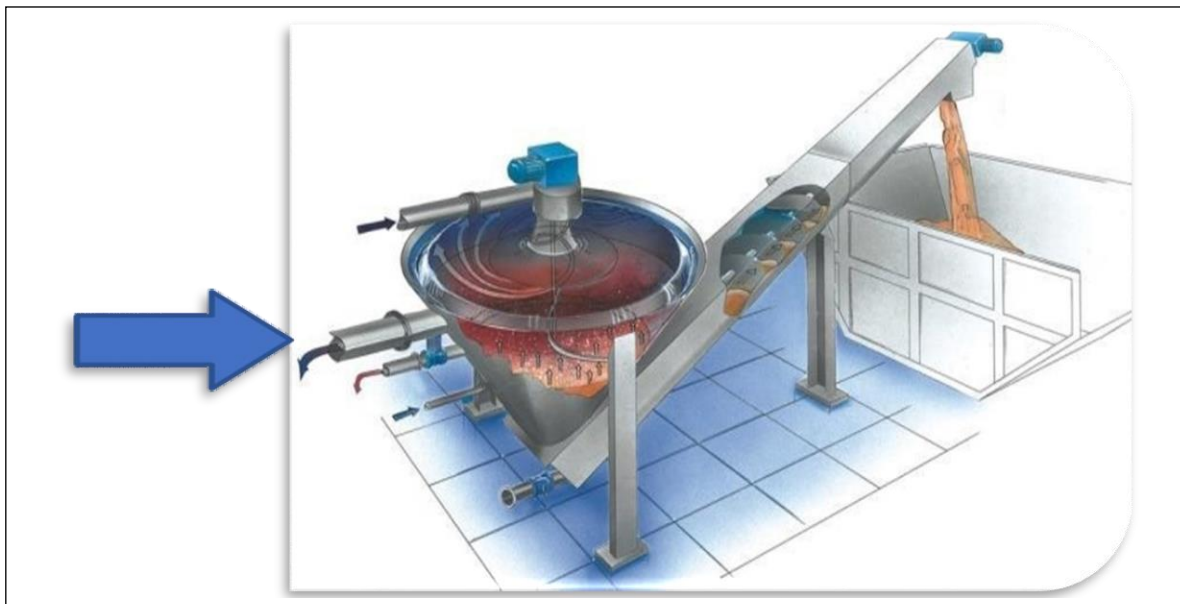


Figure 5 :Le classificateur à sable (Hafsaoui, 2020).

### 2. Le traitement primaire

C'est une étape très importante pour éliminer une grande partie de MES, elle peut être physique par effet de décantation sous l'effet de gravité ou physicochimique dans le cas où la décantation est difficile.

Cette étape produit des boues appelées primaire. La décantation primaire permet d'éliminer, pour une vitesse ascensionnelle de 1,2 m/h, 40 à 60 % de MES, soit 10 à 30 % des virus, 50 à 90 % des helminthes et moins de 50 % des kystes de protozoaires (Faby et Brissaud, 1997).

### 3. Le traitement secondaire (biologique)

Les procédés biologiques sont le plus souvent utilisés pour le traitement secondaire des eaux résiduaires urbaines et industrielles pour éliminer des composés carbonés solubles (glucides, lipides, protéines) (De Nardi, 2009).

On distingue plusieurs procédés de traitement biologique comme le lagunage, le procédé de boues activées la bio filtration, les biodisques, les lits bactériens et le traitement anaérobique.

**Le type de traitement biologique suivis dans la STEP sur laquelle nous avons réalisé notre étude c'est: le traitement secondaire ou traitement biologique par procédé de boues activées.**

#### 3. 1. Le traitement par boues activées

Le procédé à boues activées est un système fonctionnant en continu dans lequel, des micro-organismes sont mis en contact avec les eaux usées contenant des matières organiques. De l'oxygène est injecté dans le mélange, permettant de fournir aux bactéries cet élément vital à leurs besoins respiratoires (Mahdjar, 2016).

Les procédé à boues activées est composé par trois zones sont :

- **La Zone anaérobie (Déphosphoration) :**

-La Provenance du phosphore : détergents industriels, produits de nettoyage sous forme de phosphates principalement.

-Les phosphates jouent un rôle dans l'eutrophisation des eaux (Mahdjar,2016).

- **La Zone anoxie (Dénitrification) :**

-La Recirculation de l'eau épurée après nitrification dans une biologie anaérobique;

-La Réduction de la charge de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> par transformation en NO<sub>2</sub> au moyen d'une source carbonée;

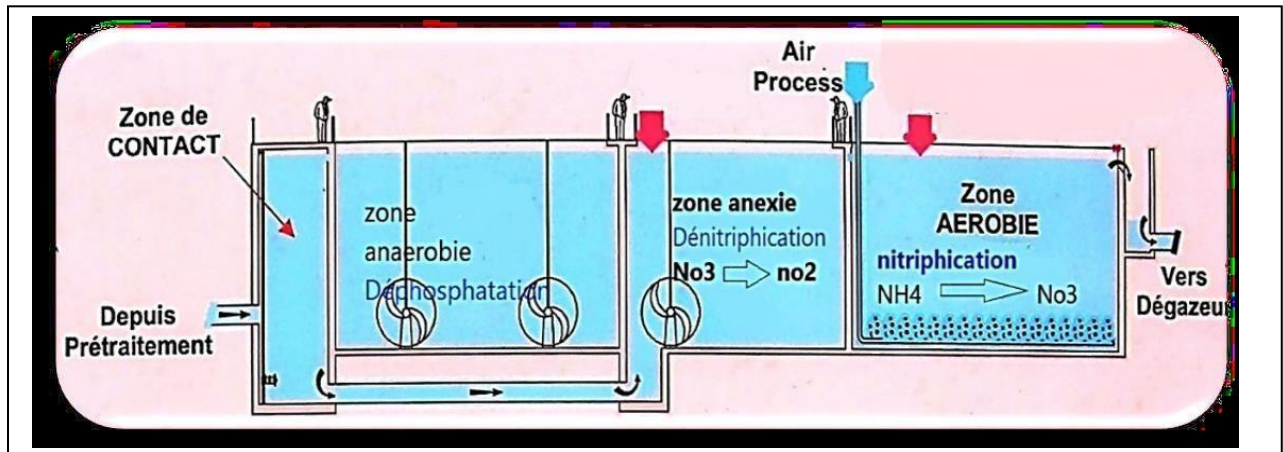
-La Réduction réalisée par bactéries hétérotrophes (*Pseudomonas* dénitrifiant), utilisant l'oxygène du NO<sub>3</sub><sup>-</sup> comme accepteur final d'électrons (Mahdjar,2016).

- **La Zone aérobie (Nitrification) :**

-La Provenance des composés azotés : déjections humaines et animales.

-L'élimination de l'azote ammoniacal par bactéries nitrifiantes fixées sur matériaux filtrants (*Nitrosomonas* & *Nitrobacter*).

- L'Injection d'air (traitement aérobie).
- L'oxydation de l'ammonium en nitrates.



**Figure 6** :les procédés de traitement secondaire (biologique) donneles3 zones

(Hafsaoui,2020).

Le principe du procédé consiste donc à provoquer le développement d'un floc bactérien, dans un bassin alimenté en eau usée à traiter (bassin d'activation ou d'aération), en brassant suffisamment la masse pour éviter la décantation des floes, et en lui fournissant l'oxygène nécessaire à la prolifération des micro-organismes, ce qui nécessite au moins deux semaines pour atteindre une concentration usuelle de 3 à 4 g/l en matière de suspension volatiles (MSV) (Perret et all., 1999).

Les principaux dysfonctionnements biologiques observés au niveau des stations d'épuration à boues activées sont dus aux bactéries filamenteuses qui se manifestent sous deux formes (Canler, 2005) :

- Le foisonnement : mauvaise décantation de la boue suite à une augmentation du volume occupé par celle-ci;
- Le moussage : formation d'une couche épaisse de mousse en surface des ouvrages;

Les causes sont bien souvent d'origines multiples (conception, exploitation, composition de l'effluent...) et le choix des solutions nécessite une analyse globale : conception, fonctionnement et exploitation de la station (Canler, 2005).

#### 4. Le traitement tertiaire (ou de finition)

Le traitement tertiaire est utilisé pour compléter le traitement des eaux soit par réduction des taux élevés surtout du phosphore ou de désinfection; la réduction des taux élevés du phosphore se réalise généralement par des traitements biologiques et la désinfection est un traitement qui permet de détruire et d'éliminer les micro-organismes susceptibles de transmettre des maladies. Ce traitement n'inclue pas nécessairement la stérilisation, qui est la destruction de tous les organismes vivants dans un milieu donné. On peut procéder à la désinfection en ajoutant à l'eau une certaine quantité d'un produit chimique doté de propriétés germicides (Saadi et Lebaïli, 2013). Selon les mêmes auteurs, il existe généralement deux types de désinfection :

-La désinfection chimique se réalise par : le chlore, l'hypochlorite de sodium (eau de javel), le dioxyde de chlore, peroxy de d'hydrogène, le brome et l'ozone (O<sub>3</sub>).

-La désinfection physique se pratique par: les rayons ultraviolet UV, l'ébullition et les rayons gamma.

### **III. Les boues résiduaires : traitement et destination finale**

#### **III.1. Le traitement des boues**

Les boues extraites des décanteurs ont une teneur en eau voisine de 85 % et sont fermentescibles et en fonction de leur destination, elles font l'objet d'un traitement et d'un conditionnement ayant comme objectif de réduire leur volume et de les stabiliser (Chaouch, 2013).

##### **a). L'épaississeur**

Est le passage obligé pour réduire à faible coût le volume des boues à traiter. Il agit comme un décanteur et réduit légèrement la teneur en eau (Chaouch,2013).

##### **b) La Digestion**

La digestion est un procédé de stabilisation, elle se traduit par une dégradation de matières organiques volatiles. Elle vise (i) la réduction du volume et de la masse de boues à un de limiter les couts d'évacuation, (ii) la Stabilisation de la boue, c'est à dire la transformer de telle sorte qu'elle devienne très lentement biodégradable, cette stabilisation doit se traduire concrètement par l'absence de nuisances et une destruction partielle de germes pathogènes et produire une boue de bonne qualité (Chaouch,2013).

##### **c) Les Lits de séchage**

Le principe du lit de séchage est d'épandre des boues liquides sur une grande surface avec un lit constitué de graviers et de sable, permet la réduction significative de la teneur en eau par utilisation d'énergie solaire thermique, Il se pratique soit à l'air libre soit en bâtiment fermé avec une ventilation mécanique.

Cette technique présente des avantages puisque on utilise une source d'énergie renouvelable, ainsi que les boues séchées vient par cette technique peuvent être acceptée par divers filières de valorisation énergétique ou d'élimination (Baouia et Habbaz, 2006).

#### **III.2. Destination finale de boues traitées**

##### **a) Epandage sur le sol agricole**

La valorisation agricole des boues résiduaires peut être considérée comme le mode de recyclage le plus adapté pour rééquilibrer les cycles biogéochimique (C, N, P...), pour laprotection de l'environnement et d'un très grand intérêt économique. Elle vise à ménager les

ressources naturelles et à éviter tout gaspillage de matière organique dû à l'incinération ou à l'enfouissement dans les décharges. Les boues résiduaires peuvent ainsi remplacer ou réduire l'utilisation excessive d'engrais coûteux (Amir, 2005).

**b) Le compostage**

Le compostage est un procédé prometteur de valorisation de déchets puisqu'il permet d'obtenir, à partir de déchets organiques, un produit stable, hygiénisé et pouvant être utilisé comme amendement agricole (Albrecht, 2007).

Le compostage des boues consiste à aérer un mélange de boues fraîches et de coproduits de type cellulosique (déchets verts, copeaux de bois broyés ...) puis à laisser évoluer l'ensemble pendant quelques semaines, il se déroule en deux étapes : -la fermentation : c'est une phase d'aération dynamique avec dégradation de la matière volatile, stabilisation et hygiénisation des boues. -la maturation : c'est une phase de stockage qui complète la dégradation pour conférer au compost sa qualité agronomique, le compostage permet une stabilisation, une hygiénisation et un séchage partiel de la boue. Il transforme la boue en un amendement organique proche d'un terreau (Renou, 2006).

**c) L'incinération**

L'incinération est une oxydation poussée haute température de la matière organique volatile en un mélange gazeux ( $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{AOx} + \text{COx} + \text{SOx}$ ) et en eau. La matière minérale peut faire l'objet d'une oxydation mais reste minérale (cendres) (Dagot, 2014).

L'incinération peut offrir certains avantages par rapport aux autres moyens d'élimination, comme la réduction à environ 20% du volume que constituent les solides des boues. Elle élimine aussi quelques problèmes environnementaux potentiels comme la présence de micro-organismes pathogènes et des substances organiques toxiques, cependant, il s'agit d'un procédé coûteux par le fait qu'il consomme une grande quantité d'énergie, en plus des problèmes de contamination de l'air par l'émission de substances toxiques (mercure et cadmium) à la suite de la combustion et l'enfouissement des cendres générées (Ben Rebah, 2001).

## *Partie II : Matériel et Méthodes*

## **I. Présentation du site d'étude**

### **1. Situation géographique de la ville et localisation de la STEP d'Ain Beida**

La ville de Ain Beida se situe à la wilaya d'Oum El Bouaghiau nord-est de l'Algérie entre les altitudes (35.48° nord- 7.8°sud) ; à 110 km au l'ouest du chef-lieu de la wilaya d'Oum El Bouaghi(Fig. 7).

La station de traitement des eaux municipales de la ville d'Ain Beida (STEP Ain Beida) est située à 3 Km au nord-ouest de la ville à la périphérie (fig.7), les coordonnées de localisation géographique selon le GPS sont :35°47'22.24"N et 7°20'27.18"E avec une altitude : 930m(Fig.7).

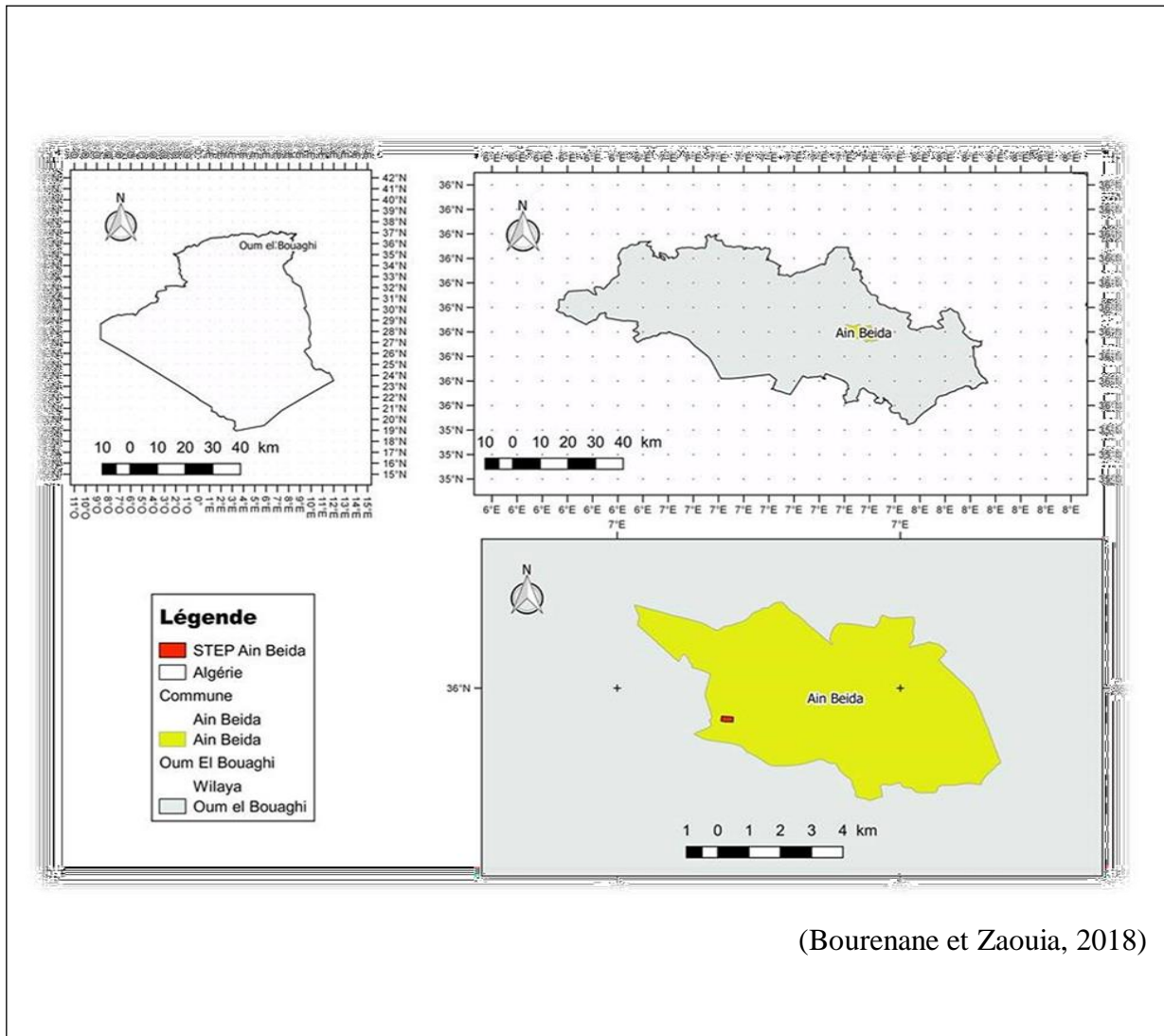
### **2. Le principe de fonctionnement et description des installations de la STEP**

La station est conçue pour traiter les eaux usées urbaines de la ville d'Ain Beida, avec une capacité de : 140000 EH = 16840 m<sup>3</sup>/j, la station d'épuration de la ville d'Ain Beida est de type Boues activées à faible charge(CM entre 0,1 et 0,2kg DBO5 /m<sup>3</sup>.j).Le milieu récepteur des eaux traitées est Oued el Azzabi. Elle a pour objectif de **i)** préserver la santé de la population contre les maladies à transmission hydriques, **ii)** réutiliser les eaux épurées pour l'irrigation, **iii)** réutiliser les boues issues de l'épuration à des fins agricoles.

D'après le plan général des ouvrages de la STEP (Fig. 8), la station comprend deux filières :

#### **La première pour la partie eaux usées qui se compose des ouvrages suivants :**

- Le Déversoir de surcharge (By-Pass),
- Le Dessableur – déshuileur,
- Les trois bassins biologiques, chaque bassin comprend 4 zones :**i)** la zone de contacte**ii)**la zone anaérobie, **iii)** la zone anoxie et **iiii)**la zone aérobie.
- Les Trois décanteurs,
- Un poste de désinfection.





### 3.1. Filière de traitement des eaux usées

#### 3.1.1. Entrée des eaux brutes et prétraitement

##### a) Le By-pass

Un by-pass est construit afin d'évacuer les eaux en excès directement vers la fin de la station, pour les cas d'urgence ou de maintenance de la STEP (Fig. 9).

- ✓ En cas de crue pluvial (prévention de l'arrivée massive des sables qui influence sur le processus).
- ✓ En cas d'arrivée anormalement chargé : branchement illicite dans le réseau (station d'essence, station de vidange ...).

Ce dernier assure le bon fonctionnement de la station en cas de problème au niveau des grilles mécanique (panne, bouchage).

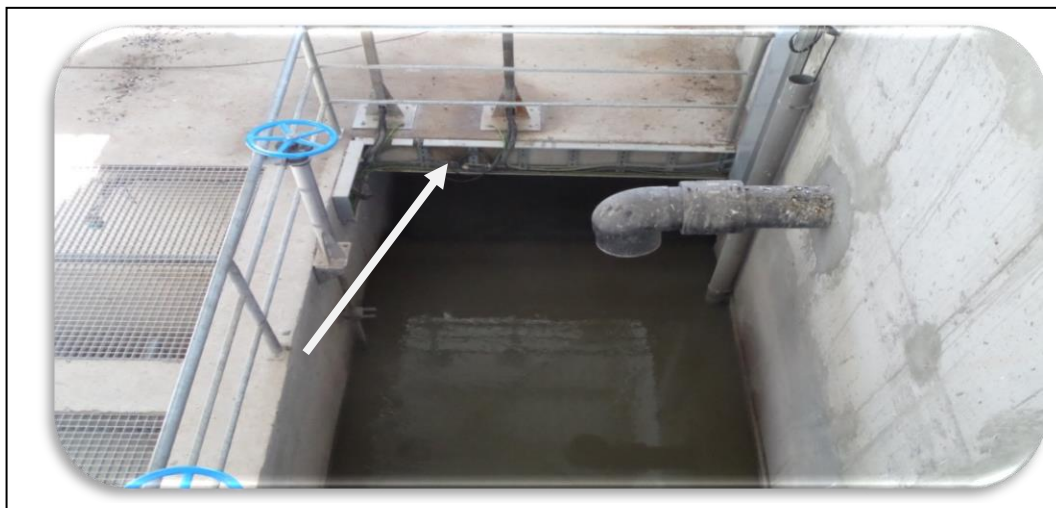


Figure 9 :Le By-pass.

##### b) Le Panier grossières

Les eaux à traiter passent d'abord par un panier grossier manuel, c'est un dispositif mets à la tête de la station d'environ 100mm (distance entre les barres) sans objectif est d'éviter le passage des gros déchets et protéger les pompes (Fig. 10). Le rôle principal du panier consiste à :

- ◆ Protéger les ouvrages en aval contre l'arrivée de gros objets susceptibles de provoquer des bouchages les différentes unités de l'installation,
- ◆ Séparer et évacuer facilement les matières volumineuses charriées par l'eau brute.



**Figure 10 :**Le Panier grossier.

### c) Le Poste de relevage

Le débit à traiter par la STEP est le débit de sortie des grilles grossières plus le débit des surnageant. Il existe quatre pompes (Fig. 11) d'une capacité unitaire 1100 m<sup>3</sup>/h, soit une capacité totale de 4400 m<sup>3</sup>/h. Cette capacité est largement suffisante et permet de traiter le débit total.

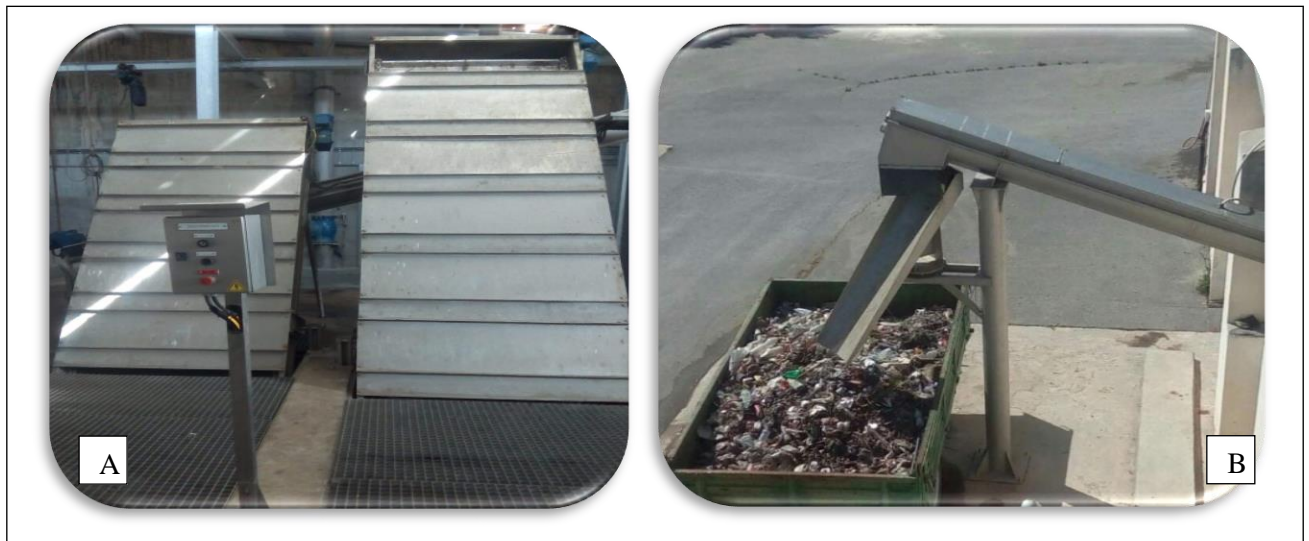


**Figure 11 :**Les quatre pompes de relevage.

### d) Le Dégrillage grossier

Avant le relevage il existe deux grilles automatiques à chaînes inclinés de 60° avec un espace entre les barreaux égale à 40 mm, chacun est équipé d'un grille de nettoyage automatique dont

le rôle est de retenir les gros déchets, pour éviter le blocage des pompes de relevage d'une part, d'autre part, l'accumulation de déchets non dégradables (plastique, etc.) sur les structures (Fig.12).



**Figure 12 :**Le Dégrillage grossier (A) et une binière de déchets (B).

#### **e) Le Dégrillage des particules fines**

Après relevage, les eaux brutes passent au travers de grilles fines, qui permettent de retenir les déchets solides de plus petite taille. Il y a deux dégrilleurs automatiques inclinés de 8mm (distance entre les barres).

#### **f) Le Dessableur/déshuileur**

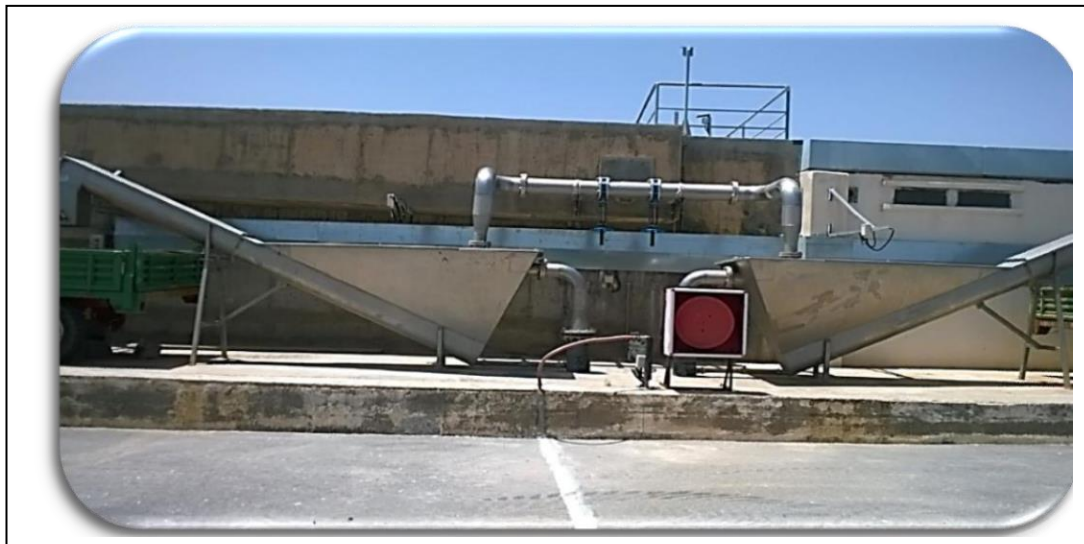
Le Dessableur/déshuileur est du type rectangulaire aéré. D'après la Figure (13), Deux Dessableurs/déshuileurs seront installés à l'entrée de la STEP en aval des grilles fines. Leur rôle principal est de protéger les équipements de traitement en éliminant le sable et les graisses dans les eaux brutes. Les graisses flottantes sont raclées vers l'extrémité de l'ouvrage par le pont raclé mobile, quelle pousse vers puits a graisse et se terminant au digesteur aérobie.



**Figure 13 :**Le Dessableur/ déshuileur.

**g) Le Classificateur à sable**

Le classificateur à sable extrait les sables de l'eau résiduelle pompée par les pompes à sables et les décharger sur la benne transporteuse commune aux refus. Les matières décantées seront collectées et envoyées vers deux séparateurs de sable, cela pour éviter le colmatage des canalisations de transfert (Fig. 14).



**Figure 14 :**Le Classificateur à sables.

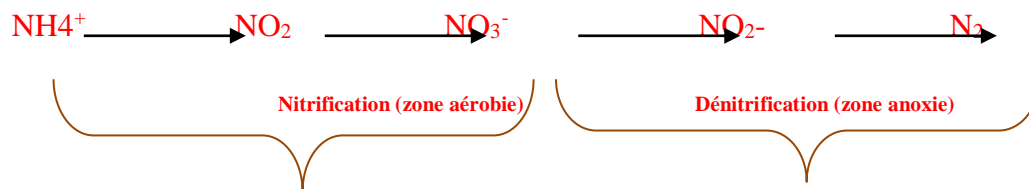
### 3.1.2. Bassin biologique (traitement biologique)

La station d'épuration d'Ain Beida sera du type système à boues activées. Ce système permet d'obtenir un rendement de purification élevé. Chaque voie est constituée d'une zone anaérobie dans laquelle le phosphore est capté par les microorganismes, suivie d'une zone non aérée (zone anoxie) dans laquelle a lieu la dénitrification, et d'une zone aérée où les matières organiques sont traitées et la nitrification a lieu.

#### Dans la zone anaérobie (Fig. 15):

Élimination du phosphore les bactéries absorbent 30 % du phosphore.

#### Dans la zone aérobie et la zone anoxie (Fig.16):



#### Dans la zone aérobie (Fig. 17):

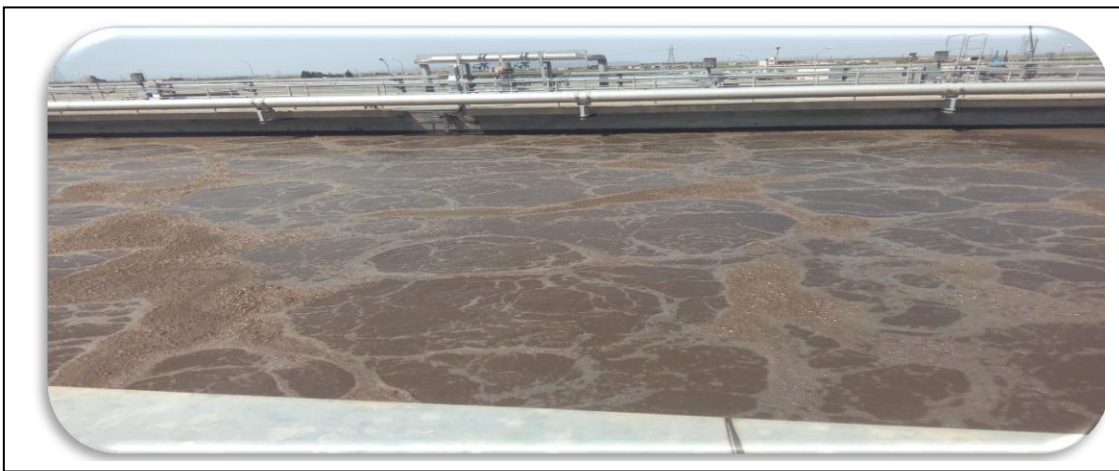
Élimination de 70 à 80 % de la pollution carbonée.



Figure 15 :La zone anaérobie.



**Figure 16:**La zone anoxie.



**Figure 17 :** La zone aérobie.

### 3. 1.3. Le Bassin de dégazage (le déversoir)

Bassin d'élimination des gaz (Fig. 18) qui reste après le bassin biologique pour assurer le bon fonctionnement de décanteur et créer un brassage pour éliminer le gaz présent dans l'eau.



**Figure 18 :**Le Bassin de dégazage.

### 3. 1.4. Le Décanteurs secondaires

Trois décanteurs pour but de séparer les boues de l'eau traitée, le décanteur est sous forme circulaire avec un racleur de fond qui récupère les boues biologique(Fig.19).



Figure 19 :Le Décanteur.

### 3. 1.5. La Chloration

L'ouvrage de la chloration installée à l' sortie de la STEP en aval des décanteurs. Pour la désinfection des pathogènes de l'effluent avec hypochlorite (Fig. 20).



Figure 20 :Le bassin de chloration (la sortie des eaux épuré).

## 3.2. Filière de traitement des Boues

### 3.2. 1. L'épaisseur des boues en excès

Les épaisseurs de boues en excès sont destinés à épaisir les boues produites en excès dans le traitement biologique auparavant décantées dans les décanteurs secondaires.

Le surnageant est évacué par un déversoir et recyclé vers la station de relevage. Les boues épaisies sont pompées vers le digesteur aérobie.



Figure 21 : Les épaisseurs des boues en excès.

### 3.2. 2. Digestion aérobie

Deux voies dans le digesteur aérobie a pour but de stabilisation des boues, le digesteur sous forme ovale équipé avec un système de membrane pour l'aération et 8 agitateurs sont prévus par digesteur pour permettre le brassage, quand l'aération n'est pas en marche, le brassage doit être capable de tenir les boues en suspension.



Figure 22 : Digesteur aérobie.

### 3.2.3. L'épaisseur secondaire

L'épaisseur secondaire est destiné à épaisir les boues digérées et après la fin de l'épauissement les boues épaisies sont pompées vers les lits de séchage (Fig. 23).



Figure 23 :L'épaisseur secondaire.

#### 4. Les Lits de séchage

Les lits de séchage sont utilisés pour l'assèchement des boues digérées et épaissies (Fig. 24).



Figure 24:Les Lits de séchage.

## II. Les paramètres physico-chimiques mesurés au niveau de la STEP

Plusieurs paramètres physico-chimiques sont mesurés à l'entrée comme à la sortie chaque jour pour contrôler le processus de traitement. L'échantillonnage est effectué à l'aide d'un échantillonneur automatique d'un volume de 200 ml par heure, (Fig. 25) Après 24 heures l'ensemble des flacons fermés et étiquetés sont transportés au laboratoire pour former un échantillon représentatif par mélange.



**Figure25:** Un échantillonneur automatique.

Plusieurs protocoles d'analyses sont utilisés pour déterminer l'ensemble des paramètres contrôlé, il s'agit de ceux **d'Aminot et Chausses pied (1983) Parsons et al. (1989)** et **Rodier (2009)**, les méthodes sont résumées sur le tableau ci-dessous :

**Tableau 01:** Résumé des méthodes d'analyse des éléments chimiques.

	Paramètres	Le Principe de la méthode	References
Matières organique	Azote total(NT)	Dosage spectrophotomètre ( $\lambda=543\text{nm}$ )	(Parsons et al,1989)
	Nitrates( $\text{NO}_3^-$ )	Dosage spectrophotomètre ( $\lambda=543\text{nm}$ )	(Rodier, 2009)
	Azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ )	Dosage spectrophotomètre (méthode de Nessler) ( $\lambda=630\text{ nm}$ )	(Rodier,2009)
	Ortho-Phosphate ( $\text{PO}_4$ )	Dosage spectrophotomètre( $\lambda=885\text{ nm}$ )	(Aminot et Chaussepied, 1983)
	Matières en suspensions (MES)	Double pesées	(Rodier, 2009)

En plus de ces paramètres analyses nous avons calculé le rendement épuratoire par la formule suivante  $\text{RDT} = (\text{concentration de la pollution entrée} - \text{la concentration de la pollution sortie} / \text{concentration de la pollution entrée}) * 100$  (Rejsek, 2002).

L'indice de Mohlman (IM) est calculé par la formule :  $\text{IM (ml/g)} = \text{V30 (ml/l)} / \text{MVS (g/l)}$ , (Rejsek, 2002).

## *Partie III : Résultats et Discussion*

## Résultats et Discussion

### 1. Qualité physico-chimique des eaux avant et après traitements

Les résultats des analyses physico-chimiques des eaux avant et après traitements au niveau de la STEP de Ain Beida sont présentés dans cette partie, chaque paramètre est présenté et discuté avec une variation mensuelle par années puis annuelle (de 2016 à mai 2021) pour bien présenter les résultats nous avons utilisé des illustrations.

#### 1.1. La température

La température est un facteur écologique important du milieu aquatique. Elle agit comme un facteur physiologique agissant sur le métabolisme de croissance des micro-organismes vivant dans l'eau (Rodier et al.,1996).

Les variations mensuelles de la température durant la période étalée de 2016 à 2021 illustrées sur la figure (26) nous indiquent :

**Pour l'année 2016**, la température la plus élevée des eaux usées brutes (eau entrée) est enregistrée pour le mois de : aout (21,53 C°), alors que la plus faible est enregistrée au mois de mars (13,49C°), pour les eaux traitées (eau de sortie) nous avons enregistré la même tendance où les deux mois de : aout et mars ont enregistré les valeurs les plus élevées et les plus faibles, mais avec une légère variation (21,85 et 12,93C° respectivement).

**Pour l'année 2017**,malheureusement nous avons des données manquantes pendant les deux mois de : mai et aout, **pour les eaux brutes et traitées** les températures les plus élevées sont enregistrée pour le mois de : juillet (23,28 C° et 23,04C° respectivement) alors que les plus faibles sont enregistrées au mois de janvier (12,69C° et 12,85 C° respectivement).

**Pour l'année 2018**, nous remarquons l'absence des données de la température durant 6 mois (juin, juillet, aout, septembre, octobre et novembre) pour l'eau brute et durant 5mois pour l'eau traitée (juin, juillet, aout, septembre et novembre) les causes de ce manque des données sont divers par exemple panné du matériels d'analyse ou de mesure, panne dans l'échantillonneur automatique...

Les valeurs de température enregistrée varient de 13,03 à 15,66C° pour l'eau de l'entrée et entre 13,23 et 20,38 C° pour l'eau de sortie.

**Pour l'année 2019**, les données manquantes sont remarquées pour les mois de septembre octobre et novembre. Pour l'eau d'entrée les valeurs varient entre un maximum de 22,9 C° et

un minimum de 13,64 C°, alors que les valeurs pour l'eau de sortie varient entre 23,1C° et 13,78 C°.

**Pour l'année 2020**, aucune donnée manquante n'a été enregistrée. Les valeurs de températures maximales et minimales sont enregistrées pour les mois de : aout (23C° pour les eaux brutes et 23,87 C° pour les eaux traitées) et décembre (7,61 C° pour les eaux de sortie et 6,89 C°).

**Pour l'année 2021, nous avons traité** les données enregistrée sur une période étalée de janvier jusqu'au mois de mai. Les valeurs varient entre un maximum et un minimum dans les mêmes mois de : mai et janvier Les valeurs de température enregistrée varient de 15,91 à 8,06 C° pour l'eau de l'entrée et entre 14 et 7,51C° pour l'eau de sortie.

**De ces résultats il se découle que les variations des températures de l'eau sont en relation avec la variation de la température de l'atmosphère et que généralement l'eau de sortie est légèrement faible que l'eau de l'entrée, sauf pour les résultats de l'année 2019, cela est dû au fait que les** particules de MES en se frottant augmentent la température du milieu (Chennafi et al., 2018). Les valeurs de la température des effluents sont inferieure à la norme de rejet des eaux traitées ( $T < 30$  °C). Même pour les eaux brutes les valeurs de la température ne dépasse pas 30 C° ce qui favorisent le traitement biologique des eaux usées.

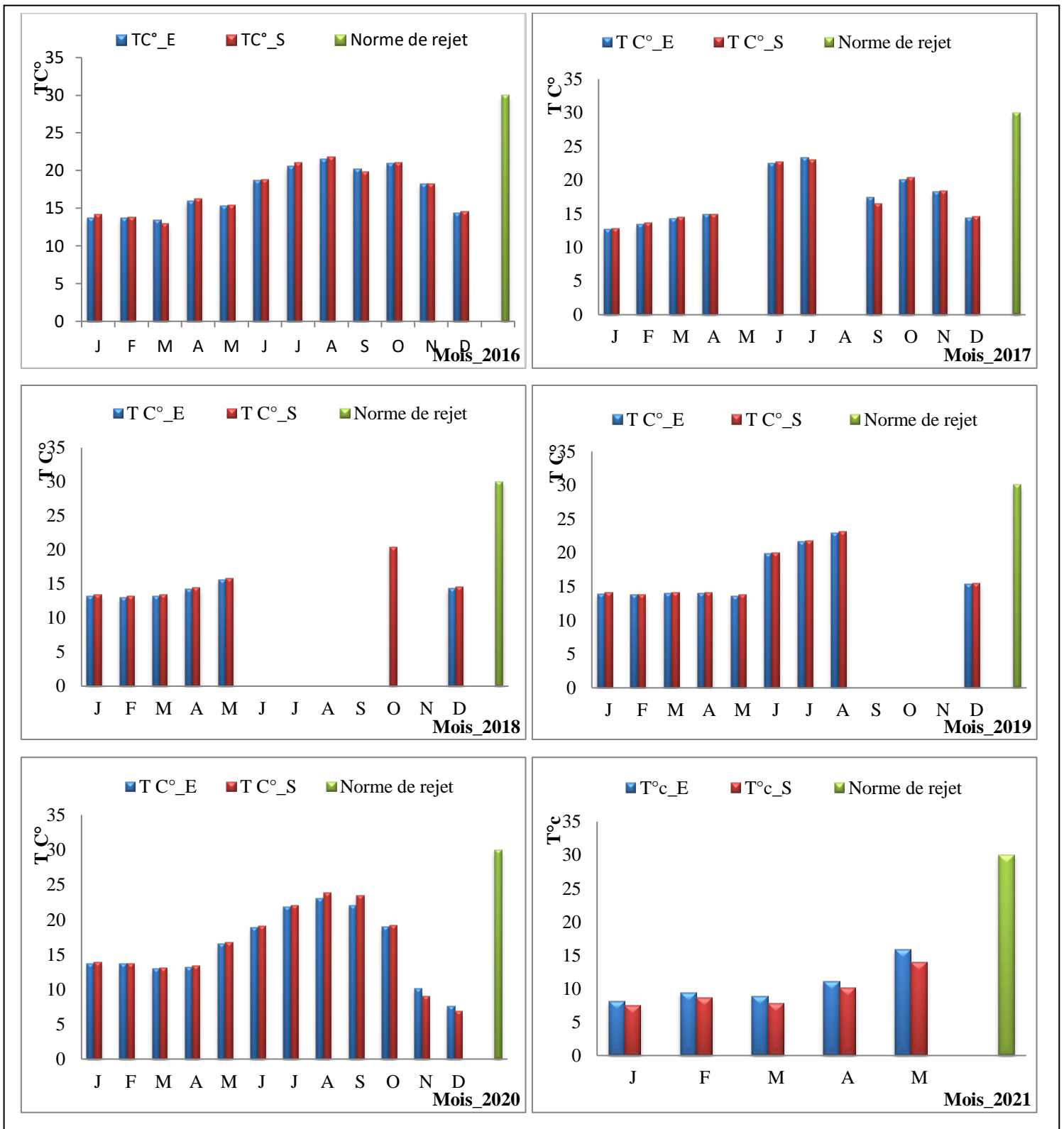


Figure 26 : Variation mensuelle de la température des eaux usées brutes et traitées au niveau de la STEP Ain Beida (période : 2016-2021).

## 1.2. Les matières en suspension (MES)

Les matières en suspension sont en majeure partie de nature biodégradable, la plus grande part des microorganismes pathogènes contenus dans les eaux usées est transportée par les MES, elles donnent également à l'eau une apparence trouble, un mauvais goût et une mauvaise odeur cependant elles peuvent avoir un intérêt pour l'irrigation des cultures (Faby, 1997).

Les variations mensuelles de la MES durant la période étalée de 2016 à 2021 illustrées sur la figure (27) nous indiquent :

**Pour l'année 2016**, la valeur des Matières En Suspension (MES) la plus élevée des eaux usées brutes (eau entrée) est enregistré le mois de : octobre (505,08 mg.L<sup>-1</sup>) alors que la plus faible est enregistrée au mois de mars (271,67 mg.L<sup>-1</sup>), pour les eaux traitées (eau de sortie) nous avons enregistré la plus élevée le mois de : septembre (15 mg.L<sup>-1</sup>), la plus faible est enregistrée au mois de : juin (11,17 mg.L<sup>-1</sup>) ce qui indique une bonne élimination des MES pour cette année.

**Pour l'année 2017**, pour l'eau d'entrée les valeurs varient entre un maximum le mois de : janvier (505 mg.L<sup>-1</sup>) et un minimum le mois de : septembre (220,92 mg.L<sup>-1</sup>), alors que les valeurs pour l'eau de sortie varient entre (16 mg. L<sup>-1</sup> et 10,7 mg) les mois de septembre et mai.

**Pour l'année 2018**, nous remarquons l'absence des données des MES durant 5 mois (juin, juillet, aout, septembre, octobre) pour l'eau brute et durant 4 mois pour l'eau traitée (juin, juillet, aout, septembre) la cause de ce manque des données est la panne du matériels d'analyse ou de mesure.

Les valeurs de MES enregistrée varient de 516,67 mg.L<sup>-1</sup> à 290,77 mg.L<sup>-1</sup> (mois de janvier, mai) pour l'eau de l'entrée et entre 16,00 mg. L<sup>-1</sup> et 11,83 mg. L<sup>-1</sup> (mois d'avril, janvier) pour l'eau de sortie.

**Pour l'année 2019**, la valeur des MES la plus élevée des eaux usées brutes est enregistrée le mois de : février (474,00 mg.L<sup>-1</sup>), alors que la plus faible est enregistrée au mois de aout (271,67 mg.L<sup>-1</sup>), pour les eaux traitées nous avons enregistré la plus élevée le mois de : aout (16,40 mg.L<sup>-1</sup>), la plus faible est enregistrée au mois de : décembre (10,50 mg.L<sup>-1</sup>).

**Pour l'année 2020**, la valeur des Matières En Suspension la plus élevée des eaux usées de l'entrée est enregistrée le mois de : janvier (845mg.L<sup>-1</sup>) alors que la plus faible est enregistrée le mois de : aout (292 mg.L<sup>-1</sup>), nous avons enregistré la même tendance où les deux mois de :

janvier et aout, ont enregistré la valeur la plus élevée et la plus faible, mais avec une grande diminution (22,17 et 4 mg.L<sup>-1</sup>respectivement). Ce qui indique une élimination très importante des MES durant cette année.

**Pour l'année 2021**, nous avons obtenu les données pour les mois suivants : janvier, février, mars, avril, et mai. Les données remarquées pour l'eau d'entrée indiquent que les valeurs varient entre un maximum le mois de : avril (773,33 mg.L<sup>-1</sup>) et un minimum le mois de : janvier (585 mg.L<sup>-1</sup>), alors que les valeurs pour l'eau de sortie varient entre un maximum le mois de : avril (16,67 mg.L<sup>-1</sup>) et un minimum le mois de : février (10,83 mg.L<sup>-1</sup>).

**De ces résultats nous remarquons que**, les variations de MES de la station varie entre l'entrée et la sortie avec une baisse très importante ce qui reflète l'effet direct des bassins de sédimentation et de décantation, les variations des teneurs sont dues à la variation de la charge des effluents d'une part et les précipitations d'autre part. Ces résultats montrent qu'il y a une élimination efficace par traitement physique (décanteur primaire et secondaire) on observe que tous les résultats sont conformes à la norme de rejet relative au MES.

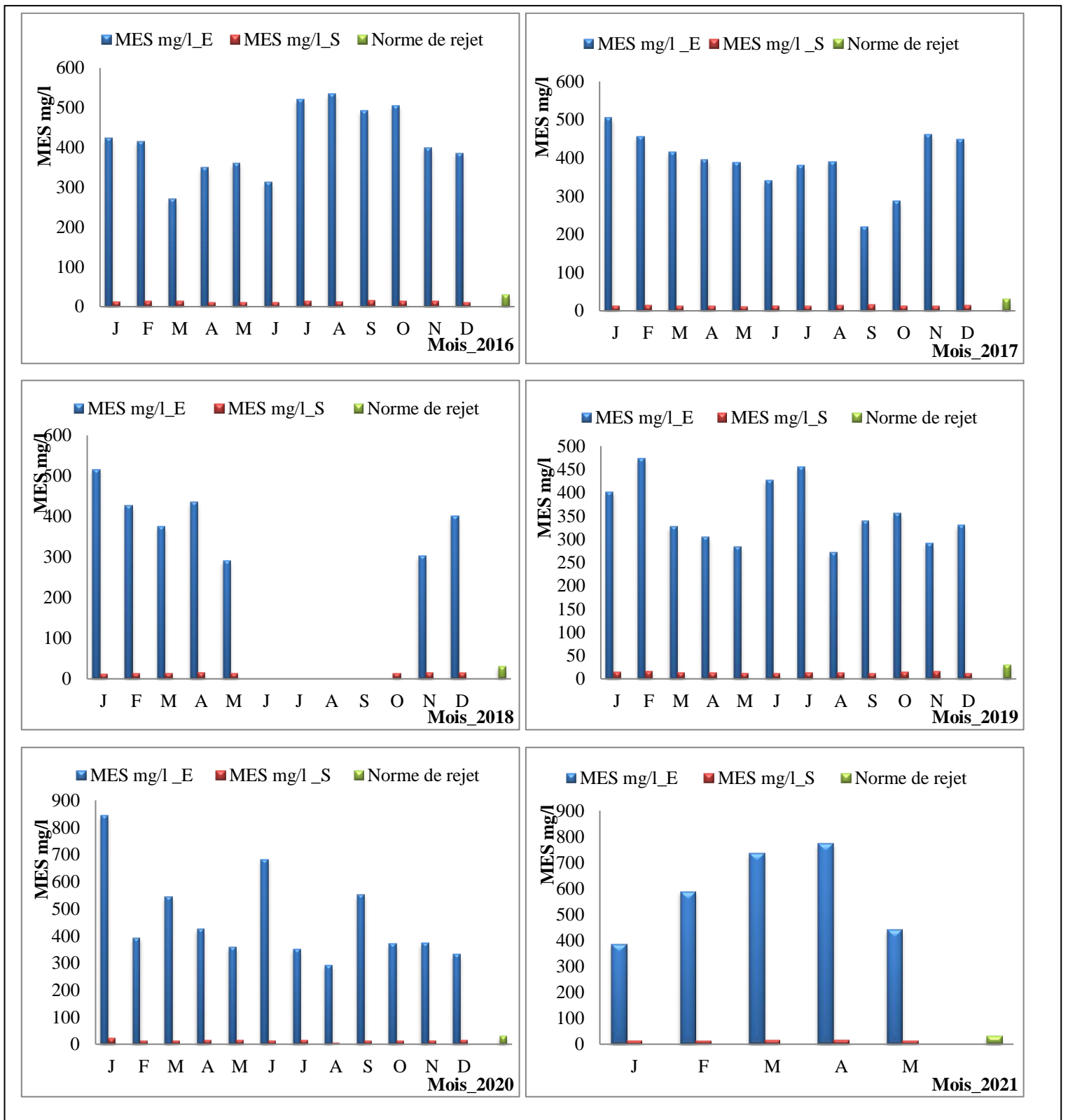


Figure 27 : Variation mensuelle des matières en suspension (MES) des eaux usées brutes et traitées au niveau de la STEP Ain Beida (période : 2016-2021).

### 1.3. La conductivité électrique (CE)

La conductivité est la propriété que possède une eau à favoriser le passage d'un courant électrique. Elle fournit une indication précise sur la teneur en sels dissous (salinité de l'eau). La conductivité s'exprime en micro siemens par centimètre, et sa mesure permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau (Rejsek, 2002) et avoir une idée sur la salinité du milieu.

Les variations mensuelles de la CE durant la période étalée de 2016 à 2021 illustrées sur la figure (28) nous indiquent :

**Pour l'année 2016**, la valeur de la conductivité électrique (CE) la plus élevée des eaux usées brutes (eau entrée) est enregistré le mois de : février (1,66 mS /cm) alors que la plus faible est enregistrée au mois de décembre (1,53 mS /cm), pour les eaux traitées (eau de sortie) nous avons enregistré la même tendance où les deux mois de : février et décembre ont enregistré les valeurs les plus élevées et les plus faibles respectivement, mais avec une légère diminution (1,37mS /cm et 1,25 mS /cm respectivement).

**Pour l'année 2017**, les données enregistrées pour l'eau d'entrée nous indiquent que les valeurs varient entre un maximum de 2,19 mS /cm et un minimum de 1,4 mS /cm, alors que les valeurs pour l'eau de sortie varient entre 1,66 mS /cm et 1,2 mS /cm, dans les mêmes mois de janvier et décembre. Ce qui indique une élévation de la salinité de l'eau cette année par rapport à l'année précédente.

**Pour l'année 2018**, malheureusement nous avons des données manquantes pendant les cinq mois de : juin, juillet, aout, septembre et octobre pour les eaux brutes et traitées, pour les eaux usées brutes, les valeurs de la CE la plus élevée et la plus faible sont enregistrées pour les mois de: décembre et mai (2,17 mS /cm et 1,80 mS /cm respectivement), alors que pour les eaux traitées les valeurs de la CE la plus élevée et la plus faible sont enregistrées pour les mois de: novembre et mai (1,85mS /cm et 1.55 mS /cm respectivement).

**Pour l'année 2019**, La conductivité électrique (CE) la plus élevée des eaux usées brutes (eau entrée) est enregistrée le mois de : février (2,08 mS/cm) alors que la plus faible est enregistrée au mois de décembre (1,77 mS /cm), pour les eaux traitées (eau de sortie) la valeur la plus élevée est enregistrée la mois de: mai (1,68mS /cm) alors que la plus faible est enregistrée au mois de: décembre (1,37 mS /cm).

**Pour l'année 2020**, la conductivité électrique (CE) la plus élevée des eaux usées brutes (eau entrée) est enregistré le mois de : mai (2,06 mS /cm ) alors que la plus faible est enregistrée au

mois de: janvier (1,77 mS /cm), pour les eaux traitées (eau de sortie) nous avons enregistré la même tendance où les deux mois de : mai et janvier ont enregistré les valeurs les plus élevées et les plus faibles, mais avec une légère diminution (1,81 et 1,40 mS /cm respectivement).

**Pour l'année 2021**, nous avons travaillé sur les données enregistré durant les mois de : janvier, février, mars, avril, et mai. Les données enregistrées pour l'eau d'entrée indiquent que les valeurs varient entre un maximum le mois de : avril (2 mS /cm) et un minimum le mois de : mai (1,89 mS/cm), alors que les valeurs pour l'eau de sortie varient entre un maximum le mois de : février (1,66 mS /cm) et un minimum le mois de : janvier (1,59 mS/cm).

**De ces résultats**, il se déduit que les variations de la conductivité électrique (CE) peuvent être dues à la température ou aux solutés.

Les valeurs de la CE des effluents sont inférieures à la norme de rejet des eaux traitées (CE < 3 mS/cm). Que ce soit pour les eaux brutes ou traitées ce qui indique qu'il n'y a aucun risque de salinisation du milieu récepteur.

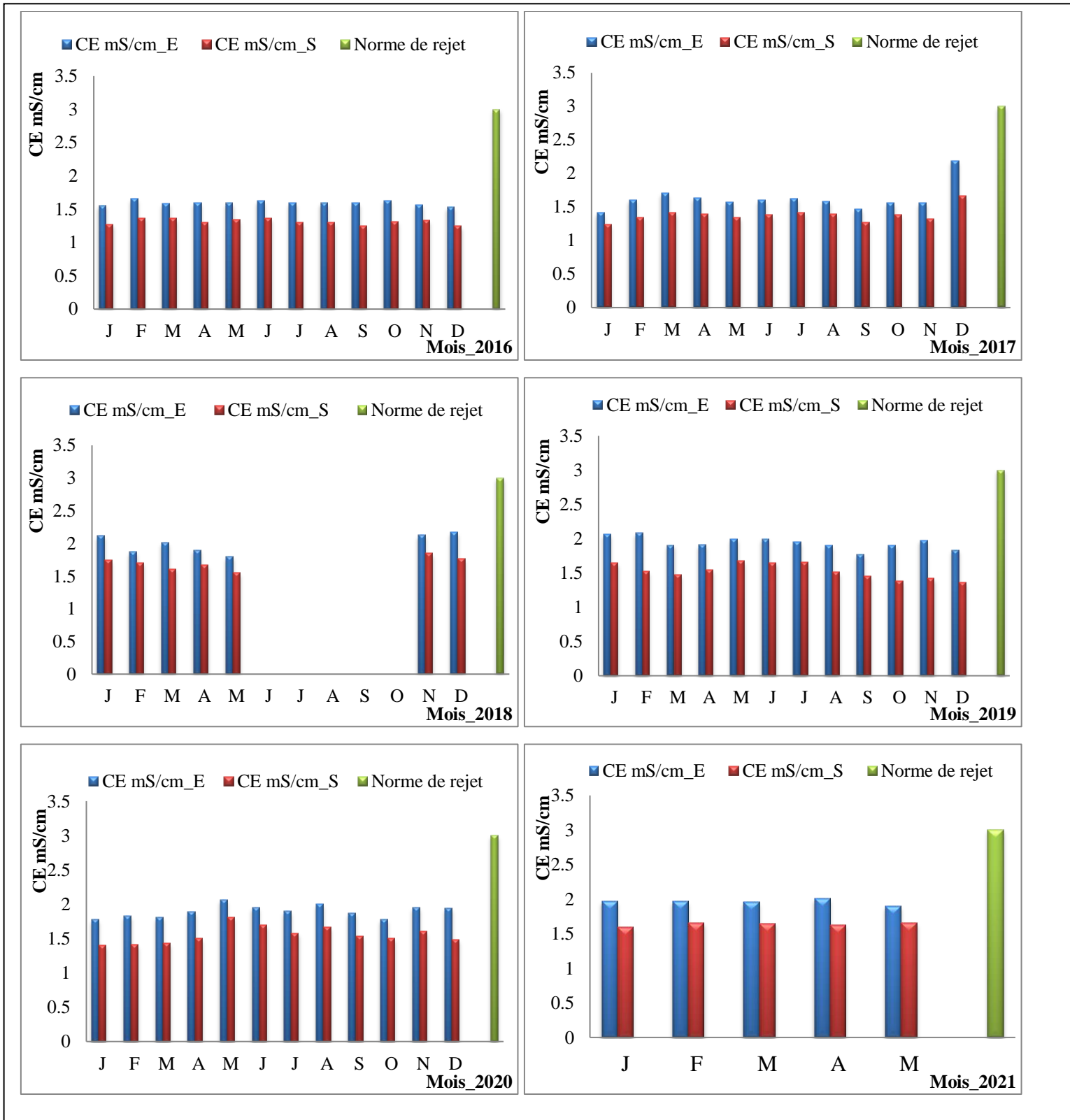


Figure 28 :Variation mensuelle de La conductivité électrique (CE) des eaux usées brutes et traitées au niveau de la STEP Ain Beida (période : 2016-2021).

#### 1.4. Le Potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH sert à quantifier la concentration en ions  $H^+$  de l'eau qui lui confère son caractère acide ou basique, cette mesure peut apporter des renseignements sur la qualité d'une eau (Franck, 2002).

Les valeurs de pH des eaux usées (à l'entrée et à la sortie) sont presque neutres (reste dans les normes de rejet algériennes ( $6,5 < \text{pH} < 8,5$ )).

Les variations mensuelles du pH durant la période étalée de 2016 à 2021 illustrées sur la figure (29) nous indiquent :

**Pour l'année 2016**, la valeur de pH la plus élevée des eaux usées brutes (eau entrée) est enregistrée le mois de : septembre (8,14) alors que la plus faible est enregistrée au mois de : décembre (7,82) ces valeurs indiquent que les eaux brutes sont alcalines, pour les eaux traitées (eau de sortie) nous avons enregistré la même tendance où les deux mois de : septembre et décembre ont enregistré les valeurs les plus élevées et les plus faibles respectivement, mais avec une augmentation (8,23 et 7,53 respectivement).

**Pour l'année 2017**, les données enregistrées pour l'eau d'entrée, indiquent que les valeurs varient entre un maximum le mois de : février (7,82) et un minimum le mois de : mai (7,67), alors que les valeurs pour l'eau de sortie varient entre (8,10 et 7,6) les mois de décembre et janvier respectivement. Ces valeurs indiquent une élévation des valeurs de pH des eaux traitées.

**Pour l'année 2018**, nous remarquons l'absence des données du pH durant cinq mois (juin, juillet, août, septembre, octobre) pour l'eau brute et l'eau traitée les causes de ce manque des données sont dues à des problèmes de panne du matériel d'analyse ou de mesure.

Les valeurs de pH enregistrées varient de 8,53 et 7,68 pour l'eau de l'entrée et entre 8,53 et 7,66 pour l'eau de sortie (mois de novembre et mars respectivement).

**Pour l'année 2019**, aucune donnée manquante n'a été enregistrée. Les valeurs de pH maximales et minimales sont enregistrées pour les mois de : février et septembre respectivement (8,50 et 8 respectivement pour les eaux brutes), alors que pour les eaux de sortie, les valeurs de pH maximales et minimales sont enregistrées pour les mois de : novembre et mars avec des valeurs de 8,13 et 7,21 respectivement.

**Pour l'année 2020**, les valeurs de pH enregistrées varient entre 8,22 et 7,62 respectivement pour les mois de : février et août pour l'eau de l'entrée et varient entre 8,16 et 7,6 respectivement pour les mois de juillet et août pour l'eau de sortie.

**Pour l'année 2021**, les données sont remarquées pour les mois suivants : janvier, février, mars, avril, et mai. Les données remarquées pour l'eau d'entrée indiquent que les valeurs varient entre un maximum le mois de : mars (7,92) et un minimum le mois de : mai (7,82), alors que les valeurs pour l'eau de sortie varient entre un maximum le mois de : mai (8,15) et un minimum le mois de : février (7,70). Ce qui indique une légère élévation des valeurs de pH de l'eau de sortie.

**De ces résultats**, il se résulte que les variations des pH des eaux usées et des eaux traitées (à l'entrée et à la sortie) sont de légèrement alcalin à alcalin, mais reste dans les normes.

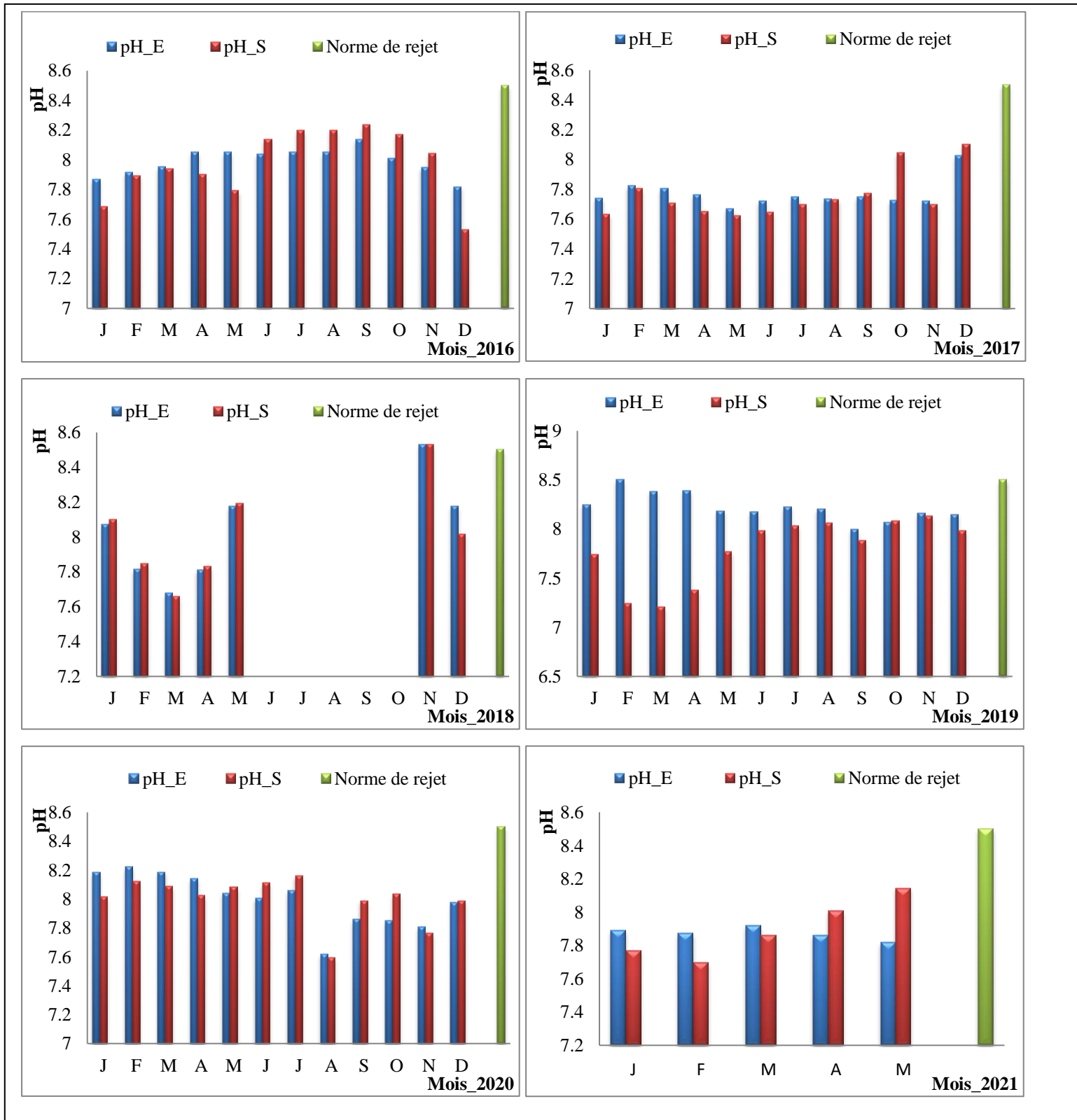


Figure 29 : Variation mensuelle de le Potentiel d'hydrogène (pH) des eaux usées brutes et traitées au niveau de la STEP Ain Beida (période : 2016-2021).

### 1.5 La matière volatile sèche (MVS)

Elle représente la fraction organique de MES et sont obtenues par calcination de ces MES à 525°C pendant 2h, la différence de poids entre MES à 105°C et MES à 525°C donne la «perte au feu » et correspond à la teneur en MVS (en mg /l) d'une eau (Boumediene, 2013).

Il est à noter que pour ce paramètre, les mesures ont été effectuées seulement pour l'eau de l'entrée car les valeurs des MVS de sortie sont négligeables.

Les variations mensuelles des eaux usées brutes des matières volatiles sèches (MVS) durant la période étalée de 2016 à 2021 illustrées sur la figure (30) nous indiquent :

**Pour l'année 2016**, la valeur des MVS la plus élevée des eaux usées brutes (eau entrée) est enregistrée le mois de : septembre (323,33 mg. L<sup>-1</sup>) alors que la plus faible est enregistrée au mois de : juin (165 mg.L<sup>-1</sup>).

**Pour l'année 2017**, les valeurs moyennes des MVS des eaux usées brutes (eau entrée) illustrées sur la figure (30) nous révèlent que les valeurs les plus élevées et les plus faibles sont enregistrées les mois de : novembre et septembre avec des valeurs de 294,4 mg.L<sup>-1</sup> et 156 mg.L<sup>-1</sup> respectivement).

**Pour l'année 2018**, malheureusement nous avons des données manquantes pendant les cinq mois de : juin, juillet, août, septembre et octobre pour les eaux brutes les MVS les plus élevées sont enregistrées pour le mois de : janvier (341,67mg.L<sup>-1</sup>), alors que les plus faibles enregistrées le mois de : novembre (200 mg.L<sup>-1</sup>).

**Pour l'année 2019**, les données sont remarquées pour l'eau d'entrée et les valeurs varient entre un maximum le mois de : février (298,00mg.L<sup>-1</sup>) et un minimum le mois de : août (171,67mg.L<sup>-1</sup>).

**Pour l'année 2020**, les données sont remarquées pour l'eau d'entrée les valeurs varient entre un maximum de 521,67 mg.L<sup>-1</sup> et un minimum de 196,82 mg.L<sup>-1</sup> enregistrées les mois de : septembre et juin respectivement.

**Pour l'année 2021**, les données sont remarquées pour les mois de : janvier, février, mars, avril, et mai, pour l'eau d'entrée les valeurs varient entre un maximum le mois de : mars (489,23 mg.L<sup>-1</sup>) et un minimum le mois de : janvier (266,67 mg.L<sup>-1</sup>).

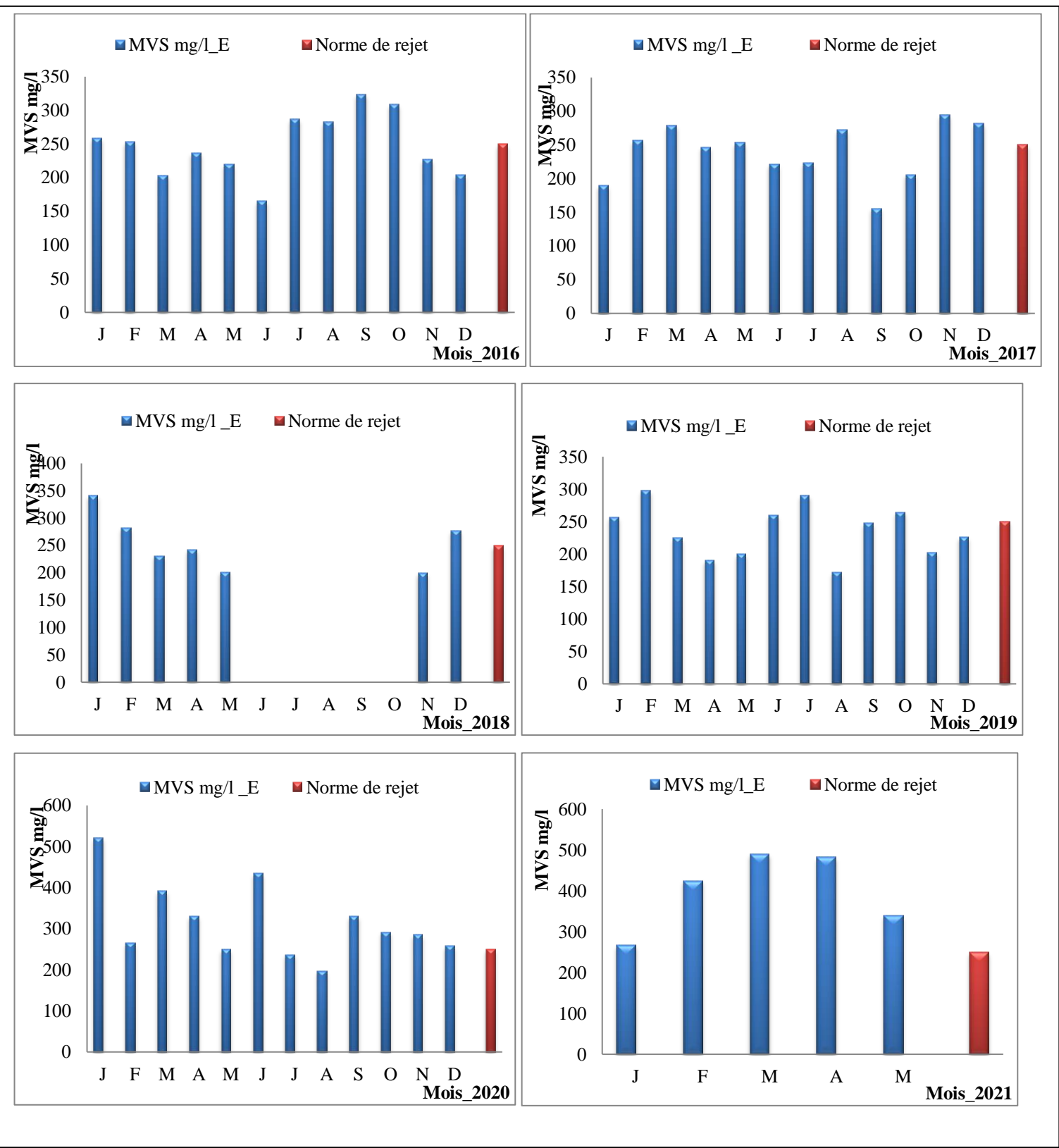


Figure 30 : Variation mensuelle de La matière volatile sèche (MVS) des eaux usées brutes au niveau de la STEP Ain Beida (période : 2016-2021).

### 1.6. La Demande Biochimique En Oxygène (DBO5)

Exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction ou à la dégradation des matières organiques présentes dans les eaux usées par les microorganismes du milieu et mesurée par la consommation d'oxygène à 20°C à l'obscurité pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablementensemencé, temps qui assure l'oxydation biologique des matières organiques carbonées (Xanthoulis, 1993).

Les variations mensuelles de la DBO5 durant la période étalée de 2016 à 2021 illustrées sur la figure (31) nous indiquent :

**Pour l'année 2016**, la valeur de DBO5 la plus élevée des eaux usées brutes (eau entrée) est enregistrée le mois de : aout (410,75 mg.L<sup>-1</sup>) alors que la plus faible est enregistrée au mois de : juin (342,83 mg.L<sup>-1</sup>), pour les eaux traitées (eau de sortie) nous avons enregistré les mois de : février et octobre, les valeurs les plus élevées et les plus faibles, avec une grande diminution (4,33 mg.L<sup>-1</sup> et 1,09mg.L<sup>-1</sup> respectivement).

**Pour l'année 2017**, les valeurs de la demande biochimique en oxygène (DBO5) enregistrée le mois de : juillet et janvier varient entre (466,25 mg.L<sup>-1</sup> et 198,mg.L<sup>-1</sup>) et pour l'eau de l'entrée est varient entre 9,20 mg.L<sup>-1</sup> et 2,42 mg.L<sup>-1</sup> le mois de : septembre et décembre pour l'eau de sortie ce qui indique une excellente dégradation.

**Pour l'année 2018**, nous remarquons l'absence des données de la DBO5 durant cinq mois (juin, juillet, aout, septembre, octobre) pour l'eau brute et durant quatre mois pour l'eau traitée (juin, juillet, aout, septembre).

Les valeurs de DBO5 enregistrées varient de 482,50 à 305,92 mg.L<sup>-1</sup> pour l'eau de l'entrée et entre 21,83 à 2,75 mg.L<sup>-1</sup> pour l'eau de sortie.

**Pour l'année 2019**, pour l'eau d'entrée les valeurs varient entre un maximum le mois de : janvier (384 mg.L<sup>-1</sup>) et un minimum le mois de : aout (184,08 mg.L<sup>-1</sup>), alors que les valeurs pour l'eau de sortie varient entre (5,08 à 10,75 mg.L<sup>-1</sup>) les mois de janvier et décembre respectivement.

**Pour l'année 2020**, la DBO5 la plus élevée des eaux usées entrée est enregistrée le mois de : aout (413,92 mg. mg.L<sup>-1</sup>) alors que la plus faible est enregistrée le mois de : mars (205 mg.L<sup>-1</sup>), alors que pour l'eau de sortie les valeurs varient entre (0,8 et 2,67 mg.L<sup>-1</sup>) les mois de : septembre, (octobre et aout).

**Pour l'année 2021**, les données sont traitées pour les mois de jusqu'au mois de mai. Les valeurs enregistrées pour l'eau d'entrée les valeurs varient entre un maximum le mois de : avril (311,85 mg.L<sup>-1</sup>) et un minimum le mois de : mars (195,71 mg.L<sup>-1</sup>), alors que les valeurs pour l'eau de sortie varient entre un maximum le mois de : mai (5,51 mg.L<sup>-1</sup>) et un minimum le mois de : février (0,83 mg.L<sup>-1</sup>).

**De ces résultats**, il se découle que les valeurs de la DBO5 de l'eau traitée sont conformes à la norme qui exige 30 mg.L<sup>-1</sup>, cela veut dire que la quantité d'oxygène est suffisante, pour la dégradation des matières organiques. Ce explique une biodégradabilité complète.

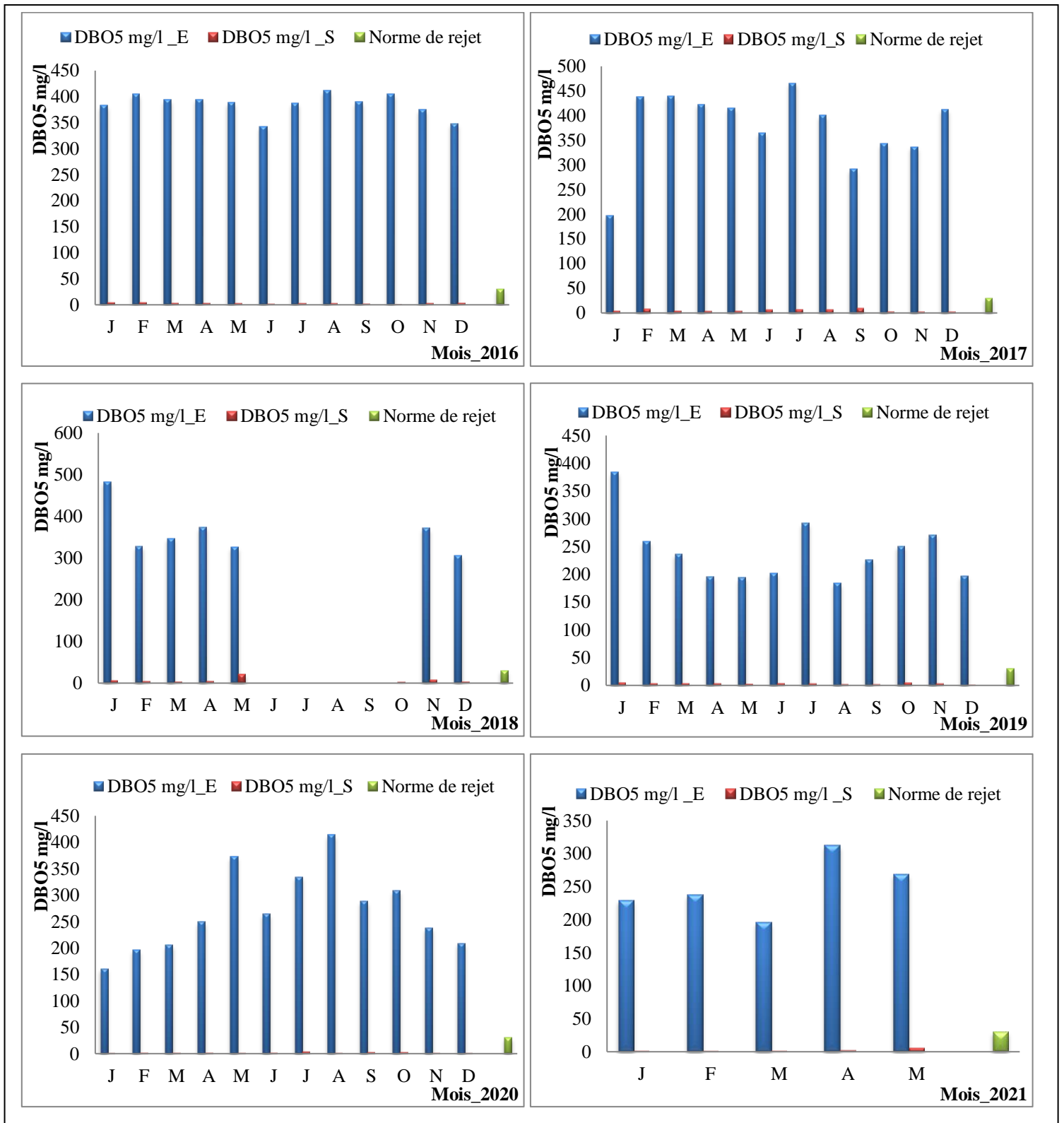


Figure 31 : Variation mensuelle de la Demande Biochimique En Oxygène (DBO5) des eaux usées brutes et traitées au niveau de la STEP Ain Beida (période : 2016-2021).

### 1.7. La demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène représente la quantité d'oxygène consommée par les matières oxydables chimiquement contenues dans l'eau, elle est représentative de la majeure partie des composés organiques, mais également des sels minéraux oxydables (Gomella et Guerree, 1978).

Les variations mensuelles de la DCO durant la période étalée de 2016 à 2021 illustrées sur la figure (32) nous indiquent :

**Pour l'année 2016**, la valeur de DCO la plus élevée des eaux usées brutes (eau entrée) est enregistrée le mois de : juillet ( $809,4 \text{ mg.L}^{-1}$ ) alors que la plus faible est enregistrée au mois de : mars ( $600,41 \text{ mg.L}^{-1}$ ), pour les eaux traitées (eau de sortie) la plus élevée est enregistrée le mois de : novembre ( $38,96 \text{ mg.L}^{-1}$ ) alors que la plus faible est enregistrée au mois de : mai ( $27,06 \text{ mg.L}^{-1}$ ).

**Pour l'année 2017**, malheureusement nous avons des données manquantes pendant les quatre mois de : septembre, octobre, novembre et décembre pour l'eau brute et durant deux mois pour l'eau traitée (octobre et novembre).

Les valeurs de la DCO enregistrée varient entre un maximum de  $918,25 \text{ mg.L}^{-1}$  le mois de : avril et un minimum de  $538,3 \text{ mg.L}^{-1}$  le mois de janvier pour l'eau de l'entrée, alors que pour l'eau de sortie nous remarquons une grande diminution des valeurs où elles varient entre  $32,4$  à  $44,44 \text{ mg.L}^{-1}$  respectivement en décembre et janvier.

**Pour l'année 2018**, les données manquantes sont remarquées pendant 10 mois de : (janvier jusqu'à octobre) pour l'eau brute et l'eau traitée.

la DCO la plus élevée des eaux usées brutes (eau entrée) est enregistrée le mois de : novembre ( $539,67 \text{ mg.L}^{-1}$ ), alors que la plus faible est enregistrée au mois de : décembre ( $767,08 \text{ mg.L}^{-1}$ ), pour les eaux traitées (eau de sortie) nous avons enregistré la même tendance où les deux mois de : novembre et décembre ont enregistré les valeurs les plus élevées et les plus faibles, mais avec une grande réduction ( $70,83$  à  $58,94 \text{ mg.L}^{-1}$  respectivement).

**Pour l'année 2019**, la DCO la plus élevée des eaux usées entrée est enregistrée le mois de : juin ( $903,22 \text{ mg.L}^{-1}$ ) alors que la plus faible est enregistrée le mois de : septembre ( $397,55 \text{ mg.L}^{-1}$ ), alors que pour l'eau de sortie les valeurs varient entre ( $62,83$  à  $31,80 \text{ mg.L}^{-1}$ ) les mois de : janvier et novembre respectivement.

**Pour l'année 2020**, la demande chimique en oxygène (DCO) la plus élevée des eaux usées brutes (eau entrée) est enregistrée le mois de : mars (980,92 mg.L<sup>-1</sup>), alors que la plus faible est enregistrée au mois de : décembre (642,83 mg.L<sup>-1</sup>), pour les eaux traitées (eau de sortie) la plus élevée est enregistrée le mois de : aout (64,62 mg.L<sup>-1</sup>) alors que la plus faible est enregistrée au mois de : décembre (32,95 mg.L<sup>-1</sup>).

**Pour l'année 2021**, les données sont remarquées pour les mois suivants : janvier, février, mars, avril, et mai. Pour l'eau d'entrée les valeurs varient entre un maximum le mois de : avril (1279,15 mg.L<sup>-1</sup>) et un minimum le mois de : mai (744,67 mg.L<sup>-1</sup>), alors que les valeurs pour l'eau de sortie varient entre un maximum le mois de : mai (44,57 mg.L<sup>-1</sup>) et un minimum le mois de : février (34,50mg.L<sup>-1</sup>).

**De ces résultats**, il se découle que les valeurs de DCO enregistrées à l'entrée de la STEP sont fortement réduite après le traitement. Cela veut dire que la quantité d'oxygène est suffisante, pour l'oxydation des matières organiques. Ces concentrations sont inférieures aux normes de réutilisation des eaux destinées à l'irrigation et aux normes que l'ordre de rejet direct (80 mg.L<sup>-1</sup>).

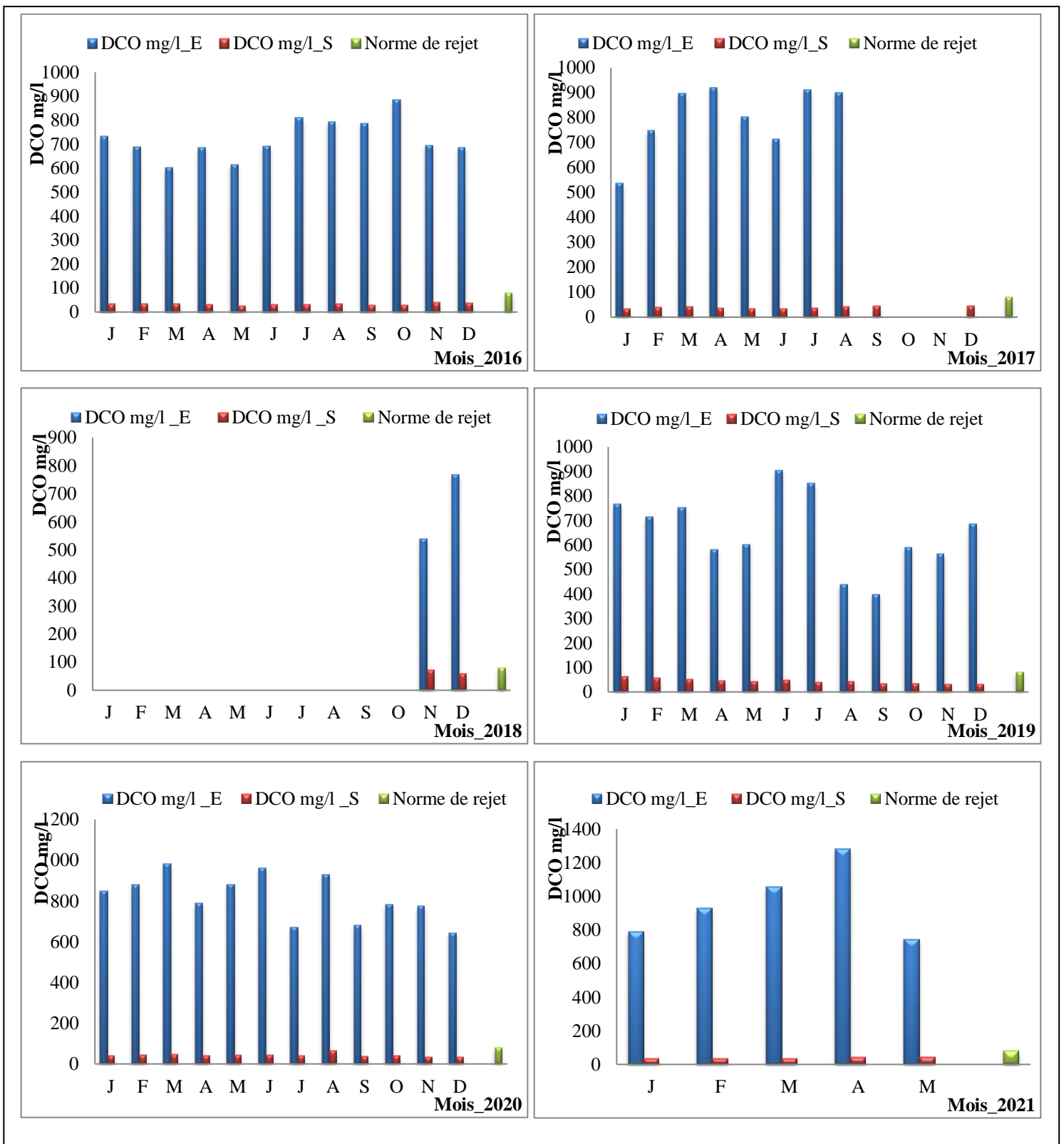


Figure 32 : Variation mensuelle de La demande chimique en oxygène (DCO) des eaux usées brutes et traitées au niveau de la STEP Ain Beida (période : 2016-2021).

### 1.8. L'azote total (NT)

L'Azote total (NT) : est la somme de l'azote minéral dissous de l'azote des nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ), des nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ), l'azote ammoniacal ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) et l'azote organique.

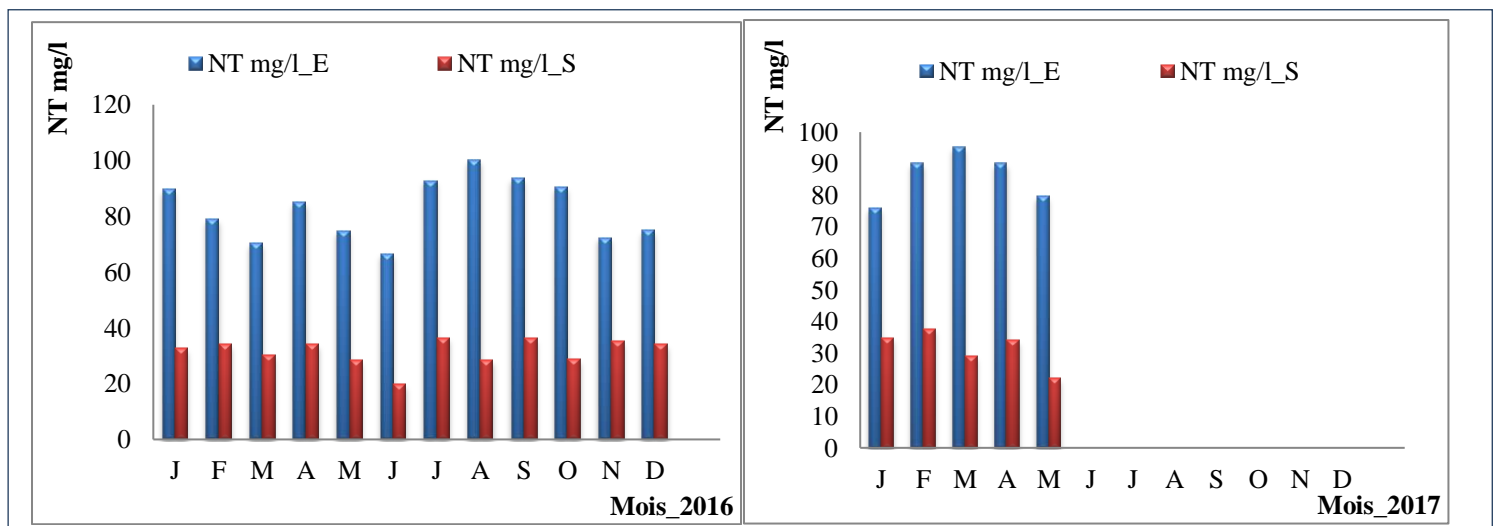
$$NT = \text{NTk} + \text{NO}_3 + \text{NO}_2$$

Pour ce paramètre, nous avons traité les résultats des deux années 2016 et 2017 seulement, après 2017, la station a renoncé de mesurer l'azote total.

Les variations mensuelles de l'azote total (NT) durant la période étalée de 2016 à 2017 illustrées sur la figure (33) nous indiquent :

**Pour l'année 2016**, la valeur maximale de l'azote total (NT) des eaux d'entrées (eaux usées brutes) est  $100,2 \text{ mg.L}^{-1}$  (mois de aout) et la valeur minimale est  $66,58 \text{ mg.L}^{-1}$  (mois de juin), tandis que la valeur maximale de l'azote total (NT) des eaux de sortie est  $36,5 \text{ mg.L}^{-1}$  (mois de juillet) et la valeur minimale est  $19,68 \text{ mg.L}^{-1}$  (mois de juin).

**Pour l'année 2017**, pour l'eau d'entrée les valeurs varient entre un maximum de  $95,18 \text{ mg.L}^{-1}$  (mois de mars) et un minimum de  $76 \text{ mg.L}^{-1}$  (mois de janvier). Alors que les valeurs pour l'eau de sortie varient entre un maximum de  $37,75 \text{ mg.L}^{-1}$  (mois de février) et un minimum de  $22,10 \text{ mg.L}^{-1}$  (mois de mai).



**Figure33** : Variation mensuelle de l'azote total des eaux usées brutes et traitées au niveau de la STEP Ain Beida (période : 2016-2017).

### 1.9. Les Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )

En réalité, la nitrification proprement dite se déroule en deux étapes au cours desquelles l'ion ammonium s'oxyde d'abord en hydroxylamine, cette réaction est catalysée par une enzyme, l'ammonium mono-oxygénase (AMO) localisée dans la fraction membranaire de la bactérie (Wood, 1990).

Les variations mensuelles de nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ) durant la période étalée de 2016 à 2021 illustrées sur la figure (34) nous indiquent :

**Pour l'année 2016**, malheureusement, nous avons des données manquantes pendant les deux mois de : novembre et décembre pour les eaux brutes et traitées les valeurs des nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) des eaux d'entrées les plus élevées sont enregistrées pour le mois de : mai ( $21,31 \text{ mg.L}^{-1}$ ) alors que les plus faibles sont enregistrées au mois de septembre ( $0,22 \text{ mg.L}^{-1}$ ), alors que pour les eaux de sortie la valeur maximale des Nitrites des eaux de sortie est  $0,2 \text{ mg.L}^{-1}$  (mois de octobre) et la valeur minimale est  $0,02 \text{ mg.L}^{-1}$  (mois d'aout).

**Pour l'année 2018**, nous remarquons que la concentration maximale de  $\text{NO}_2^-$  de l'eau d'entrées est  $4,08 \text{ mg.L}^{-1}$  (mois de novembre) et la valeur minimale est  $2,00 \text{ mg.L}^{-1}$  (mois de décembre) et dans l'eau traitée la valeur maximale est  $0,13 \text{ mg.L}^{-1}$  (mois de novembre) et la valeur minimale est  $0,07 \text{ mg.L}^{-1}$  (mois de décembre).

**Pour l'année 2019**, nous remarquons que les concentrations maximales dans la Fig. (34) de  $\text{NO}_2^-$  de l'eau d'entrées est  $2,60 \text{ mg.L}^{-1}$  (mois de mars) et la valeur minimale est  $0,15 \text{ mg.L}^{-1}$  (mois de juin).

Dans l'eau traitée la valeur maximale est  $0,58 \text{ mg.L}^{-1}$  (mois de juin) et la valeur minimale est  $0,01 \text{ mg.L}^{-1}$  (mois de octobre).

**Pour l'année 2020**, nous remarquons que la valeur maximale de Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) des eaux d'entrées est  $2,27 \text{ mg.L}^{-1}$  (mois de aout) et la valeur minimale est  $0,38 \text{ mg.L}^{-1}$  (mois de juillet). D'autre part la valeur maximale de Nitrites des eaux de sortie est  $0,21 \text{ mg.L}^{-1}$  (mois de aout) et la valeur minimale est  $0,02 \text{ mg.L}^{-1}$  (mois de janvier).

**Pour l'année 2021**, nous avons obtenu des données pour les mois suivants : janvier, février, mars, avril, et mai. Pour l'eau d'entrée les valeurs varient entre un maximum, le mois d'avril, de  $1,35 \text{ mg.L}^{-1}$  et un minimum, le mois de janvier, de  $0,56 \text{ mg.L}^{-1}$ , alors que les valeurs pour l'eau de sortie varient entre un maximum, le mois mai, de  $0,18 \text{ mg.L}^{-1}$  et un minimum, le mois de : mars, de  $0,02 \text{ mg.L}^{-1}$ .

**De ces résultats**, il se découle que l'élimination des  $\text{NO}_2^-$  est satisfaisante.

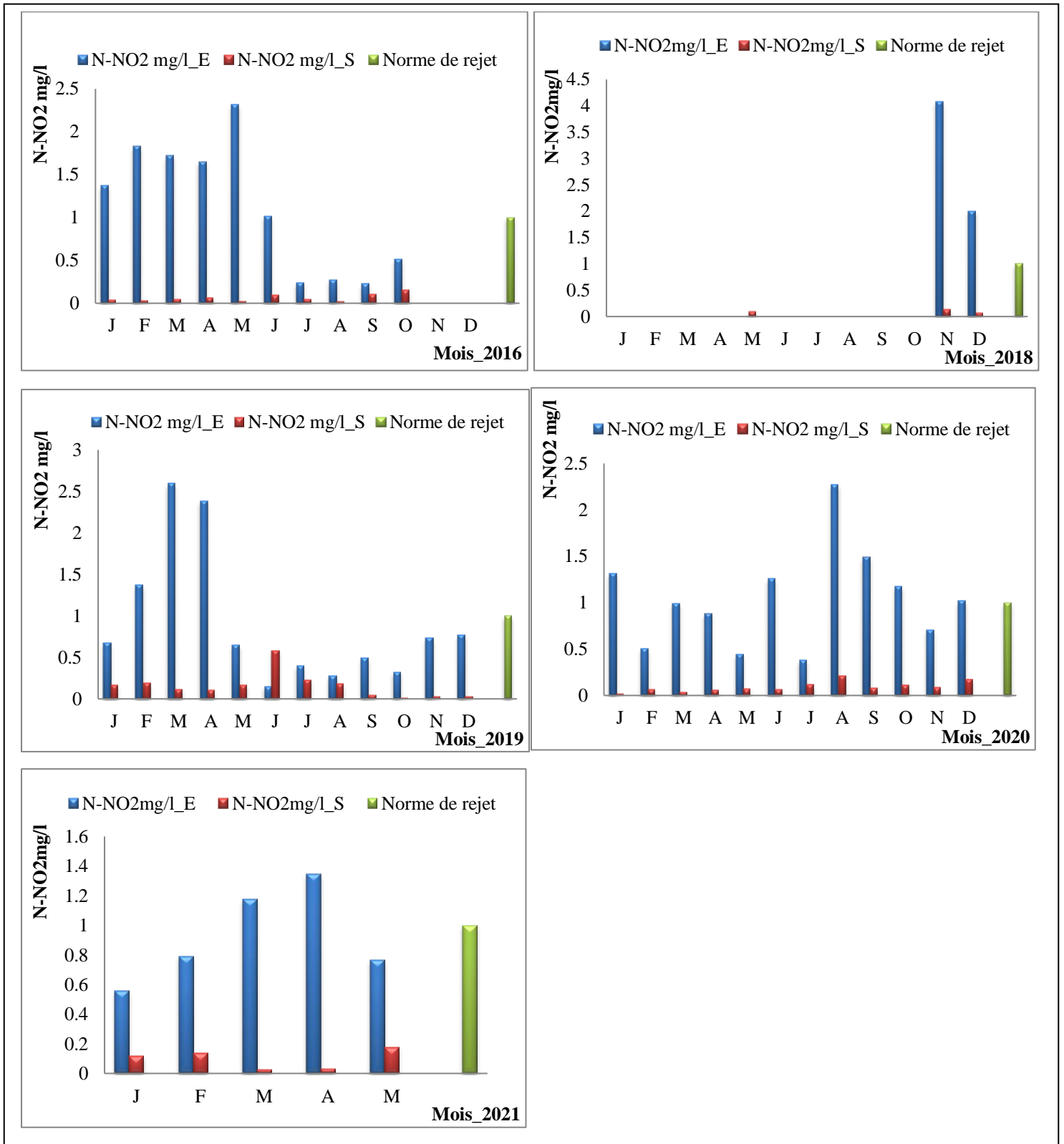


Figure 34 :Variation mensuelle des nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) des eaux usées brutes et traitées au niveau de la STEP Ain Beida (période : 2016-2021).

### 1.10. Les Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote organique dans l'eau, les bactéries nitratâtes (nitrobacters) transforment les nitrites en nitrates, les nitrates ne sont pas toxiques, mais des teneurs élevées en nitrates provoquent une prolifération algale qui contribue à l'eutrophisation du milieu et leur potentiel danger reste néanmoins relatif à leur réduction en nitrates (Rodier, 2009).

Pour ce paramètre nous avons traité les résultats de quatre années seulement : 2016, 2018, 2019 et 2020. Les variations mensuelles des nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) sont illustrées sur la figure (35) et nous indiquent :

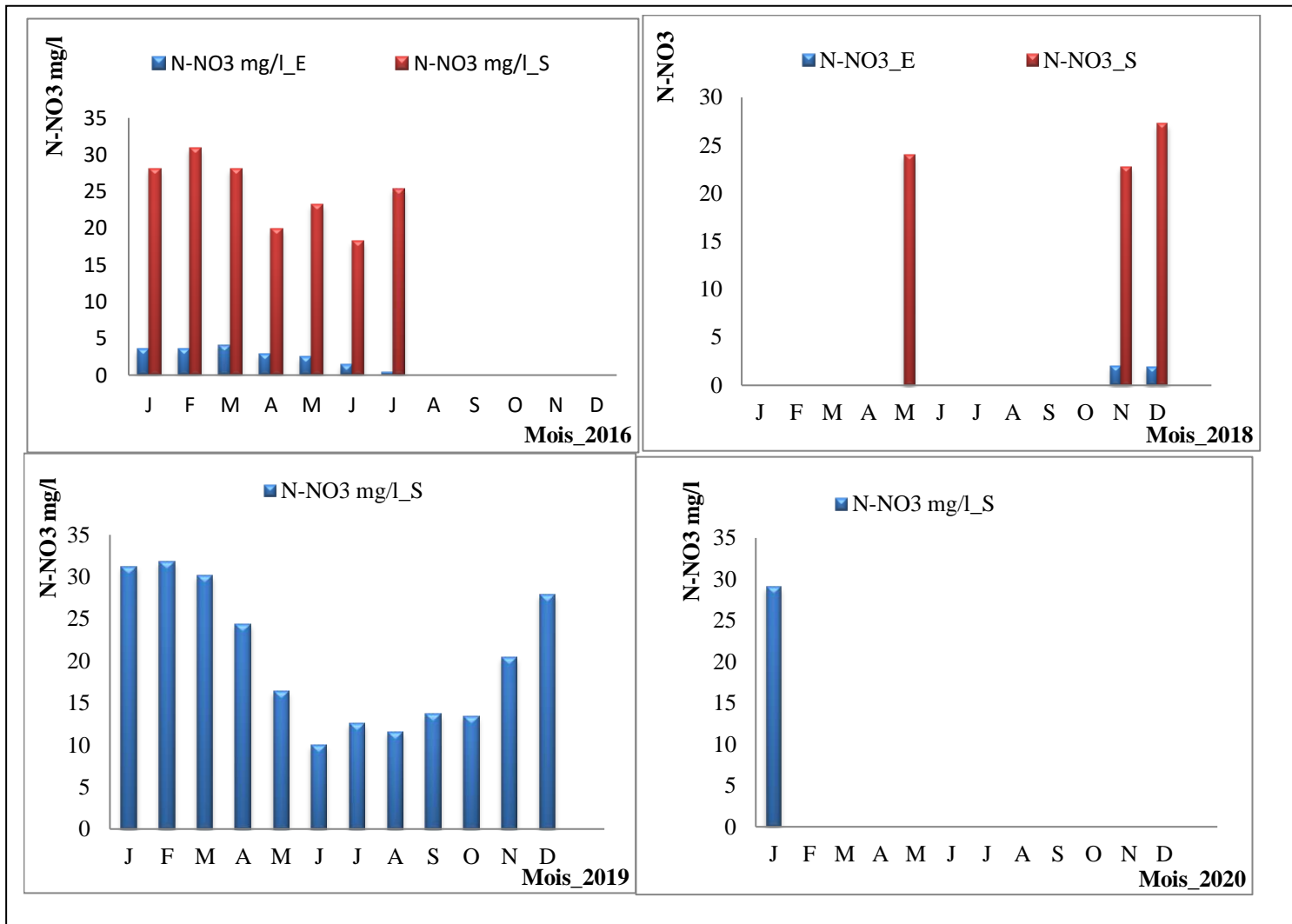
**Pour l'année 2016**, nous remarquons l'absence des données de  $\text{NO}_3^-$  durant 5 mois (aout, septembre, octobre, novembre et décembre) pour l'eau brute et traitée, quant à la valeur maximale de  $\text{NO}_3^-$  de l'eau d'entrée est  $4,07 \text{ mg.L}^{-1}$  (mois de mars) et la valeur minimale est  $0,39 \text{ mg.L}^{-1}$  (mois de juillet). Et la valeur maximale de  $\text{NO}_3^-$  des eaux de sortie est  $30,9 \text{ mg.L}^{-1}$  (mois de février) et la valeur minimale est  $19,92 \text{ mg.L}^{-1}$  (mois d'avril). Ce qui indique un dysfonctionnement où les concentrations en  $\text{NO}_3^-$  de l'eau entrée est moins faible que celle des eaux de sortie.

**Pour l'année 2018**, les concentrations maximales de  $\text{NO}_3^-$  de l'eau d'entrée est  $2 \text{ mg.L}^{-1}$  (mois de novembre) et la concentration minimale est  $1,88 \text{ mg.L}^{-1}$  (mois de décembre). Avec l'absence de mesure pendant 10 mois (janvier, février, ..., octobre) pour l'eau d'entrée et la même chose pour l'eau de sortie nous remarquons absence de mesure durant 9 mois de (janvier, février, .....septembre) le mois d'octobre nous avons enregistré une teneur de  $24 \text{ mg.L}^{-1}$ . La concentration maximale de  $\text{NO}_3^-$  de l'eau de sortie est  $27,28 \text{ mg.L}^{-1}$  (mois de décembre) et les concentrations minimale est de  $22,73 \text{ mg.L}^{-1}$  (mois de novembre).

**Pour l'année 2019**, nous remarquons que les concentrations maximales de  $\text{NO}_3^-$  de l'eau de sortie est  $31,80 \text{ mg.L}^{-1}$  (mois de février) et les concentrations minimale est  $9,99 \text{ mg.L}^{-1}$  (mois de juin).

**Pour l'année 2020**, on constate que la mesure a été faite en un mois seulement avec une valeur de  $29,07 \text{ mg.L}^{-1}$  (mois de janvier).

.



**Figure 35 :** Variation mensuelle de nitrate (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) des eaux usées brutes et traitées au niveau de la STEP Ain Beida (période : 2016-2020).

### 1.11. L'azote ammoniacal (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)

L'azote ammoniacal lors du traitement biologique des eaux usées est transformé en N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> puis en N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> grâce à l'apport d'oxygène, cependant les microorganismes responsables de la nitrification (Nitrosomonas et Nitrobacter) sont très fragiles, ils ont besoin de températures constantes (jamais inférieures à 12 °C), d'un rapport C/N/P favorable et d'une alimentation en oxygène suffisante (Hach Lang, 2008).

Les variations mensuelles de l'azote ammoniacal (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) durant la période étalée de 2016 à 2020 illustrées sur la figure (36) nous indiquent :

**Pour l'année 2016**, nous remarquons que la valeur maximale de l'azote ammoniacal des eaux d'entrées est 48,54 v(mois de juillet) et la valeur minimale est 29,8 mg.L<sup>-1</sup> (mois d'avril), mais pour les eaux de sortie la valeur maximale de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> des eaux de sortie est 0,48 mg.L<sup>-1</sup> (mois de juin) et la valeur minimale est 0,05 mg.L<sup>-1</sup> (mois de janvier). Ce qui révèle une excellente dégradation de l'ammonium pour cette année.

**Pour l'année 2017**, la valeur de l'azote ammoniacal la plus élevée des eaux d'entrée (eaux usées brutes) est 52,6 mg.L<sup>-1</sup> (mois de janvier) et la plus faible est 26,13 mg.L<sup>-1</sup> enregistrée le mois de mars, elle représente la moitié de la valeur maximale pour les eaux traitées (eau de sortie) nous avons enregistrée la valeur maximale le mois de septembre(2,34 mg.L<sup>-1</sup>) tandis que la valeur minimale est 0,05 mg.L<sup>-1</sup> enregistrée le mois de mai. Même pour cette année nous remarquons une très bonne élimination de l'azote ammoniacal.

**Pour l'année 2018**, malheureusement nous avons des données manquantes pendant les 4 mois de : juin, juillet, aout, et septembre, pour les eaux brutes et traitées. La teneur en azote ammoniacal la plus élevées est enregistrée pour le mois de: novembre (47,57mg.L<sup>-1</sup>) alors que la plus faible est enregistrée au mois d'avril avec 23,92mg.L<sup>-1</sup> pour l'eau de l'entrée, alors que pour l'eau de sortie la valeur maximale d'ammonium est 3,51 mg/l (mois de mai) et la valeur minimale est 0,06 mg/l(moi de novembre).

**Pour l'année 2019**, on remarque, la valeur maximale d'ammonium des eaux d'entrées est 54,00 mg.L<sup>-1</sup> (mois de juin) et la valeur minimale est 24,62 mg.L<sup>-1</sup> (mois de septembre)et la valeur maximale d'ammonium des eaux de sortie est 5,11mg/l (mois de juin) et la valeur minimale est 0,0 mg/l(mois d'avril, octobre, novembre, décembre), ce qui signifie une élimination totale de l'ammonium.

**Pour l'année 2020**, les données manquantes sont remarquées pour les deux mois de novembre et décembre pour l'eau d'entrée et de sortie. La valeur maximale de des eaux d'entrées est 54,08 mg.L<sup>-1</sup> (mois de juillet) et la valeur minimale est 26,40 mg.L<sup>-1</sup> (mois de septembre) et après épuration les valeurs sont diminuées à une valeur maximale de 2,53 mg.L<sup>-1</sup> (mois de aout) et à une valeur minimale de 0,01 mg.L<sup>-1</sup> (mois d'avril).

**De ces résultats**, nous constatons que l'élimination de l'ammonium est très importante durant toutes les années étudiées. Des valeurs de l'eau épurée similaires ont été mentionnées par Benyoucef (2021).

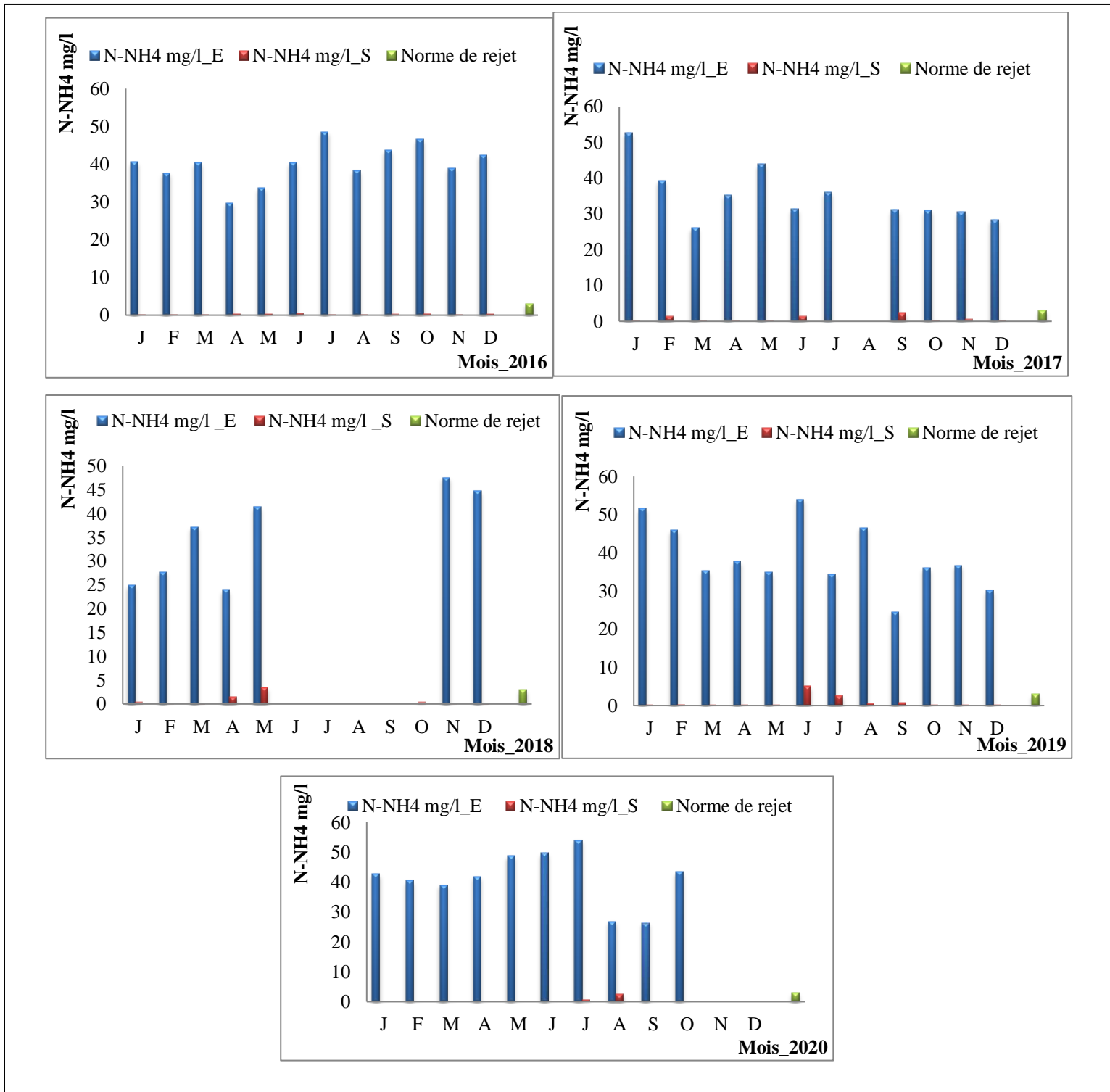


Figure 36 : Variation mensuelle de l'azote ammoniacal (NH4+) des eaux usées brutes et traitées au niveau de la STEP Ain Beida (période : 2016-2020).

## 2. Le Rendement épuratoire (%)

Les variations annuelles du Rendement (%) durant la période étalée de 2016 à 2021 illustrées sur le tableau (02) nous indiquent :

Pour la CE, nous remarquons que les valeurs annuelles enregistrées au cours des six années étudiés sont inférieures à 22%, ces valeurs indiquent une faible dégradation des sels.

Pour les MES, nous avons enregistré des taux d'abattements très important où les valeurs du rendement varient entre 96,5 et 97,5 %, ceci révèle une excellente élimination des matières particulaires. Des valeurs similaires sont rapportées par Benyoucef (2021) et S. Hubert & B.Rousso, (2012).

Pour la DCO, les rendements sont toujours très élevés où nous avons enregistré des taux qui varient entre 89 et 95 %.

**Pour la DBO5 et N-NH<sub>4</sub>** des rendements record ont été enregistrés où les taux calculés varient entre 97 et 99%.

**Pour NT**, les rendements sont moyen où ils varient entre 61 et 63%

**Pour N-NO<sub>2</sub>**, les rendements sont variables et varient entre un minimum de 50% et un maximum de 96%.

**Pour N-NO<sub>3</sub>**, le rendement est calculé pour une seule année (2016), il révèle une bonne élimination des nitrates.

**De ces résultats des rendements épuratoire, il se découle que la STEP de Ain Beida assure une excellente élimination des matières particulaire organique et plus au moins azotées.**

**Tableau 02** : Les variations annuelles du Rendement (%) au niveau de la STEP Ain Beida (période : 2016-2021).

Paramètre Année	RDT %							
	CE	MES	DCO	DBO5	N-NH4	NT	N-NO2	N-NO3
2016	17,68	96,83	95,41	99,29	99,43	61,34	87,72	92,18
2017	14,69	96,44	95,24	98,58	98,2	63,23	DM	DM
2018	14,93	96,35	89,6	97,97	97,5	DM	96,56	DM
2019	21,45	96,19	93,13	98,72	98,19	DM	50,22	DM
2020	18,28	97,05	94,85	99,34	98,85	DM	89,26	DM
2021	16,36	97,48	95,79	99,22	DM	DM	87,03	DM

DM : données manquantes.

### 3. Indice de Mohlman (IM ml/g)

Les variations mensuelles de l'indice de Mohlman (IM ml/g) durant la période étalée de 2016 à 2021 illustrées sur le tableau (03) nous indique :

**Pour l'année 2016**, les valeurs moyennes de l'indice de Mohlman (IM ml/g) varient entre un maximum de 47 ml/g au cours des mois de: juillet et septembre et un minimum de 36,14 ml/g enregistré au cours du mois de mars, nous remarquons que les valeurs de IM durant cette année sont inférieure à 50 ml/g ( $IM < 50$  ml/g), ce qui indiquent à une mauvaise décantation, selon (Rejsek, 2002).

**Pour l'année 2017**, les valeurs moyennes de l'indice de Mohlman varient entre un maximum de 65 ml/g au cour de mois de: septembre et un minimum de 39,84 ml/g enregistré au cours du mois de décembre, nous remarquons que pour les 6 mois ( janvier, février, mars, avril, novembre, décembre), les valeurs moyennes de IM sont inférieure à 50 ml/g ( $IM < 50$  ml/g) ce qui indique à une mauvaise décantation, alors que pour les mois de mai, juin, juillet, aout et octobre, les valeurs moyennes de IM varient entre 50 ml/g et 80ml/g, indiquant une décantation acceptable.

**Pour l'année 2018**, il y a eu des données manquantes au cours des mois de juin, juillet et aout, les valeurs moyennes de l'indice de Mohlman varient entre un maximum de 97 ml/g au cours de mois de: septembre et un minimum de 37,42 ml/g enregistré au cours du mois de

mars , nous remarquons pour les 4 mois ( janvier, février, avril, mai) les valeurs de IM sont inférieure à 50 ml/g (  $IM < 50 \text{ ml/g}$ ) ce qui indique une mauvaise décantation, alors que pour les 5 mois (mars, septembre, octobre, novembre, décembre) les valeurs moyennes de IM sont supérieur à 50 ml/g et comprises entre 80ml/g et 150 ml/g ce qui dévoile une bonne décantation.

**Pour l'année 2019**, les valeurs moyennes de l'indice de Mohlman varient entre un maximum de 75 ml/g au cour des mois de novembre et décembre et un minimum de 29.58 ml/g enregistré au cours du mois de février, nous remarquons pour les 8 mois ( janvier, février, mars, avril, mai, juillet, aout, septembre) les valeurs moyennes de IM sont inférieure à 50 ml/g (  $IM < 50 \text{ ml/g}$ ) ce qui révèle une mauvaise décantation, alors que pour les 4 mois (juin, octobre, novembre et décembre) les valeurs moyennes de IM sont supérieur à 50 ml/g ce qui dévoile une décantation acceptable.

**Pour l'année 2020**, les données manquantes sont remarquées pour le mois de septembre, les valeurs moyennes de l'indice de Mohlman varient entre un maximum de 132 ml/g enregistré au cours du mois de janvier et un minimum de 29,52 ml/g au cour de mois d'avril, nous remarquons pour les 4 mois (avril, juin, aout , octobre) les valeurs de IM sont inférieure à 50 ml/g (  $IM < 50 \text{ ml/g}$ ) ce qui indique une mauvaise décantation, alors que pour les 7 mois ( janvier, février, mars, mai, juin, novembre, décembre) les valeurs de IM sont supérieur à 50 ml/g et compris entre (80ml/g et 150 ml/g) ce qui indiquent à une bonne décantation de la boue, alors que pendant le mois de janvier la valeur de IM dévoile un risque de foisonnement dû à la présence de bactéries filamenteuses (phénomène de bulking).

**Pour l'année 2021**, les valeurs moyennes de IM sont étudiées pour les mois de janvier, jusqu'au mois de mai. Les valeurs varient entre un maximum de 123 ml/g au cour de mois de janvier et un minimum de 66,35 ml/g enregistré au cours du mois de mars , les valeurs de IM sont supérieur à 50 ml/g et comprises entre 80ml/g et 150 ml/g ce qui indiquent à une bonne décantation.

**Tableau 03** : Les variations mensuelles de l'indice de Mohlman (IM ml/g) au niveau de la STEP Ain Beida (période : 2016-2021).

Année Mois	IM ml/g					
	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Janvier	40	41	38	45	132	123
Février	40,29	40,09	42,23	29,58	75,16	92,82
Mars	36,14	49,40	50,43	35,52	63,38	66,35
Avril	38,37	49,17	42,86	41,33	29,52	68,13
Mai	45,49	52,58	37,42	47,80	54,25	66,45
Juin	43,9	52	DM	53,7	56,8	DM
Juillet	47	53	DM	49	46	DM
Aout	46	56	DM	48	35	DM
Septembre	47	65	97	50	DM	DM
Octobre	45,48	52,85	95,51	58,50	49,50	DM
Novembre	43,62	43,38	68,89	75,00	73,25	DM
Décembre	42,33	39,84	60,98	75,00	87,33	DM

DM : données manquantes.



*Conclusion*

### **Conclusion**

L'objectif visé par cette étude est l'étude du fonctionnement épuratoire de la STEP de la ville d'Ain Beida.

Cette ville a connu une croissance démographique rapide est accompagnée par une augmentation des quantités des eaux rejetées dans la nature, et en générale une augmentation de la pollution du milieu environnemental. Les eaux usées de la ville d'Ain El Beida sont épurées dans une station à boues activées fonctionnant à faible charge.

Nous avons constaté que les mesures des analyses physico-chimiques des eaux, avant et après traitements au niveau de la STEP ne sont pas effectués régulièrement en raison des problèmes de panne des appareils de mesure.

Le système d'épuration des eaux usées de la ville d'Ain el Beida (boues activées) donne un rendement de traitement très bon. Les paramètres physiques Température (TC°), pH, conductivité électrique (CE), répondent aux normes algériennes des rejets liquides urbains, alors que pour l'élimination des matières organique la DBO5, DCO, MES, les rendement rendements excellents qui dépassent 95 %.

---

## *Références Bibliographiques*

---

## Références bibliographiques

Abdelkader G. (1993). « Traitement des eaux usées urbaines ».

Albrecht R. (2007). Co-compostage de boues de station d'épuration et de déchets verts : nouvelle méthodologie du suivi des transformations de la matière organique, Thèse de doctorant en Sciences de l'Environnement, université Paul Cézanne Aix-Marseille III.

Amir S. (2005). Contribution à la valorisation des boues de station d'épuration par compostage : devenir des micropolluants métalliques et organiques et bilan humique du compost, Thèse de doctorant en science Agronomie l'institut national polytechnique de France, soutenue le 14 mars 2005.

Badi kh. (2015). Mémoire de master Spécialité : Génie des procédés, option : Génie Chimique « Élimination des polluants des eaux usées par filtres plantés (macrophyte) placés en série (gravier, sable) » université Mohamed khaidar Biskra, Algérie, 46p

Baouia A. et Habbaz D. (2006). La situation d'assainissement et d'évacuation des eaux usées de la ville d'Ouargla et caractérisation des eaux de Chott de Ain baida. Mém. Ing. Eco et Env. Ecos. Steppique et saharien. Univ. D'Ouargla, 118p.

Ben Rebah F. (2001). Utilisation des boues d'épuration comme milieu de culture pour la production d'inoculant à base de rhizobium, Thèse de doctorant en Sciences de l'eau, Université du Québec INRS-Eau. Soutenue le 16 octobre 2001.

Benelmouaz A. (2015). Performances épuratoires d'une station d'épuration de Maghnia. Mémoire fin d'étude .

Benyoucef A.(2021). Traitement des eaux usées par phytoépuration. Thèse doctorat, université LBMOEB, 146 p.

- Boumediene M. (2013). Bilan de suivi des performances de fonctionnement d'une station d'épuration a boues activées : cas de la STEP Ain el houtz, diplôme de licence en Hydraulique, université Abou bekr belkaid, 41p.
- Boumediene M. (2013). Bilan de suivi des performances de fonctionnement d'une station d'épuration a boues activées : cas de la STEP Ain el houtz, diplôme de licence en Hydraulique, université Abou bekrbel kaid.
- Champiat D. et Larpent J. (1988). Biologie des eaux. Méthodes et techniques, Masson, paris, 377p.
- Chaouch A. (2013). Surveillance de l'état de fonctionnement d'un procédé biologique de dépollution mémoire de magister, université 20 août 1955 – Skikda, 16p.
- Chapman P., M. (1996). Presentation and interpretation of sediment quality triad data. *Ecotoxicolog.* 5(5), 327-339.
- Dagot C. (2014). Julien Laurent, Module d'enseignement ASTEP, Version 89p.
- De Nardi, F. (2009). Excès de Phosphore et de Matières organiques naturelles dans les eaux de retenues : diagnostic et remèdes *Cas du lac de Ribou à Cholet, (Maine-et-Loire, France)*, thèse doctorat, Université d'Angers, France, 279 pages.
- Djeddi H. (2007). «Mémoire utilisation les eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbaines»; Université Mentouri Constantine, Algérie.
- Document élaboré par le GIS-BIOSTEP. (2005). Coordination R Jean-Pierre Canler, Dysfonctionnements biologiques des stations d'épuration : origines et solutions FNDAE n° 33, Document technique, 123p.
- Eckenfelder, W. (1982). Gestion des eaux usées urbaines et industrielles.

- Faby J., A., & Brissaud F. (1997). L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation. Office International de l'eau, 76 pages.
- Franck R. (2002). Analyse des eaux, Aspects réglementaires et techniques. Edition Scérén CRDP AQUITAINE.
- Ghettas N. (2009). Epuration des Eaux Usées : Cas de la Ville de Touggourt Mémoire d'ingénieur D'état En Biologie Université Kasdi Merbah – Ouargla, 32p.
- Haouati E. (2005). « Etude de réhabilitation et d'extension de la station d'épuration de la ville de Djelfa » ; Mémoire de fin d'étude (école nationale supérieure de l'hydraulique ABDALLAH ARBAOUI), 83p.
- Hubert S. et RousoB. (2012).Prise en compte de l'environnement dans les documents d'urbanisme. Test d'indicateurs environnementaux - Thème EAU, 6p.
- Laabassi, A. (2016). L'épuration des eaux usées par le système de lagunage à macrophytes, Thèse de doctorat, université Ferhat Abbas Sétif 1, 107 pages.
- 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.
- Mahdjar M. (2016). Etude des performances de la station d'épuration de la ville d'Ouargla, Diplôme de master Académique Université KASDI MERBAH Ouargla, 19p.
- Merair N. et Salmi A. (2014). Mémoire de master en génie des procédés Option Chimie Industrielle environnementale « Etude de la biodégradation des eaux usées Dans le réacteur à batch séquentiel et l'impact du solvant furfural dans le traitement biologique » université des sciences et technologies Mohamed Boudiaf, Oran, Algérie, 53p.

- Metahri. M.S.(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-Ouzou, Thèse de doctorat, université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 172 p.
- Perret J et P. (1999). DUCHENE J.M., Philippe et COTTEUX, Eric. Aide au diagnostic des stations d'épuration par l'observation microscopique des Boues activées. Éditions Cemagref, 155p.
- Rejsek F. (2002). Analyse des eaux : Aspects réglementaires et techniques, Centre Régional De Documentation Pédagogique D'aquitaine, France, ISBN : 2-86617-420-8.
- Renou S. (2006). Analyse de cycle de vie appliquée aux systèmes de traitement des eaux usées Thèse de doctorant en Génie des procédés, Institut national polytechnique de lorraine.
- Rodier J. (2009) .L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 9eme édition, Dunod, Paris.
- Rodier, J., Bazin, C., Broutain, J. P., Chambon, P., Champsaur, H., &Rodin, L. (2005). Water analysis: natural waters, residual waters, sea waters. Ed. Dunod.
- Rodier, J., Bazin, C., et Broutin, J. P. (1996). L'analyse de l'eau: eaux naturelles, eaux résiduaires et de mer: chimie, physico-chimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats. Dunod.
- Rodier, J., Legube, B., &Merlet, N. (2009). L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 9eme édition, Ed. Dunod.
- Saadi L. et Lebaili N. (2013). Water-rich diet effect on gerbil adrenal zona glomerulosa activity. Quatrièmes Journées Scientifiques sur la Valorisation des Bioressources. Tunisie.

Suschka, J., & Ferreira, E. (1986). Activated sludge respirometric measurements. *Water research*, 20(2), 281p.

Thomas O. (1995). *Métrologie des eaux résiduaires*. Ed. Tec. Et Doc. Lavoisier, 192 p.

Wood, P. M. (1990). Autotrophic and heterotrophic mechanisms for ammonia oxidation. *Soil use and management*. 6(2), 157p.

Xanthoulis D. (1993). Valorisation agronomique des eaux usées des industries agroalimentaires. *La Tribune de l'eau*. 59p.



# *Annexes*

## Critères pertinents et indicateurs d'évaluation

**Tableau :** Paramètres physico-chimiques des eaux usées épurées (STEP Ain Beida).

<b>Parameters</b>	<b>Unites</b>	<b>Concentrations Maximales Admissible</b>
<b>PH</b>	-	$6.5 \leq \text{ph} \leq 8.5$
<b>CE</b>	(mS.cm <sup>-1</sup> )	3
<b>MES</b>	mg.L <sup>-1</sup>	30
<b>DBO5</b>	mg.L <sup>-1</sup>	30
<b>DCO</b>	mg.L <sup>-1</sup>	80
<b>MVS(mg/l)</b>	mg.L <sup>-1</sup>	250
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (mg/l)</b>	mg.L <sup>-1</sup>	3
<b>NO<sub>2</sub><sup>-</sup> (mg/l)</b>	mg.L <sup>-1</sup>	1
<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (mg/l)</b>	mg.L <sup>-1</sup>	30

# Thème : Etude du Fonctionnement Epuratoire de la STEP, Ain Beida (W. Oum El Bouaghi)

## Résumé

Cette étude est une évaluation du fonctionnement épuratoire de la STEP e la ville d'Ain Beida, c'est une station à boues activées à faible charge. Nous avons étudié les résultats des analyses physiques et chimiques des eaux usées avant et après traitement sur la période étalée de 2016 à mai 2021.

Les analyses des eaux brutes et traitées au niveau de la STEP montrent une forte élimination des matières organiques et particulaire avec des rendements qui dépassent 90% ce qui indique qu'en termes de biodégradabilité, les eaux de la station présente une forte biodégradabilité par les microorganismes.

Il s'agit d'une pratique qui a des influences sur l'environnement. Dans l'optique de préserver l'environnement et de protéger la santé publique.

**Mots clés :** Eaux usées brutes, eaux traitées, boues activées, rendement épuratoire, STEP.

---

## الملخص

هذه الدراسة عبارة عن تقييم لعملية تنقية محطة معالجة مياه الصرف الصحي في مدينة عين البيضاء، وهي محطة الحمأة المنشطة منخفضة الحمولة. درسنا نتائج التحليلات الفيزيائية والكيميائية لمياه الصرف الصحي قبل وبعد المعالجة خلال الفترة من 2016 إلى ماي 2021.

تظهر تحليلات المياه العادمة والمعالجة في محطة معالجة مياه الصرف الصحي القضاء القوي على المواد العضوية والجسيمية مع مردود يتجاوز 90%، مما يشير إلى أنه من حيث قابلية التحلل البيولوجي، فإن مياه المحطة لديها قابلية عالية للتحلل البيولوجي بواسطة الكائنات الحية الدقيقة.

هذه الممارسة لها تأثيرات على البيئة وصحة الإنسان. هدفها الحفاظ على البيئة وحماية الصحة العامة.

**الكلمات المفتاحية :** مياه الصرف الصحي العادمة، المياه المعالجة، الحمأة المنشطة، مردود التنقية، محطة معالجة مياه الصرف الصحي.

---

## Abstract

This study is an evaluation of the purification operation of the WWTP in the city of Ain Beida, it is a low load activated sludge station. We studied the results of physical and chemical analyzes of wastewater before and after treatment over the period from 2016 to May 2021.

Analyzes of raw and treated water at the WWTP shows a strong elimination of organic and particulate matter with purification efficiency exceeding 90%, which indicates that in terms of biodegradability, the station water has a high biodegradability by microorganisms.

This is a practice that has influences on the environment. With a view to preserving the environment and protecting public health.

**Keywords:** Raw wastewater, treated water, activated sludge, purification efficiency, WWTP.