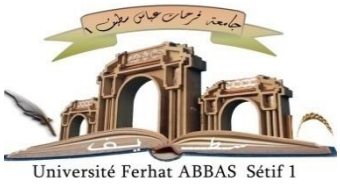
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Université Sétif 1, Ferhat ABBAS
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie

جامعة، سطيف1، فرحات عباس
كلية علوم الطبيعة والحياة



DEPARTEMENT DE BIOTECHNOLOGIE

N°..../SNV/**2026**

MEMOIRE

Présenté par

Drouiche Doua

Fdol Hibet Errahmene

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER

Filière : Biotechnologie

Spécialité : Biotechnologie et Santé

THÈME

Évaluation de l'efficacité du traitement des eaux usées de la station d'épuration d'Aïn Oulmène (Sétif)

Soutenue publiquement le :**24/06/2026**

DEVANT LE JURY :

PRESIDENT : SELLAL ABDELHAKIM	**UFA Sétif 1**
ENCADRANT : SEKKIOU SALAH EDDINE	**UFA Sétif 1**
EXAMINATEUR : SMARI HADJER KOUNOUZ	**UFA Sétif 1**

ANNEE UNIVERSITAIRE : 2025/2026

Introduction

L'eau est une ressource naturelle indispensable à la vie et au progrès des sociétés humaines. Elle est cruciale pour les activités domestiques, agricoles, industrielles et pour préserver l'équilibre des écosystèmes. Cependant, la croissance démographique, l'urbanisation rapide ainsi que l'expansion des activités industrielles et agricoles ont provoqué une augmentation significative de la production d'eaux usées. Cela pose aujourd'hui un défi majeur en termes de protection environnementale et de santé publique (Organisation Mondiale de la Santé (OMS), 2022) (UNESCO, 2024).

Les eaux usées non traitées renferment diverses substances polluantes, y compris des matières organiques, des particules en suspension, des nutriments et des micro-organismes pathogènes, qui peuvent dégrader la qualité des ressources en eau et perturber les écosystèmes aquatiques. Face à cette problématique, le traitement des eaux usées s'impose comme un impératif pour atténuer les impacts environnementaux, conserver les ressources en eau et protéger la santé publique (Organisation Mondiale de la Santé (OMS), 2022).

Les stations d'épuration revêtent un rôle crucial dans la gestion durable des ressources hydriques. À travers une combinaison de procédés physiques, biologiques et parfois chimiques, elles diminuent efficacement les polluants présents dans les eaux usées avant leur rejet dans l'environnement naturel ou leur éventuelle réutilisation. De plus, la réutilisation des eaux épurées devient aujourd'hui une option stratégique face à la raréfaction des ressources en eau, surtout dans les régions souffrant de stress hydrique (Metcalf & Eddy, 2014) (UNESCO, 2024).

En Algérie, le traitement des eaux usées est un enjeu environnemental majeur. Dans le cadre de la politique nationale de protection de l'environnement et de valorisation des ressources hydriques, des investissements significatifs ont été réalisés pour la construction et l'exploitation des stations d'épuration à l'échelle nationale. Ces infrastructures sont essentielles pour réduire la pollution, préserver les ressources en eau et encourager la réutilisation des eaux traitées dans divers secteurs (Office National de l’Assainissement ONA, s.d.).

La station d'épuration d'Aïn Oulmène, située dans la wilaya de Sétif, fait partie de cette initiative nationale. Utilisant le procédé des boues activées complété par un traitement tertiaire par lagunage, elle traite les eaux usées domestiques de la région tout en contribuant à la protection de l'environnement et des ressources hydriques locales (Office National de l'Assainissement (ONA),

2012).

Ce travail vise principalement à évaluer l'efficacité du traitement des eaux usées à la station d'épuration d'Aïn Oulmène. L'étude s'appuie sur l'analyse de divers paramètres physico-chimiques, organiques, nutritifs et microbiologiques mesurés à différentes étapes du processus de traitement. Elle cherche aussi à déterminer les performances épuratoires de la station, évaluer la qualité des eaux traitées obtenues et vérifier leur conformité avec les normes de rejet en vigueur.

Problématique

Dans ce cadre, la problématique de cette étude s'articule autour de la question suivante :

Dans quelle mesure la Station d'Épuration d'Aïn Oulmène parvient-elle à éliminer les polluants physico-chimiques, organiques et microbiologiques contenus dans les eaux usées, et la qualité de l'eau traitée respecte-t-elle les normes en vigueur pour le rejet ?

Pour aborder cette question, ce travail est structuré autour d'une étude bibliographique sur les stations d'épuration et leurs procédés de traitement, suivie d'une étude pratique menée à la station d'épuration d'Aïn Oulmène axée sur l'analyse des performances épuratoires et l'évaluation de la qualité des eaux traitées.

Sommaire

Remerciements

Dédicace

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Résumé

Introduction

Problématique 2

Partie bibliographique

Chapitre I : Généralités sur les stations d'épuration

1.1. Émergence et développement des systèmes d'assainissement 5

1.2. Évolution des technologies de traitement des eaux usées 6

2.1 Historique et développement des STEP en Algérie 7

2.2 Statistique générales des station d'épuration des eaux usées en Algérie……8

2.3. Gestion des STEP et rôle de l'ONA 8

3.1. Stations à boues activées : 9

3.2. Lagunage naturel 9

3.3. Lits bactériens 10

3.4. Traitements physique - chimique 10

4.1. Contribution environnementale des stations d'épuration 11

4.2. Impact sur la santé publique 11

4.3. Contribution à une gestion responsable des ressources en eau 11

5.2. Utilisation industrielle 12

5.3. Préservation des ressources hydriques et économie circulaire 12

Chapitre II : Étude de cas de la STEP d'Aïn Oulmène

2.1 Zone d'étude……..…..15

2.1.1. Situation géographique de la commune d'Aïn Oulmène 15

2.1.2. Présentation de la STEP d'Aïn Oulmène..... 16

2.1.2.1. Rôle de la STEP d'Ain-Oulmène 17

2.1.2.2. Composition de la station d'épuration d'Ain Oulmène..... 18

2.2 Filière de traitement des eaux (File Eau) ……...…19

2.2.1. Prétraitement ……19

2.2.1.1. Poste de relevage ……19

2.2.1.2. Dégrillage 20

2.2.1.3. Canal Venturi ……21

2.2.1.4. Répartiteur N°1..... 21

2.2.1.5. Le dessablage-déshuilage (Sableurs-déshuileurs) ……22

2.2.1.6. Classificateur à sable ……23

2.2.1.7. Répartiteur N°2 ……24

2.2.2. Traitement biologique (Traitement secondaire)..... 24

2.2.2.1. Bassin d'aération 24

2.2.2.2. Répartiteur N°3 ……25

2.2.2.3. Clarificateur..... 26

2.2.3. Autosurveillance en sortie de la station..... 26

2.2.4. Traitement tertiaire (Lagunes de finition)..... 27

2.3.Filière de traitement des boues (File Boue) ……..28

2.3.1. Recirculation et extraction des boues..... 28

2.3.2. Épaississeur des boues 29

2.3.3. Stabilisation des boues (Stabilisateur) ……30

2.3.4. Déshydratation mécanique..... 30

2.3.5. Lits de séchage 31

Partie pratique

Chapitre III : Matériels et Méthodes

3.1 Échantillonnage 34

3.1.1. Protocole de prélèvement 34

3.1.2. Points de prélèvement 34

3.1.3. Fréquence des analyses effectuées 36

3.2.1. Détermination du pH 37

3.2.2. Détermination de la température 37

3.2.3. Détermination de l'oxygène dissous (O_2) 37

3.2.4. Détermination de la conductivité électrique (CE) 38

3.2.5. Détermination de la Demande Chimique en Oxygène (DCO) 39

3.2.6. Détermination de la Demande Biochimique en Oxygène (DBO5) 40

3.2.7. Détermination des Matières En Suspension (MES) 42

3.2.8. Détermination de l'Azote Ammoniacal ($NH4^+$) 43

3.2.9. Analyse des Nitrates ($NO3^-$) 44

3.2.10. Analyse des Nitrites ($NO2^-$) 45

3.2.11. Analyse des Phosphates ($PO4^{3-}$) 45

3.3.1. Détermination de MES dans la boue activée 47

3.3.2. Détermination de l'indice de Mohlman (IM) et du V_{30} 49

3.4.1. Coliformes 51

3.4.2. Méthodes d'analyses microbiologiques utilisées 51

3.4.2.1 Méthodes du Nombre le Plus Probable (NPP) : 52

3.4.2.2. Méthode de filtration sur membrane : 54

3.4.2.3. Méthode d'ensemencement direct en surface 57

Chapitre IV : Résultats et discussion

1.1. Paramètres physiques : 61

1.1.1 La Température (T °C) 62

1.1.2 La Conductivité 63

1.2. Paramètres chimiques : 63

1.2.1 Potentiel Hydrogène (pH) 64
1.2.2 L'Oxygène (O_2) 65
1.2.3 Demande Chimique en Oxygène (DCO) 65
1.2.4 Demande Biochimique en Oxygène (DBO_5) 67
1.2.5 Matières en Suspension (MES) 69
1.2.6. Nutriments 69
1.3 Analyse des boues activées 72
1.3.1 Détermination des matières en suspension (MES) 72
1 .3.2 Détermination de la matière organique (MO) et de la matière minérale (MM) : 74
1.3.3 Indice de Mohlman 76
1.4 Analyses microbiologiques 77
1.4.1 Méthode du NPP (Nombre le Plus Probable) 77
1.4.2 Méthode de filtration membranaire : 78
3.Ensemencement et analyse microbiologique des échantillons d'eau sur milieux MacConkey et Gélose éosine bleu de méthylène (EMB) 80

Chapitre V : Impacts et solutions

1. Évaluation des risques environnementaux et sanitaires 83
2. Mesures de protection et hypothèses scientifiques 85
2.1Hypothèses techniques sur l'élimination partielle de l'ammonium 85
2.2Mesures immédiates de contrôle 86
3. Recommandations et Perspectives de Solutions 86
3.1 Solutions techniques et opérationnelles (au sein de la STEP) 86
3.1.1 Optimisation de la nitrification/dénitrification par aération séquentielle 86
3.1.2 Mise en place d'un traitement tertiaire avancé 86
3.2 Solutions écologiques : "Les solutions vertes" (en aval de la STEP) 87
3.2.1 Phytoremédiation et ingénierie écologique 87
3.2.2 Zones humides artificielles (filtres plantés de macrophytes) 87
Conclusion 89
References 91
ANNEXES

ملخص

تُعد المياه مورداً حيوياً أساسياً، مما يستوجب تسييراً فعالاً للمياه المستعملة للحفاظ على البيئة والموارد المائية. تهدف هذه الدراسة إلى تقييم فعالية معالجة المياه المستعملة على مستوى محطة تصفية المياه المستعملة بعين ولمان وتحديد جودة المياه المعالجة. شملت الدراسة تحليل مجموعة من المؤشرات الفيزيائية والكيميائية مثل الأس الهيدروجيني، درجة الحرارة، الناقلية الكهربائية، الأكسجين المذاب، الطلب الكيميائي لأكسجين(DCO،) الطلب البيوكيميائي للأكسجين خلال 5 أيام (DBO5)المواد العالقة (MES) إضافة إلى مركبات الآزوت والفوسفات، فضلاً عن التحاليل المكروبيولوجية. أظهرت النتائج انخفاضاً معتبراً في نسب الملوثات بعد المعالجة، مما يدل على فعالية نظام المعالجة المعتمد على الحمأة النشطة. كما بينت الدراسة أن المياه المعالجة تستجيب بصفة عامة لمعايير الطرح المعمول بها، مما يؤكد كفاءة المحطة في حماية البيئة والمحافظة على الموارد المائية.

لكلمات المفتاحية: محطة التصفية بعين ولمان، المياه المستعملة، معالجة المياه، الحمأة النشطة، مردود المعالجة، المؤشرات الفيزيائية والكيميائية.

Abstract

Water is an essential natural resource whose preservation requires effective wastewater management. In this context, the present study was conducted at the Aïn Oulmène Wastewater Treatment Plant (WWTP) to evaluate the efficiency of wastewater treatment processes and the quality of treated effluents. Several physicochemical parameters were analyzed, including pH, temperature, electrical conductivity, dissolved oxygen, COD, BOD5, suspended solids, ammonium, nitrites, nitrates, and phosphates, in addition to microbiological analyses. The obtained results revealed a significant reduction in pollutant loads after treatment, indicating a satisfactory purification efficiency of the plant. The treated wastewater generally complied with the applicable discharge standards, confirming the effectiveness of the activated sludge process used at the station. This study highlights the important role of wastewater treatment plants in environmental protection and sustainable water resource management.

Keywords: Aïn Oulmène WWTP, wastewater, wastewater treatment, activated sludge, treatment. efficiency, physicochemical parameters.

Résumé

L'eau est une ressource essentielle dont la préservation nécessite une gestion efficace des eaux usées. Dans ce contexte, cette étude a été réalisée au niveau de la Station d'Épuration (STEP) d'Aïn Oulmène afin d'évaluer l'efficacité du traitement des eaux usées et la qualité des eaux traitées. Le travail a porté sur l'analyse de plusieurs paramètres physico-chimiques (pH, température, conductivité, oxygène dissous, DCO, DBO5, MES, NH_4^+, NO_2^-, NO_3^-, PO_4^{3-}) ainsi que sur des analyses microbiologiques. Les résultats obtenus montrent une réduction significative de la charge polluante après traitement, traduisant un bon rendement épuratoire de la station. Les eaux traitées respectent globalement les normes de rejet en vigueur, ce qui confirme l'efficacité du procédé de traitement par boues activées utilisé au sein de la STEP. Cette étude met en évidence l'importance des stations d'épuration dans la protection de l'environnement et la préservation des ressources hydriques.

Mots-clés : STEP d'Aïn Oulmène, eaux usées, traitement des eaux, boues activées, rendement épuratoire, paramètres physico-chimiques.