

	الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية	
	People's Democratic Republic of Algeria	
	وزارة التعليم العالي والبحث العلمي	
	Ministry of Higher Education and Scientific Research	
	جامعة عبد الحميد بن باديس – مستغانم	
	Abdel Hamid Ibn Badis University – Mostaganem	
	كلية العلوم والتكنولوجيا	
	Faculty of Sciences and Technology	
	قسم هندسة الطرائق	
	Department of Process Engineering	

N° d'ordre : M2.../GP/2026

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES DE MASTER ACADEMIQUE

Filière : Génie des procédés

Spécialité : Génie des procédés de l'environnement

Thème

*Analyse et évaluation de la conformité des rejets d'eaux usées
traitées aux normes environnementales : application à la STEP
de Mostaganem*

Présentées par :

- 1- CHOUGRANI Hasnae
- 2- TINE Razika

Soutenu le 24/05/ 2026 à 9H devant le jury composé de :

Président : TERMOUL Mourad
Examinatrice : DIB Hanaa
Encadrant : TERKHI Med Cherif

Maître de Conférences "A"
Maître de Conférences "A"
Maître de Conférences "A"

Université de Mostaganem
Université de Mostaganem
Université de Mostaganem

Année universitaire : 2025/2026

Remerciement

*Nous tenons tout d'abord à exprimer notre profonde gratitude à Dieu le Tout-Puissant et Miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail. Nous adressons nos remerciements les plus sincères à notre encadrant, **Monsieur Terkhi Med Cherif**, pour sa disponibilité, ses conseils avisés et la rigueur scientifique avec laquelle il a guidé cette recherche.*

*Notre reconnaissance s'adresse également à **Monsieur Termoul Mourad**, qui nous fait l'honneur de présider ce jury, ainsi qu'à **Madame Dib Hanaa**, pour avoir accepté d'examiner ce travail et pour l'intérêt qu'elle a porté à notre étude.*

*Nous tenons aussi à remercier chaleureusement l'ensemble du personnel de l'Office National d'Assainissement et de la station d'épuration de Mostaganem pour leur accueil et leur aide technique précieuse. Un remerciement particulier s'adresse à **Monsieur Ben Tounes**, chef de service du laboratoire, pour son soutien actif et son accompagnement durant notre stage.*

Enfin, nous remercions toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à l'aboutissement de ce projet de fin d'études.

Dédicaces

*Avec l'aide d'Allah le tout puissant et miséricordieux,
j'ai pu achever ce modeste travail que je dédie :*

*A mon cher père **SAID** et à ma tendre mère **FATIMA**
mes plus chers êtres sur la terre, pour m'avoir aidé
avec leurs conseils et leur soutien moral. Je prie Allah
pour leur accordé la bonne santé et la prospérité.*

*À mon frère **Mohamed** et mes sœurs **Nourelhouda** et
Yasmine et Tous mes amis Et surtout **Souhila, Wiam**
et **chaimaa***

*A mes chers cousins **Younes, Hamidou, Wafae,**
Atika.*

A toute la famille et spécialement mes chères tantes.

*A tous mes enseignants, qui m'ont suivi dès mes
premières années d'école jusqu'ici.*

HASNAE

Dédicaces

À mes enseignants et mentors,

*Qui m'ont guidé(e) avec patience et rigueur
scientifique tout au long de ce parcours de
Master. Votre passion pour la transmission du
savoir a été une source d'inspiration
constante.*

*À mes collègues et camarades de promotion,
Avec qui j'ai partagé des moments de doute, de
travail acharné, mais aussi de grande
complicité. Cette étape n'aurait pas eu la
même saveur sans vous.*

RAZIKA

ملخص

تُعد المياه المستعملة نتاجاً لمختلف الأنشطة المنزلية والتجارية والصناعية، حيث يتم تصريفها بعد الاستخدام وهي محملة بملوثات متنوعة تشكل خطراً كبيراً على النظم البيئية وتؤدي إلى تضاؤل الموارد المائية المتاحة. لذا، تبرز الضرورة القصوى لمعالجة هذه المياه وتصفيها

قبل إعادتها إلى الوسط الطبيعي.

وتعتمد عملية المعالجة على مسار تقني متكامل يتكون من عدة مراحل أساسية تشمل: المعالجة الأولية، المعالجة البيولوجية، الترسيب والتوضيح، ثم التطهير، وصولاً إلى التفريغ النهائي.

إن التقييم الدقيق والحساب المفصل للمؤشرات الفيزيائية والكيميائية لهذه المياه يعد أمراً جوهرياً لضمان كفاءة عملية التصفية. وتهدف هذه الإجراءات الرقابية إلى تحقيق إدارة فعالة للمياه، وضمان حماية البيئة واستدامة الصحة العامة.

الكلمات المفتاحية: المياه المستعملة، حماية البيئة، محطة المعالجة.

Abstract

Wastewater is the water used by homes, industries and institutions, then discharged after treatment. In this respect, wastewater treatment at the Mostaganem Wastewater Treatment Plant (STEP) follows several stages, namely pre-treatment, biological treatment, clarification, disinfection and discharge.

Finally, careful examination and calculation of the physical and chemical parameters of wastewater in a treatment plant are essential to ensure effective wastewater management, environmental protection and the preservation of public health.

Keywords : Wastewater, environmental protection, station.

Résumé

Les eaux usées sont le produit de diverses activités domestiques, commerciales et industrielles. Elles sont rejetées après utilisation, chargées de divers polluants qui représentent une grande menace pour les écosystèmes et entraînent la diminution des ressources en eau disponibles. Par conséquent, il devient d'une nécessité absolue de traiter et d'épurer ces eaux avant de les rejeter dans le milieu naturel.

Le processus de traitement repose sur une filière technique intégrée, composée de plusieurs étapes essentielles : le prétraitement, le traitement biologique, la décantation et clarification, puis la désinfection, jusqu'au rejet final.

L'évaluation précise et le calcul détaillé des indicateurs physico-chimiques de ces eaux sont fondamentaux pour garantir l'efficacité du processus d'épuration. Ces mesures de contrôle visent à assurer une gestion efficace de l'eau, à garantir la protection de l'environnement et à pérenniser la santé publique.

Mots-clés : Eaux usées, protection de l'environnement, station d'épuration

SOMMAIRE

Introduction générale	1
------------------------------------	----------

Chapitre I : généralités sur les eaux usées

I.1 Introduction.....	4
I.2 Origine des eaux usées.....	4
I.2.1 Les eaux usées domestique.....	4
I.2.2 Les eaux agricoles.....	4
I.2.3 Les eaux pluviales.....	5
I.2.4 Les eaux industrielles.....	5
I.3 Composition des eaux usées.....	6
I.4 Normes de rejets.....	7
a. Normes internationales	7
b. Normes Algériennes	7
I.5 Pollution des eaux usées	8
I.5.1 Pollution chimique	9
I.5.2 Pollution physique	9
I.5.3 Pollution microbiologique	9
I.5.4 Pollution par le phosphore.....	9
I.5.5 Pollution par l'azote.....	10
I.6 Les paramètres de l'eau.....	10
I.6.1 Paramètres chimiques	10
I.6.2 Paramètres physiques.....	15
I.6.3 Paramètres microbiologiques.....	18
I.7 Impact les eaux usées.....	18
I.7.1 Impact sur l'environnement.....	19

I.7.2 Impact sur la santé humaine	19
I.8 Conclusion	19

Chapitre II : Description de la STEP de Mostaganem

II.1 Station d'épuration des eaux usées	21
II.2 Présentation de la station d'épuration de Mostaganem.....	21
II.3 Système d'épuration à Mostaganem.....	22
II.4 Les caractéristiques de la STEP	23
II.5 Objectifs de la STEP	24
II.6 Traitement des eaux usées de la wilaya Mostaganem	25
II.6.1 Prétraitement	26
II.6.2 Décantation primaire.....	29
II.6.3 Traitement secondaire (Traitement biologique)	30
II.6.4 Décantation secondaires (clarificateurs)	31
II.6.5 Traitement des boues	32
II.7 Conclusion.....	36

Chapitre III : Matériels et Méthodes

III.1 Objectif	38
III.2 La Mesure des paramètres physico-chimiques.....	38
III.2.1 Matériels et méthodes.....	38
III.2.2 Prélèvement.....	38
III.3 Analyses physico-chimiques	39
III.3.1 Détermination de pH et d'oxygène dissous	39
III.3.2 Conductivité.....	40
III.3.3 Les V_{30}	40
III.3.4 Détermination de MES	41
III.3.5 Détermination des matières décantables	43

III.3.6 Détermination de la DBO ₅	45
III.3.7 Détermination de la DCO	46
III.3.8 Détermination des matières sèches et les matières volatiles sèches	48
III.3.9. Détermination des Nitrates NO ₃	49
III.3.10 Détermination des nitrites NO ₂	49
III.3.11 Détermination des orthophosphates	50
III.3.12 Détermination des chlorures	50
III.3.13 Détermination de L'alcalinité	51

Chapitre IV : Résultats et discussions

IV.1 Introduction	53
IV.2 Caractéristiques de la STEP de Mostaganem.....	53
IV.3 Analyse des paramètres physico-chimiques.....	53
IV.3.1 Suivi des paramètres physico-chimiques de base (T°, pH, Conductivité et O ₂ dissous).....	53
IV.3.2 Suivi des paramètres de pollution (MES, DCO et DBO ₅)	56
IV.3.3 Suivi des paramètres des boues	57
IV.3.4 Suivi des paramètres Nutriments (Pollution Azotée et Phosphorée)	59
IV.4 Conclusion.....	60
Conclusion générale.....	63

Liste des figures :

Chapitre I : Généralité sur les eaux usées

Figure I.1 : Les eaux usées agricoles	5
Figure I.2 : Les eaux usées pluviales	5
Figure I.3 : Les eaux usées industrielles	6

Chapitre II : Description de la STEP de Mostaganem

Figure II.1 : Modèle illustrant la station de traitement des eaux usées à Mostaganem.....	22
Figure II.2 : Vues sur les stations d'épuration STEP de Mostaganem	22
Figure II.3 : Chaîne complète d'épuration dans la STEP de Mostaganem	25
Figure II.4 : Déversoir d'orage.....	26
Figure II.5 : Dégrillage grossier	27
Figure II.6 : Dessablage-Déshuilage.....	28
Figure II.7 : Décanteur primaire	30
Figure II.8 : Bassin biologique (Bassin d'aération)	31
Figure II.9 : clarificateur	32
Figure II.10 : Les boues	33
Figure II.11 : Epaisseur	33
Figure II.12 : Bassin de stabilisation.....	34
Figure II.13 : Section de déshydratation	35
Figure II.14 : Stockage de boues déshydratées	35

Chapitre III : Matériels et Méthodes

Figure III.1 : pH mètre et L'oxymètre	40
Figure III.2 : conductimètre.....	40
Figure III.3 : Epruvette graduée pour V_{30}	41
Figure III.4 : Dessiccateur et les filtres	42
Figure III.5 : La filtration	42
Figure III.6 : Centrifugeuse et Les tubes centrifugeuse	43
Figure III.7 : matière décantables dans les connes	44
Figure III.8 : Etuve DBO_5 et Les 3 flacons de la DBO_5	45

Figure III.9 : Les échantillons de la DCO.	46
Figure III.10 : Titrage d'échantillons avec sel de Mohr.....	47
Figure III.11 : Spectrophotomètre.....	49

Liste des tableaux :

Chapitre I : Généralité sur les eaux usées

Tableau I.1 : Caractéristiques physico-chimiques des eaux usées urbaines brutes	6
Tableau I.2 : normes de rejets internationales	7
Tableau I.3 : Normes de rejet des eaux usées épurées (Décret exécutif n°06-141).....	8
Tableau I.4 : classification des eaux d'après leur pH.	10
Tableau I.5 : Echelle de valeurs de DBO ₅	12
Tableau I.6 : valeurs de référence pour la qualité des eaux	14
Tableau I.7 : Critères analytiques du PO ₄ dans l'eau.	15
Tableau I.8 : Échelle indicative de conductivités naturelles de différentes eaux [15].....	16
Tableau I.9 : classe de turbidité usuelle	16

Chapitre II : Description de la STEP de Mostaganem

Tableau II.1 Différents stations d'épuration de la wilaya de Mostaganem	23
Tableau II.2: Caractéristiques de la STEP.....	23
Tableau II.3 : caractéristiques du dessableur/déshuileur	29
Tableau II.4 : caractéristique du décanteur primaire	29

Chapitre III : Matériels et Méthodes

Tableau III.1 : Paramètres à analyser.....	38
Tableau III.2: Appareillage de laboratoire	39
Tableau III.3 : Résultats- valeurs repères.....	44

Chapitre IV : Résultats et discussions

Tableau IV.1 : Paramètres de conception de la STEP (Bases de calcul)	53
Tableau IV.2 : Suivi du pH, la Température, la Conductivité et l'oxygène dissous (18/01/2026 au 22/01/2026).....	55
Tableau IV.3 : suivi de la pollution (DCO, DBO ₅ et MES).....	57
Tableau IV.4 : Comparaison des concentrations de MES, DCO et DBO ₅ entre l'entrée (EB) et la sortie (EE).....	57
Tableau IV.5 : Paramètres de suivi de la boue activée (Bassins d'Aération)	58
Tableau IV.6 : Suivi des matières décantables (18/01 au 22/01/2026).....	59
Tableau IV.7 : Résultats des analyses des nutriments (du 20/01/2026).....	60

Liste des abréviations

STEP : Station d'Épuration des eaux usées.

ONA : Office National de l'Assainissement.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

EB : Eau brute.

EE : Eau Epurée.

pH: Potentiel Hydrogène.

MES : Matière en suspension.

DBO : Demande Biologique en Oxygène.

DBO5 : Demande biochimique en oxygène à cinq jours

DCO : Demande Chimique en Oxygène.

IB : Indice de boue.

T°C : Température.

PO_4^{3-} : Ortho-Phosphate.

NO_3^- : Nitrate.

NH_4^+ : Ammonium.

O₂: Oxygène.

CE : Conductivité électrique

MO : Matière organique

MVS : Matières volatile sèche

MS : Matière Sèche

μs /cm : Micro siemens sur centimètre

mg/l : Milligramme par litre

BP : Boue primaire

BA1 : Bassin aéré 1

BA2 : Bassin aéré 1/2

BR : Boue Recirculée

BE : Boue Epissée (boue en excès +boue primaire)

BS : Boue stabilisée

BD : Boue déshydratée

Introduction générale

Introduction générale

L'eau, indispensable à la vie, est une ressource précieuse qui n'est pas toujours renouvelable et sensible à la dégradation et au gaspillage. Elle nécessite d'être non seulement mobilisée mais aussi préservée et bien gérée.

La pollution de l'eau est une dégradation physique, chimique, biologique ou bactériologique de ses qualités naturelles, provoquée par l'homme et ses activités. Elle perturbe les conditions de vie de la flore et de la faune et affecte l'équilibre écologique des écosystèmes.

La dégradation des ressources en eau, sous l'effet des rejets d'eaux polluées, peuvent non seulement détériorer gravement l'environnement mais aussi entraîner des risques de pénurie, d'où la nécessité de traiter ces eaux usées avant de les rejeter dans le milieu récepteur. La pollution de l'eau peut être provoquée par les activités domestiques, industrielles ou agricoles nécessaires aux besoins quotidiens des populations et leur développement socio-économiques.

Dès lors, les institutions nationales et locales en charge de la gestion des ressources hydriques sont contraintes de mettre en œuvre des projets d'aménagement en vue de développer les moyens logistiques et techniques de traitement et d'épuration des eaux usées.

Cependant, les capacités de traitement et d'épuration des eaux usées sont susceptibles de ne pouvoir encadrer dans la continuité les quantités sans cesse croissantes liées à l'accroissement démographique et le développement socioéconomique. La recherche scientifique et technique est donc appelée à développer davantage les capacités et les rendements des techniques de traitement et d'épuration des eaux usées.

L'installation des systèmes de traitement et d'épuration des eaux en aval des réseaux d'assainissement constitue l'une des solutions la plus pertinente pour préserver les ressources en eau. Outre la dépollution des effluents, ces installations permettent la mobilisation d'un volume important d'eau apte à être réutilisé ou recyclé dans plusieurs domaines. Selon la nature et l'importance de la pollution, différents procédés peuvent être mis en œuvre pour le recyclage

des eaux résiduaires en fonction des caractéristiques de celles-ci et du degré d'épuration souhaité.

L'objectif de ce travail consiste à évaluer les performances épuratoires et les rendements de la station d'épuration (Salamandre) de la ville de Mostaganem en analysant les paramètres suivants : DCO, DBO5, MES, la turbidité, les matières azotées, orthophosphates, le pH, la température, la conductivité de l'eau et l'oxygène dissous.

Pour aboutir à notre objectif, notre mémoire comporte quatre chapitres :

- **Le premier chapitre** traite les généralités sur les eaux usées.
- **Le deuxième chapitre** nous présentons la station et les procédés d'épuration des eaux usées.
- **Le troisième chapitre** est consacré à la partie matérielles et méthodes (description du protocole expérimental ainsi que les méthodes d'analyse utilisées).
- **Le quatrième chapitre** présente les résultats obtenus à partir des analyses physico-chimiques et bactériologiques ainsi que la discussion de ces résultats.

Chapitre I :

Généralité sur les eaux usées

Chapitre I : Généralité sur les eaux usées

I.1 Introduction

« L'eau est considérée comme polluée lorsqu'il y a une altération défavorable ou nuisible des caractéristiques physicochimiques et biologiques, produite directement ou indirectement par les activités humaines, les rendant inadaptées à l'usage normal établi. » Les eaux usées désignent toutes les eaux issues des activités domestiques, agricoles et industrielles contenant des substances toxiques qui se retrouvent dans le réseau d'assainissement. Les eaux usées comprennent aussi les eaux pluviales et leur niveau de pollution, elles provoquent dans l'environnement récepteur une multitude de pollutions et d'inconvénients [1].

Peu importe leur provenance, les eaux usées peuvent être chargées de polluants et représenter un péril sérieux pour l'environnement ainsi que la santé des utilisateurs.

Il est donc crucial de ne pas les déverser directement dans l'environnement naturel. Il est préférable de les traiter dans une station d'épuration où la majorité des polluants sont supprimés pour respecter les normes en vigueur concernant la qualité des effluents.

I.2 Origine des eaux usées

I.2.1 Les eaux usées domestique

Elles représentent l'une des principales sources de pollution organique liées aux activités humaines quotidiennes. Elles se divisent en eaux ménagères qui proviennent essentiellement de la cuisine et de la salle de bain, et sont chargées de détergents, de graisses, de solvants et de débris organique. Ainsi que les eaux noires provenant des toilettes riches en matières organiques azotées et de matières fécales, d'urine et de papier [2].

I.2.2 Les eaux agricoles

Les eaux usées agricoles (**figure I.1**) sont toutes les eaux qui proviennent des activités de l'agriculture. Elles constituent une source importante de pollution des eaux par les engrais azotés, phosphatés et les pesticides. Cette pollution est principalement diffuse, issue du ruissellement des terres cultivées chargées en excès d'éléments nutritifs non retenus par le sol ni absorbés par les plantes [3].



Figure I.1 : Les eaux usées agricoles.

I.2.3 Les eaux pluviales

Les eaux pluviales et de ruissellement sont souvent polluées par les impuretés atmosphériques (pluies acides) et par le lessivage des surfaces urbaines. En traversant les toitures, les voies publiques, les cours, les marchés, les zones industrielles et les trottoirs, ces eaux se chargent de divers polluants tels que les sédiments, les métaux lourds (plomb, zinc, cadmium), les hydrocarbures (pétrole, carburant) et les résidus d'usure des pneus. Elles peuvent dégrader la qualité des cours d'eau.



Figure I.2 : Les eaux usées pluviales.

I.2.4 Les eaux industrielles

Les caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques des eaux usées industrielles varient en fonction du type de l'industrie dont elles sont issues. Ces eaux sont souvent chargées de polluants toxiques, solvants, métaux lourds, micropolluants organiques,

Chapitre I : Généralité sur les eaux usées

hydrocarbures et doivent faire l'objet d'un prétraitement en aval de l'industrie avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte [4].



Figure I.3 : Les eaux usées industrielles.

I.3 Composition des eaux usées

Les caractéristiques physico-chimiques des eaux usées urbaines brutes sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau I.1 : Caractéristiques physico-chimiques des eaux usées urbaines brutes.

Paramètres	Valeurs
pH	7.5-8.5
MES totales (mg/l)	200-450
DBO ₅ (mg O ₂ /l)	100-400
DCO (mg O ₂ /l)	300-1000
COT (mg/l)	100-300
NTK (mg/l)	30-100
N-NH ₄ ⁺ (mg/l)	20-80
P (mg/l)	10-25
Résidus sec (mg/l)	500-1500
Graisses et huiles (mg/l)	50-150
Détergents (mg/l)	5-20

Chapitre I : Généralité sur les eaux usées

I.4 Normes de rejets

La norme est représentée par un chiffre qui fixe une limite supérieure à ne pas dépasser ou une limite inférieure à respecter [5].

a. Normes internationale :

Les normes internationales selon l'organisation mondiale de la santé (OMS) respective pour les eaux usées [5].

Tableau I.2 : normes de rejets internationales.

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

b. Normes Algériennes :

D'après les normes établis en Algérie, les limites maximales de rejet d'effluents sont rassemblées dans le tableau ci-après [6] :

Tableau I.3 : Normes de rejet des eaux usées épurées (Décret exécutif n°06-141)

Paramètres	valeurs
pH	6.5-8.5
Température (°C)	30
DBO ₅ (mg/l)	35
DCO (mg/l)	120
MES (mg/l)	35
NTK	30
P (mg/l)	10
Huiles et graisses (mg/l)	20
Hydrocarbures (mg/l)	10
Plomb (mg/l)	0.5
Fer (mg/l)	3
Mercure (mg/l)	0.01
Cuivre (mg/l)	0.5
Zinc (mg/l)	3
Détergents (mg/l)	2

I.5 Pollution des eaux usées

La pollution de l'eau est définie comme une dégradation physique, chimique, biologique ou bactériologique de ses qualités naturelles, provoquée par les activités humaines. Elle impacte directement la réutilisation de l'eau et menace l'équilibre de l'environnement.

La pollution des eaux est provoquée par le rejet d'eau salie par nos activités domestiques (lavages et nettoyages divers, évacuation de nos urines et fèces, etc.) mais également par les diverses activités industrielles et agricoles qui rejettent des substances polluantes dans la nature [7].

Chapitre I : Généralité sur les eaux usées

I.5.1 Pollution chimique

La pollution chimique des eaux provient du rejet de certaines substances minérales toxiques (les nitrates, les phosphates, l'ammoniac et autre sels) ainsi que des ions métalliques.

Ces substances ont un effet toxique sur la matière organique et la rendent plus dangereuse. On peut classer ces polluants chimiques en plusieurs catégories: les produits indésirables, les pesticides, les détergents, les colorants et autres éléments toxiques [8].

I.5.2 Pollution physique

La pollution physique regroupe principalement deux types :

La pollution thermique : due à une température élevée qui réduit le taux d'oxygène dissous dans l'eau.

La pollution mécanique : provoquée par la présence de particules de tailles et de matières très variées ce qui rend l'eau trouble [8].

I.5.3 Pollution microbiologique

La pollution microbiologique concerne la contamination par les virus, les bactéries, les parasites comme certains protozoaires (souvent sous formes de kystes) ou des vers appelés également helminthes (souvent sous forme d'œufs) et d'autres microorganismes.

On retrouve ces éléments principalement dans les rejets d'eaux usées domestiques, traitées ou non, les rejets d'eaux pluviales, et les effluents de certaines industries agroalimentaires. Ils peuvent provoquer la fermeture de plages ou l'interdiction de consommation d'eau du robinet.

La pollution microbiologique de l'air (aspersion), des eaux, des sols et la contamination microbiologique des aliments constituent les principaux risques liés à la réutilisation d'eaux usées insuffisamment traitées. Les rejets d'eaux usées non traitées, en premier lieu au droit des déversoirs d'orage des systèmes d'assainissement, constituent les principales sources de pollution microbiologique vers le milieu naturel [9].

I.5.4 Pollution par le phosphore

La pollution des eaux usées par le phosphore est un problème environnemental majeur. Bien que cet élément soit nécessaire à la vie, sa présence en excès dans l'eau provoque des effets néfastes, Il a la capacité de favoriser une croissance excessive des algues, connue sous le nom d'eutrophisation. Le phosphore pénètre dans les eaux usées principalement par le rejet direct de détergents et d'engrais phosphatés, soit une conséquence naturelle de l'altération et de

Chapitre I : Généralité sur les eaux usées

l'érosion du sol. Ce qui le libère dans l'environnement en quantités dangereuses. Le phosphore peut contaminer les eaux souterraines et les eaux de surface, qui sont souvent utilisées comme sources d'eau potable. Le phosphore peut également s'accumuler dans les sédiments au fond des sources d'eau, où il peut être libéré dans l'eau dans certaines conditions. Cela signifie que le phosphore peut continuer à causer des problèmes de qualité de l'eau longtemps après avoir été rejeté [10].

I.5.5 Pollution par l'azote

L'azote élémentaire se présente sous forme ionique (ammonium NH_4^+ , nitrite NO_2^- et nitrate NO_3^-) et sous forme gazeuse (N). Les effluents urbains se caractérisent par la présence d'azote organique et d'azote ammoniacal. Ces ions sont convertis dans les milieux faiblement acides en nitrites, puis en nitrates, qui constituent également des engrais pouvant favoriser la prolifération d'algues dans les milieux aquatiques [11].

I.6 Les paramètres de l'eau

I.6.1 Paramètres chimiques

i. pH :

Le pH d'une eau permet de mettre en évidence les espèces chimiques présentes dans un échantillon. On parle alors de pH acide, de pH neutre ou de pH basique. La mesure du pH est réalisée par une méthode potentiométrique en mesurant la différence de potentiel entre une électrode de verre et une électrode de référence [12]. La variation de l'acidité d'une eau en fonction du pH est représentée dans le **tableau I.3** [13].

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

Tableau I.4 : classification des eaux d'après leur pH.

Plage	Etat de l'eau	Caractéristique
pH<5	Acidité forte	Présence marquée d'acides (minéraux ou organiques)
pH=7	Neutralité	Etat d'équilibre chimique parfait
5.5<pH<8	Eaux souterraines	-
7<pH<8	Eaux de surface	Zone de neutralité relative
pH>8	Alcalinité	Evaporation intense

Chapitre I : Généralité sur les eaux usées

ii. Oxygène dissous

L'oxygène dissous est un paramètre essentiel dans la surveillance environnementale de la qualité de l'eau. C'est un excellent indicateur de la santé globale de l'écosystème. La mort et la décomposition d'un plus grand nombre d'organismes provoquent un pic de croissance bactérienne. Ce pic augmente la consommation d'oxygène et fait baisser les niveaux globaux d'oxygène [14].

iii. Demande chimique en oxygène (DCO)

La DCO exprime la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière organique (biodégradable ou non) d'une eau à l'aide d'un oxydant. Cette mesure correspond à une estimation des matières oxydables présentes dans l'eau, quelle que soit leur origine organique ou minérale. Ce paramètre offre une représentation plus ou moins complète des matières oxydables présentes dans l'échantillon. La DCO peut être réalisée plus rapidement que la DBO (oxydation forcée) et donne une image de la matière organique présente, même quand le développement de micro-organismes est impossible [13].

Techniquement, cette oxydation se fait par le bichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$) en milieu acide et en présence de catalyseur à l'argent. Le résultat s'exprime en $mg/l O_2$. Pour les eaux usées domestiques [12]. La valeur de la DCO est généralement de 1,5 à 2 fois celle de la DBO_5 . Enfin, la relation empirique suivante permet de lier ces paramètres pour estimer la matière organique (MO) :

$$MO = \frac{2DBO_5 + DCO}{3}$$

iv. Demande biologique de l'oxygène (DBO_5) :

La DBO_5 exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la dégradation de la matière organique biodégradable d'une eau par le développement de micro-organismes, dans des conditions données [13]. Ce test constitue un moyen de l'étude des phénomènes naturels de dégradation des matières organiques. Il s'agit de déterminer la quantité d'oxygène consommée dans les conditions de l'essai après une incubation durant 5 jours à $20^\circ C$ et dans l'obscurité. La méthode peut être réalisée soit sans dilution ou avec dilution [12].

Chapitre I : Généralité sur les eaux usées

Cette mesure est très utilisée pour le suivi des rejets des stations d'épuration, car elle donne une approximation de la charge en matières organiques biodégradables [13].

Tableau I.5 : Echelle de valeurs de DBO₅.

Situation	DBO ₅ (mg/l d'O ₂)
Egout	$100 < c < 400$
Rejet station d'épuration efficace	$20 < c < 40$
Rivière légèrement polluée	$1 < c < 3$
Eau naturelle pure et vive	$c < 1$

v. La biodégradabilité

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydé par les microorganismes qui interviennent dans le processus d'épuration biologique des eaux.

La biodégradabilité est exprimée par un coefficient K, tel que, $K = DCO / DBO_5$:

- Si $k < 1,5$: cela signifie que les matières oxydables sont constituées en grande partie de matières fortement biodégradable ;
- Si $1,5 < K < 2,5$: cela signifie que les matières oxydables sont moyennement biodégradables.
- Si $2,5 < K < 3$: les matières oxydables sont peu biodégradables.
- Si $K > 3$: les matières oxydables sont non biodégradables.

Un coefficient K très élevé traduit la présence dans l'eau d'éléments inhibiteur de la croissance bactérienne, tels que, les sels métalliques, les détergents, les phénols, les hydrocarbures etc.

La valeur du coefficient K détermine le choix de la filière de traitement à adopter, si l'effluent est biodégradable on applique un traitement biologique, sinon on applique un traitement physicochimique.

Chapitre I : Généralité sur les eaux usées

vi. Carbone organique total (COT)

Le COT se réfère à la quantité de carbone présente dans l'eau, que ce soit dans les substances organiques dissoutes ou en suspension. Une oxydation par combustion, l'ajout d'oxydants adéquats ou l'irradiation aux ultraviolets du carbone.

L'eau organique le convertit en dioxyde de carbone (CO_2). La formation de CO_2 se produit par oxydation et sa quantification est réalisée par spectrométrie infrarouge [12].

vii. Azote

L'azote contenu dans l'eau peut être de nature organique ou minérale. Des composés comme les protéines et les acides aminés constituent principalement l'azote organique. Généralement, ces produits ne se trouvent qu'en concentrations très minimes. En ce qui concerne l'azote minéral.

Constituant la plus grande part de l'azote total, on le retrouve sous forme d'ammoniaque (NH_4), de nitrates (NO_3) et de nitrites (NO_2). La méthode Kjeldahl ne permet pas d'évaluer la quantité totale d'azote, mais uniquement celle des composés non oxydés de l'azote [12].

$$\text{N total} = \text{N-NH}_4 + \text{N organique} + \text{N-NO}_2 + \text{N-NO}_3$$

a. Azote de kjedahl

Suite à la minéralisation de l'azote organique, l'ammoniac (NH_3) est extrait de son sel en intégrant une base (NaOH), puis une distillation est réalisée dans une solution d'acide borique indicateur. Finalement, un dosage titrimétrique est effectué en utilisant un acide titré [12].

$$\text{NTK (Azote Kjeldahl)} = \text{N organique} + \text{N ammoniacal (NH}_4^+)$$

b. Azote ammoniacal

La détection d'azote ammoniacal (NH_4) dans une eau indique une décomposition partielle de la matière organique. La première technique d'identification implique l'utilisation d'une réaction colorée et d'un dosage par spectrophotométrie d'absorption moléculaire. Elle permet de mesurer des concentrations basses dans les eaux destinées à la consommation et les eaux fluviales.

Chapitre I : Généralité sur les eaux usées

Une autre technique de dosage permet de mesurer des concentrations plus élevées, en particulier dans les eaux industrielles ou résiduaire, en utilisant un dosage volumique après une étape d'entraînement à la vapeur dans un environnement basique. L'analyse se poursuit par un dosage volumétrique utilisant un acide titrant [12].

viii. Nitrite

Les nitrites sont le résultat soit d'une oxydation partielle de l'ammoniaque, soit d'une transformation des nitrates sous l'effet d'un processus de dénitrification. Une eau qui renferme des nitrites est à considérer comme suspecte [12].

Tableau I.6 : valeurs de référence pour la qualité des eaux.

Situation	Nitrite NO ₂ (mg/l)
Très bonne	Jusqu'à 0.03
Bonne	0.3
Moyenne	0.5
Médiocre	1
Mauvaise	>1

ix. Nitrate

Toutes les variantes d'azote peuvent potentiellement produire des nitrates par un processus d'oxydation biologique. Les composés organiques : plusieurs indicateurs de pollution existent. Les sources des composés carbonés peuvent varier, incluant les actions de l'homme, les processus industriels et agricoles, ainsi que les phénomènes naturels [12].

x. Phosphates

Les phosphates (appelés aussi orthophosphates) (ions PO₄) sont la forme la plus simple et la plus répandue du phosphore dans l'eau.

La quantité d'orthophosphates d'une eau se mesure en mg/l. de PO₄

Dans les eaux superficielles, la teneur naturelle en phosphates est de l'ordre de 0,1 à 0,2mg de PO₄/l. pour moins de 0,1mg de P/l. en phosphore total.

Chapitre I : Généralité sur les eaux usées

La mesure de la fraction organique de phosphore d'une eau s'obtient à l'analyse par différence entre le phosphore total et les orthophosphates.

Le phosphate de calcium minéral contenu dans les roches calcaires est peu soluble et n'est donc pas responsable de la pollution des eaux par excès de phosphore [15].

Tableau I.7 : Critères analytiques du PO₄ dans l'eau.

0 à 0,1mg/l	Très bon
>0,1 à 0,5 mg/l.	Bon
>0,5 à 1 mg/l.	Médiocre
>1 à 2 mg/l.	Pollution
>2 mg/l.	Très pollué (phosphore sédimentaire)

I.6.2 Paramètres physiques

i. Température

La température de l'eau est un facteur déterminant pour le confort des utilisateurs. Elle offre aussi la possibilité d'ajuster les paramètres d'analyse dont les valeurs dépendent de la température, comme la conductivité. En outre, en exposant les différences de température de l'eau dans un environnement donné, il devient possible de déduire la provenance et le mouvement de l'eau. Il faut mesurer la température sur place. Les instruments de mesure du pH ou de la conductivité sont généralement dotés d'un thermomètre intégré.

ii. Conductivité électrique

La conductivité évalue la faculté de l'eau à transmettre le courant entre deux électrodes. La majorité des substances dissoutes dans l'eau existent sous forme d'ions ayant une charge électrique. L'évaluation de la conductivité donne donc une indication sur le volume de sels dissous dans l'eau.

Chapitre I : Généralité sur les eaux usées

La conductivité dépend aussi de la température de l'eau : elle s'accroît à mesure que la température monte. Il est donc nécessaire de présenter les résultats des mesures en termes de conductivité à 20 ou 25°C. En général, les instruments de mesure employés sur le terrain réalisent automatiquement cette conversion.

Il est essentiel de mesurer ce paramètre en conditions réelles. La méthode est facile à suivre et fournit des informations cruciales pour définir les caractéristiques de l'eau [13].

Tableau I.8 : Échelle indicative de conductivités naturelles de différentes eaux [15].

60 à 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Eau de pluie
50 à 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Eaux peu minéralisées (sols schisteux, volcaniques, granitiques)
550 $\mu\text{S}/\text{cm}$ environ	Eau du robinet à Besançon (région calcaire),
300 à 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Eaux minéralisées (sols calcaires, marneux)
700 à 1200 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Eaux fortement minéralisées (sols gypseux, eaux salées)

iii. Turbidité

L'analyse de la turbidité offre des détails supplémentaires sur les données visuelles relatives à l'eau. La turbidité représente la quantité de particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques...). Les inconvénients liés à la turbidité pour les utilisateurs sont subjectifs, car certaines communautés sont habituées à consommer de l'eau plus ou moins trouble et ne valorisent pas les caractéristiques de l'eau très claire. Toutefois, une turbidité élevée peut favoriser l'adhésion de micro-organismes à des particules en suspension. On évalue la turbidité sur le site avec un turbidimètre [13].

Tableau I.9 : classe de turbidité usuelle.

NTU < 5	eau claire
NTU < 30	eau légèrement trouble
NTU > 50	Eau trouble

Chapitre I : Généralité sur les eaux usées

NTU > 200	Eau de surface africaine
-----------	--------------------------

iv. Matières en suspension (MES)

La quantité de matières en suspension (MES) les très fines particules en suspension (sable, argile, produits organiques, particules de produits polluants, micro-organismes...) qui donnent un aspect trouble à l'eau, en réduisant la lumière indispensable à la vie aquatique. En excès, les MES représentent une forme de pollution solide dans les eaux. On détermine la quantité de matières en suspension totale (MEST) en filtrant un litre d'eau et en pesant les résidus une fois séchés. L'issue est donnée en milligrammes par litre (mg/l) [15].

$$\text{MES} = \text{MMS} + \text{MVS}$$

v. Matières volatiles en suspension (MVS)

Les matières volatiles en suspension sont celles qui peuvent être vaporisées lors d'un test de laboratoire à une température de 550° C. On associe généralement les MVS aux substances organiques en suspension. On mesure les MVS en milligrammes par litre [15].

vi. Matières minérales en suspensions (MMS)

Elles représentent le résultat d'une évaporation totale d'eau, c'est-à-dire extrait sec, constituant à la fois par MMS et les matières solubles (chlorures, phosphore ...etc.) [16].

vii. Couleur

La couleur des eaux usées brutes est due à la présence de substances organiques dissoutes ou colloïdales, ainsi qu'à des composés chimiques qui sont colorés et solubles. Les eaux usées, provenant généralement de sources domestiques, sont initialement de couleur grisâtre. Cependant, elles se transforment en noir au fil du temps, une couleur qui signale une décomposition partielle. Toute autre teinte indique un mélange avec de l'eau résiduelle d'origine industrielle [16].

viii. Odeur

L'eau peut avoir une odeur désagréable surtout à état de fermentation l'odeur est nauséante. Chaque odeur est un indicateur de pollution et de la présence de matière organique en décomposition, ce qui signifie deux choses :

Chapitre I : Généralité sur les eaux usées

La solubilité des sels et la séparation des gaz.

L'augmentation du nombre de micro-organismes [16].

I.6.3 Paramètres microbiologique

Ils comprennent : les virus, les bactéries, les protozoaires. Les plus courants sont liés au péril fécal

i. Virus

En ce qui concerne la transmission des maladies infectieuses par l'eau, les virus sont les plus inquiétants. Il s'agit principalement de ceux qui se multiplient dans l'intestin, ou entérovirus. Ils entrent principalement dans l'eau via les rejets des égouts ou la exposition directe aux matières fécales. Les entérovirus peuvent entraîner une variété de syndromes, y compris les éruptions cutanées, la fièvre, les gastroentérites, la méningite, les maladies respiratoires et les hépatites [16].

ii. Bactéries

Les eaux usées urbaines contiennent approximativement 10^4 à 10^5 bactéries/ml, dont 1000 sont pathogènes. On connaît surtout les salmonelles qui causent la typhoïde et les colibacilles, organismes ayant une durée de vie de 2 à 3 mois et capables de se développer dans leur environnement [16].

iii. Protozoaires

On peut mentionner les protozoaires intestinaux pathogènes pour l'homme qui se propagent à travers l'eau potable, tels que entamoeba histolytica, Giardia sp et balantidium coli, responsables respectivement de l'amibiase, de la giardiose et de la balantidiose. Tous ces protozoaires ont été liés à des éclosions épidémiques causées par l'eau potable [16].

I.7 Impact les eaux usées

La quantité de pollution émise a atteint un niveau qui ne peut plus être traité par les mécanismes d'autoépuration des rivières, entraînant des impacts négatifs sur la santé publique et l'environnement [17].

Chapitre I : Généralité sur les eaux usées

I.7.1 Impact sur l'environnement

D'une part, l'équilibre du milieu récepteur est perturbé par le rejet des eaux usées brutes, tandis que, d'autre part, la disparition de ces eaux sans récupération pose problème. La quantité de pollution émise a dépassé la capacité d'auto-nettoyage des rivières, entraînant des effets délétères tels que :

La dégradation de l'environnement naturel.

La pollution des océans, des lacs et des rivières.

Le danger de pollution des nappes phréatiques [17].

I.7.2 Impact sur la santé humaine

Les eaux usées peuvent renfermer des pesticides, des micro-organismes néfastes (virus, bactéries, parasites) ainsi que des substances toxiques qui représentent un risque pour la santé humaine. Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), environ 80% des affections qui touchent la population globale sont directement liées à l'eau : des dizaines, voire des centaines de millions d'individus souffrent constamment de gastro-entérites, il y a 160 millions de cas de paludisme et 30 millions d'onchocercose. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, la contamination de l'eau ne se limite pas aux pays en développement et l'établissement de normes concernant l'eau potable vise à garantir aux consommateurs une eau qui ne représente aucun danger pour leur santé [18].

I.8 Conclusion

Ce chapitre nous a donné l'opportunité de définir les eaux usées, leurs origines et leurs caractéristiques physico-chimiques, ainsi que les paramètres de pollution. Ces données peuvent orienter le choix de la méthode de traitement à adopter une fois ces eaux usées accumulées dans une station d'épuration.

Chapitre II

Description de la STEP de

Mostaganem

II.1 Station d'épuration des eaux usées

Une station d'épuration est un dispositif conçu pour purifier les eaux usées provenant des ménages, de l'industrie et des précipitations avant leur restitution à l'environnement naturel. Afin de préserver l'environnement, les eaux usées sont purgées de leurs multiples impuretés : résidus solides, déjections, huiles et toute substance dissoute. Une concentration élevée empêcherait un rejet direct dans l'environnement sans provoquer une pollution considérable. Une station d'épuration est généralement positionnée à la fin d'un réseau de collecte. Elle mettra en œuvre différents procédés et mécanismes physiques et biochimiques pour décomposer les substances organiques et les isoler de l'eau.

Cela donne une « eau propre » qui n'est pas potable mais qui est d'assez bonne qualité pour être absorbée par l'environnement sans nuisance [19].

II.2 Présentation de la station d'épuration de Mostaganem

L'objet de notre analyse, la station d'épuration se trouve entre la Sabelette et la Salamandre à Mostaganem (**figure II.1**), juste en face de la mer. Elle a été lancée en novembre 2016. Elle aura pour objectif l'assainissement des eaux usées domestiques urbaines provenant des zones « ouest » et « sud » de Mostaganem, englobant les lieux tels que Stidia, Hassi Mameche, Ouréah, Mazagran, Mostaganem, Kheireddine, Sayada et Ain Boudinar, ce qui représente un volume approximatif de 650.000 m³/jour.

Cette unité de traitement biologique des eaux usées filtrera une quantité d'eaux usées estimée à 56.000 mètres cubes par jour, grâce à ses bassins et diverses opérations. Les eaux usées provenant des lieux mentionnés précédemment seront « aspirées » et renvoyées vers la station d'épuration grâce à des stations de relevage déjà installées. Par conséquent, cette nouvelle installation aidera à combattre la pollution marine le long du littoral de Mostaganem, aux côtés des autres stations de traitement de Sidi Ali, Sidi Lakhdar et Khadra qui sont déjà opérationnelles. Elle permettra d'atteindre un taux de traitement des eaux usées proche de 85% à travers l'ensemble du territoire de la wilaya [19].



Figure II.1 : Modèle illustrant la station de traitement des eaux usées à Mostaganem.

II.3 Système d'épuration à Mostaganem

La wilaya de Mostaganem possède une large gamme d'installations de traitement des eaux usées disséminées sur son territoire. Ces infrastructures englobent des stations de pompage, des stations d'épuration et de traitement (STEP), ainsi que des stations de lagunage. Le processus des boues activées est couramment employé parmi les diverses techniques de traitement. Cette méthode est l'une des plus courantes pour le traitement des eaux usées au sein des collectivités de petite, moyenne et grande collectivité.



Figure II.2 : Vues sur les stations d'épuration STEP de Mostaganem.

Chapitre II : Description de la STEP de Mostaganem

Tableau II.1 Différents stations d'épuration de la wilaya de Mostaganem.

Commune	Nombre de station d'épuration (Lagune et STEP)
Hassi Mameche	Raccordé à la STEP Mostaganem
Mazagran	Raccordé à la STEP Mostaganem
Stidia	Raccordé à la STEP Mostaganem
Sour	1
Bouguirat	1
Sidi ali	1
Khadra	1
Ain nouissy	1
Fornaka	1
Masra	1
Sidi lakhdar	1
Hadjadj	1
Kheir edine	Raccordé à la STEP Mostaganem
Sayada	Raccordé à la STEP Mostaganem

II.4 Les caractéristiques de la STEP

Le tableau (II.2) ci-dessous résume les principales caractéristiques techniques et de dimensionnement de la STEP de Mostaganem, précisant notamment sa capacité, son procédé de traitement et ses débits nominaux.

Tableau II.2: Caractéristiques de la STEP.

La capacité de la STEP	350 000 E.H = 56 000 m ³ /j
Le procédé de traitement	Boues Activées
Le milieu récepteur	La mer
Impact de la STEP	La protection du littoral
Le périmètre concerné par la réutilisation	Projet en cours d'étude
Débit normal des eaux usées (débit horaire)	2334 m ³ /h
Charge massique de DBO ₅	19600 kg/j

Chapitre II : Description de la STEP de Mostaganem

Charge massique de DCO	47 750 Kg/j
Charge massique de MES	24 500 Kg/j

La station d'épuration est de type biologique (boue activée) à moyenne charge comprenant :

❖ 03 Blocs

- Bloc administration ;
- Bloc exploitation ;
- Ateliers.

❖ Filière eaux

- Réception avec by-pass (déversoir d'orage) ;
- Fosse à bâtards ;
- Dégrillage grossier ;
- Relevage de tête ;
- Comptage des eaux brutes ;
- Dégrillage fin, by-pass ;
- Dessablage déshuilage aéré ;
- Décantation primaire ;
- Bassin d'aération de type moyenne charge ;
- Désinfection par hypochlorite de sodium ;
- Canal de comptage des eaux épurées.

❖ Filière boues

- Recirculation des boues et extraction des boues en excès ;
- Epaissement gravitaire des boues en excès ;
- Stabilisation aérobie des boues.

❖ Principaux ouvrage

- Eaux industrielles et lavage machine ;
- Poste toute eaux ;
- Eaux d'arrosage des espaces verts ;
- Poste de livraison électrique ;
- Groupe électrogène.

II.5 Objectifs de la STEP

- ✓ Protection du littoral et du milieu marin.

Chapitre II : Description de la STEP de Mostaganem

- ✓ La préservation des nappes phréatiques est essentielle.
- ✓ Réutiliser l'eau pour l'irrigation.
- ✓ Réalisation des économies d'eau.
- ✓ Surveiller la pollution urbaine.
- ✓ Traitement des boues.
- ✓ La mise en conformité.

II.6 Traitement des eaux usées de la wilaya Mostaganem

Les différentes étapes du traitement des eaux usées et des boues dans la station sont schématisées par la **figure II.3**

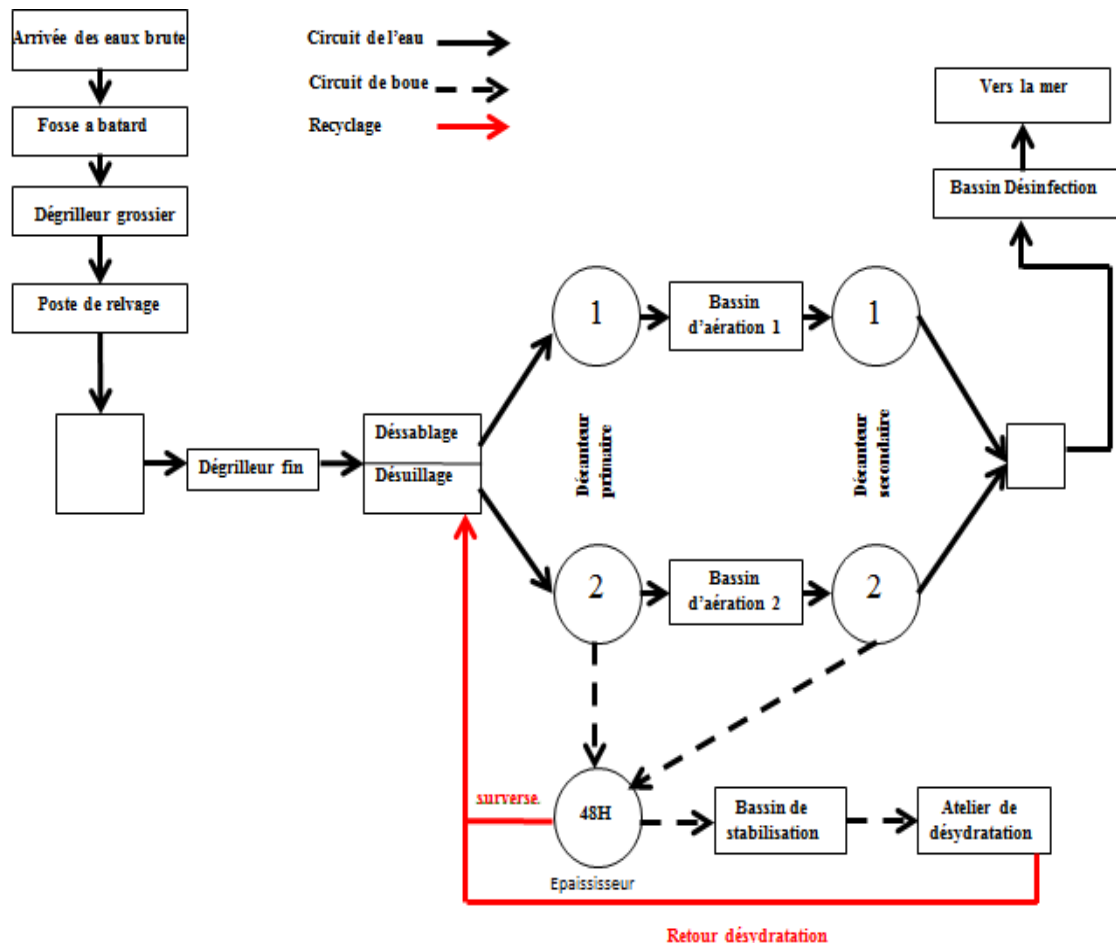


Figure II.3 : Chaîne complète d'épuration dans la STEP de Mostaganem.

II.6.1 Prétraitement

Le prétraitement représente la phase initiale du traitement des eaux usées dans la station d'épuration. Le principe des différents types de prétraitement est d'éliminer les matières solides grossières et flottantes des eaux usées [20]. Cela implique l'élimination des impuretés physiques et chimiques présentes dans l'eau brute. Le prétraitement peut s'effectuer par divers méthodes. On distingue les méthodes physiques, les méthodes physico-chimiques, les méthodes chimiques et les méthodes biologiques [21].

- **Déversoir d'orage**

Le déversoir d'orage (DO) joue le rôle de soupape de sécurité pour le réseau unitaire : c'est une structure de débordement d'eau mise en place sur un système de collecte unitaire c'est-à-dire, qui regroupe les eaux usées et pluviales. L'objectif premier est vise à alléger le système d'assainissement en aval lors de pluies abondantes, que ce soit pour prévenir des débordements non contrôlés du réseau ou pour préserver les installations de traitement du lessivage. Par conséquent, lors de fortes précipitations, les déversoirs d'orage facilitent l'évacuation directe vers le milieu récepteur d'un mélange d'eaux usées et d'eaux de pluie [22]. Capacité de décharge : Le déversoir est calibré pour un débit critique de 2334 m³/h.

Système de transfert : L'alimentation se fait par gravité via une conduite de liaison d'une longueur de 80 m.



Figure II.4 : Déversoir d'orage.

➤ Dégrillage

Est une préparation visant à éliminer les polluants solides de grande taille susceptibles d'entraver ou de nuire aux traitements suivants, voire aux équipements. Les eaux usées sont passées à travers une grille dont les barres, placées à des intervalles variables, retiennent les substances de plus grande taille qui seront par la suite éliminées avec les déchets domestiques [23].

Dégrillage grossier : est de type grille verticale à barreaux avec :

- Un espacement de **40 mm**,
- épaisseur des barreaux de **10mm**
- Une largeur de canaux de **1.5m**
- Un angle de **90°**
- Une largeur de grille de **1.3m**
- Une vitesse de passage dans le canal et à travers la grille propre de **0.3-0.8 m/s** et **0.5-1 m/s** respectivement.



Figure II.5 : Dégrillage grossier.

Chapitre II : Description de la STEP de Mostaganem

Dégrillage fin : est de type vertical avec :

- Un débit de **5600 m³/h**.
- **02 lignes** en service, un espacement entrefer de **8mm**.
- Une épaisseur des barreaux de **5mm**.
- Une largeur de canaux de **2m**.
- Un angle d'installation de **90°**.
- Une puissance de **1,5kW**.

- **Dessablage déshuilage**

- **Dessablage**

Il vise à retirer les graviers, sables et particules minérales de différentes tailles, ainsi que les filasses, des eaux brutes afin d'éviter toute accumulation dans les canaux et conduits, et de préserver les pompes et autres équipements de l'usure due à l'abrasion [24].

- **Déshuilage**

Il est essentiel de retirer les huiles et les graisses de l'eau, mais les buts sont distincts : dissocier la phase huileuse de la phase aqueuse à l'aide de déshuileurs adaptés avant son introduction dans un volume d'eau naturel ou avant l'initiation du processus d'épuration des eaux résiduaires [25].



Figure II.6 : Dessablage-Déshuilage.

Chapitre II : Description de la STEP de Mostaganem

Le tableau (II.3) présente les caractéristiques géométriques et les dimensions de l'ouvrage de dessablage-déshuilage de la STEP :

Tableau II.3 : caractéristiques du dessableur/déshuileur.

Paramètre	valeur
Longueur (m)	50
Largeur du canal de dessablage (m)	3
Hauteur d'eau utile (m)	4
Surface (m ²)	150
Volume unitaire total (m ³)	5600
Temps de séjour minimal (min)	6

II.6.2 Décantation primaire

La purification de l'eau passe par un processus essentiel : la décantation. Elle joue un rôle efficace dans l'élimination des impuretés telles que les sédiments et les résidus organiques. Non seulement cette technique permet l'élimination des particules présentes dans l'eau, mais elle facilite également l'extraction de l'eau contenue dans l'huile. De ce fait, elle rehausse la qualité et la sécurité de l'eau décantée [26].

Tableau II.4 : caractéristique du décanteur primaire.

Dimension	Valeur
Diamètre (m)	46
Hauteur d'eau utile (m)	2.6
Surface (m ²)	2490
Volume unitaire (m ³)	3267
Temps de rétention (h)	1.67

L'aspect physique et la configuration de cette unité de décantation primaire sont illustrés par la (figure II.7) suivante :



Figure II.7 : Décanteur primaire.

II.6.3 Traitement secondaire (Traitement biologique)

Traitement secondaire est une étape essentielle dans le traitement des eaux résiduaires, qui emploie des procédés biologiques pour éliminer de manière efficace la matière organique dissoute. Grâce au métabolisme microbien, les polluants organiques sont transformés en composés non nuisibles comme le dioxyde de carbone et l'eau, assurant ainsi que les eaux usées traitées respectent les standards environnementaux. Il est crucial d'améliorer la qualité de l'eau, de protéger l'environnement et d'assurer une utilisation durable des ressources hydriques à travers cette démarche [27].

Caractéristiques du bassin d'aération :

- Nombre d'ouvrage= 2.
- Dimension d'un bassin : **L=51.3 m, l= 34.2 m, H= 3.9 m, V=13600 m³.**
- Temps de séjour moyen : **4h.**
- Age des boues : **5jours.**



Figure II.8 : Bassin biologique (Bassin d'aération).

II.6.4 Décantation secondaires (clarificateurs)

Ces équipements communément désignés comme clarificateurs (**figure II.9**), sont employés dans les usines de boues activées pour la séparation de l'eau traitée et de la biomasse. Le concept est identique à celui du décanteur primaire : les particules en suspension descendent au fond, formant ainsi les boues secondaires (activées). Le bassin est équipé d'un racleur qui opère à une vitesse de 0,04 m/s afin d'épaissir les boues. Cela permet de maintenir la concentration en biomasse à la valeur souhaitée lors de leur recirculation vers l'avant des bassins d'aération. Pendant ce processus, l'autre portion des boues est dirigée vers le circuit de traitement des boues. Il est crucial de prêter une attention particulière à la méthode de récupération des boues et au contrôle de leur durée de présence sur le radier pour prévenir toute évolution indésirable [28].

Description de dispositif :

- Nombre de décanteurs : **02.**
- Diamètre : **46.00 m.**
- Hauteur cylindrique : **2.82 m.**
- Volume net unitaire : **3735 m³.**



Figure II.9 : clarificateur.

À l'issue de cette étape, les eaux traitées sont soit rejetées directement en mer, soit valorisées pour l'irrigation des espaces verts et des plantations au sein de la station.

II.6.5 Traitement des boues

II.6.5.1 Origine des boues

Les boues primaires : résultent de la simple séparation des matières en suspension (MES) de nature organique et minérale par décantation. Cette phase permet de conserver jusqu'à 70 % de MES. Avec l'avancement des méthodes, leur quantité a tendance à se réduire [29].

Les boues secondaires physico-chimiques : elles proviennent de la consolidation des substances colloïdales organiques grâce à l'incorporation de coagulants (tels que les sels de fer ou d'aluminium), suivie d'une phase de décantation. Cette méthode permet de capturer jusqu'à 90 % de MES [29].

Les boues secondaires biologiques : se composent essentiellement des résidus de bactéries épuratrices cultivées dans les bassins d'épuration aérobie des stations d'épuration. Pour

assurer la continuité du processus de reproduction bactérienne dans ces bassins, des extractions régulières sont effectuées. Dans ces milieux, elles se nourrissent et assimilent les matières organiques contenues dans les eaux résiduaires [29].



Figure II.10 : Les boues.

II.6.5.2 Procédés de traitement des boues

➤ L'épaississement

L'épaississement consiste à diminuer activement le volume des boues tout en renforçant leur concentration afin de faciliter la déshydratation. Les concentrateurs statiques comprennent deux phases d'opération : La clarification offre un surnageant faiblement chargé en matière en suspension, l'épaississant est perçu comme un décanteur. Ensuite, sous l'influence de la gravité, le contenu en matières en suspension des boues se déplace.



Figure II.11 : Epaississeur.

➤ La Stabilisation

L'objectif de la stabilisation aérée des boues est de diminuer la quantité maximale de matières organiques non dégradées grâce à l'apport d'oxygène fourni par des aérateurs installés sur des ponts en béton. Ces derniers fonctionnent selon un cycle alternant 50 minutes de fonctionnement et 10 minutes d'arrêt. Les boues peuvent être conservées dans le bassin pour une durée allant jusqu'à 14 jours. Un bon équilibre est indiqué par une couleur marron chocolatée (**figure II.12**).

Les indicateurs mesurables incluent :

- Le niveau d'oxygène.
- Les substances sèches.
- Le pH.
- La température.
- L'observation microbiologique.

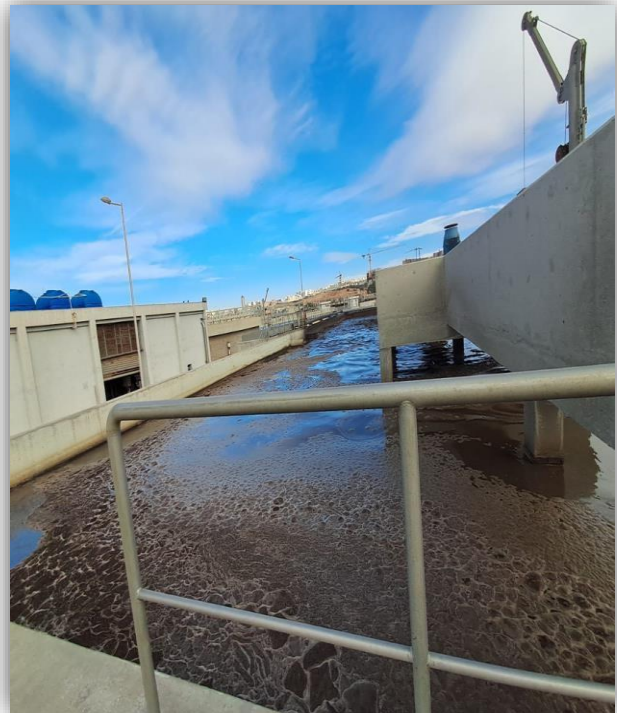


Figure II.12 : Bassin de stabilisation.

➤ La Déshydratation

Cela consiste à éliminer les boues en le déposant sur un support de filtration. Ceci entraîne une rapide augmentation de l'épaisseur de la boue. Ce dispositif de table d'égouttage offre la possibilité d'accroître la charge massique ou la concentration de 10 g à 100 g/l, tout en permettant une hausse approximative de 8 % de la siccité finale. Il est nécessaire de flocculer les boues au préalable. On a souvent recours aux polymères pour créer des floccs. Ce processus d'épaississement, grâce à sa simplicité, garantit aussi la pérennité et diminue les coûts de maintenance.



Figure II.13 : Section de déshydratation.

La figure (II.14) illustre l'aire de stockage temporaire des boues déshydratées avant leur évacuation finale.



Figure II.14 : Stockage de boues déshydratées.

II.7 Conclusion

En conclusion, dans ce chapitre on a fait une description technique détaillée de la station d'épuration des eaux usées de Mostaganem (Salamandre), nous avons discuté de l'objectif de STEP et comment la station se fonctionne l'ensemble du processus de traitement commençant par le prétraitement, traitement biologique secondaire et traitement des boues activées.

La STEP Salamandre, une station d'épuration des eaux usées, constitue un pilier majeur pour la protection de l'environnement et le bien-être public dans la zone de Mostaganem.

Chapitre III :

Matériels et Méthodes

Chapitre III : Matériels et Méthodes

III.1 Objectif

L'objectif principal est de contrôler l'efficacité d'élimination de la matière minérale et organique ainsi que la qualité microbiologique de l'eau avant et après traitement par les analyses physico-chimiques et microbiologiques des eaux usées à l'entrée et à la sortie de la STEP.

III.2 La Mesure des paramètres physico-chimiques

III.2.1 Matériels et méthodes

Les paramètres physicochimiques ont été mesurés au laboratoire de la station d'épuration de la Salamandre selon des méthodes normalisées. Des échantillons d'eau sont prélevés et analysés pour déterminer des paramètres physiques du milieu :

- Le pH.
- Température (T°).
- Conductivité électronique.

D'une part et les paramètres chimiques du milieu proviennent de la teneur en nutriments essentiels :

- Ammonium (NH_4^+).
- Nitrate (NO_3^-).
- Nitrites (NO_2^-).
- Phosphates (PO_4^{3-}).
- Demande chimique en oxygène (DCO).
- Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours (DBO_5).

III.2.2 Prélèvement

Les prélèvements des eaux brutes et traitées se font selon le paramètre étudié pendant le mois de Janvier et le mois de Février.

Tableau III.1 : Paramètres à analyser.

Paramètre	Temps
DBO	Chaque jour
DCO	
MES	
pH	
Conductivité	
Redox	
Nitrite	Une fois Par semaine
Nitrate	
Chlorures	
Phosphore	
Bicarbonate	

Chapitre III : Matériels et Méthodes

Le prélèvement d'eau, qu'elle était analysée au laboratoire. Doit être indicatif de l'état réel du plan d'eau au moment et à l'endroit échantillonné.

Pour faire ce type de prélèvement. Il faut utiliser différents matériels.

Tableau III.2: Appareillage de laboratoire.

Paramètres	Appareillage
pH	pH mètre
Conductivité électrique (ms /cm)	Multi-paramètre
MES (mg /L)	Papier filtre, balance électronique, étuve
DBO ₅ (mg/L)	L'oxytop
DCO (mg/L)	DCO mètre
Oxygène dessous (mg/L)	Oxymètre
Turbidité (NTU)	Turbidimètre

III.3 Analyses physico-chimiques

III.3.1 Détermination de pH et d'oxygène dissous

Mode opératoire

pH :

- 1- Prendre environ 100ml d'eau à analyser et les mettre sous une faible agitation,
- 2- Tremper l'électrode dans le bécher, laisser stabiliser puis noter le pH.

Oxygène dissous :

- 1- Prendre environ 100ml d'eau à analyser,
- 2- Tremper l'électrode dans le bécher,
- 3- Laisser stabiliser, puis noter la valeur de l'oxygène dissous.

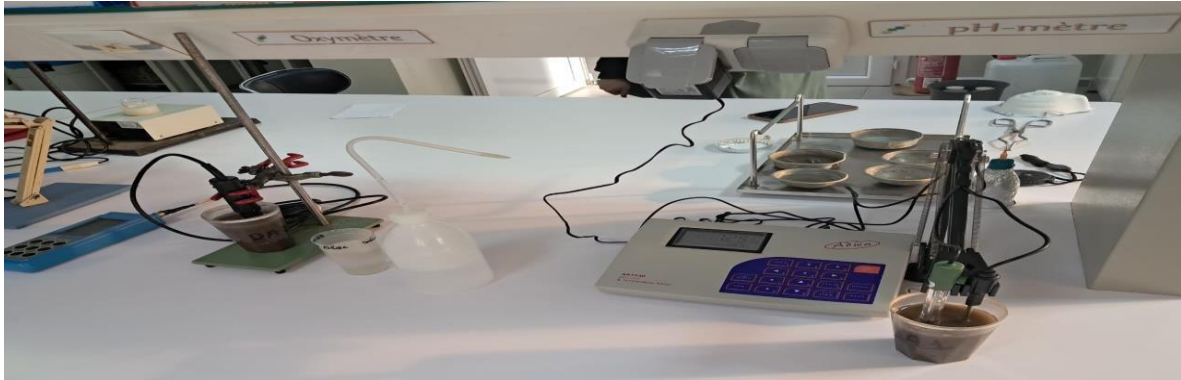


Figure III.1 : pH mètre et L'oxymètre.

III.3.2 Conductivité

Mode opératoire

- 1- prendre environ 100ml d'eau à analyser
- 2- tremper l'électrode dans le bécher
- 3- laisser stabiliser un moment puis noter la valeur de la conductivité

Remarque : le résultat est donné directement en $\mu\text{S}/\text{cm}$.

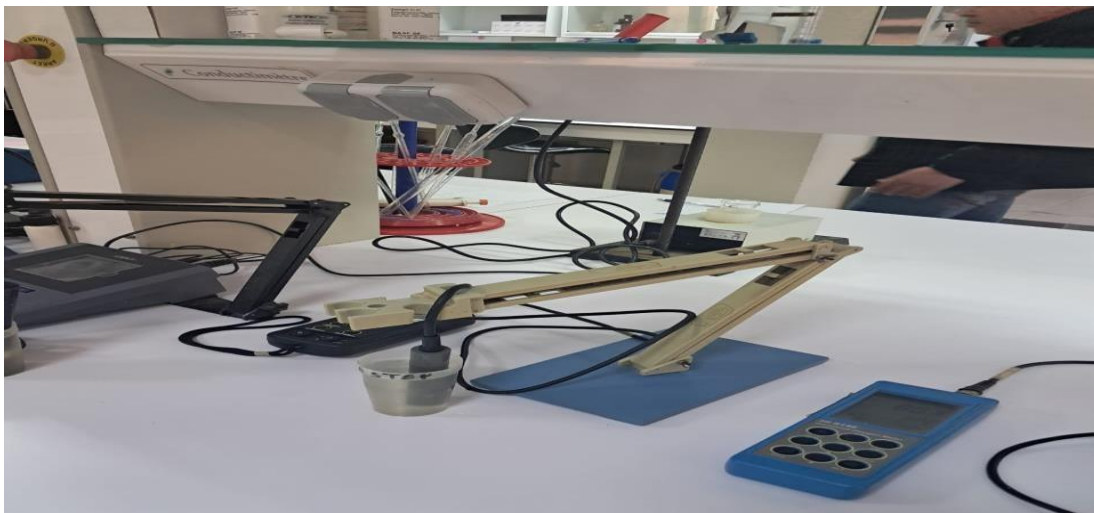


Figure III.2 : conductimètre.

III.3.3 Les V_{30}

Les V_{30} sont fait pour vérifier le volume de la boue. Les matières décantables concernant l'eau brute et l'eau épurée.

Mode opératoire

Chapitre III : Matériels et Méthodes

Dans une éprouvette graduée on met 1 litre d'eau brute et dans une deuxième éprouvette on met de l'eau épurée. Et on les laisse décanter pendant 30min.

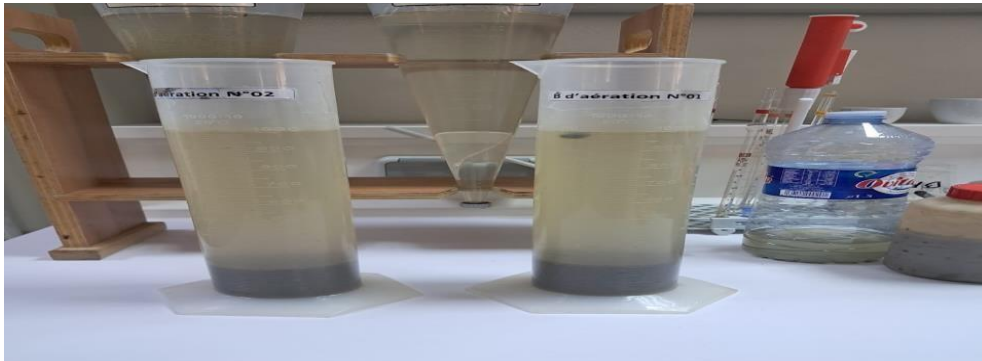


Figure III.3 : Eprouvette graduée pour V_{30} .

III.3.4 Détermination de MES

➤ Par Filtration :

Mode opératoire

- Mesurer le poids de filtre m_0
- Préparer et laver les filtres avec de l'eau distillée pour éliminer la poussière puis les faire sécher à 105°C pendant au moins 01 heure,
- Laisser les refroidir dans le dessiccateur ensuite, on passe à la filtration,
- placer le filtre (la partie lisse en bas) sur le support de filtration,
- Agiter le flacon de l'échantillon,
- Verser un volume convenable de l'échantillon dans l'éprouvette graduée, puis filtrer,
- Libérer le dispositif sous vide lorsque le papier filtre est pratiquement sec,
- Retirer avec précaution le papier filtre à l'aide d'une pince à extrémité plate,
- Placer le filtre sur un support de séchage (capsule) qu'on met à l'étuve à 105° C pendant 2heures,
- Mettre dans le dessiccateur pour refroidir et mesurer la nouvelle masse m_1 .

Chapitre III : Matériels et Méthodes



Figure III.4 : Dessiccateur et les filtres.

L'étape de filtration de l'échantillon, réalisée pour séparer les matières en suspension, est illustrée par la **figure (III.5)** suivante :

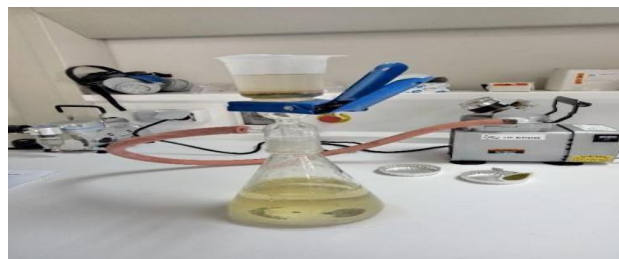


Figure III.5 : La filtration.

➤ Par Centrifugeuse :

- Mesurer le poids de capsule vide m_0 ,
- Remplir quatre tubes (40ml d'échantillon dans chaque type),
- Mettre les tubes dans la centrifugeuse pendant 20min,
- Mesurer poids des capsules vides.
- Après 20min, sortir les tubes,
- Remplir les capsules avec certain volume d'eau et mesurer le poids de la capsule remplie,
- Mettre les capsules dans une étuve à 105°C pendant 8h et laisser refroidir dans le dessiccateur puis mesurer le poids de la capsule m_2 ,
- Mettre les capsules dans un four à moufle à 505°C puis laissé refroidir dans le dessiccateur et mesurer le poids de capsule m_3 ,



Figure III.6 : Centrifugeuse et Les tubes centrifugeuse.

Expression des résultats

$$MES \left(\frac{mg}{l} \right) = \frac{(m_1 - m_0)}{V} \times 1000$$

m₀ : la masse de filtre vide (mg)

m₁ : la masse de filtre après la filtration (mg)

V : volume de la prise d'essai (l)

III.3.5 Détermination des matières décantables

Mode opératoire

- 1- Remplir les connes de 1000 ml avec l'échantillon (eau brute et eau traitée),
- 2- Laisser décanter pendant 2 heures,
- 3- Noter la valeur de volume,



Figure III.7 : matière décantables dans les cornues.

Indice de Mohlman

L'indice de Mohlman dépend de la concentration initiale de boue qui doit être entre (250-350ml). Il est recommandé si nécessaire de diluer au préalable la boue avec de l'eau épurée, si le volume final est supérieur à 350ml.

-Après dilution, laisser décanter les boues pendant 15 min, puis prendre un volume.

- $IM = \frac{V30}{MES}$
- $IB = \frac{V30}{MES \times (\text{facteur de dilution})}$

Tableau III.3 : Résultats- valeurs repères.

Ib	Conclusion
Ib<120 ml/g	Très bonne décantation
120<Ib<150 ml/g	Décantation correcte
150<Ib<200 ml/g	Décantation moyenne, mais vigilance dès lors que Ib>150 ml/g
Ib>200 ml/g	Les boues présentent de fortes difficultés pour décante les boues sont filamenteuses

Remarque :

-L'indice de boue exprimée en ml/g.

Chapitre III : Matériels et Méthodes

-Nous utilisons l'eau du clarificateur pour diluer.

III.3.6 Détermination de la DBO₅

Mode opératoire

- Rincer les 3 flacons de la DBO avec l'eau de l'échantillon,
- Ajouter le volume d'échantillon dans les bouteilles ($V=157$ ml pour l'eau brute et décantée, $V= 428$ ml pour l'eau épurée),
- Ajouter un inhibiteur dénitrificateur pour l'eau épurée (pour éliminer la croissance des algues),
- Mettre des barreaux magnétiques dans les flacons
- Insérer le godet caoutchouc dans le goulot du flacon,
- Mettre 4 pastilles de soude (hydroxyde de soude) NaOH dans le godet caoutchouc à l'aide d'une pince
- Entrer les flacons dans un étuve DBO₅ à T 20°C pendant 05 jours,
- lecture des valeurs de DBO₅ mémorisées après les 05 jours.



Figure III.8 : Etuve DBO₅ et Les 3 flacons de la DBO₅.

III.3.7 Détermination de la DCO

Mode opératoire

- Prendre 10 ml d'échantillons dans un tube et ajouter 5 ml de dichromate de potassium,
- Ajouter 15 ml d'acide sulfurique –sulfate d'argent et une pincé de régulateur d'ébullition,
- Mettre les échantillons dans un minéralisateur à 150° C, attendre 2h et compléter avec l'eau distillée jusqu'à 100 ml.
- Ajouter quelques gouttes indicatrices colorées Ag_2SO_4 .
- Titrage avec sel de Mohr jusqu'à changement de couleur (rouge brique).

Remarque : lorsque la couleur change on prend directement le volume.

Expression des résultats :

$$T_{\text{échoin}} = \frac{2.4}{V_{\text{titrage}}} \times 8000$$

V_{titrage} (90ml acide sulfurique 4M) +10 ml de dichromate

$$DCO = \frac{V_{\text{blanc}} - V_{\text{titrage}}}{V_{\text{echant}}} \times T_{\text{échoin}}$$

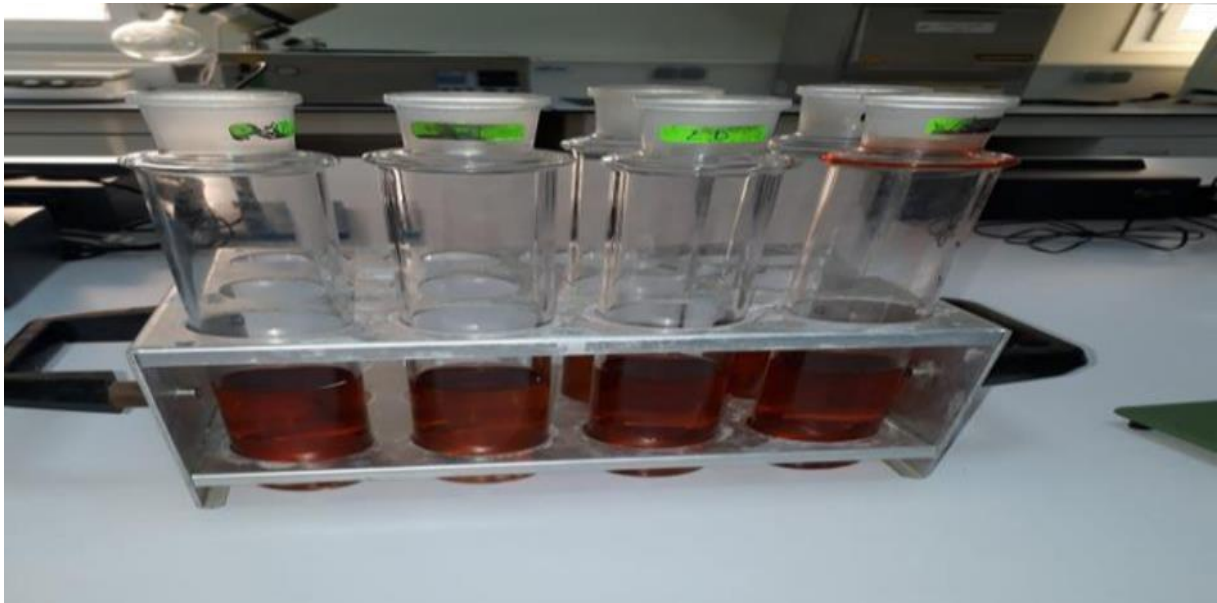


Figure III.9 : Les échantillons de la DCO.

- Refroidissement, lavage des parois interne du réfrigérant à l'eau distillée.

Chapitre III : Matériels et Méthodes

- Sortir le réfrigérant, laissé refroidir.
- Compléter à 70ml avec de l'eau distillée dans un bécher.
- Ajouter 1 à 2 gouttes de ferroïne.
- Titrer l'excès de $K_2Cr_2O_7$ par la solution de sel de Mohr $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$ (virage bleu-vert au brun- rouge) noté VECH.

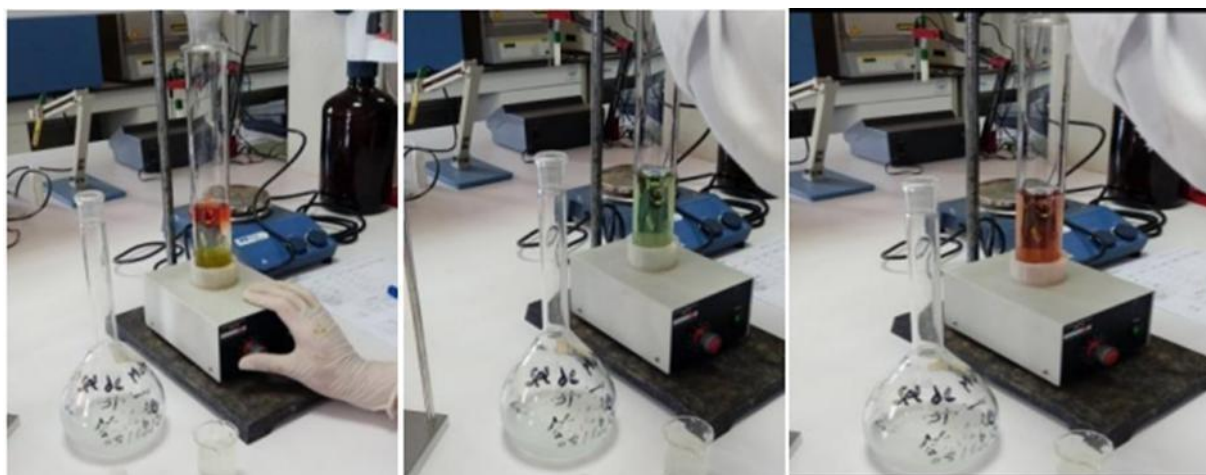


Figure III.10 : Titrage d'échantillons avec sel de Mohr.

Essai à blanc :

Introduit 10ml d'eau distillée dans le tube à essai.

Suivre le même protocole que pour l'essai, noter VBlanc.

Remarque : la DCO théorique de cette solution est de 500mg/l le procéder expérimental est satisfaisant si l'on obtient au moins 96%.

Expression des résultats :

La demande chimique en oxygène, exprime en mg d' O_2 /l est donnée par la formule de la norme :

$$DCO = 8000T \times \frac{(V \text{ blanc} - V \text{ echant})}{P \text{ d'essai}}$$

8000: est la masse molaire, en milligramme par litre de O_2 .

Chapitre III : Matériels et Méthodes

T: est la concentration en qualité de matière, exprimé en mol/l. de la solution de Sulfate de fer (II) et d'ammonium, calcule par la formule suivante:

$$T = \frac{(10,0 \times 0.04 \times 6)}{V \text{ titre}} = \frac{2.4}{V}$$

III.3.8 Détermination des matières sèches et les matières volatiles sèches

Mode opératoire

- Mesurer les capsules vides m_0 , puis les remplir les capsules avec un certain volume d'eau à analyser et mesurer le poids de la capsule remplie m_1 ,
- Mettre les capsules dans une étuve à 105°C pendant 8h et laisser refroidir dans le dessiccateur puis mesurer le poids de la capsule m_2 ,
- Mettre les capsules dans un four à moufle à 505°C puis laisser refroidir dans le dessiccateur et mesurer le poids de capsule m_3 .

Expression des résultats :

$$MS = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \times 1000 \left(\frac{g}{l} \right)$$

Boue déshydratée :
$$MS = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \times 100 = \%$$

$$MVS = \frac{m_2 - m_3}{m_1 - m_0} \times 100 = \%$$

$$MVS = \frac{ms \times mvs(\%) }{100} \left(\frac{g}{l} \right)$$

Chapitre III : Matériels et Méthodes

III.3.9. Détermination des Nitrates NO_3^-

Mode opératoire

- Prendre 25 ml d'échantillon d'eau brute et eau épurée,
- Ajouter 0.2 acide acétique et 0.5ml azoture de sodium,
- Mettre dans l'étuve à 80 °C pendant 30 min puis laisser refroidir.
- ajouter 1ml de salicylate de sodium et mettre dans une étuve à 80° C pendant 30 min
- Laisser refroidir.
- Ajouter 1 ml acide sulfurique puis laisser refroidir 10 min.
- Ajouter 10ml solution alcaline et compléter avec l'eau distillée jusqu'à 50 ml.
- Prendre 10 ml dans une cuve puis passer au spectrophotomètre.

Expression des résultats

X= valeur de spectre ;

y= valeur de nitrate

$$Y = X \times \frac{14}{62}$$



Figure III.11 : Spectrophotomètre.

III.3.10 Détermination des nitrites NO_2^-

Mode opératoire

Chapitre III : Matériels et Méthodes

- Placer la cuvette à la valeur 0 (portant l'étiquette rouge) livrée dans la chambre de mesure
- Appuyer sur la touche zéro et retirer la cuvette de la chambre de mesure,
- Ouvrir la cuvette de réaction et ajouter 2 ml d'échantillon,
- Refermer la cuvette avec son couvercle et mélanger le contenu en agitant légèrement,
- Ajouter une cuillère graduée N°8 (noire) remplie à ras bord de nitrite-101,
- Refermer la cuvette avec son couvercle et dissoudre son contenu en l'agitant,
- Mettre la cuvette dans la chambre de mesure,
- Appuyer sur la touche test et attendre 10 minutes (temps de réaction).

Expression des résultats :

La mesure s'effectue automatiquement après écoulement du temps de réaction.

Le résultat de la mesure s'affiche et indique la dose de nitrite en mg/l

III.3.11 Détermination des orthophosphates

Mode opératoire

- Prendre 40ml de l'échantillon à analyser (EE. ED),
 - Ajouter 1ml d'acide ascorbique, puis 2ml du molybdate acide et attendre 30mn,
- L'apparition de la coloration bleue indique la présence des PO_4^{3-}
- Prendre 10ml dans la cuve et passer au spectrophotomètre.

Expression des résultats :

Faire la lecture dans le spectre.

III.3.12 Détermination des chlorures

- Prendre 5ml d'eau à analyser (EB .EE) avec solution de chlorures à 71(mg/l),
- Ajouter 2 gouttes de chromate de potassium (coloration jaunâtre) puis agiter,
- Titrer avec le nitrate d'argent à 0.01 N jusqu'à coloration brun rougeâtre.

Chapitre III : Matériels et Méthodes

Expression des résultats :

$$Cl^- \left(\frac{mg}{l} \right) = V_{AgNO_3} \times 71 \times F$$

V_{AgNO_3} : volume de nitrate d'argent nécessaire pour le dosage.

F= facteur de correction du titre de nitrate d'argent.

$$F = \frac{1}{V_{AgNO_3}}$$

III.3.13 Détermination de L'alcalinité

-Prendre 100ml d'eau à analyser (EE, EB),

-Noter le pH puis titrer avec HCl à 0.1N jusqu'à obtention d'un pH de 4.3.

Expression des résultats:

$$HCO_3 \left(\frac{mg}{l} \right) = V_1$$

V_1 : volume de HCl Versé.

Chapitre IV :

Résultats et Discussions

Chapitre IV : Résultats et Discussions

IV.1 Introduction

Ce chapitre est dédié à la présentation, l'analyse et l'interprétation des résultats expérimentaux obtenus lors de notre stage au sein du laboratoire de la station d'épuration (STEP) de Mostaganem. L'objectif est d'évaluer les performances épuratoires de la station durant le mois de Janvier 2026 en comparant les charges polluantes à l'entrée et à la sortie, tout en vérifiant la conformité des rejets par rapport aux normes environnementales algériennes.

IV.2 Caractéristiques de la STEP de Mostaganem

Avant l'analyse des résultats, il est essentiel de rappeler les bases de dimensionnement de la station (Horizon 2030) qui servent de référence à notre étude.

Tableau IV.1 : Paramètres de conception de la STEP (Bases de calcul).

Débit	Total 2030
Volume journalier	56000 m ³ /j
Débit moyen en temps sec (Qts, m)	2334 m ³ /j
Débit de pointe temps sec	3735 m ³ /j
Débit max, admis en temps de pluie (Qtp)	5600 m ³ /h

IV.3 Analyse des paramètres physico-chimiques

Les mesures ont été effectuées sur des échantillons d'eau brute (EB) et d'eau épurée (EE).

Voir Tableau IV.2

IV.3.1 Suivi des paramètres physico-chimiques de base (T°, pH, Conductivité et O₂ dissout)

- La température**

D'après les résultats obtenus (**Tableau IV.2**) durant notre période de stage, la moyenne de la température à l'entrée (EB) est de 12,26 °C et de 12,9 °C à la sortie (EE) de la STEP.

Chapitre IV : Résultats et Discussions

Les températures de l'effluent traité restent la plupart du temps supérieures à celles enregistrées au niveau des eaux brutes. Cela s'explique par le fait que le système de traitement, notamment l'activité biologique dans les bassins, est un processus exothermique ; l'activité métabolique des micro-organismes dégradant la matière organique dégage de l'énergie sous forme de chaleur.

Les températures enregistrées restent largement inférieures à la valeur limite de 30 °C fixée par la réglementation algérienne relative aux rejets d'effluents liquides. Cette conformité thermique est un indicateur favorable au bon maintien des processus biologiques d'épuration au sein de la station.

- **pH**

D'après les analyses effectuées durant notre stage (**Tableau IV.2**), la valeur moyenne du pH à l'entrée (EB) est de 6,94 et de 7,72 à la sortie (EE) de la STEP. Ces résultats sont parfaitement conformes aux normes algériennes de rejet des eaux usées, qui exigent un pH compris entre 6,5 et 8,5. Cette stabilité du pH dans une plage légèrement alcaline à la sortie est idéale, car elle correspond à l'intervalle optimal favorisant le métabolisme et la croissance des bactéries épuratrices (biomasse).

Le maintien de ces valeurs assure une bonne activité biologique et garantit une décantabilité efficace des boues, ce qui témoigne de la performance du traitement au sein de la station.

- **La Conductivité**

La conductivité électrique moyenne enregistrée à l'entrée (EB) est de 1364,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$, tandis qu'à la sortie (EE), elle est de 1138,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (**Tableau IV.2**).

On observe une légère diminution de la conductivité entre l'entrée et la sortie. Cette baisse s'explique par l'assimilation d'une partie des sels minéraux et des nutriments (comme l'azote et le phosphore) par les micro-organismes durant le processus biologique. Les valeurs obtenues restent conformes aux normes algériennes de rejet, indiquant que les eaux traitées ne présentent pas une minéralisation excessive susceptible de nuire au milieu récepteur.

- **L'Oxygène Dissout**

Le taux d'oxygène dissous moyen à l'entrée est de 1,74 mg/l, alors qu'il atteint 5,13 mg/l à la sortie de la station (**Tableau IV.2**). Cette augmentation significative est le résultat direct de l'aération mécanique au niveau des bassins biologiques (BA). Un taux d'oxygène élevé à la

Chapitre IV : Résultats et Discussions

sortie (supérieur à 4 mg/l) est un indicateur de performance crucial : il prouve que la biomasse a bénéficié d'un apport suffisant en oxygène pour dégrader la matière organique et que l'effluent final est bien réoxygéné avant son rejet dans le milieu naturel, ce qui évite l'asphyxie de la faune et de la flore aquatiques.

Tableau IV.2 : Suivi du pH, la Température, la Conductivité et l'oxygène dissout
(18/01/2026 au 22/01/2026).

Date	Échantillon	T (°C)	pH	Conductivité (us/cm)	O ₂ dissout (mg/l)
1 ^{ère} jour	EB*	11	7.02	1348	1.59
	EE*	11.2	7.64	1089	5.06
2 ^{ème} jour	EB	11.6	6.73	1517	1.52
	EE	11.02	7.69	1165	5.46
3 ^{ème} jour	EB	12.6	6.77	1055	2.97
	EE	13.9	7.58	1177	4.71
4 ^{ème} jour	EB	12.6	6.93	1570	1.03
	EE	14.1	7.90	1156	5.53
5 ^{ème} jour	EB	13.5	7.24	1334	1.57
	EE	14.1	7.77	1106	4.91
MOY	EB	12.26	6.94	1364.8	1.74
	EE	12.9	7.72	1138.6	5.13
EB* : eau brute et EE* : eau épurée.					

IV.3.2 Suivi des paramètres de pollution (MES, DCO et DBO₅)

- **Les Matières en Suspension (MES)**

D'après les analyses de laboratoire (**Tableau IV.3 et Tableau IV.4**), la valeur moyenne des MES à l'entrée de la STEP est de 389,75 mg/l et descend à 4,41 mg/l à la sortie. Ces résultats montrent que nous avons éliminé 98,8% des matières en suspension. Les valeurs de sortie sont largement inférieures à la norme algérienne des rejets (≤ 30 mg/l). Cette efficacité remarquable prouve une excellente étape de décantation et confirme que l'eau rejetée est très limpide.

- **La Demande Chimique en Oxygène (DCO)**

La valeur moyenne de la DCO à l'entrée est de 889 mg/l et elle chute à 50,88 mg/l à la sortie de la station (**Tableau IV.3 et Tableau IV.4**). Ces valeurs sont parfaitement conformes aux normes algériennes de rejet (≤ 120 mg/l pour la DCO, ou 90 mg/l selon les zones). Cette réduction importante de la charge organique globale témoigne de la performance des bassins d'aération à dégrader les polluants complexes.

- **La Demande Biologique en Oxygène (DBO₅)**

À l'entrée de la station, nous avons enregistré une valeur de DBO₅ de 750 mg/l (pour la journée du 3ème jour), ce qui traduit une charge polluante organique très importante. Après épuration, les teneurs diminuent de façon remarquable pour atteindre 6 mg/l. Cette chute est due à l'activité métabolique intense des micro-organismes qui dégradent la matière organique biodégradable. Ces valeurs sont conformes à la norme algérienne (≤ 30 mg/l), ce qui confirme le bon fonctionnement biologique de la station et une oxygénation optimale **voir Tableau**

IV.3 et Tableau IV.4.

Interprétation

Le rapport DCO/DBO₅ obtenu en 2ème jour est de 1,48. Étant donné que ce rapport est largement inférieur à 2, cela confirme une nouvelle fois que les eaux usées arrivant à la STEP de Mostaganem sont hautement biodégradables. Cela explique les excellents rendements obtenus, car la pollution organique carbonée est facilement assimilable par la biomasse de la station.

Tableau IV.3 : suivi de la pollution (DCO, DBO₅ et MES).

paramètres	Échantillon	1 ^{ère} jour	2 ^{ème} jour	3 ^{ème} jour	4 ^{ème} jour	5 ^{ème} jour
DCO (mg/l)	EB	1420.8	777.6	1113.6	556.8	576
	EE	84.6	67.2	28.8	33.6	38.4
DBO₅ (mg/l)	EB	1100	/	750	/	/
	EE	8	/	6	/	/
MES (mg/l)	EB	553.13	475.63	446.88	202.5	270.63
	EE	5.25	5.75	3.11	3.75	4.2

Le tableau (IV.4) présente une synthèse comparative des résultats moyens obtenus tout en précisant les rendements d'épuration calculés et leur conformité aux normes algériennes.

Tableau IV.4 : Comparaison des concentrations de MES, DCO et DBO₅ entre l'entrée (EB) et la sortie (EE).

Paramètre	Entrée (moyenne)	Sortie (moyenne)	Rendement	Norme Algérienne
MES	389.75 mg/l	4.41 mg/l	98.8 %	≤ 30 mg/l
DCO	889.00 mg/l	50.88 mg/l	94.3 %	≤ 120 mg/l
DBO₅	750.00 mg/l	6.00 mg/l	99.2 %	≤ 30 mg/l

IV.3.3 Suivi des paramètres des boues

- **Suivi du Volume de Boues V₃₀**

Ces valeurs sont particulièrement élevées (**Tableau IV.5**), approchant la limite de saturation de l'éprouvette (1000 ml). Cela indique une forte concentration en biomasse dans les bassins d'aération (BA1 et BA2). Cette densité de boues est nécessaire pour traiter les fortes charges organiques (DBO₅) que nous avons observées à l'entrée de la station, mais elle nécessite une surveillance rigoureuse pour éviter tout départ de boues au niveau du clarificateur.

Chapitre IV : Résultats et Discussions

• Indice de Mohlman (IM/IB)

Selon la littérature (Metcalf & Eddy), une boue est considérée comme ayant une excellente décantabilité lorsque l'indice se situe entre 50 et 150 ml/g. Nos résultats (autour de 88 ml/g) confirment que la boue de la STEP de Mostaganem est granulaire et dense. Cette structure optimale des flocons permet une séparation liquide-solide rapide et efficace, garantissant que la pollution captée par les bactéries reste bien au fond du clarificateur.

Tableau IV.5 : Paramètres de suivi de la boue activée (Bassins d'Aération).

Date	Bassin	V ₃₀	IM/IB
18/01/2026	BA1	990	83.92
	BA2	980	86.69
19/01/2026	BA1	920	83.55
	BA2	940	84.77
20/01/2026	BA1	910	85.76
	BA2	940	121.34
21/01/2026	BA1	975	87.37
	BA2	980	86.69
22/01/2026	BA1	950	84.88
	BA2	930	82.19

• Matières Décantables

Le rendement d'élimination des matières décantables frôle les 100% (**Tableau IV.6**). Cela prouve que le temps de séjour dans le clarificateur est suffisant et que l'hydraulique de la station est bien maîtrisée. L'absence de matières décantables dans l'eau épurée est un indicateur de la limpidité du rejet, réduisant ainsi l'impact visuel et environnemental sur le milieu récepteur.

Tableau IV.6 : Suivi des matières décantables (18/01 au 22/01/2026).

Date	Ech	1 ^{ère} jour	2 ^{ème} jour	3 ^{ème} jour	4 ^{ème} jour	5 ^{ème} jour	MOY
Matières décantables	EB	7	5	4	3.5	4.25	4.75
	EE	0.1	0	0	0	0	0.02
Rendement d'élimination		98.57 %	100 %	100 %	100 %	100 %	99.58%

IV.3.4 Suivi des paramètres Nutriments (Pollution Azotée et Phosphorée)

- **Élimination de l'Ammonium (NH_4^+)**

On observe un rendement d'élimination de l'ammonium très élevé (90,39%).

Interprétation : Cela prouve que la phase de nitrification est très efficace dans les bassins d'aération. Les bactéries nitrifiantes transforment l'ammoniaque (toxique pour les poissons) en nitrates. **Voir Tableau IV.7.**

- **Suivi des Nitrites et Nitrates**

La concentration en Nitrites (NO_2^-) augmente légèrement à la sortie (de 0,021 à 0,395 mg/l).

Tableau IV.7

C'est un phénomène normal qui indique une étape intermédiaire de la nitrification.

Le rendement sur les Nitrates (NO_3^-) est de 42%.

Pour un système à boues activées classique, ce résultat est correct. Une élimination totale des nitrates nécessiterait une zone d'anoxie plus importante pour la dénitrification complète.

- **Orthophosphates (PO_4^{3-})**

On remarque une particularité (**Tableau IV.7**) : la valeur en sortie (3,3 mg/L) est supérieure à celle de l'entrée (0,16 mg/L). Discussion : Ce résultat peut s'expliquer par la libération du phosphore par les bactéries durant certaines phases de stress ou par la minéralisation de la matière organique phosphorée. Dans les stations n'ayant pas de traitement tertiaire spécifique

Chapitre IV : Résultats et Discussions

(déphosphatation physico-chimique par injection de chlorure ferrique), le rendement sur le phosphore est souvent limité.

Tableau IV.7 : Résultats des analyses des nutriments (du 20/01/2026).

Paramètre (mg/l)	EB	EE	Rendement (%)
Ammonium (NH_4^+)	8.85	0.85	90.39 %
Azote organique	6.9	0.66	90.43 %
Nitrites (NO_2)	0.021	0.395	/
Nitrates (NO_3)	5.2	3.0	42.30 %
Orthophosphates (PO_4^{3-})	0.16	3.3	/

IV.4 Conclusion

L'analyse des données expérimentales recueillies durant notre stage à la STEP de Mostaganem confirme la haute performance du procédé de traitement par boues activées. Les rendements épuratoires obtenus, dépassant les 98% pour la DBO_5 et les MES et atteignant 94% pour la DCO, témoignent d'une élimination quasi totale de la charge polluante biodégradable.

Cette efficacité est directement corrélée à la stabilité du processus biologique, illustrée par un indice de Mohlman moyen de 88,29 ml/g, garantissant une biomasse saine et une décantabilité optimale. Par ailleurs, la forte réduction de l'ammonium (90,39%) confirme la maîtrise du cycle de nitrification au sein des bassins d'aération.

En somme, l'ensemble des paramètres analysés démontre que la station rejette un effluent de haute qualité, strictement conforme aux normes environnementales algériennes, assurant ainsi une protection pérenne du milieu récepteur contre les nuisances organiques et nutritives.

Conclusion générale

Conclusion générale

Les eaux usées ont des origines différentes. On distingue en particulier les eaux usées domestiques des eaux usées industrielles. Celles-ci contiennent différents polluants qu'il faut éliminer avant le rejet de ces eaux en milieu naturel. Ces polluants sont éliminés par le biais de stations d'épuration. Il existe différents types de station d'épuration qui traite les eaux usées de différentes manières. Le traitement diffère surtout dans la chaîne biologique. Les boues activées peuvent être utilisées et mises en parallèle aux roseaux. Les eaux usées sont traitées dans le but d'être rejetées en milieu naturel. Elles se doivent de respecter certaines normes de dépollution.

Ce travail s'était fixé comme objectif principale de contrôler le traitement des eaux usées par les procédés à boue activée utilisé par la station de traitement des eaux-ONA de Wilaya de Mostaganem. Les points de prélèvement choisis pour ça, sont l'eau usée brute à l'entrée de la station de traitement, ainsi que l'eau usée à la sortie.

Les résultats obtenus permettent de conclure que les procédés de traitement utilisés au niveau de la station sont efficaces à l'exception de quelques paramètres.

En perspective de ce travail, nous suggérons :

- Ces eaux nécessitent un traitement tertiaire pour l'abattement du taux des micro-organismes et pour l'élimination totale des nitrites, nitrates et du phosphore dans le but d'utiliser les eaux épurées dans l'irrigation.
- Un suivi périodique de détermination du niveau de qualité sanitaire des eaux usées traitées, en sortie de la station.

Références bibliographiques

[1] : Dugniolle, 1980 ; Glanic et Benneton, 1989. Valorisation des eaux usées épurées dans l'irrigation

[2] : BAUMONT S, Camard J-P, Lefranc A, Franconi A, 2004. Réutilisation des eaux usées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS, 220p.

[3] : Dr. Bessedik M, (20 juin 2012) traitement et épuration de l'eau, université de Tlemcen.

[4] : Mahmoud B, traitement des eaux usées Institut Supérieur des Sciences et Techniques des Eaux de Gabès.

[5] : Université Djillali Liabes de Sidi Bel Abbès, Faculté de Technologie. (2020/2021). Cours : Traitement et épuration des eaux (3ème Année Licence hydraulique). Partie 2 : Epuration des eaux.

[6] : Journal officiel de la république Algérienne N° 26.

[7] : AIDE (Association Intercommunale pour le démergement et l'épuration). Pollution des eaux.

[8] : Kara K, (2013), Pollution de l'environnement, Université Mentouri, Constantine.

[9] : République française (09/05/2025), Prise en compte de la pollution microbiologique des effluents et épandages dans les dossiers soumis à évaluation environnementale.

[10] : Celia Ibañez. Élimination du phosphore des eaux usées par flottation à air dissous [en ligne]. SIGMADAF, 13 septembre 2024. Disponible sur : <https://sigmadafclarifiers.com/fr/elimination-de-fosforo-mediante-flotacion-daf/>.

[11] : Dr Zhou Shengzong, Le 9ème Forum Européen FCPAE (26 septembre 2017), Environnement, traitement des eaux.

[12] : Laboratoire Départemental D'analyse-Analyses Physico-chimiques des eaux.

[13] : RéFEA, Analyses Physico-Chimiques : Présentation Générale. Fiche technique.

[14] : Hanna Instruments France. (2023, 19 octobre). Guide de mesure de l'oxygène dissous.

[15] : CPEPESC Franc-Comté. (2024). Paramètres physico-chimiques des eaux et substances polluantes. Commission de Protection des Eaux, du Patrimoine, de l'Environnement, du Sous-sol et des Chiroptères.

[16] : RAZIBAOUENE Seddam- Etude du fonctionnement de la station d'épuration de Thénia (Boumerdes).

[17] : Z. Guendouz et N. Mekki. «Dimensionnement d'une station d'épuration pour la ville de Sidi – Aich (Béjaia) » mémoire de Master en Hydraulique, Université Mohamed Boudiaf - M'sila (2018)

[18] : Z. Belaid et H.Aouadi «Suivi des performances de fonctionnement d'une station d'épuration (cas step 02) », Mémoire de Master en hydraulique, Université Echahid Hamma Lakhdar, El Oued (2018).

[19] : Oryx Eleven. (2022, 7 mars).Le fonctionnement d'une station d'épuration des eaux usées.

[20] : Gouvernement du Québec. (2022). Guide pour l'étude des technologies conventionnelles de traitement des eaux usées d'origine domestique : 5. Prétraitement – Préliminaire. Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs.

[21] : JC France Industrie. (2023, 17 avril). Qu'est-ce que le prétraitement de l'eau ?

[22] : Préfète du Lot. (2025, 11 décembre). Déversoir d'orage. Les services de l'État dans le Lot.

[23] : Actu-Environnement .Dégrillage - Définition. Dictionnaire de l'environnement.

[24] : SUEZ . Dessablage : Généralités et buts. Memento Degrémont®.

[25] : Hydro Italia. Systèmes de déshuilage : séparation de la phase huileuse.

[26] : Meudal, N. La décantation : Ou comment séparer ce qui flotte de ce qui coule. 1H2O3.

[27] : Snowate. traitement secondaire des eaux usées polyvalent et efficace.

[28] : SUEZ. Les décanteurs secondaires. Memento Degrémont.

[29] : Actu-Environnement. (2010, 6 septembre). Origine et nature des boues.