

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. M. OULHADJ - Bouira
Faculté des Sciences et des Sciences Appliquées
Département de Génie des Procédés



Mémoire

Présenté par

DERRADJI Oualid
MESSOUCI Abdennasser

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER

Filière : Génie des Procédés
Spécialité : Génie de L'environnement

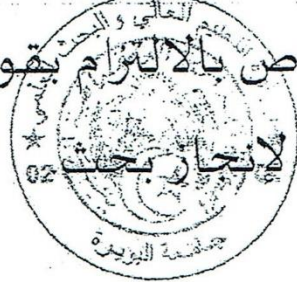
Suivi de traitement des eaux usées de la STEP de
Réghaia

Soutenu le 04 /07 / 2024

Devant le jury :

Mr LOUNICI	Hakim	Pr	UAMOB	Président
Mr SAHNOUNE	Mohamed	MCA	UAMOB	Examinateur
M ^{me} EL HANAFI	Nawel	MCB	UAMOB	Encadrante

Année Universitaire : 2023/2024



التصريح الشرفي الخاص بالالتزام بقواعد النزاهة العلمية

انا الممضي اسفله،

السيد (ة) دراجي وايد الصفة: طالب (ماستر / دكتوراه)

الحامل (ة) لبطاقة التعريف الوطنية: 40761005 والصادرة بتاريخ 2023/11/06

المسجل (ة) بكلية / معهد علوم تمهينية قسم هندسة طرارة

تخصص: هندسة بيئية

والمكلف (ة) بإنجاز اعمال بحث (مذكورة، التخرج، مذكرة ماستر، مذكرة ماجستير، اطروحة دكتوراه).

عنوانها: Suivi de traitement des eaux

Usés de la STEP Reghaia

أصرح بشرفي اني ألتزم بمراعاة المعايير العلمية والمنهجية الاخلاقيات المهنية والنزاهة الاكاديمية المطلوبة في انجاز البحث المذكور أعلاه.

توقيع المعني (ة)

التاريخ: 2024/06/30

البويرة في: 2024/06/30

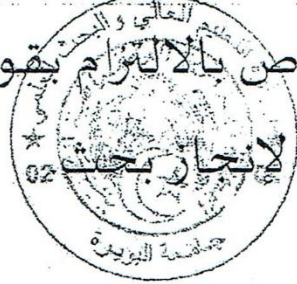
هيئة مراقبة السرقة العلمية:

%

30

النسبة:





التصريح الشرفي الخاص بالالتزام بقواعد النزاهة العلمية

انا الممضي اسفله،

السيد(ة) مسوحي عبد المناجر الصفة: طالب (ماستر / دكتوراه)

الحامل(ة) لبطاقة التعريف الوطنية: 411844872 والصادرة بتاريخ: 2024/06/30

المسجل(ة) بكلية / معهد علوم تدبير المياه قسم هندسة المياه

تخصص: هندسة بيئية

والمكلف(ة) بإنجاز اعمال بحث (مذكورة، التخرج، مذكرة ماستر، مذكرة ماجستير، اطروحة دكتوراه).

عنوانها: Suivi de traitement des eaux usées de

la STEP de Réghaia.

أصرح بشرفي اني ألتزم بمراعاة المعايير العلمية والمنهجية الاخلاقيات المهنية والنزاهة الاكاديمية المطلوبة في انجاز البحث المذكور أعلاه.

توقيع المعني (ة)

التاريخ: 2024/06/30

البويرة في: 2024/06/30

هيئة مراقبة السرقة العلمية:



النسبة: % 30

Memoire DERRADI et MESSOUCI - refomruler 3 - Nawel EL HANAFI.pdf

RAPPORT DE SIMILITUDE

30%

INDICE DE SIMILITUDE

29%

SOURCES INTERNET

8%

PUBLICATIONS

4%

COPIES DE L'ÉTUDIANT

SOURCES PRINCIPALES

1	fac.umc.edu.dz Source Internet	5%
2	123dok.net Source Internet	2%
3	butec.univ-saida.dz Source Internet	2%
4	Submitted to University of Monastir Copie de l'étudiant	1%
5	repository.enp.edu.dz Source Internet	1%
6	www.memoireonline.com Source Internet	1%
7	www.sololiya.fr Source Internet	1%
8	dspace.univ-tlemcen.dz Source Internet	1%
9	e-biblio.univ-mosta.dz Source Internet	1%

« Quand je suis dans l'eau, j'ai des idées.

Quand j'en suis sorti, je sèche. »

Roger Pierre

Remerciements

Tout d'abord, nous remercions Allah tout puissant de nous avoir donné la force et le courage

D'aller jusqu'au bout et surmonter toutes les difficultés.

Nous adressons nos sincères remerciements à nos parents pour leur soutien constant dans chaque projet que nous avons entrepris, ainsi qu'à nos sœurs, frères et amis qui ont été présents à nos côtés.

Nous tenons à exprimer notre profonde reconnaissance envers notre promotrice, Mme EL HANAFI, dont l'aide et les conseils ont été inestimables tout au long de la rédaction de ce mémoire. Nous lui sommes reconnaissants pour sa patience et son soutien précieux.

Nos remerciements vont également aux membres de jury pour bien vouloir évaluer ce mémoire.

En outre, nous aimerions remercier chaleureusement tous les enseignants du département de Génie de l'Environnement pour leur enseignement et leur guidance. Nous sommes également reconnaissants envers le chef de service, Mr. Bousaad, pour avoir facilité notre accès au laboratoire de la STEP de Réghaia. Nous exprimons notre gratitude à tous les travailleurs de la station, notamment à Mr. Boubekour et Mme Messaoudi, et Mme Yasmine, pour leur gentillesse et leur assistance précieuse pendant la durée de notre stage.

Dédicace

Du profond de mon cœur, je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers

A ma chère mère et mon cher père

Aucune parole ne peut véritablement refléter l'étendue de mon respect, de mon amour et de ma gratitude pour les sacrifices consentis pour mon éducation et mon bien-être. Merci pour votre soutien indéfectible, votre amour inconditionnel et la confiance que vous m'avez témoignée depuis mon enfance. J'espère sincèrement que vos bénédictions m'accompagneront toujours. Que Dieu vous accorde santé, bonheur et longue vie.

A mes chères sœurs

(I.I.S.H.W), pour leur soutien moral et leurs conseils précieux tout au long de mes études.

A ma meilleure amie

S. Chawki et F. Haboul, pour tous les merveilleux moments partagés ensemble, à celle qui m'a toujours soutenu et fait confiance.

A mes chères amies

Djahid, Fouzi, Hichem, Anis, Redwan, Ali, Samir, Abdellah, Aymen, Mustapha, Fouad, pour leur assistance et leur soutien inestimable dans les moments difficiles.

A mon cher binôme

Abdennasser, dont le courage nous a permis de mener à bien ce travail malgré les épreuves que nous avons traversées, pour les moments mémorables que nous avons partagés ensemble.

Oualid

Dédicace

À matèrs chère mère,

Affable, honorable, aimable : vous représentez pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour.

Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur.

À mon très cher Père,

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien-être. Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation. À mes frères qui étaient là, présents par leur soutien et leurs encouragements durant tous ce long chemin d'études.

À chaque personne qui m'a aidée et encouragée par ses conseils et m'a offert tout pour la réussite

Abdennasser

Résumé

Cette étude a pour objectif d'évaluer les performances épuratrices des systèmes biologiques de traitement des eaux usées (boues activées) au niveau de la STEP de Réghaïa. L'élimination de la pollution organique est estimée par des analyses physiques (pH, conductivité et MES, chimiques (DCO et DBO5) réalisées en amont et en aval de la station. Ainsi, les résultats sont comparés aux normes de rejet avant évacuation des eaux épurées vers le lac de Réghaïa. Les résultats des différentes analyses de l'effluent, effectuée sur une période de deux mois, montrent que les eaux usées présentent un caractère neutre (pH= 7,77) avec des conductivités ne dépassant pas les normes. La détermination des paramètres indicateurs de pollution mesurés donne Les rendements épuratoires de MES et DBO5 et DCO correspondent respectivement à 96%, 96.8 et 95.4 % et sont, de ce fait, satisfaisants. Tous ces résultats sont conformes aux normes de rejet et à la valorisation agricole des boues et sont obtenus grâce au bon fonctionnement de la STEP et à la bonne gestion en exploitation, à l'optimisation et à l'exigence de la qualité.

Mots clés : STEP, Boues activées, DBO5, MES, Epuration biologique, Eaux usées.

Abstract

The aim of this study is to evaluate the purification performance of biological wastewater treatment systems (activated sludge) at the Réghaïa WWTP. The elimination of organic pollution is estimated by physical (pH, conductivity and TSS), chemical (COD) and biological (BOD₅) analyses carried out upstream and downstream of the plant. The results are compared with discharge standards before the treated water is discharged into Lake Réghaïa. The results of the various effluent analyses, carried out over a period of two months, show that the wastewater is neutral (pH 7.71) with conductivities that do not exceed standards. Determination of the pollution indicator parameters measured shows that the purification yields for TSS, BOD₅ and COD are 96%, 96.8 and 95.4% respectively, and are therefore satisfactory. All these results comply with discharge standards and the agricultural reuse of sludge, and are the result of good operation of the WWTP and good management in operation, optimisation and quality requirements.

Key words: WWTP, Activated sludge, BOD₅ , TSS, Biological treatment, Wastewater.

ملخص

الهدف من هذه الدراسة هو تقييم أداء تنقية أنظمة معالجة مياه الصرف الصحي البيولوجية (الحماة المنشطة) في محطة معالجة مياه الصرف الصحي في الرغاية. يتم تقدير القضاء على التلوث العضوي من خلال التحليلات الفيزيائية (الرقم الهيدروجيني، والموصلية، والمواد الصلبة العالقة الصلبة)، والكيميائية (COD، والبيولوجية) BOD₅ التي يتم إجراؤها قبل وبعد المصنع. وتمت مقارنة النتائج بمعايير التصريف قبل تصريف المياه المعالجة في بحيرة رغايا. وتظهر نتائج تحاليل النفايات السائلة المختلفة، التي أجريت على مدى شهرين، أن مياه الصرف الصحي محايدة (الرقم الهيدروجيني 7.71) مع موصلية ال تتجاوز المعايير القياسية. يوضح تحديد معاملات مؤشر التلوث المقاسة أن عوائد التنقية لـ BOD₅ و TSS و COD هي 96% و 96.8% و 95.4% على التوالي، وبالتالي فهي مرضية. تتوافق جميع هذه النتائج مع معايير التصريف وإعادة الاستخدام الزراعي للحماة، وهي نتيجة للتشغيل الجيد لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي والإدارة الجيدة في التشغيل والتحسين ومتطلبات الجودة.

الكلمات المفتاحية: معالجة مياه الصرف الصحي، الحماة المنشطة، BOD₅، TSS، المعالجة البيولوجية، مياه

الصرف الصحي.

Liste des figures

Chapitre II

Figure II.1 : Filières de traitement au niveau de la S.T.E.P de Reghaia	15
Figure II.2 : Comptage de la STEP.....	17
Figure II.3 : Dégrilleur grossier	19
Figure II. 4 : Déssableur dégraisseur	20
Figure II.5 : Bassin d'aération pendant le fonctionnement.....	22
Figure II.6 : Clarificateur pendant le fonctionnement.....	23
Figure II.7 : Filtre à sable plein pendant le fonctionnement	24
Figure II.8 : Filtre à sable vide.....	24
Figure II.9 : Epaisseur pendant le fonctionnement.....	26
Figure II.10 : Epaisseur	26
Figure II.11 : Bâche de stockage des boues	27
Figure II.12 : Centrifugeuse	29

Chapitre III

Figure III.1 : Prélèvement à l'entrée.....	31
Figure III.2 : Prélèvement à la sortie.....	31
Figure III.3 : Photo du pH mètre	32
Figure III.4 : Photo du conductimètre.....	33
Figure III.5 : pompe à vide	34
Figure III.6 : un dessiccateur	34
Figure III.7 : balance de précision	35
Figure III.8 : Etuve.....	35
Figure.III.9 : Spectrophotomètre	36
Figure III.10 : Réacteur utilisée pour la mesure de la DCO.....	36
Figure III.11 : Dispositif de mesure de la DBO ₅	37

Figure III.12 : Mesure de V30.....	37
Figure III.13 : Mesure de la siccité.....	38
Figure III.14 : Four à moufle (550°C).....	39

Chapitre IV

Figure IV.1 : Variation de la conductivité à l'entrée et à la sortie de la STEP.....	44
Figure IV.2 : Variation des MES en fonction du temps (A : Février, B : Mars).....	45
Figure IV.3 : Variation de la DBO ₅ (A : Février, B : Mars).....	46
Figure IV.4 : Variation de la DCO à l'entrée et à la sortie de la station.....	47
Figure IV.5 : Taux d'abattement MES, DBO ₅ et DCO.....	59
Figure IV.6 : Evolution des MVS.....	50
Figure IV.7 : Variation de (IB) en fonction de temps.....	50
Figure IV.8 : La fluctuation de la siccité des boues de la STEP de Réghaia.....	52

Liste des tableaux

Chapitre I

Tableau I.1 Normes de rejets internationales.....	11
Tableau I.2 Normes de rejets Algérienne	12

Chapitre II

Tableau II.1 : Données de base de construction.....	16
Tableau II.2 : Paramètres d'entrée de la STEP	17
Tableau II.3 : Données technique de comptage	18
Tableau II.4 : Données technique de dégrilleur automatique et manuelle	19
Tableau II.5 : Caractéristiques techniques de déssableur dégraisseur	20
Tableau II.6 : Donnée technique de bassin d'aération.....	21
Tableau II.7 : Dimensionnement de bassin d'aération	22
Tableau II.8 : Dimensionnement de clarificateur	23
Tableau II.9 : Caractéristiques techniques de filtre à sable	24
Tableau II.10 : Caractéristiques techniques de l'épaississeur	25
Tableau II.11 : Dimensionnement du bassin d'épaississement	26
Tableau II.12 : Caractéristiques techniques de Bâche de stockage des boues	26
Tableau II.13 : Caractéristiques techniques de préparation de polymère.....	27
Tableau II.14 : Caractéristiques techniques de centrifugeuses.....	28

Chapitre III

Tableau III.1 : Fréquences d'analyses.....	30
---	----

Chapitre IV

Tableau IV.1 : Les différents débits entrants à la station.....	40
Tableau IV.2 : Caractéristique des eaux usées de la STEP de Régahia	41
Tableau IV.3 : Variation des débits de l'entrée et la sortie de la STEP	42
Tableau VI.4 : Variation de pH l'entrée et la sortie de la STEP	43

Tableau IV. 5 : Rendement épuratoires	48
Tableau IV. 6 : Valeurs seuil de l'indice de boue.....	51
Tableau IV. 7 : Les quantités de refus (février et Mars).....	53

Liste des abréviations

STEP : Station d'épuration des eaux usées.

ERU : Les eaux résiduaires urbaines.

NH₄⁺ : Azote ammoniacal (mg/l).

NH₃ : Ammoniac (mg/l).

NO₂⁻ : Les ions nitrites

NO₃⁻ : Nitrates.

K : Constatant de la biodégradabilité.

HPA : Hydrocarbures aromatiques polycycliques.

pH : Le potentiel hydrique.

MES : Matières en suspension.

DCO : Demande chimique en oxygène.

DBO : Demande biochimique en oxygène.

NTK : L'azote total de Kjeldahl.

PO₄H₂ : Ortho-phosphate, soluble PO₄H₂.

CE : Conductivité Electrique (μs/cm).

SAR : Rapport d'adsorption du sodium.

OH⁻ : Ion hydroxyde.

MS : Matière sèche.

MVS : Matière volatile en suspension.

DSDS : Direction de la santé et du développement social.

JORA : Journal officiel de la république algérienne.

MOS : Organisation mondiale de la santé

T : Température

O₂ : Oxygène dissous.

Sommaire

Remerciements	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction générale	1

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées

I.1. Introduction	3
I.2. Définition des eaux usées	3
I.3. Origine des eaux usées	3
I.4. Les catégories des eaux usées	3
I.4.1. Les eaux domestiques.....	3
I.4.2. Les eaux industrielles	4
I.4.3. Les eaux agricoles	4
I.4.4. Les eaux pluviale.....	4
I.5. Principaux polluants des eaux.....	4
I.5.1. La pollution minérale	4
I.5.2. La pollution microbiologique.....	5
I.5.3 Les éléments chimiques	5
I.5.4 La pollution physique.....	5
I.5.5 Pollution par le phosphore.....	6
I.5.6 Pollution par l'azote.....	6
I.5.7 La pollution thermique	6
I.5.8 La pollution radioactive.....	7
I.5.9 La pollution par hydrocarbures	7
I.6. Les paramètres de mesures	7
I.6.1 Paramètres physico-chimiques	8
I.6.1.1 Température.....	8

Sommaire

I.6.1.2	Potentiel hydrique (pH).....	8
I.6.1.3	Conductivité électrique.....	8
I.6.1.4	Les matières en suspension (MES).....	8
I.6.1.5	Demande Chimique en Oxygène (DCO).....	8
I.6.1.6	La Demande Biochimique en Oxygène (DBO).....	8
I.6.1.7	Biodégradabilité.....	9
I.6.1.8	Carbone total organique (COT).....	9
I.6.2	Paramètres biologiques.....	10
I.7	Normes de rejets.....	10
I.7.1	Normes internationales.....	10
I.7.2	Normes de rejets Algérienne.....	11
I.8	Impactes des eaux usées.....	12
I.8.1	Sur le milieu naturel.....	12
I.8.2	Sur la santé de l'homme.....	13
I.9	Conclusion.....	14

Chapitre II : Présentation de STEP de Réghaia

II.1.	Présentation de STEP de Réghaia.....	15
II.1.1.	Situation géographique.....	15
II.1.2.	Situation climatique.....	16
II.1.2.1.	Pluviométrie.....	16
II.1.2.2.	Températures.....	16
II.3.	Le réseau d'assainissement.....	16
II.4.	Description de la STEP de Réghaia.....	16
II.5.	Description de filière d'épuration des eaux.....	17
II.5.1.	Le poste de relevage.....	17
II.5.2.	Arrivée des eaux brutes et l'ouvrage de Comptage.....	17
II.5.3.	Filière de traitement.....	18
II.5.3.1.	Les prétraitements.....	18
II.5.3.1.1.	Dégrillage grossier.....	18

Sommaire

II.5.3.1.2. Déssableur - dégrisseur.....	19
II.5.3.2. Traitement biologique.....	20
II.5.3.2.1. Bassin d'aération	20
II.5.3.2.2. Clarificateur ou décanteur	22
II.5.3.3. Traitement tertiaire.....	24
II.5.3.3.1. Filtration.....	24
II.6. Description de filière de traitement des boues	25
II.6.1. Epaississement des boues	25
II.6.2. Bâche de stockage des boues.....	26
II.6.3. La déshydratation	27
II.6.3.1. Préparation automatique de polymère	27
II.6.3.2. Déshydratation des boues par centrifugation.....	28

Chapitre III : Matériels et méthodes

Introduction	30
III.1. Analyse des eaux usées	30
III.1.1. Echantillonnage.....	30
III.1.2. Prélèvement.....	30
III.2 Techniques d'Analyses des eaux usées.....	32
III.2.1 Potentiel hydrogène (pH).....	32
III.2.2 La Conductivité.....	33
III.2.3 Les matières en suspension (MES)	33
III.2.4. Demande chimique en oxygène (DCO)	35
III.2.5. Demande biologique en oxygène (DBO ₅)	36
III.3. Analyses des boues	37
III.3.1. Volume des boues V30.....	37
III.3.2. Indice des boues	38
III.3.3. Siccité des boues	38
III.3.4. Matière volatile en suspension MVS.....	39

Chapitre IV : Résultats et discussion

Sommaire

Introduction	40
IV.1 : Indicateurs de pollution en épuration biologique	40
IV.2. Résultats d'analyses du mois de Février et Mars 2024	42
IV.2.1 : Variation de volume journalier	42
IV.2.2 : Evolution de pH.....	43
IV.2.3 : Variation de conductivité	44
IV.2.4 : Variation des matières en suspensions (MES).....	44
IV.2.5 : Variation de la Demande Biologique en Oxygène (DBO ₅).....	45
IV.2.6 : Variation de la Demande Chimique en Oxygène (DCO).....	47
IV.2.7 : Rendements épuratoires de la STEP	48
IV.3 : Analyse de Boue	49
IV.3.1 : Evolution de Matière volatile en suspension (MVS).....	49
IV.3.2 : Evolution de l'indice de Boue.....	50
IV.3.3 : Le taux de matière sèche (ou la siccité).....	52
IV.3.4 : Evolution de quantité de refus	53
Conclusion générale.....	54

Introduction générale

L'eau revêt une importance cruciale dans la vie humaine, animale et végétale, ainsi que dans l'évolution des sociétés. Elle demeure un élément vital pour la survie et les activités humaines. Cependant, son utilisation peut présenter des risques sérieux pour l'environnement et la santé publique.

Ces dangers sont exacerbés par la pollution des eaux usées résultant des activités domestiques, agricoles et industrielles, ce qui constitue l'un des éléments facteurs de la crise environnementale.

On observe une prise de conscience croissante dans les sociétés développées quant aux impacts immédiats ou différés des activités humaines sur la qualité de l'environnement, notamment en ce qui concerne l'eau. Cependant, l'utilisation de l'eau implique inévitablement une forme de pollution. Qu'il s'agisse d'activités domestiques, agricoles ou industrielles, toutes génèrent des rejets polluants indésirables. Par conséquent, il est essentiel de toujours chercher à préserver cette ressource.

Les eaux de surface sont de plus en plus dégradées, ce qui nécessite un traitement des eaux usées urbaines de plus en plus intensif, qui ne se limite plus à l'élimination du carbone organique, mais inclut également l'azote et le phosphore. En raison d'un excès de ces nutriments, dans les cours d'eau et les lacs, les algues et les plantes aquatiques se multiplient. Il est crucial de traiter ou d'épurer les eaux usées provenant d'activités industrielles ou domestiques avant de les rejeter dans l'environnement naturel afin de protéger l'environnement et la santé publique. Les stations d'épuration concentrent les polluants sous forme de boues et évacuent une eau épurée conformément à des normes strictes, par des procédés physico-chimiques ou biologiques, dans le but de réduire la charge polluante des eaux usées.

Les méthodes d'épuration les plus couramment utilisées en Algérie comprennent le traitement aux boues activées et le lagunage naturel, visant principalement à éliminer la pollution azotée, carbonée et phosphorée.

La station d'épuration de Réghaia, où s'est déroulé notre stage pratique et avant d'être rejetées dans le lac Réghaia, les eaux usées mixtes (constituées à la fois de déchets industriels et urbains) sont traitées en conséquence. Notre étude s'est concentrée sur le suivi du fonctionnement de cette station, en évaluant l'eau brute et traitée pour vérifier son efficacité.

Introduction générale

Bien que la construction d'infrastructures coûteuses soit nécessaire, il est tout aussi crucial de garantir leur bon fonctionnement et leur exploitation. C'est dans cette optique que ce document détaille le principe de fonctionnement d'une station d'épuration à boues activées, ainsi que l'évaluation de ses performances.

L'étude actuelle est organisée en quatre chapitres bien définis, le premier chapitre fournissant un aperçu complet sur les eaux usées. Le chapitre qui se suit présentera la STEP de Réghaia ainsi que les différents compartiments qui la composent. Nous avons décrits les différents équipements et de technologies utilisés pour évaluer les performances de la station qui seront exposé en chapitre 3. Nous consacrons le quatrième chapitre aux résultats obtenus et à leurs analyses.

Une conclusion générale est présentée à la fin du manuscrit.

I.1. Introduction

Les eaux usées, qui proviennent principalement d'activités anthropiques, constituent un important dilemme environnemental contemporain. Chargé d'une myriade de contaminants, il comprend des amalgames complexes de substances organiques, de composés présents dans les détergents et les nettoyants et d'agents nocifs provenant de sources industrielles. En outre, il possède la capacité de transmettre des micro-organismes pathogènes, constituant ainsi une menace pour le bien-être public. Face à ces problèmes, la mise en œuvre d'une gestion efficace des eaux usées est impérative pour préserver la qualité de l'eau, protéger la santé publique et garantir la longévité des écosystèmes aquatiques.

I.2. Définition

Les eaux résiduaires proviennent de diverse source, notamment des pratiques domestiques, agricoles et industrielles, et elles contiennent des substances potentiellement dangereuses. Elles sont déversées dans les réseaux d'assainissement, comprenant aussi les eaux de pluie avec leur charge polluante. Ces eaux provoquent différentes pollutions et perturbations de l'environnement. Ces ressources en eau sont causées par l'exploitation humaine et perdent leur pureté naturelle en raison de la présence de polluants [1].

I.3. Sources des eaux usées

En général, les eaux résiduaires sont issues des sources suivantes :

- La contamination physico-chimique et bactériologique des eaux potables,
- Les activités humaines, qu'elles soient domestiques, industrielles ou agricoles,
- Les écoulements d'eau de pluie, selon la provenance des substances polluantes [2].

I.4. Les catégories des eaux Résiduaires

En général, il existe quatre catégories principales d'eaux usées, chacune correspondant à une activité spécifique qui a conduit à leur pollution :

I.4.1. Les eaux de ménage (domestique)

Comme son nom l'indique, les eaux de ménages sont celles qui sont polluées par les activités quotidiennes à domicile, Elles contiennent principalement de la pollution organique. Elles sont généralement divisées en deux groupes :

Les eaux ménagères

L'eau en question provient de diverses activités telles que la douche et la cuisine. Ces produits couramment utilisés contiennent souvent des graisses, des tensioactifs (savons, détergents) et des solvants. Ces eaux peuvent également renfermer des produits chimiques cosmétiques et médicamenteux, ainsi que des déchets alimentaires, etc.

Les eaux de vannes

Cela concerne les eaux issues des sanitaires. Ces derniers ont pour mission de transporter différentes matières organiques azotées, ainsi que des germes fécaux et du papier hygiénique.

[3].

I.4.2. Les eaux industrielles

Les eaux industrielles désignent les eaux provenant de l'activité des sociétés. Leurs caractéristiques varient considérablement en fonction du secteur industriel, avec des sources potentielles de pollution telles que l'agroalimentaire, la métallurgie, la papeterie, la pétrochimie, le textile, entre autres. L'eau renferme tous les produits ou sous-produits de l'activité industrielle.

Par conséquent, Des polluants tels que des hydrocarbures, des composés organiques, des graisses, des micropolluants, des métaux lourds et d'autres substances peuvent être présents dans les eaux industrielles. En fonction des méthodes de fabrication et des matériaux employés dans chaque secteur industriel [1].

I.4.3. Les eaux agricoles

L'agriculture est une importante source de pollution des eaux, car elle utilise des engrais et des pesticides. Cette activité est la principale cause des pollutions diffuses. Les nappes phréatiques superficielles sont enrichies par ruissellement avec des matières azotées ou phosphatées provenant des terres agricoles fertilisées avec des engrais ionique riches en nitrates et phosphates, ou en quantités telles qu'elles ne peuvent pas être retenues par le sol et absorbées par les plantes. Elles polluent également les cours d'eau et les réservoirs [5].

I.4.4. Les eaux pluviales

Les précipitations atmosphériques produisent les eaux de pluie. (pluie ou neige fondue), provenant de diverses surfaces urbaines telles que les toits, les routes, les trottoirs, les cours et les jardins. Différents polluants peuvent être transportés par les eaux de pluie, comme les résidus de pesticides, les émissions industrielles, les huiles de vidange, les particules de pneus, les hydrocarbures et les métaux lourds [4].

I.5.2. Principaux polluants des eaux**I.5.2.1 La pollution minérale**

La pollution minérale désigne la contamination de l'environnement par des minéraux d'origine anthropique, tels que les métaux lourds, les produits chimiques inorganiques et les particules solides. Cette forme de pollution affecte les sols, l'eau et l'air, avec des conséquences potentiellement néfastes sur la santé humaine, la faune, la flore et les écosystèmes en général [7].

I.5.2.2. La pollution microbiologique

La pollution microbiologique se réfère à la présence indésirable de micro-organismes tels que des bactéries, des virus, des champignons ou des parasites, dans l'environnement, les eaux, les sols, les aliments ou l'air. Diverses sources peuvent être responsables de cette contamination microbiologique, telles que les déchets humains, les eaux usées non traitées, les activités agricoles et animales, ainsi que les déchets industriels. La santé humaine peut être menacée par ces micro-organismes qui peuvent causer des maladies, des infections et des intoxications alimentaires. En général, la pollution microbiologique est combattue par des mesures de traitement des eaux, d'hygiène et de sécurité alimentaire renforcées, ainsi que par l'adoption de pratiques agricoles et industrielles responsables [8].

I.5.2.3. Les éléments chimiques

Les éléments chimiques des eaux proviennent principalement des déversements chimiques d'origine industrielle. Elle est subdivisée en deux grandes catégories :

- Les substances polluantes organiques telles que les hydrocarbures, les pesticides, les détergents, les phénols, etc.
- Les substances polluantes minérales, telles que les métaux lourds, le cyanure, l'azote, le phosphore, et bien d'autres [9].

I.5.2.4. La pollution physique

La pollution physique de l'eau fait référence à l'accumulation de particules solides ou de déchets qui peuvent obstruer le lit d'un cours d'eau, rendant ainsi son écoulement naturel difficile. Il existe différentes natures de particules, telles que des sédiments, des débris de bois, des matériaux de construction ou des déchets industriels [10]. Prenons l'exemple des zones minières où les activités d'extraction peuvent libérer des résidus de roche et de sol présents dans les cours d'eau, ce qui accroît leur turbidité et leur capacité à transporter des polluants. De même, les usines de bois produisent fréquemment des déchets tels que la sciure et les copeaux, qui peuvent être emportés dans les cours d'eau par les précipitations et les ruisseaux.

En outre, les tanneries font appel à des substances chimiques afin de traiter les peaux, ce qui peut entraîner la libération de substances nocives dans l'eau.

En résumé, Les diverses sources de pollution physique de l'eau peuvent avoir des effets néfastes sur la qualité de l'eau et sur les écosystèmes aquatiques.

I.5.2.5. Pollution par le phosphore

Les industries de traitement de surface des métaux, les laveries industrielles, ainsi que la fabrication et la production d'engrais agroalimentaires, représentent les principales sources de pollution par le phosphate. Le phosphore, tout comme l'azote, joue un rôle essentiel dans la nutrition. Cependant, lorsqu'il est présent en excès dans les milieux aquatiques, il peut entraîner un phénomène appelé eutrophisation [11].

Le processus d'eutrophisation se caractérise par une prolifération excessive d'algues et de plancton dans les rivières, les lacs ou les plans d'eau. Cette augmentation est due à un apport excessif de nutriments, tels que le phosphore, qui favorisent la croissance des algues. Lorsque ces algues meurent et se décomposent, elles consomment l'oxygène dissous dans l'eau, ce qui peut entraîner une diminution de l'oxygène disponible pour les autres organismes aquatiques, conduisant éventuellement à des zones mortes ou anoxiques où la vie aquatique est incapable de survivre [12].

I.5.2.6. Pollution par l'azote

La pollution par l'azote peut être attribuée aux activités industrielles, qui peuvent générer des rejets contenant des niveaux variables d'azote, un élément nutritif important. La production d'engrais, les cokeries, ainsi que les industries chimiques et agroalimentaires peuvent être responsables de ces rejets [12].

L'azote se présente sous différentes formes dans l'eau. Une forme réduite est présente, comprenant l'azote ammoniacal (NH_3 ou NH_4^+) et l'azote organique (contenu dans les protéines, la créatine, l'acide urique, etc.). Il existe également une forme oxydée, présente sous la forme d'ions nitrites (NO_2^-) et de nitrates (NO_3^-). Il est possible que ces diverses formes d'azote aient des conséquences différentes sur les écosystèmes aquatiques et la qualité de l'eau.

I.5.2.7. La pollution thermique

Les eaux rejetées par les usines utilisant un circuit de refroidissement, telles que les centrales thermiques, les centrales nucléaires, les raffineries et les aciéries, sont responsables de la pollution thermique. Ces eaux de rejet ont généralement une température élevée, allant de 70 à 80 °C. Lorsqu'elles entrent en contact avec les eaux des milieux aquatiques, leur température diminue, mais reste élevée, atteignant environ 40 à 45 °C.

Ce réchauffement de l'eau peut avoir un impact sur la solubilité de l'oxygène dans l'eau, affectant ainsi les écosystèmes aquatiques [9].

I.5.2.8. La pollution radioactive

La radioactivité artificielle des rejets est responsable de la pollution radioactive, notamment dans le cadre de l'énergie nucléaire sous diverses formes, comme les installations de centrales, les mines d'uranium et le traitement des déchets radioactifs. Ces rejets contiennent des éléments radioactifs qui peuvent s'intégrer dans les molécules des organismes vivants. Au fur et à mesure que les organismes évoluent dans la chaîne alimentaire, ils sont de plus en plus exposés aux rayonnements radioactifs, ce qui peut avoir des conséquences sur la santé et sur les écosystèmes [13].

I.5.2.9. La pollution par hydrocarbures

L'extraction du pétrole, son transport et son utilisation finale dans des produits tels que les carburants et les lubrifiants sont à l'origine de la pollution par les hydrocarbures. Les effets des hydrocarbures sur l'environnement marin sont significatifs et dépendent en grande partie de leur composition.

- **Toxicité aiguë** : Les hydrocarbures ont un impact sur tous les êtres vivants de la mer, tels que les plantes, les animaux et les bactéries. Ils peuvent entraîner la mort immédiate des poissons en provoquant des problèmes respiratoires dus au colmatage des branchies. Les oiseaux marins sont également gravement touchés, car leurs plumes se retrouvent engluées. On estime qu'entre 150 000 et 400 000 oiseaux sont tués chaque année à cause des hydrocarbures.
- **Toxicité à long terme** : Différents organismes marins peuvent ingérer les hydrocarbures et leurs produits de dégradation, ce qui peut entraîner leur accumulation dans les tissus. Les effets de cette pollution peuvent s'étendre sur de longues périodes. Ce risque est particulièrement grave lorsqu'il s'agit d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) cancérigènes. Ces substances sont absorbées par les organismes marins et peuvent être concentrées à des niveaux très élevés dans la chaîne alimentaire. Ce phénomène représente un danger potentiel pour les consommateurs humains [13].

I.6. Les paramètres de mesures

Différents critères de pollution sont utilisés pour évaluer la composition des eaux usées, tels que la température de l'eau, le pH, la conductivité électrique, les matières en suspension (MES), la demande biochimique en oxygène (DBO), la demande chimique en oxygène (DCO), les concentrations en azote et en phosphore, ainsi que des critères microbiologiques comme les coliformes fécaux. Les métaux lourds sont également pris en compte en raison de leur potentiel de nuisance [14].

I.6.1. Paramètres physico-chimiques

I.6.1.1. Température

La température de l'eau, bien que souvent négligée dans les systèmes de collecte urbains, est un paramètre crucial à surveiller, surtout en présence de rejets industriels. Des températures élevées peuvent perturber le fonctionnement des installations d'épuration, il est donc essentiel que les rejets restent inférieurs à 30°C [15].

I.6.1.2. Potentiel hydrique (pH)

Le pH, qui mesure l'acidité des eaux usées, joue un rôle crucial dans le bon déroulement des processus de traitement. Il est essentiel de le surveiller afin d'assurer l'efficacité des étapes de traitement.

I.6.1.3. Conductivité électrique

La conductivité électrique, est une mesure simple réalisée à l'aide d'une électrode, offre une indication directe de la concentration totale en sels dissous dans l'eau. En comparant les valeurs avec celles de l'eau potable, elle permet de repérer rapidement d'éventuels apports industriels importants dans le réseau d'assainissement [15].

I.6.1.4. Les matières en suspension (MES)

Les MES désignent les matières en suspension, c'est-à-dire les substances qui ne sont ni solubles dans l'eau ni colloïdales, et qui peuvent être retenues par un filtre lors du traitement. Les matières organiques et minérales, qui incluent des substances organiques et minérales, jouent un rôle crucial en déterminant le niveau de pollution d'un effluent urbain ou même industriel [16].

I.6.1.5. Demande Chimique en Oxygène (DCO)

La quantité d'oxygène consommée par les matières présentes dans l'eau et qui sont oxydables dans des conditions spécifiques est appelée la demande chimique en oxygène (DCO) [17]. Elle est d'autant plus importante qu'il existe des substances oxydables dans l'environnement. L'oxygène a un impact sur presque toutes les matières organiques, qu'elles soient biodégradables ou non biodégradables. On évalue la DCO en mg d'O₂/L [18]. Les eaux usées industrielles sont également mesurées en mg et même en Kg pour la DCO [19].

I.6.2.6. La Demande Biochimique en Oxygène (DBO)

La DBO correspond à l'oxygène requis pour décomposer les substances organiques présentes dans les eaux usées grâce à des processus d'oxydation microbiologique. Elle se divise en deux étapes : d'abord, l'oxydation des composés carbonés, qui se termine généralement en 20 jours à 20 °C, puis l'oxydation des composés contenant de l'azote, qui démarre après une dizaine de jours.

La DBO₅, calculée sur une période de 5 jours, représente la consommation d'oxygène par les bactéries pendant la dégradation des matières organiques. Elle offre ainsi une évaluation de la charge organique présente dans les eaux usées [20].

I.6.1.7. Biodégradabilité

La biodégradabilité désigne le niveau de biodégradabilité d'un effluent par les micro-organismes lors des processus d'épuration biologique des eaux. Elle est exprimée par un coefficient K

avec $K = DCO/DBO_5$:

- Si la valeur de K est inférieure à 1,5, cela indique que les matières oxydables sont principalement composées de matières fortement biodégradables.
- Si la valeur de K est inférieure à 1,5, cela indique que les matières oxydables sont d'une biodégradabilité moyenne.
- Les matières oxydables sont peu biodégradables lorsque $2,5 < K < 3$.
- Si K est supérieur à 3, les substances oxydables ne se dégradent par le système biologique.

L'augmentation du coefficient K signale la présence d'agents inhibiteurs de la croissance bactérienne dans l'eau, tels que les sels métalliques, les détergents, les phénols, les hydrocarbures, etc. Le choix de la méthode de traitement à appliquer est influencé par cette valeur : si l'effluent est biodégradable, il est recommandé de le traiter biologiquement, tandis que s'il n'est pas biodégradable, il est recommandé de le traiter physico-chimiques [21].

I.6.1.8. Carbone total organique (COT)

Le carbone organique total (COT) est utilisé pour évaluer les diverses caractéristiques du carbone organique présent dans l'eau, qu'il soit sous forme dissoute ou particulaire, provenant de substances volatiles ou de sources minérales dissoutes. En général, on procède à sa mesure en utilisant un analyseur de CO_2 à infrarouge, après avoir brûlé à haute température l'échantillon d'eau [22].

➤ Indicateurs de pollution (Paramètres chimiques) L'azote

L'azote se trouve sous la forme organique et ammoniacale dans les eaux usées domestiques. Les types d'azote présents dans les eaux usées sont :

- L'azote total de Kjeldahl (NTK) ;
- Les nitrates (NO_3^-) ;
- Les nitrites (NO_2^-).

Outre les effets toxiques de la forme ammoniacale et nitrique, l'azote joue un rôle dans l'eutrophisation. Ainsi, il est essentiel de la caractériser et de la quantifier pour les rejets liquides dans l'environnement naturel [23].

- **L'azote kjeldahl** : L'azote kjeldahl = Azote ammoniacal+ azote organique.

➤ L'azote organique

Les déjections animales, et plus largement les matières organiques mortes, contiennent de l'azote qui est progressivement libéré par l'action de la microflore aérobie et anaérobie du sol, des acides uriques et des protéines.

- **L'azote ammoniacal** : En milieu oxydant, l'azote ammoniacal se présente sous deux formes : l'ammoniac NH_3 et l'ammonium NH_4^+ . L'ammonium se convertit en nitrite puis en nitrate
- D'orthophosphate, soluble PO_4^{3-}
- De poly phosphate quia tendance à s'hydrolyser en ortho phosphate.
- De phosphore non dissous [24].

I.6.2. Paramètres biologiques

- Les bactéries constituent la majorité de la boue activée, et parfois des champignons, des rotifères et des nématodes.
- Les nématodes se présentent sous la forme de vers filiformes non segmentés, recouverts d'une couche chitineuse sans relief.
- Les coliformes fécaux font partie des coliformes totaux qui peuvent fermenter le lactose à une température de 44 °C, souvent associés à une contamination d'origine fécale. bien que certains proviennent d'eaux enrichies en matière organique d'origine industrielle ou alimentaire.

I.7. Normes de rejets

I.7.1. Normes internationales

Il existe des normes qui définissent les limites à ne pas dépasser ou les seuils à respecter pour différents paramètres dans les eaux usées. Ces normes sont établies par des lois, des directives ou des décrets. Les normes internationales pour les eaux usées sont établies par des organisations telles que l'Organisation mondiale de la santé (OMS). Un critère est considéré comme satisfait lorsqu'il respecte la norme établie pour un paramètre donné. Les normes internationales de l'OMS pour les eaux usées sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau I.1 : Normes de rejets internationales

Caractéristiques	Unité	Normes utilisées par OMS
pH	-	6,5-8,5
DCO	mg/L	< 90
DBO₅	mg/L	< 30
MES	mg/L	< 20
NH₄	mg/L	< 0,5
-	mg/L	< 1
P₂O₅	mg/L	< 1
NO₂	mg/L	1
Température	°C	< 30
Couleur	-	Incolore
Odeur	-	Incolore

I.7.2. Normes de rejets Algérienne

D'après les normes algériennes, les valeurs limites maximales de rejet d'effluents sont regroupées dans le tableau suivant [25] :

Tableau I.2 : Normes Algérienne.

Paramètre	Unité	Concentration maximale admissible
Température	°C	<30
pH	-	6,5 à 8,5
MES	mg/L	35
CE	mS/cm	3
DBO ₅	mg/L	35
DCO	mg/L	120
Azote	mg/L	30
Phosphate	mg/L	0,2
Métaux lourds = Fer		
Cuivre		3
Zinc		0,5
manganèse		3
chrome		1
nickel	mg/L	0,5
cadmium		0,5
plomb		0,2
		0,5
Coliforme Fécaux	Nombre de cf/100ml	<1000 CF/100ml
Nématodes intestinaux	Oeufs /L	Absence

I.8. Impactes des eaux usées

I.8.1. Sur le milieu naturel

La qualité des milieux naturels est fortement affectée lorsque le réseau de collecte des eaux usées ne garantit pas la sécurité de l'ensemble de la population. Dans de telles situations, les eaux usées non traitées sont souvent déversées directement dans les cours d'eau, les lacs ou les océans, ce qui provoque une pollution sévère des écosystèmes aquatiques. Les contaminants présents dans ces eaux, tels que les bactéries fécales, les produits chimiques toxiques et les excès de nutriments, perturbent l'équilibre naturel des habitats aquatiques.

Elle peut entraîner la disparition de la faune et de la flore aquatiques, la détérioration des habitats, la propagation de maladies, ainsi que des problèmes de qualité de l'eau pour les usages humains, (Bains, pêche, eau potable). Par conséquent, le manque d'un système d'assainissement approprié joue un rôle important dans la détérioration de l'environnement et la menace pour la santé publique. [26].

➤ **L'océan**

Lorsque les eaux usées sont déversées dans l'océan sans un traitement adéquat, Les zones de baignade sont contaminées par elles. Par exemple, depuis 2005, la Direction de la Santé et du Développement Social (DSDS) interdit la baignade sur les plages des Roches à Kourou et de Zéphire en raison de la présence de bactéries, de virus et de parasites provenant des eaux usées domestiques non traitées. En cas d'ingestion ou de contact avec ces eaux, des maladies peuvent être transmises à l'homme [27].

➤ **Eaux superficielles**

Les eaux usées déversées directement dans les eaux superficielles peuvent entraîner une prolifération excessive d'algues, provoquant ainsi un phénomène d'eutrophisation. Ceci réduit la concentration d'oxygène dans l'eau, ce qui peut causer la mort des poissons et d'autres animaux aquatiques. En outre, les eaux usées contenant des métaux lourds tels que le mercure, le chrome et l'arsenic peuvent avoir des conséquences néfastes sur les espèces aquatiques les plus vulnérables. Dans certaines conditions physico-chimiques, il est possible que ces métaux lourds se rassemblent tout au long de l'alimentation, ce qui peut avoir un impact sur la santé humaine. Actuellement, la valorisation des boues issues du traitement des eaux usées et la gestion des matières provenant des vidanges de fosses septiques ne sont pas efficaces [28].

➤ **Eaux souterraines**

Si les installations de traitement des eaux usées ne sont pas étanches ou si les systèmes d'assainissement individuels ne fonctionnent pas correctement, Les contaminants présents dans les eaux usées peuvent pénétrer dans le sol et atteindre les nappes phréatiques. Cela risque de compromettre la qualité de l'eau souterraine, compromettant ainsi sa potabilité et son utilisation pour divers usages, tels que l'approvisionnement en eau potable ou l'irrigation.

I.8.2. Sur la santé de l'homme

L'eau, ressource vitale, est malheureusement devenue la principale source de maladies et de décès dans le monde, directement ou indirectement. Les disparités dans l'accès à l'eau et sa détérioration entraînent des problèmes de santé majeurs, notamment dans les pays en développement, où 80 % des maladies sont associées à l'eau, affectant un Africain sur deux. Par exemple, la fièvre typhoïde, provoquée par la bactérie *Salmonella typhi*, se transmet par contact direct avec une personne infectée, la consommation d'aliments contaminés par de l'eau souillée, ou par une préparation par une personne malade.

Malgré l'introduction de nouveaux antibiotiques qui permettent des traitements plus rapides, la résistance aux antibiotiques continue de croître. En outre, un contact prolongé avec les eaux usées lors de baignades peut entraîner des infections de la peau, de la gorge, du nez et des oreilles.

I.9. Conclusion

La question des eaux usées représente un défi crucial dans la gestion de l'eau. Divers contaminants sont présents dans les eaux usées, tels que des agents pathogènes, des substances chimiques, des métaux lourds et des nutriments, pouvant représenter des risques pour la santé humaine et l'environnement s'ils ne sont pas correctement traités. La réutilisation des eaux usées nécessite une attention particulière en raison de cette présence de contaminants. Ces contaminants peuvent provenir de sources domestiques, industrielles et agricoles. Ils posent des risques sanitaires, car les micro-organismes pathogènes peuvent causer des maladies graves, tandis que les produits chimiques peuvent être toxiques pour les êtres humains et les écosystèmes.

En outre, les eaux usées rencontrent des difficultés techniques en raison de la présence de contaminants.

La pollution est influencée par la population qui produit les eaux usées et les activités industrielles dans la région. Toutefois, ces difficultés peuvent être considérablement réduites grâce à un traitement adéquat des eaux usées.

Les divers procédés de traitement des eaux usées, tels que la filtration, la désinfection, la décantation et la bio-remédiation, sont capables de réduire les concentrations de polluants à des niveaux considérés comme sûrs. Ces techniques permettent ainsi l'utilisation des eaux recyclées à diverses fins, telles que l'irrigation agricole, l'approvisionnement en eau potable non potable, l'industrie et la recharge des nappes phréatiques.

Il est primordial de gérer de manière efficace les eaux usées afin d'assurer la disponibilité constante des ressources en eau et de prévenir les dangers pour la santé publique et l'environnement. Il est essentiel d'investir dans les infrastructures de traitement des eaux, ainsi que de mettre en place des politiques et des réglementations adéquates afin de promouvoir une réutilisation sécuritaire et durable des eaux usées.

II.1. Présentation de STEP de Réghaia

II.1.1. Situation géographique

La Willaya d'Alger comprend plusieurs stations d'épuration (STEP), dont la STEP de Réghaia, Il semble que votre texte soit incomplet. Utilisant la technologie des boues activées à faible charge. Ensuite, vous commencez à décrire Réghaïa comme une commune située à 30 km de la capitale et à 16 km de Boumerdes, dans la circonscription administrative de Rouiba, avec une superficie de 2630 hectares, abritant une population d'environ 76 043 habitants. La superficie dédiée à l'agriculture est estimée à 1337 hectares, représentant 50,8 % du total, tandis que la zone industrielle occupe 335 hectares, soit 13,5 %.

La STEP s'étale sur une superficie de 17 hectares, Elle se trouve à l'est d'Alger (à 35 km du centre d'Alger). À proximité de la frontière Nord-Est de la plaine de la Mitidja et à 17 km de Boumerdes, la station d'épuration des eaux usées (STEP) est bordée au nord par le lac de Réghaia et au sud par la route nationale N°24, à l'est par la ville Ain Taya et à l'ouest par la route goudronnée d'El Kadous, comme le montre la figure (II.1).



Figure II.1 : Filières de traitement de la STEP de Reghaia.

II.1.2. Situation climatique

II.1.2.1. Pluviométrie

La répartition des précipitations maximales quotidiennes dans les stations différentes met en évidence l'importance de l'intensité des averses.

II.1.2.2. Températures

L'analyse des données de la station de Dar El Beida révèle :

- Une moyenne annuelle de température d'environ 18 °C.
 - Une température moyenne minimale de 6 à 10 °C pendant l'hiver et de 13 à 21 °C pendant l'été ;
 - Une température maximale moyenne de 24 à 33 °C pendant les mois d'été.
- Des hivers avec des températures moyennes assez basses, allant de 12 à 15 °C.

II.3. Le réseau d'assainissement

Dans son ensemble, le réseau unitaire de la ville de Réghaia collecte à la fois les eaux usées et les eaux pluviales vers des points de rejet situés à divers endroits.

II.4. Description de la STEP de Réghaia

Les eaux usées de la commune et de l'industrie sont dirigées vers les installations de traitement par des réseaux mixtes (eaux pluviales + eaux usées) qui alimentent la station d'épuration des eaux usées de Réghaia. Cette station fonctionne en mode boues activées à faible charge. Voici les principales caractéristiques, données de dimensionnement, description et schéma de l'installation.

Tableau II.1 : Données de base de construction.

	Eau brute	Eau épurée	
	Flux nominal journalier	Concentration sur échantillon moyen 24h	Valeur instantanée
MES	19 960 Kg/j	20 mg/L	25
DBO₅	15 800 Kg /j	15 mg/L	25
DCO	28 560 Kg/j	50 mg/L	90
NGL	1 960 Kg/j	10 mg/L	
Pt	540 Kg/j	3 mg/L	

Tableau II.2 : Paramètres d'entrée de la STEP

Débit moyen journalier	72 000 (m ³ /j)
Débit moyen horaire	3 000 (m ³ /j)
Débit de pointe de temps sec	4500 (m ³ /j)
Débit de pointe de temps de pluie	7500 (m ³ /j)

II.5. Description de filière d'épuration des eaux

II.5.1. Le poste de relevage

Un poste de relevage est une installation utilisée pour pomper les eaux usées ou pluviales vers un niveau plus élevé, généralement lorsque le système de drainage principal est situé en dessous du niveau de l'endroit à desservir. Ces systèmes sont essentiels pour prévenir les inondations et assurer le bon fonctionnement des réseaux d'assainissement. Pour discuter de ce sujet en profondeur, il serait utile d'aborder des points tels que le fonctionnement, l'entretien, les différents types de stations de relevage.

II.5.2. Arrivée des eaux brutes et l'ouvrage de Comptage

Dans un réseau d'assainissement mixte, des conduites de 800 et 1200 mm de diamètre sont utilisées pour transporter les eaux usées urbaines et industrielles vers l'entrée de la station d'épuration. Le débit est mesuré à l'entrée à l'aide de sondes ultrasons situées en amont des canaux venturisés. En cas de besoin, un by-pass général est activé en manœuvrant un batardeau de 1,6 m de largeur et 1,9 m de hauteur, permettant de superviser l'intégralité de l'entrée de la station.



Figure II.2 : Comptage de la STEP.

Tableau II.3: Données technique de comptage.

Paramètres	Unités	Valeurs
Débit maximum	m ³ /h	9360
Nombre des canaux	/	2
Hauteur	m	2,04
Largeur des canaux	m	17,5
Largeur d'un canal	m	1,24
Hauteur d'eau max	/	0,8
Bassin dorage	/	1
Volume de bassin dorage	m ³	4000
Pompe submersible	m ³ /j	2180
Agitateur	/	4

II.5.3. Filière de traitement

La filière eau regroupe les diverses techniques de dépollution et de traitement des eaux usées, du prétraitement au traitement avancé et au traitement tertiaire, depuis leur entrée à la station d'épuration jusqu'à leur sortie.

II.5.3.1. Les prétraitements

On pompe les Eaux Brutes (EB) à travers un canal de 1,2 m de largeur qui conduit au poste de dégrillage, qui est constitué de 3 grilles, dont deux sont automatisées et une troisième manuelle. Il y a des connexions hydrauliques directes entre cet assemblage et le dessaleur et le déshuileur. La hauteur d'eau est imposée par la lame de débordement d'extrémité de cet ouvrage. Il est essentiel d'adopter cette disposition afin d'obtenir des vitesses acceptables en toutes circonstances, conformément au droit des barreaux.

II.5.3.1.1. Dégrillage grossier

Le processus de dégrillage consiste à faire passer les eaux usées à travers des grilles pour retenir les substances solides de plus grande taille. telles que (cotons, tiges, morceaux de papier, plastique et bois...). L'objectif de cette démarche est de protéger la sécurité des équipements électromécaniques tout en minimisant les risques de colmatage des conduites installées dans la station d'épuration.

Tableau II.4: Données technique de dégrilleur automatique et manuelle

Types de dégrillages	Paramètres	Unités	Valeurs
Dégrilleur automatique	Profondeur	m	1,5
	Largeur	m	1
	Espace entre barreaux	mm	20
Dégrilleur Automatique	Profondeur	m	1,9
	Largeur	m	1
	Espace entre barreaux	mm	30

**Figure II.3:** Dégrilleur grossier.

II.5.3.1.2. Dessableur - dégrisseur

Dans le processus de dessablage-déshuilage, un système rectangulaire (figure II.4). Il est employé afin de dissoudre les résidus les plus denses (comme le sable) et de laisser flotter les déchets plus légers (comme les graisses et les fins). L'élimination du sable prévient l'usure des équipements situés en aval. En revanche, l'élimination des graisses encourage la circulation de l'oxygène dans le système d'aération. Un pont automoteur est installé sur le fond plat de l'ouvrage pour racler le fond et reprendre les sables et les graisses sur la surface grâce à des pompes aératrices. Le tableau (II.5) présente les dimensions de cet ouvrage.

Tableau II.5: Caractéristiques techniques de déssableur dégraisseur.

Paramètres	Unités	Valeurs
Nombre des canaux	/	3
Largeur	m	4
Longueur	m	28
Profondeur	m	3,6
Suppresseur d'air	m ³ /h	3x540
Air lift	m ³ /h	3x55
Charge hydraulique	m ³ /m ² /h	9,9
Temps de séjour		12



Figure II. 4 : Déssableur dégraisseur.

II.5.3.2. Traitement biologique

II.5.3.2.1. Bassin d'aération

On observe deux bassins d'aération différents au niveau de la STEP (**figure II.5**). Les dimensions de chaque bassin d'aération sont spécifiées dans le tableau. (**II.6**).

Le bassin d'aération agit comme un réacteur biologique où les micro-organismes aérobies dégradent les matières organiques. En plus de cela, La dénitrification transforme la pollution dissoute en gaz et en biomasse. Ce bassin dispose d'un système d'oxygénation et de brassage qui permet :

- Introduire une quantité précise d'oxygène dans l'eau est nécessaire pour satisfaire les besoins liés à l'oxydation de la pollution organique ;
- Il est primordial de mélanger la suspension de boues activées pour préserver leur uniformité et prévenir tout dépôt.
- Si la zone d'anoxie d'une partie du bassin d'aération est dépourvue d'oxygène et si des nitrates sont présents, d'autres micro-organismes, connus sous le nom de bactéries nitrifiantes, se développent.
- Ces éléments jouent un rôle dans la détérioration des charges azotées et la génération d'azote gazeux.

Tableau II.6 : Donnée technique de bassin d'aération.

Paramètres	Unités	Valeurs
Nombre de bassin d'aération	/	2
Volume	m ³	11865
Longueur	m	35
Largeur	m	35
Hauteur d'eau	m	5,85
Nombre de turbin	/	3
Diamètre de turbine	mm	2900
Capacité d'oxygénation	Kg d'o ₂ /h	207
Capacité standard d'aération	Kg d'o ₂ /kWh	2,2
Puissance d'aération	KW/W	110
Volume de bassin d'anoxie	m ³	2x4446
Pompe de recirculation interne	m ³ /h	2x1666
Vitesse de moteur d'agitateur	tr/mn	1500
Vitesse d'hélice d'agitateur submersible de la zone d'anoxie	tr/mn	244

Tableau II.7 : Dimensionnement de bassin d'aération.

Désignation	Unité	Valeurs
Hauteur	m	6,8
Longueur	m	35
Largeur	m	35
Volume	m ³	20316
Nombre de bassin		6
Volume total	m ³	57532



Figure II.5: Bassin d'aération pendant le fonctionnement.

II.5.3.2.2. Clarificateur ou décanteur

La STEP de forme cylindro-conique est équipée de trois clarificateurs alimentés par une tuyauterie provenant des puisards de la goulotte de collecte. La liqueur mixte est utilisée dans ces ouvrages pour séparer les boues de l'eau épurée (figure II.6). Le clarificateur accomplit deux fonctions essentielles : (i) Sépare les boues de l'eau traitée après la phase d'aération dans le réacteur biologique, (ii) regroupe ces boues afin de les renvoyer dans le bassin d'aération. Le diagramme (II.8) présente les caractéristiques du clarificateur. Par décantation, les boues sont alors placées sur le radier de l'ouvrage, où elles sont écartées et ramenées au centre vers la poche à boues, qui est également écartée. Par la suite, des canalisations les transportent vers le poste de pompage, qui est équipé de vis de recirculation et de pompes à boues extraites. Les eaux claires s'écoulent dans une goulotte périphérique sur le versant.

Tableau II. 8: Dimensionnement de clarificateur.

Paramètres	Unités	Valeurs
Nombres de clarificateur	/	3
Volume unitaire approximatif	m ³	9200
Hauteur d'eau	m	9,6
Diamètre de la jupe de tranquillisation	m	9,3
Longueur totale de débordement par ouvrage	m	345
débit de servers du débit pointe	m ³ /m ² /h	5,2
Vitesse ascensionnelle	m / h	1,06
Diamètre	m	58
Surface unitaire	m ²	2640
Extraction des boues secondaire	m ³ /h	100
Recirculation des boues secondaires	m ³ /h	2222
Débitmètres électromagnétiques	/	/



Figure II.6 : Clarificateur pendant le fonctionnement.

II.5.3.3. Traitement tertiaire

II.5.3.3.1. Filtration

Les eaux épurées suivent un processus tertiaire de traitement, passant à travers un lit de sable pour réduire la contamination microbiologique. Un manomètre surveille l'encrassement du filtre, déclenchant un lavage lorsque nécessaire. On extraira les particules de MES du matériel filtrant grâce à l'action de l'air et des eaux propres, qui seront envoyées dans le sens inverse de l'écoulement des eaux destinées à la filtration, puis envoyées vers les clarificateurs. Le tableau (II.9) présente les caractéristiques techniques du filtre à sable.

Tableau II.9: Caractéristiques techniques de filtre à sable.

Paramètres	Unités	Valeurs
Nombres des filtres	/	3
Longueur	m	9200
Largeur	m	9,7
Vitesse maximale de filtration	m/h	92
Largeur de fente	mm	345
Hauteur de matérielle filtrante	m	50
Hauteur de l'eau au dissoute de filtre	m	105
Pompes de relevage	m ³ /h	58
Granulométrie	mm	2,640



Figure II.7: Filtre à sable plein pendant le fonctionnement.



Figure II.8: Filtre à sable vide

II.6. Description de filière de traitement des boues

Aucun moyen de valorisation des boues de la STEP n'a été mis en place jusqu'à présent, malgré l'importance de cette action tant sur le plan économique que sur le plan environnemental. Par conséquent, les déchets sont actuellement rejetés dans des décharges spécifiques. Les équipements de filtration et de contrôle des composés toxiques ou potentiellement dangereux, tels que les métaux lourds et les composés organiques à faible biodégradabilité, ainsi que des micro-organismes pathogènes, sont essentiels pour la valorisation des boues. Les étapes de suivi du traitement des boues au niveau de la STEP sont indiquées comme suit :

II.6.1. Epaissement des boues

Le processus d'épaissement vise à réduire le volume des boues et à augmenter leur concentration par gravité. Le centre de l'ouvrage est parcouru par les boues qui se déversent au fond du radier sous l'effet de la gravité, et le surnageant collecté rejoint le poste toutes eaux. Ensuite, Les boues qui se sont accumulées au fond de l'ouvrage sont transportées vers les bassins de stockage. (Figures II.9 et II.10). Les caractéristiques techniques de l'épaisseur ainsi que les dimensions du bassin sont regroupées dans le tableau (II.10) et (II.11).

Tableau II.10: Caractéristiques techniques de l'épaisseur.

Paramètres	Unité	Valeurs
Nombre d'épaisseur	/	2
Diamètre intérieur	m	18
Hauteur d'eau	m	35
Pente du radier		15
Diamètre d'alimentation central	m	14
Surface utile d'un épaisseur	m ²	215
Volume	m ³	1000

Tableau II.11 : Dimensionnement du bassin d'épaississement

Désignation	Unité	Valeurs
Longueur	m	20
Largeur	m	
Hauteur de boue	m	2,
Surface	m ²	470
Volume	m ³	3576
Charge superficielle	(kg/ m ² .j)	32,42
Temps de séjour	(j)	1



Figure II.9 : Epaississeur pendant le Fonctionnement.



Figure II.10: Epaississeur.

II.6.2. Bâche de stockage des boues

Il est possible de conserver les boues mixtes avant de les envoyer à la centrifugation.

L'objectif du stockage est de rendre homogènes les deux types de boues produites au niveau de la station d'épuration en les mélangeant de manière continue.

Tableau II.12: Caractéristiques techniques de Bâche de stockage des boues

Paramètres	Unité	Valeurs
Quantité des bâches	/	2
Longueur d'une bâche	m	93
Largeur d'une bâche	m	93
Profondeur	m	51
Volume d'une bâche	m ³ /h	442



Figure II.11: Bâche de stockage des boues.

II.6.3. La déshydratation

La déshydratation vise à diminuer la quantité d'eau présente dans les boues, permettant ainsi d'atteindre une concentration en matière sèche de 15 à 40 % à la sortie, selon le type de traitement des eaux, la nature des boues et la méthode de déshydratation utilisée. Cette méthode est appliquée sur un mélange de boues primaires, secondaires, voire tertiaires. On la met en marche en centrifugeant ou en filtrant.

II.6.3.1 Préparation automatique de polymère

Afin de favoriser la déshydratation des boues, il est crucial d'incorporer des polymères, favorisant leur regroupement efficace au sein des centrifugeuses.

Tableau II.13: Caractéristiques techniques de préparation de polymère.

Paramètres	Unité	Valeurs
Nombres	/	1
Volume	m	5
Nombre de pompe d'injection du polymère dans les centrifugeuses	L/h	4 de débit 1500
Nombre des pompes de lubrification des conduites de transfert des boues de débit	L/h	2 de débit 1000
Nombres des débitmètres	/	6

II.6.3.2. Déshydratation des boues par centrifugation

La centrifugation repose sur la différence de densité entre les particules solides de la boue et le liquide environnant. Lorsque la boue est introduite avec une vitesse horizontale, en rotation de la centrifugeuse, la partie liquide traverse le centre, tandis que les particules solides restent placées contre le bol extérieur. En tournant plus rapidement que le bol, une partie interne collecte les boues et les évacue en sens inverse de l'eau par la deuxième sortie de la machine. Le tableau (II.14) présente les caractéristiques globales.

Tableau II. 14:Caractéristiques techniques de centrifugeuses

Paramètres	Unités	Valeurs
Nombres des centrifugeuses	/	4
Débit de pompes d'alimentation des centrifugeuses	m ³ /h	Entre 5 et 50
Flux massique unitaire	kg/h	632
Vitesse nominale du bol	tr/mn	3000
Densité maximale admise	kg/dm ³	1,03
Flux massique unitaire	kg/h	632
Débit de fonctionnement	m ³ /h	20
Diamètre intérieur de bol	mm	430
Longueur totale de bol	mm	20120
Vitesse nominale de bol	tr/mn	3000
Vitesse maximale de bol	tr/mn	3600
Angle de la partie conique	°	11
Surface (bol conique exclu)	m ²	5795
Volume (bol conique exclu)	m ³	481



Figure II.12: Centrifugeuse.

Introduction

Il est crucial d'analyser simultanément toutes les stations d'épuration des eaux usées, en examinant à la fois l'eau brute à l'entrée et l'eau traitée à la sortie. Ces analyses permettent d'évaluer divers paramètres physico-chimiques tels que la température, le pH, les matières en suspension (MES), la demande biochimique en oxygène sur 5 jours (DBO_5), l'indice des boues (IB, V30), la siccité ainsi que les paramètres bactériologiques. Cette approche permet une évaluation précise du niveau de pollution à chaque étape du processus de traitement et de l'efficacité de l'élimination des polluants. Il est indispensable de réaliser cette évaluation pour analyser les performances globales de la station d'épuration des eaux usées (STEP). Notre étude s'est concentrée sur le suivi de la STEP de Réghaia à Alger, sur une période s'étendant sur deux mois (février-Mars 2024).

III.1. Analyse des eaux

III.1.1. Echantillonnage

- Pendant notre étude, nous effectuons l'échantillonnage de l'eau brute à l'entrée de la station d'épuration des eaux usées et de l'eau épurée à la sortie. Le laboratoire de la station d'épuration a déterminé le nombre et la fréquence des prélèvements nécessaires.
- On collecte les échantillons d'eau usée dans des flacons en polyéthylène d'1 litre.
- Immédiatement après le prélèvement, les analyses physico-chimiques sont effectuées au laboratoire de la STEP de Réghaïa.
- Des flacons en verre stérile borosilicaté sont utilisés pour prélever les échantillons pour les analyses microbiologiques.

III.1.2. Prélèvement

Les analyses physicochimiques des eaux débutent par un prélèvement à l'entrée de la station, où l'eau est encore à l'état brut. (Figure III.1), tandis que l'autre prélèvement est effectué dans le bassin de désinfection, ce qui représente l'eau traitée (la sortie) (Figure III.2).

Tableau III.1: Fréquences d'analyses

Les paramètres	Quotidiennement
pH	3 fois par Semaine
Conductivité	3 fois par Semaine
MES	3 fois par Semaine
DBO_5	6 fois par semaine
DCO	4 fois par mois



Figure III.1 : Prélèvement à l'entrée



Figure III.2 : Prélèvement à la sortie.

III.2. Techniques d'Analyses des eaux usées

Nous avons effectué des analyses physico-chimiques dans leur laboratoire pour évaluer l'efficacité du processus de purification à la station de Reghaïa. En suivant les procédures opérationnelles mentionnées ci-dessous. Toutefois, il est important de souligner que nos analyses ne concernent pas tous les paramètres de pollution, car nous nous sommes cantonnés à ceux qui peuvent être étudiés dans le laboratoire de la station. Les paramètres à étudier sont le potentiel hydrogène (pH), la conductivité, la concentration en matière en suspension (MES), la demande chimique en oxygène (DCO) et la demande biologique en oxygène après cinq jours (DBO_5), dans cet ordre.

III.2.1. Potentiel hydrogène (pH)

Lorsqu'une électrode indicatrice est plongée dans le milieu à analyser, une différence de potentiel se crée entre celui-ci et l'électrode, qui varie en fonction du pH. Il est donc question de quantifier cette disparité de potentiel.

Mode opératoire

Les connexions électriques requises du pH-mètre doivent être établies, puis l'électrode doit être lavée avec de l'eau distillée. Ensuite, il faut verser l'échantillon d'eau dans un récipient, puis y plonger les électrodes et lire la valeur du pH indiquée sur l'écran de l'application. Le pH de nos échantillons a été évalué en utilisant un pH-mètre de marque HACH équipé d'une électrode en platine, associée à une sonde de température.



Figure III.3: pH mètre.

III.2.2. La Conductivité

La concentration ionique de la solution est directement influencée par la conductivité électrique de celle-ci, ce qui permet de déterminer la quantité de sels dissous. Un conductimètre de type HQ40d est utilisé, avec une électrode de mesure, une sonde de température et un convertisseur fourni par le fabricant. La conductivité est mesurée directement sur l'appareil.

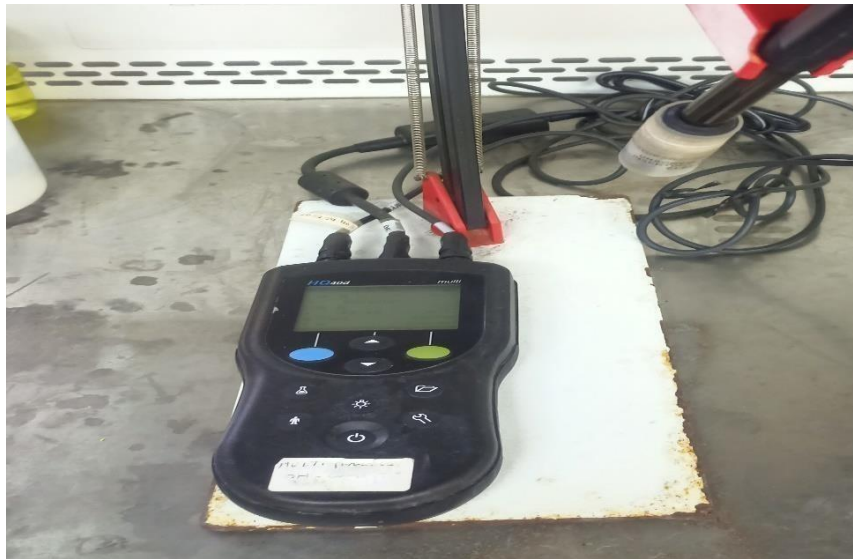


Figure III.4: Conductimètre.

III.2.3. Les matières en suspension (MES)

On peut déterminer la concentration en matière en suspension (MES) en filtrant les effluents à faible charge ou en centrifugeant les solutions, puis en les séchant jusqu'à obtenir un résidu sec. Pour notre étude, nous utiliserons la méthode de filtration pour déterminer les MES. Cette méthode repose sur le principe du double pesage : un volume d'eau est filtré à travers une membrane de 1 μm (préalablement pesée à vide), puis les résidus sur cette membrane sont pesés après séchage.

Mode opératoire

- Opter pour une membrane en verre à fibres et la marquer avec précaution afin de ne pas la détériorer
- Pour évaluer la masse à vide M_0 de la membrane, il faut la peser avant utilisation.
- La membrane doit être placée sur la rampe de filtration.

- Effectuer une manipulation minutieuse de l'échantillon, puis prélever un volume et le transférer sur la membrane ;
- Effectuer la filtration ;
- Une fois la membrane filtrée, il faut la placer dans une étuve à une température de 105 °C pendant 2 heures afin de retirer l'excès d'eau.

La concentration des matières en suspension dans l'échantillon est exprimée en milligrammes par litre, calculée à partir du rapport entre la différence de masse des résidus sur la membrane et le volume filtré.

En utilisant la formule ci-dessous :

$$\text{MES (mg/L)} = (M_1 - M_0) / V$$

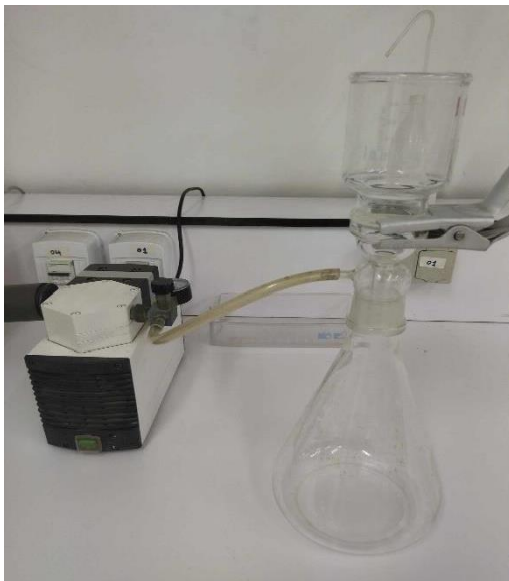


Figure III.5: Pompe à vide



Figure III.6: Un dessiccateur



Figure III.7: Balance de précision



Figure III. 8: Etuve

III.2.4. Demande chimique en oxygène (DCO)

Les KIT HACHLCK 114/314 sont utilisés dans des cuves à code bar pour la méthode. Dans un spectrophotomètre DR2800/DR3800, on introduit la cuve remplie de réactifs et l'échantillon à analyser, ce qui donnera la valeur de la DCO en mg/L.

Mode opératoire

- Il est nécessaire de prendre un tube de la gamme indiquée et de bien l'agiter : Il est crucial de mélanger les dépôts des substances décantées avec le reste de la solution dans le tube utilisé pour la demande chimique en oxygène (DCO).
- Il est crucial de chauffer le tube pendant 2 heures à une température de 148 °C dans le thermostat LT200. Cela permet aux substances oxydables de réagir avec le bichromate de potassium sulfurique en présence du catalyseur, le sulfate d'argent.
- Pour nettoyer la cuve avant de la placer dans le lieu approprié, sélectionnez le mode à code-barres dans le menu principal de l'écran du DR2800/DR3800. La concentration en masse d'oxygène consommée par la matière organique présente dans l'échantillon sera exprimée en mg O₂ /L.



Figure III.9 : Spectrophotomètre

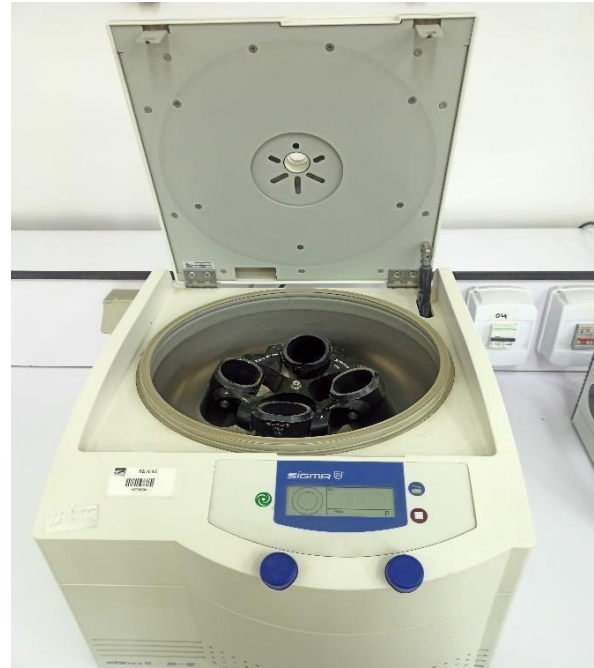


Figure III.10 : Réacteur utilisée pour la mesure de la DCO

III.2.5. Demande biologique en oxygène (DBO₅)

La méthode consiste à surveiller l'évolution de la pression de l'air à l'intérieur d'un flacon contenant l'échantillon. Cette évolution est directement corrélée à la diminution de la concentration en oxygène dans l'atmosphère d'incubation. En effet, les micro-organismes consomment l'oxygène dissous dans l'eau de l'échantillon lors de la biodégradation des molécules organiques. ce qui permet à l'oxygène de l'air de se dissoudre pour remplacer l'oxygène consommé. Cela entraîne une diminution de la quantité de gaz présente dans l'air du flacon qui ne peut pas être renouvelée, pour autant que le CO₂ produit lors de la biodégradation soit absorbé par la soude présente.

Mode opératoire

Une fois que la valeur de la DBO₅ dans l'eau à analyser a été estimée, les flacons de mesure sont remplis avec un volume approprié de l'échantillon.



Figure III.11: Dispositif de mesure de la DBO₅.

III.3. Analyses des boues

III.3.1. Volume des boues V₃₀

Le volume de boue activée qui subsiste après une décantation continue de 30 minutes dans une éprouvette verticale transparente est désigné comme le volume de boue V₃₀. Il est impératif que le volume décanté V₃₀ mesuré soit inférieur à 300 ml, ce qui signifie qu'une dilution de la boue avec de l'eau épurée est nécessaire avant de procéder au test.



Figure III.12 : Mesure de V₃₀

III.3.2. Indice de boue (IB)

L'indice de boue représente la quantité de boue qui occupe un litre de suspension après 30 minutes de décantation. Il est calculé selon la formule suivante :

$$\text{IB (ml/g)} = V_{30} / \text{MS}$$

V: volume décanté en 30 min

MS : matière sèche des bassins

IB est un indice de l'aptitude à la décantation

- Si IB est inférieur à 50 ml/g (Une décantation médiocre)
- Si IB est entre 50 et 150 ml/ g (bonnes décantations)
- Si IB est supérieur à 150 ml/g (foisonnement)

III.3.3. Siccité des boues

Il s'agit du taux de matière sèche totale dans un échantillon de boue prélevé dans les lits de séchage. (figure III.13). Le calcul de la siccité est le suivant :

$$\text{Siccité} = (M_2 / M_1) \times 100$$

M_1 : la masse de l'échantillon humide

M_2 : à sa masse après séchage.



Figure III.13 : Mesure de la siccité

III.3.4. Matière volatile en suspension MVS

La fraction organique des matières en suspension est constituée de ces particules, et leur quantification se fait à partir de l'échantillon utilisé pour mesurer les MES. Le poids initial du filtre (P_1) et son poids après séchage à 105 °C (P_2) sont connus. Ensuite, le filtre utilisé pour la mesure de P_2 est séché à 550 °C , puis pesé avec son résidu (P_3), représentant le poids des cendres minérales. De cette manière, on peut obtenir les matières volatiles qui se sont évaporées en utilisant une différence de poids. La formule permet donc de calculer la quantité de matière organique comme étant égale à P_2 moins P_1 moins P_3 ($P_2 - P_1 - P_3$). Ceci s'applique spécifiquement aux eaux urbaines, les matières volatiles solides représentent généralement entre 70 et 75 % des matières en suspension.



Figure III.14: Four à moufle (550°C)

Introduction

Les eaux résiduaires renferment des éléments nuisibles et des déchets qui peuvent nuire à l'environnement dans lequel elles seront jetées. Pour préserver l'environnement, il est crucial de traiter les eaux afin de réduire efficacement les polluants présents, assurant ainsi que les eaux rejetées dans le milieu naturel ne nuisent pas à celui-ci. Le suivi des paramètres physico-chimiques et biologiques est essentiel pour évaluer la qualité des eaux usées, tant avant qu'après le traitement. L'étude a impliqué le traitement des données expérimentales représentatives sur une période de deux mois, du 01 Février au 30 Mars 2024. Ces données se rapportent aux échantillons d'eaux usées collectés à deux points différents : à l'entrée de la station (eau brute) et à la sortie de la station (eau épurée). Dans ce chapitre, nous exposerons les conclusions concernant l'analyse des diverses eaux mesurées à la STEP de REGHAIA. Il est nécessaire de surveiller chaque jours certains paramètres physiques et chimiques, comme la température, le pH et les MES. Certains, en revanche, requièrent une surveillance mensuelle, comme la DBO₅ et la DCO.

IV.1. Indicateurs de pollution en épuration biologique

Afin de garantir la bonne marche des stations d'épuration, il est primordial de réaliser des mesures et des analyses des niveaux de pollution. Au surplus, elles offrent la possibilité de vérifier si l'effluent épuré respecte les réglementations en vigueur. Il sera nécessaire de prendre les prélèvements d'échantillons avec la plus grande attention. Lorsqu'il est nécessaire de fournir des informations précises à un moment spécifique de la journée, telles que les débits de pointe, il est indispensable d'effectuer un échantillonnage instantané. Avant de procéder à une analyse approfondie des indicateurs de pollution à l'entrée de la station d'épuration, nous avons examiné en détail les divers éléments qui jouent un rôle particulier dans les opérations de purification biologique. On regroupe les résultats obtenus dans le tableau (IV.1) et (IV.2).

Tableau IV.1 : Les différents débits entrants à la station.

Débit nominal (m ³ /j)	72 000
Débit moyen horaire (m ³ /h)	3 000
Débit de pointe de temps sec (m ³ /h)	4 500
Débit de pointe de temps de pluie (m ³ /h)	7 500

Tableau IV.2 : Caractéristique des eaux usées de la STEP de Régahia

Paramètres	MES	DBO ₅	DCO	Azote	Phosphates
Concentration (mg/L)	388,9	277,8	666,7	55,6	13,9
Flux (T/j)	28	20	48,6	4	1

Rapport DCO/DBO₅

Il est essentiel de considérer le rapport DCO/DBO₅ lors de la définition de la chaîne d'épuration. On peut ainsi évaluer l'oxydation biologique de la matière organique d'un rejet particulier. En effet, une faible part de matières biologiquement oxydable dans le rapport DCO/DBO₅ suggère une part importante de matières biodégradables, ce qui permet de prendre en compte un traitement biologique. D'autre part, un rapport important suggère qu'une importante charge de la matière organique n'est pas biologiquement oxydable et, dans ce cas, il faut envisager un traitement physico-chimique.

- DCO/DBO₅ inférieure 3 effluent facilement biodégradable
- DCO/DBO₅ se situe entre 3 et 5 effluents moyennement biodégradables
- DCO/DBO₅ s u p é r i e u r 5 effluent difficilement biodégradable, voire non biodégradable [29].

Par conséquent, le rapport DCO/DBO de $666,7/277,8 = 2,39$ suggère que la majorité de l'eau usée qui entre dans la STEP de Régahia provient de sources domestiques. Nous en déduisons que c'est une pollution biodégradable, ce qui nous pousse à choisir des méthodes biologiques. Les résultats présentés dans ce rapport témoignent de l'importance des substances polluantes qui ne se dégradent pas ou qui se dégradent peu.

Rapport DBO₅ / N / P

Le rapport DBO₅/N/P représente l'équilibre nutritionnel, le métabolisme bactérien nécessite des quantités d'azote ammoniacal et des quantités de phosphore dans des proportions précises. La présence de toute déviation indique un déséquilibre en nutriments qui représente un obstacle dans le traitement biologique.

Pour éliminer 100 kg de DBO dans les systèmes de traitement par boues activées, les bactéries doivent théoriquement consommer 5 kg d'azote et 1 kg de phosphore, ce qui est appelé le ratio, c'est-à-dire le ratio DBO₅/N/P de 100/5/1. Le rapport entre le DBO₅/N/P est de 27,78/55,6/13,9, ce qui laisse entendre qu'il y a un manque de nutriments dans le bassin. L'équilibre alimentaire doit être exprimé en oscillant la valeur à (100/5/1).

Cette valeur est au moins satisfaisante pour satisfaire les besoins du métabolisme bactérien. Ces valeurs offrent une vision parfaite de la spécificité de l'effluent, avec une faible teneur en phosphore (plus de 1) et une concentration élevée en azote (moins de 5). Plusieurs facteurs influencent l'activité des bactéries, tels que la température, l'oxygène dissout et la consommation de nourriture, c'est-à-dire de matière carbonée.

IV.2. Résultats d'analyses du mois de Février et Mars 2024

Il est crucial de régulièrement analyser la qualité des eaux usées à l'entrée et à la sortie de la station pour assurer le suivi de son efficacité épuratoire. Ce suivi est crucial pour les raisons suivantes :

- ✧ Permet de garantir l'oxydation biologique des eaux résiduaires.
- ✧ Garantir que les rejets liquides traités répondent aux critères ou aux normes de rejet en matière de propreté.
- ✧ Encourage la vérification de l'efficacité du système d'épuration mis en place.

IV.2.1. Variation de volume journalier

La fluctuation de volume journalier est un paramètre important. Pour ce point, nous avons surveillé les variations des débits de la station d'épuration des eaux usées, étant donné l'importance de ce paramètre. Le tableau (IV.3) regroupe les résultats obtenus.

Tableau IV.3 : Variation des débits de l'entrée et la sortie de la STEP

Date	Débit (m ³ /J)		Date	Débit (m ³ /J)	
	Entrant	Sortant		Entrant	Sortant
04/02/2024	59223	59223	03/03/2024	49233	49233
06/02/2024	56154	56154	05/03/2024	48930	48930
07/02/2024	54152	54152	06/03/2024	49290	49290
11/02/2024	45196	45196	09/03/2024	63688	63688
13/02/2024	45495	45495	11/03/2024	51369	51369
14/02/2024	49987	49987	13/03/2024	46268	46268
18/02/2024	55605	55605	16/03/2024	50667	50667
20/02/2024	51182	51182	19/03/2024	43607	43607
21/02/2024	50751	50751	20/03/2024	48720	48720
24/02/2024	60552	60552	23/03/2024	48701	48701
26/02/2024	80004	80004	25/03/2024	49322	49322
28/02/2024	89043	89043	27/03/2024	58632	58632

Selon le diagramme de fluctuation des débits, il est évident que durant le mois de Février et Mars, la STEP de Régahia a enregistré une moyenne de 58112 et 50677 m³/J respectivement qui représente entre 77,48 et 67,56% du débit nominal chose qui a permis un fonctionnement souple de la STEP. Cela tient en grande partie au fait que les sept communes sont très bien connectées au réseau d'assainissement et que les activités industrielles génèrent un débit important et constant au fil du temps.

IV.2.2. Évolution de pH

Le pH est un élément clé dans le traitement des eaux résiduaires, car il joue un rôle fondamental dans l'épuration biologique d'un effluent et dans la prospérité des micro-organismes qui sont responsables du traitement biologique et de leur métabolisme. À titre d'exemple, la nitrification n'est le plus efficace que lorsque le pH se situe entre 7,5 et 8,5. On regroupe les résultats obtenus dans le tableau (IV.4).

Tableau VI.4 Variation de pH l'entrée et la sortie de la STEP.

Mois	pH entrée	pH Moyenne	pH sortie	pH Moyenne	Norme d'EB
Février	[7.63-7.91]	7.77	[7.68-8.01]	7.84	[6.5-8.5]
Mars	[7.6-7.81]	7.70	[7.08-7.93]	7.50	

Habituellement, le pH de l'eau brute à l'entrée de la station oscille entre 7,60 et 7,91, avec une moyenne de 7,77. Quant aux eaux traitées, on observe qu'à la sortie de la STEP, elles ont un pH variant de 7,08 à 8,01 avec un pH moyen de 7,84. Il a été observé que le pH de l'eau traitée est identique à celui de l'eau brute.

Pour les stations d'épuration des eaux usées (STEP), il est généralement recommandé de maintenir un pH qui oscille entre 6,5 et 7,5. Il est vrai qu'un pH bas encourage la prolifération des champignons filamenteux et d'autres organismes responsables des boues flottantes, tandis que les bactéries nitrifiantes nécessitent un pH de 7,4 à 9 pour les nitrosomonas, 8,5 à 9,1. Les bactéries déphosphatantes comme Nitrobacter et Acinetobacter se développent favorablement dans un environnement acide. Cependant, les résultats obtenus sont évalués selon les directives du journal officiel de la République Algérienne et les normes de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. En outre, les niveaux de pH observés encouragent la croissance et la durabilité de la microfaune et de la microflore aquatique, ainsi que la dégradation rapide des virus [30].

IV.2.3. Variation de conductivité

La conductivité désigne l'aptitude de l'eau à transmettre le courant entre deux électrodes. Elle permet aussi d'évaluer la concentration de sel dissous dans l'eau. La figure (IV.1) présente les résultats obtenus.

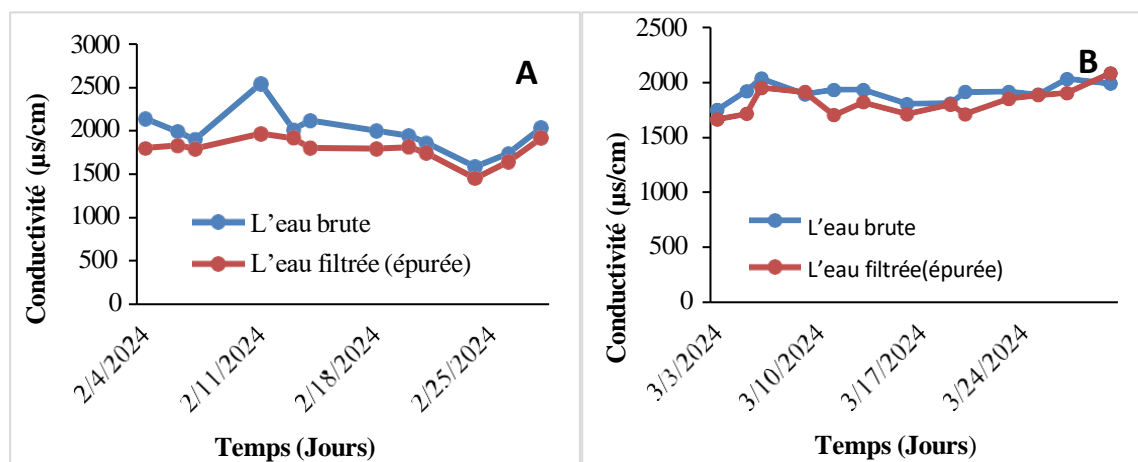


Figure IV.1 : Variation de la conductivité à l'entrée et à la sortie de la STEP (A : Février, B : Mars)

Selon les résultats répercutés dans la figure (IV.1), les capacités de conductivité à l'entrée de la station d'épuration des eaux usées varient de 1586 µs/cm à 2545 µs/cm. Lorsqu'elles sortent de la STEP, elles varient de 1452 µs/cm à 1968 µs/cm, dans la partie de clarification de la STEP, qui ne retire que les matières fluides. Toutefois, nous ne constatons pas de réduction significative de la conductivité au sein du clarificateur, ce qui suggère une élimination insuffisante dans ces conditions.

IV.2.4. Variation des matières en suspensions (MES)

Les particules non dissoutes, qu'elles soient organiques ou inorganiques et qu'elles soient sédimentaire ou non dans les eaux usées, sont regroupées sous le terme de matières en suspension. L'abaissement de la transparence et de la production organique dans les cours d'eau est attribuable à la réduction de la concentration en oxygène dissous, conséquence de la diminution de la photosynthèse. Des stades élevés de matières en suspension peuvent être considérés comme une forme de pollution. En outre, la hausse des substances en suspension peut provoquer un réchauffement de l'eau, ce qui peut nuire à la qualité des organismes vivant dans des eaux froides [31].

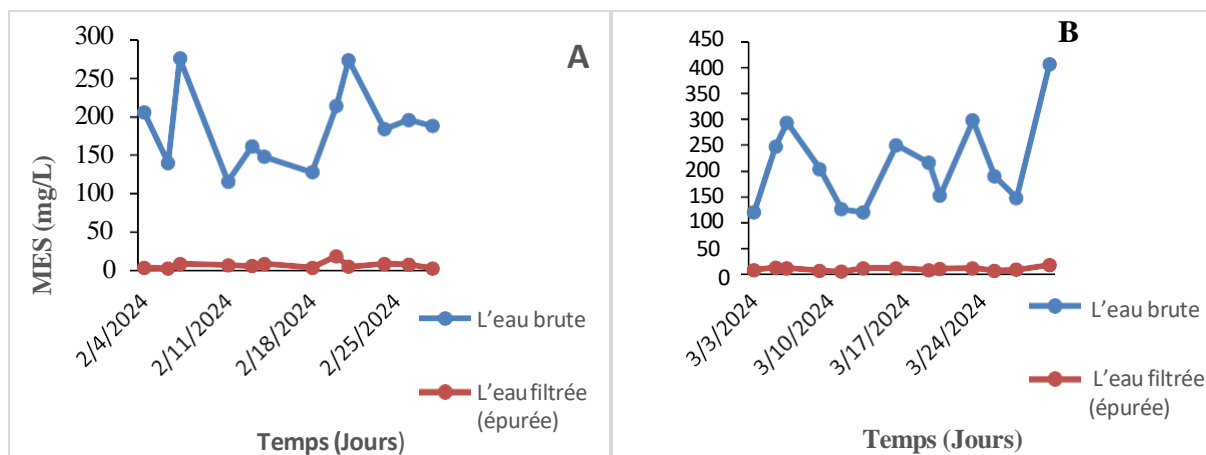


Figure IV.2 : Variation de MES en fonction du temps (A : Février, B : Mars)

En raison de l'instabilité de la qualité des eaux à l'entrée, la concentration en MES à l'entrée de la STEP varie d'un mois à l'autre, atteignant 407 mg/L (voir figure IV.2). L'évaporation de l'eau et le manque de liquides expliquent en général une augmentation de la quantité de MES pendant la période sèche. Tandis qu'ils diffèrent entre 3 et 19 mg/L à la sortie, ce qui correspond à un rendement d'élimination moyen de 96 %. Ces données demeurent inférieures à la norme algérienne de rejet, qui est de 30 mg/L, pendant la majeure partie de la période d'étude. Il est avantageux pour les cultures d'utiliser des concentrations de matières en suspension inférieures aux normes de rejet et cela contribue à la gestion de la production excessive de boues [31]. La station d'épuration des eaux usées a une efficacité de l'élimination des matières en suspension de 94% à 97%, avec une moyenne de 96%. Ces taux étant supérieurs, ils montrent que la STEP gère la pollution organique de manière efficace.

IV.2.5. Variation de la Demande Biologique en Oxygène (DBO₅)

Pratiquement, la demande biochimique en oxygène devrait permettre apprécier la charge du milieu considéré en substances putrescibles, son pouvoir auto-épurateur et d'en déduire la charge maximale acceptable, principalement au niveau des traitements primaires des stations d'épuration. La demande biochimique en oxygène après 5 jours (DBO₅) d'un échantillon est la quantité d'oxygène consommé par les micro-organismes aérobies présents dans cet échantillon [32].

La figure (IV.3) présente les résultats de la DBO₅ mesurés pendant deux mois sur l'eau brute et épurée, c'est-à-dire sur des échantillons d'eau prélevés à l'entrée et à la sortie de la STEP.

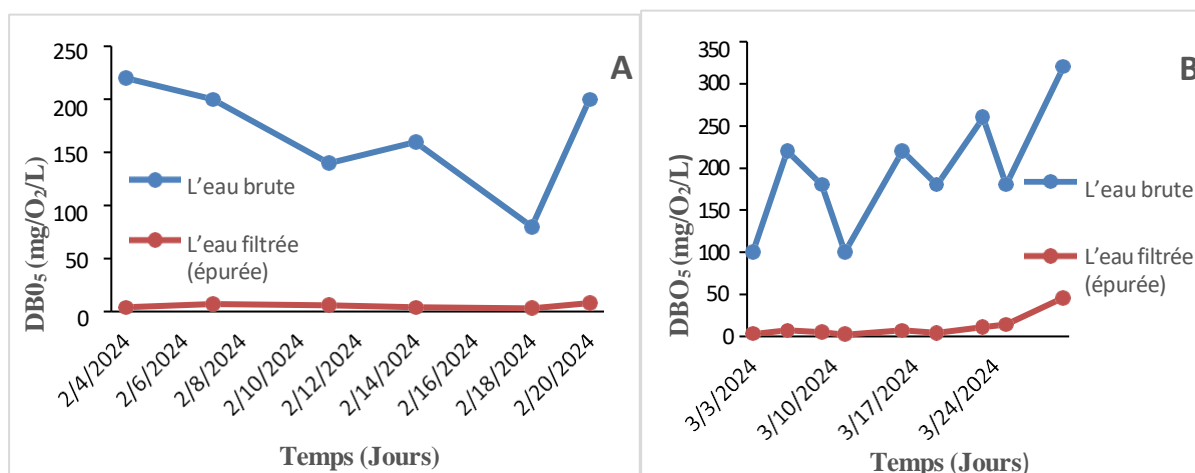


Figure IV.3 : Variation de la DBO₅ (A : Février, B : Mars)

D'après les prévisions, l'eau brute à l'entrée de la station présente des valeurs en DBO₅ oscille entre à 220 mg d'oxygène par litre (mg O₂/L), avec une valeur moyenne de 150 mg O₂/L. L'accroissement de la charge organique biodégradable dans les eaux brutes en amont est accompli de cette variation. D'autre part, il est observé que les niveaux de DBO₅ à la sortie de la station d'épuration des eaux usées (eaux traitées), c'est-à-dire après le traitement, diminuent et fluctuent entre 3 et 8 mg/L. Le taux moyen d'élimination de la DBO est de 96,8 %, ce qui indique que le bassin biologique fonctionne de manière efficace. L'effet des bactéries qui décomposent la matière organique de l'eau brute et la transforment en CO₂, H₂O et NH₄ explique cette baisse de la DBO.

Puisque la concentration en matière organique biologiquement oxydable est corrélée de manière positive avec la quantité d'oxygène nécessaire à la minéralisation de ces composés organiques, on suppose qu'une déclin de la DBO₅ est causée par l'oxydation biologique travers des micro-organismes aérobies qui sont responsables du traitement biologique des effluents [32]. L'augmentation de la DBO₅ observée dans l'échantillon d'eau épurée est perçue comme un signe d'une diminution significative du taux de matières organiques présentes dans les eaux brutes à l'entrée de la STEP.

La diminution est causée par le processus de nitrification par des bactéries aérotrophes autotrophes et la dénitrification par des bactéries hétérotrophes aéro-anaérobies qui peuvent être utilisées dans les bassins d'aération (traitement biologique). Le traitement biologique effectué par la STEP sur l'eau usée est clairement démontré par ces résultats. L'eau rejetée n'est donc pas dangereuse pour la santé et l'écosystème.

IV.2.6. Variation de la Demande Chimique en Oxygène (DCO)

L'oxygène requis pour l'oxydation chimique de toutes les matières organiques présentes dans l'effluent, qu'elles soient organiques ou inorganiques, est connu sous le nom de DCO. Conformément à [33], la quantité de matières organiques ou inorganiques dissoutes ou en suspension dans l'eau peut être évaluée en utilisant la quantité d'oxygène nécessaire pour l'oxydation chimique totale.

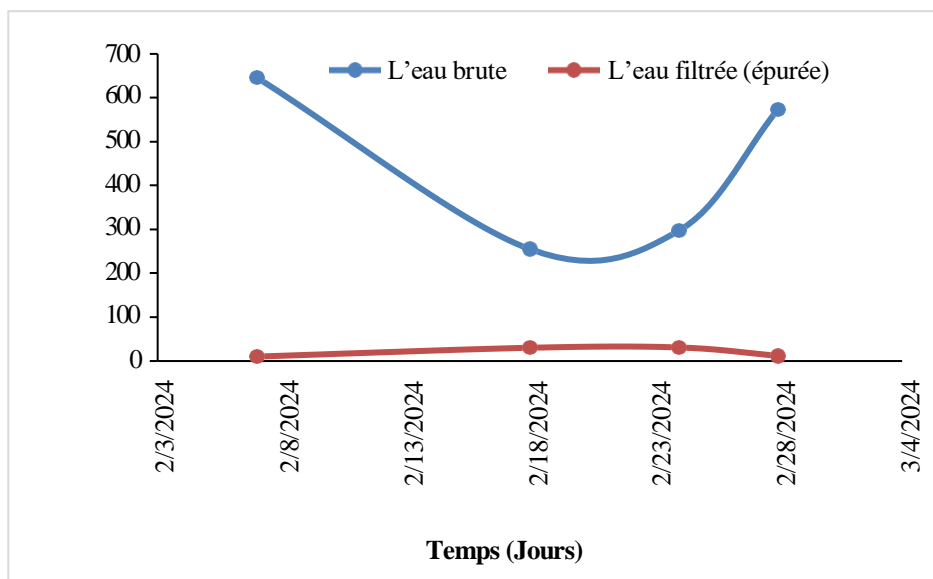


Figure IV.4 : Variation de la DCO à l'entrée et à la sortie de la station

Les quantités de DCO moyennes du mois de février (figure VI.4) des eaux brutes fluctuent entre 255 et 646 mg d'O₂/L, avec une abaissement puis une agrandissement. La demande chimique en oxygène (DCO) est fortement corrélée avec la demande biochimique en oxygène sur 5 jours (DBO₅), ce qui s'explique probablement par la charge élevée en matières organiques et minérales dans les effluents. Le paramètre évolue après l'épuration, avec une diminution des valeurs allant de 10,2 à 31 mg d'O₂/L en moyenne. Cette diminution des charges est attribuable à l'élimination des matières minérales lors des étapes de prétraitement, ainsi qu'à la dégradation de la matière organique par les micro-organismes. Nous obtenons ainsi un rendement moyen d'élimination de 95,4 %, conforme aux normes de rejet fixées à 120 mg/L. La chute de DCO revêt une grande importance.

IV.2.7. Rendements épuratoires de la STEP

Le pourcentage d'abattement d'un paramètre R est calculé en utilisant la formule suivante :

$$R = \frac{P_0 - P_i}{P_i} * 100$$

Avec

R : la performance d'un paramètre spécifique.

P₀ : valeur attribuée à l'entrée.

P_i : le même paramètre à la sortie.

Le tableau (IV.5) et les figures suivantes illustrent les taux de réduction des différents paramètres obtenus lors de cette étude, avec le même paramètre à la sortie (P_i).

Tableau IV. 5 : Rendement épuratoires.

Paramètre	Rendement (%)
MES	96
DBO ₅	96,8
DCO	95,4

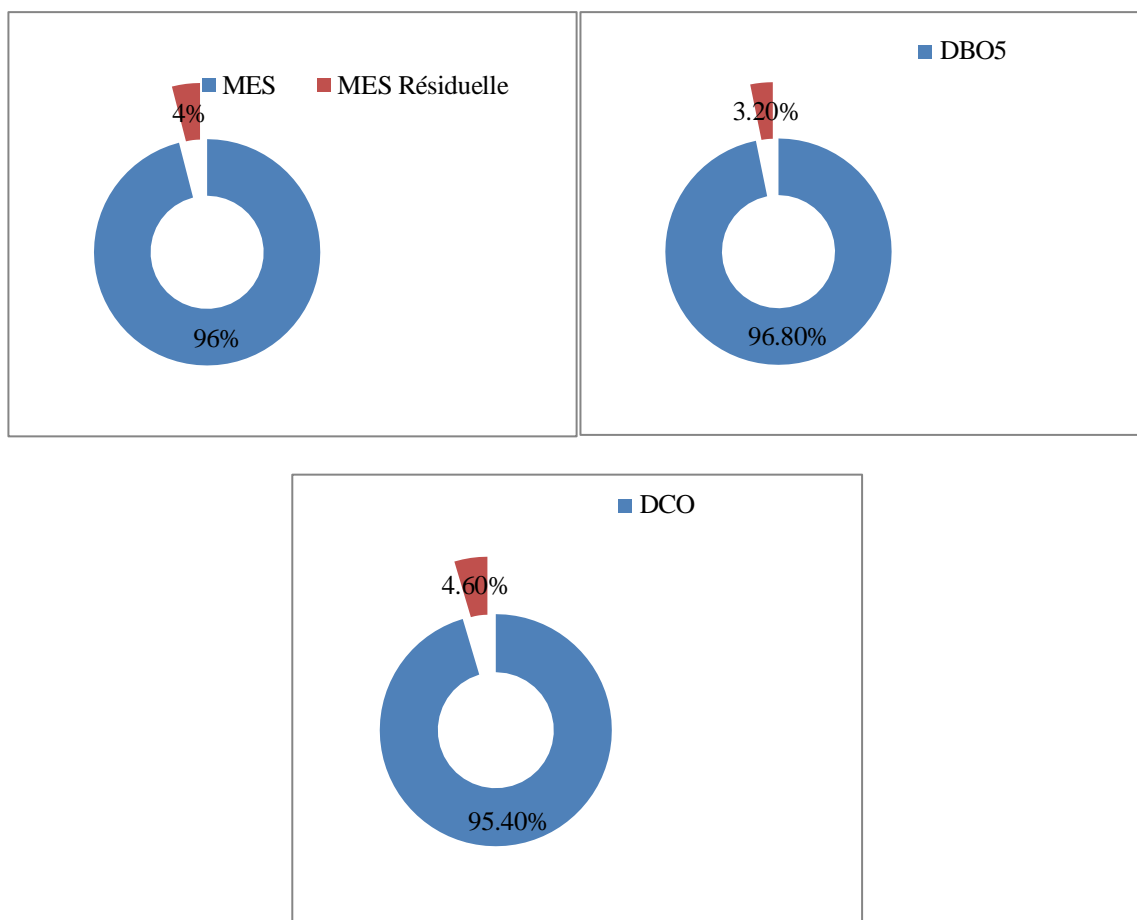


Figure IV.5 : Taux d'abattement MES, DBO₅ et DCO.

Les MES, DBO₅ et la DCO révèlent des performances constantes avec des taux moyens d'abattement de la pollution de 96 %, 96,8 % et 95,4 % respectivement. Ces résultats reflètent une efficacité stable tout au long de la période d'étude pour le système d'épuration des eaux usées de la STEP de Régahia. En analysant ces situations, il est clair que le traitement des eaux usées à la STEP de Régahia est efficace pour restreindre les niveaux de contaminants, ce qui soutient à maintenir un niveau de risque sanitaire très acceptable.

IV.3. Analyse de Boue

IV.3.1. Évolution de Matière volatile en suspension (MVS)

La présence de ce paramètre indique une aération adéquate au niveau de fond de l'aérateur. Les micro-organismes jouent un rôle essentiel en tant que source de nourriture et d'énergie pour les micro-organismes, après minéralisation, ces éléments nutritifs seront libérés et disponibles pour les plantes, contribuant ainsi à leur changement et à la formation de nouvelles cellules. Il s'agit de la fraction de la matière sèche qui peut être facilement biodégradable. Par conséquent, à mesure que ce taux de MVS augmente, la capacité à produire du biogaz augmente.

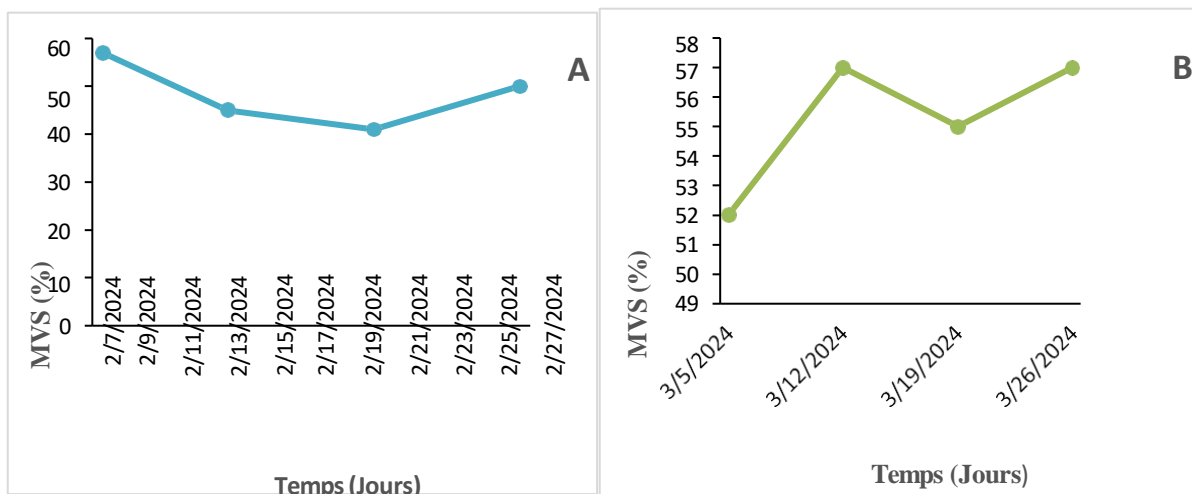


Figure IV.6 : Evolution des MVS (A : Février, B : Mars)

Il est observé que le taux de matière organique dans les boues qui sont périodiquement vairées est de 56% et 41%. Les valeurs les plus élevées sont observées pendant la saison des pluies. Ce facteur donne une indication précieuse quant à la stabilité de la boue et à sa capacité à faire face à divers traitements. On remarque que lorsque la concentration de (MVS) est faible, la boue est moins difficile à épaissir et à déshydrater.

IV.3.2. Evolution de l'indice de Boue

L'indice de boues (IB) est utilisé pour évaluer la capacité de la boue à se décanter. Il est déterminé en divisant le volume de la boue en millilitres (ml) par litre (L) par la concentration en matières sèches de la boue en grammes (g) par litre (L). Par conséquent, l'indice de boues (IB) est exprimé en ml/g.

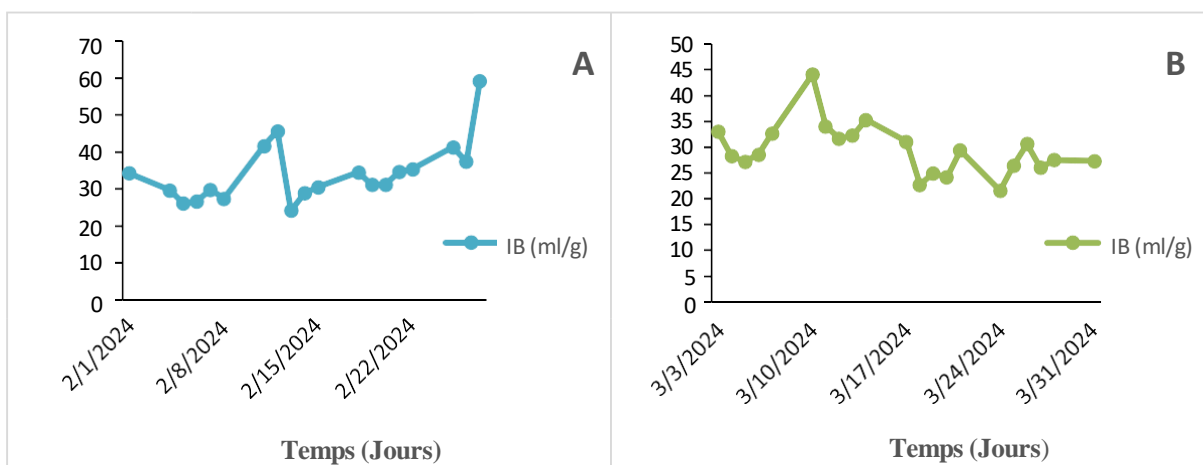


Figure IV. 7: Variation de (IB) en fonction de temps (A : Février, B : Mars)

Selon les résultats obtenus, l'indice de boue (IB) est compris entre 26 et 59 ml/g. Ces valeurs ne dépassent pas 100 ml/g. Les boues sont parfaitement sédimentées et sont généralement bien minéralisées (MVS < 65 %). Le tableau ci-dessous présente les diverses gammes d'indice de boue.

Tableau IV. 6 : Valeurs seuil de l'indice de boue

IB < 100 ml.g ⁻¹ de MES	La condition optimale est que les boues se sédimentent facilement et soient généralement bien minéralisées (MVS < 65 %).
100 < IB < 150 mL.g ⁻¹ de MES	Dans le domaine de la faible charge, il est acceptable d'avoir une condition d'aération prolongée.
IB > 150 mL.g ⁻¹ de MES	Des problèmes potentiels de décantation associés à la prolifération de bactéries filamenteuses.

L'indice de boue joue un rôle crucial pour l'exploitant. Il est utilisé pour :

- ✧ Surveiller l'évolution de la qualité des boues, que ce soit en prévention ou après l'application de solutions curatives.
- ✧ Gérer la concentration de boues dans les petites stations est essentiel pour maintenir une stabilité temporelle de l'indice de boues.
- ✧ Caractériser les boues en vue de leur déshydratation est crucial. En effet, des indices de boues faibles et l'utilisation de doses réduites de réactifs favorisent le processus de déshydratation.
- ✧ Il est recommandé de vérifier les limites hydrauliques du clarificateur [34].

IV.3.3. Le taux de matière sèche (ou la siccité)

Les analyses des boues effectuées au laboratoire de la STEP de Régahia nous permettent de déterminer la concentration de sodium des boues provenant de différentes étapes de traitement, telles que la boue épaissie, déshydratée, déchet déssableur et déchet de dégrilleur, afin de respecter les normes règlementaires de rejet en décharge. Les résultats sont présentés dans la figure ci-dessous.

La texture des boues varie en fonction de leur teneur en matière sèche. Il existe quatre niveaux de solidité :

- ✧ Les boues liquides : elles ont une humidité de 0 à 10 % ;
- ✧ les boues pâteuses : elles ont une humidité de 10 à 25 % ;
- ✧ les boues solides : elles ont une humidité de 25 à 85 % ;
- ✧ les boues sèches : elles ont une humidité supérieure à 85 %.

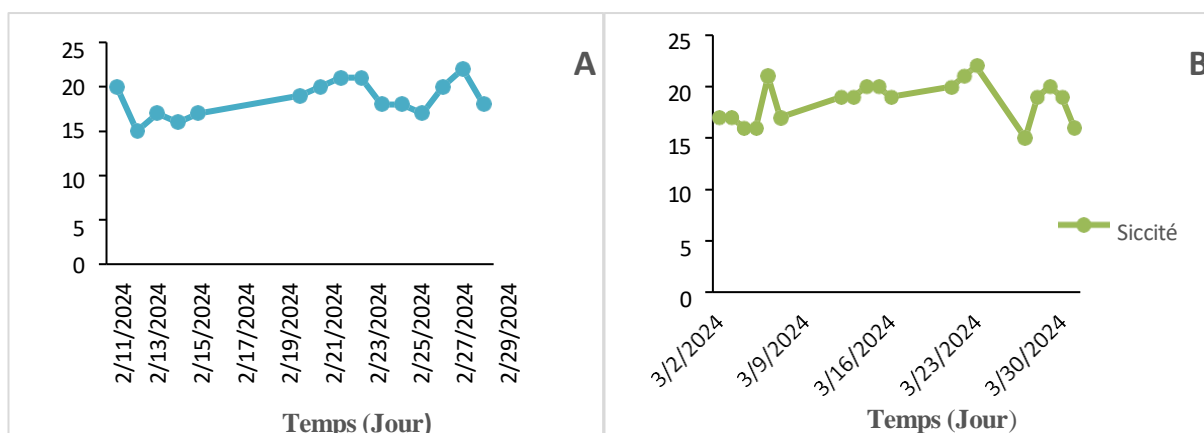


Figure IV.8 : La fluctuation de la siccité des boues de la STEP de Régahia (A : Février, B : Mars)

La siccité correspond à la proportion totale de matière sèche dans une substance. Elle est déterminée par la quantité de solides qui demeure après un processus de chauffage à 110°C pendant deux heures. La variation de la siccité est plus ou moins constante, allant de 17 à 22 %, ce qui entraîne une valeur moyenne de 19,5 %, ce qui met en évidence la nature pâteuse des boues de la STEP de Régahia.

IV.3.4. Évolution de quantité de refus

Les substances utilisées pour le curage sont des déchets provenant des réseaux d'assainissement. En effet, les systèmes d'assainissement génèrent des sédiments composés de graviers, de sables, de matières organiques, de graisses et de divers détrit. Ces éléments s'accumulent dans les réseaux, ce qui peut ralentir le débit des eaux. Il y a plusieurs refus à signaler :

- Les déchets grossiers récupérés en amont des STEP sont considérés comme des refus de dégrillage. La réglementation considère les rejets de dégrillage des stations d'épuration urbaines comme des déchets municipaux non dangereux.
- Les résidus sableux des stations d'épuration proviennent de la sédimentation des effluents domestiques lors du processus de dessablage. Ce sont principalement des déchets minéraux composés de graviers et de sables.
- Le résidu du traitement biologique des eaux usées est appelé boues d'épuration. L'épuration implique de faire consommer la pollution carbonée par des micro-organismes, qui seront ensuite stockés dans la station d'épuration afin de créer les boues d'épuration.

On présente dans le tableau suivant les quantités de refus pour le mois de février et Mars.

Tableau IV. 7 : Les quantités de refus (février et Mars)

Refus	Unité	Quantités produites (Février)	Quantités produites (Mars)
Sable + Déchets grossiers	T	13,0	20,7
Graisses et écumes	m ³	20,0	30,0

D'après le tableau (IV.7), on constate que la quantité de refus des sables plus les déchets grossiers représente entre 13 à 20,7 tonne/mois respectivement pour le mois de février et mars avec une moyenne de 16.85 tonne/mois, et la quantité de refus pour les graisses et écumes représente entre 20 à 30 m³/mois respectivement pour le mois de février et mars avec une moyenne de 25 tonne/mois. On peut conclure que la STEP génère des quantités de refus plus élevée vue que la STEP est une station à faible charge.

Conclusion générale

Dans cette étude, nous avons analysé le fonctionnement de la station d'épuration de Réghaia dans le but d'identifier les éventuels dysfonctionnements et de proposer des solutions pour améliorer son efficacité. Nous avons commencé cette étude en observant les divers indicateurs de pollution.

Selon les résultats présentés, Les niveaux de pollution des différents paramètres à la sortie de la station d'épuration des eaux usées respectent les normes réglementaires en vigueur. Toutes les études réalisées sur les eaux traitées ont conduit aux résultats suivants :

Les Ratios :

- DCO/DBO₅ : Ce rapport souligne clairement la capacité des eaux usées de la station d'épuration de Réghaia à subir une dégradation biologique efficace (effluent mixte).
- DBO₅/N /P : Ces résultats sont au moins satisfaisants pour satisfaire les besoins du métabolisme bactérien.

Les paramètres physicochimiques :

- Les analyses physiques de l'eau révèlent que le potentiel d'hydrogène présente une légère alcalinité, tandis que sa conductivité électrique varie entre 1452 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 1968 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ce qui permet de classer l'eau dans la catégorie des eaux passables.
- Les éléments physico-chimiques tels que la consommation d'oxygène chimique (CO), la consommation d'oxygène biochimique sur 5 jours (DBO₅) et les matières en suspension (MES) présentent un taux d'élimination très élevé. L'efficacité des techniques de traitement physiques et biologiques utilisées dans la station d'épuration est démontrée par les résultats obtenus, qui sont conformes aux normes requises. Les résultats de l'épuration sont en général satisfaisants et correspondent aux objectifs de la STEP en ce qui concerne les rejets.
- L'analyse des boues révèle une capacité de décantation élevée et un taux de siccité élevé, ce qui suggère un bon assèchement des boues à la fin du processus de traitement.

En analysant ces mesures, il est clair que le traitement des eaux usées à la station d'épuration de Réghaia est efficace pour réduire les niveaux de polluants et ainsi réduire le risque sanitaire à un niveau très acceptable. Toutefois, afin d'évaluer plus précisément sa qualité, Il est crucial d'ajouter aux analyses physico-chimiques réalisées par le laboratoire de la station des analyses microbiologiques et un suivi de la boue activée.

Références bibliographiques

- [1] Metahri.M.S., Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par des procédés mixtes cascade de la STEP de la ville de Tizi-ouzou, thèse de doctorat, spécialité : Agronomie, université Mouloud Mammeri de Tizi-ouzou, p21- 23, 2012.
- [2] Bontaux. J, Introduction à l'étude des eaux résiduaires industrielles», 2ème Edition Lavoisier technique et documentation, p225 ,1994 .
- [3] Hadjsadok.Z, Modélisation et estimation des bioréacteurs, prise en compte des Incertitudes, application au traitement de l'eau, thèse de doctorat, Université de Nice Sophia Antipolis, 1999.
- [4] Tekfi.K, Etude des performances épuratoires d'une station d'épuration des boues. Activées, mémoire pour l'obtention de diplôme de DEUA, Option traitement et épuration de l'eau, département hydraulique, université Tlemcen, 2006.
- [5] Metahri.M, Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées. Thèse de doctorat : Génie de procédés. Université Mouloud Mammeri, TiziOuzou, Algérie, p.18, 2012.
- [6] Afir.D et Mezaoua, Application et dimensionnement d'un procédé de coagulation-floculation, 1984.
- [7] Raissi.O, Réutilisation des eaux épurées et des boues résiduaires des stations d'épuration, 2005.
- [8] Baumont .S, Camard.J.P, LefrancA, Franconi.A, Réutilisation des eaux usées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS, pp 220,2004.
- [9] Traité de l'environnement, Technique de l'ingénieur, Volume G1210.
- [10] Vaillant J R, Perfectionnement et nouveautés pour l'épuration des eaux résiduaires : eaux usées urbaines et eaux résiduaires industrielles, Edition, Eyrolles, Paris, 1974.
- [11] Rodier.J, L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eaux de mer, 8ème Edition DUNOD technique, Paris, pp 1008-1043, 2005.
- [12] Aoulmi.S, Conception de la station d'épuration dans la ville d'Eddine (W.Ain Defla), thèse de l'école nationale supérieure de l'hydraulique, 2007.

Références bibliographiques

- [13] Faiza.M, Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement, 2009.
- [14] Gaid Abd.E.K, Epuration biologique des eaux usées urbaines, 1984.
- [15] Salim.Z, Lamia.G, Tahert.A, Kamel.D ,Les extrémités négatives de l'utilisation des eaux usées traitées en agriculture, Séminaire Méditerranéen, 2002 .
- [16] Jean.R, L'analyse de l'eau, les eaux usées résiduaires, eau de mer, DUNO, 2ème Edition, Paris, ,1996 .
- [17] Rodier J., Analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. Edition Dunod, Paris. 1384 p, 1996.
- [18] Tardat-Henry M., 199 : Chimie Des Eaux, 2ème Edition, Les éditions du griffon d'Argile. pp 213-215.
- [19] Pelmont. J, Biodégradation et métabolismes : les bactéries pour les technologies de l'environnement EDP sciences édition : 10-11, 2005 .
- [20] www.biogaz-energie-renouvelable.info. Consulté le 20/05/2020.
- [21] Thibaut .C, technique de bio-conservation : la bio-méthanisation, IUT génie thermique et énergie, 2001/2002.
- [22] Qualité du biométhane pour l'injection dans le réseau de distribution, Colloque ATEE, octobre 2010.
- [23] Cherki.F, Et Hessas.H, Etude de l'abattement de la charge polluante azotée en station d'épuration à boues activées, mémoire pour l'obtention de diplôme de DEUA. Option traitement et épuration de l'eau, département hydraulique université Tlemcen.
- [24] Yahlatene.S, Tahirim El Tadj, Réflexion sur la caractérisation physico-chimique, des effluents Liquides rejetés dans la grande sebkha d'Oran, mémoire d'ingénieur, université des sciences et de la technologie d'Oran , 2011 .
- [25] Journal Officiel de la République Algérienne, 2006.
- [26] Gleick, P.H., et al. The World's Water 2002-2003: The Biennial Report on Freshwater Resources." Island Press, 2002.

Références bibliographiques

[27] Agence Régionale de Santé(ARS), État sanitaire des plages des Roches à Kourou. « Rapport annuel», 2018.

[28] Agence Régionale de Santé de Guyane, Cayenne, Guyane Française. Agence de l'au, "Rapport sur l'état des eaux superficielles", 2020.

[29] Rodier, L'analyse de l'eau eau naturelle, eau résiduaire et l'eau de mer. Paris : Dunod, 2005.

[30] OMS, L'utilisation sans risque des eaux usées, des Excréta et des eaux ménagères. Organisation mondial de la santé (OMS) ,2012.

[31] OMS, Guidelines froths a fuse of wastewater, excreta and grey water volume 4: Excreta and grey water use in agriculture, 182, 2006.

[32] Ouali, M.S, Cours de procédés unitaires biologiques et traitement des eaux. Office des publications universitaires, Algérie, 2001.

[33] Rodier, J, etal, L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, Paris : Dunod, 1996.

[34] Haoua.A, Modélisation de séchage solaires ou serre des boues de station d'épuration urbaine, Thèse de doctorat, Université Louis Pasteur- Strasbourg I
Discipline : Sciences pour l'ingénieur, 2007.