

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université A. MIRA – BEJAIA

Faculté de Technologie

Département de Génie des Minier et géologie



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Génie Minier

Option : Valorisation des ressources minérales

Thème

*Caractérisation des eaux usées de la STEP Sidi Ali
Lebhar Bejaia pour la réutilisation*

Réalisé par :

Hammadache Lynda

Belazri Syla

Membre de jury :

Président: Mr BOUABDALLAH S M.C.A U.A.M.B

Examineur : Mme KICHER K M.A.A U.A.M.B

Promoteur : Mme BOUNAB S M.C.A U.A.M.B

Co promoteur : Mme BIRH Attachée de recherche CRAPC

Année Universitaire : 2023/2024

Remerciements

En premier Lieu, nous remercions le bon Dieu miséricordieux qui nous a guidé et éclairé notre chemin pour la réalisation de notre mémoire de fin de cycle.

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à notre promotrice Mme BOUNAB Samia, pour l'honneur qu'elle nous a fait en nous encadrant, pour sa gentillesse, son aide et le temps qu'elle nous a consacré.

Nos remerciements les plus sincères et les plus profonds sont adressés à Mr BOUABDALLAH Soufiane qui nous a fait l'honneur de présider le jury.

Nos remerciements également à, pour avoir Mme KICHER Kahina accepté d'examiner notre travail.

Nos remerciements vont également : le directeur de la STEP de sidi Ali Lebhar pour son aide, sa disponibilité et les moyens qu'il a mis à notre disposition pour la réalisation de ce travail, ainsi qu'à la technicienne de laboratoire au sein de la STEP de sidi Ali Lebhar, pour bonne orientation.

Toute notre gratitude pour vos efforts et vos précieux conseils.

A Toute l'équipe de l'ONA de Béjaia, en particulier le personnel de la STEP de sidi Ali Lebhar.

A tous ceux qui nous ont prodigués des conseils scientifiques, fournis une aide matérielle et technique, ou tout simplement humaine



Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

A ma mère

Source inépuisable de tendresse, de patience et de sacrifices. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours tout au long de ma vie. Puisse Dieux tout puissant, te préserve et te t'accorder santé, long vie et bonheur.

A mon père

De tous les pères, tu es le meilleur Aucune dédicace ne saurait exprimer ma reconnaissance et mon profond amour Puisse Dieux vous préserve et vous procurer santé et bonheur.

A mon adorable sœur Siham qui est été toujours à mes coté A mon cher frère Yanis que j'adore énormément

A mes amis

A ma binôme Syla

A tous ceux qui m'aiment et me connaissent de près ou de loin

LYNDA



Dédicace

Je dédie ce modeste travail à

A ma très chère mère

Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit, ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence é mes côtés à toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.

A mon très cher père

Tu as toujours été à mes côtés pour me souvenir et m'encourager,

Que ce travail ma gratitude et mon affection.

A mon cher frère Sami

Pour son soutien moral et ses conseils précieux tout au long de mes études.

A ma binôme Lynda et tout sa famille

Pour ça entente et sa sympathie

A toutes mes chères amies

Pour leurs aides et supports dans les moments difficiles.

A toute ma famille

SYLIA

Liste des Abréviations

- **DBO5** : Demande biochimique en oxygène
- **DCO** : La demande chimique en oxygène
- **ETM** : Les Eléments Traces Métalliques
- **MES** : Matières en suspension
- **MS** : Matière sèche.
- **MVS** : Les matières volatiles sèches
- **NO₂⁻** : les nitrites
- **NO₃⁻** : les nitrates
- **STEP** : station d'épuration d'eau usée
- **ERU** : Eaux résiduaires urbaines
- **IB (Indice de boue)** : Indice de décantation ou indice volumétrique de boue
- (Ml/g)
- **MES** : Matières en suspension (mg/L)
- **MS** : matières sèches (mg/L)
- **MVS** : Matières volatiles en suspension (mg/L)
- **NH₄⁺** : Ammoniacale (mg/
- **NT Azote**: (azote organique + azote ammoniacal) (mg/L)
- **NT** : Azote total (mg/L)
- **SAL** : Sid Ali Lebhar
- **V30** : Volume occupé après 30 minutes de décantation

Table des matières

Introduction.....	1
<i>Synthèse bibliographique</i>	3
I. Introduction.....	3
I.1.2.1 Définition des eaux usées	3
I.1.2. 2. Origine des eaux usées	3
I.1.2.2.1. Les eaux usées domestiques	4
I.1.2.2.2 Les eaux usées industrielles	4
I.1.2.2.3 Les eaux pluviales	5
I.1.2.2.4 Les agricoles.....	5
I.1.3. Epuration des eaux usées.....	6
I.1.3.1. Définition de l'épuration.....	6
I.1.3.2. Rôle des stations d'épuration	7
I.1.4. Les principales étapes d'épuration des eaux usées	7
I.1.4.1. Le prétraitement	7
I.1.4.2. Traitement primaire	8
I.1.4.3. Le traitement secondaire	8
I.1.4.4. Traitement tertiaire	12
I.1.5. But de traitement des eaux usées	14
I.1.6. Caractérisation des eaux usées	14
I.1.6.1. Paramètres physico-chimiques.....	14
I.1.6.1.1. La couleur	14
I.1.6.1.2. Odeur.....	14
I.1.6.1.4. Conductivité.....	15
I.1.6.1.5. La turbidité.....	15
I.1.6.1.6. Le pH.....	16
I.1.6.1.7. L'oxygène dissous	16
I.1.6.1.8. Demande biologique en oxygène (DBO5)	17
I.1.6.1.9. Matières en suspension (MES)	17
I.1.6.1.10. La demande chimique en oxygène (DCO)	18
I.1.6.1.11. Autres éléments.....	18
I.1.6.2. Les caractéristiques biologiques des eaux usées	18
I.1.5. Différentes utilisations des eaux usées traitées.....	19
I.1.7. Les différents types de pollution des eaux	19
I.1.7.1. La pollution chimique.....	19

I.1.7.2. La pollution physique	19
I.1.7.3. La pollution organique.....	20
I.1.7.4. La pollution radioactive	20
I.1.7.5. La pollution thermique	20
I.1.7.6. La pollution microbiologique.....	20
I.1.8. Norme de rejet	20
I.1.8.1. Normes Algérienne de rejets.....	21
I.1.9. Impacts des eaux usées.....	22
I.1.9.1. Sur le milieu naturel	22
I.1.9.2. Sur la santé humaine.....	23
I.1.10. La réutilisation des eaux usées épurées.....	23
I.1.10.1 Différentes utilisations des eaux usées traitée.....	23
I.1.10.2. Situation de réutilisation des eaux usées traitées en agriculture	24
I.1.10.3. La qualité des eaux usées destiné pour l'irrigation.....	24
I.1.10.4. Le but de la réutilisation des eaux usées épurées	26
I.1.10.5. Les différentes réglementations de réutilisation des eaux usées épurées	26
I.1.11. Risques liés à la réutilisation des eaux usées.....	26
I.1.11.1 Risque microbiologique.....	26
I.1.11.2. Risque chimique	26
I.1.11.2.1. Métaux lourds	26
I.2.1. Présentation de la station de Sidi Ali Lebhar Bejaia	27
I.2.3. La station d'épuration des eaux usées Sid Ali Lebhar	28
I.2.4. Les constituants de la STEP	28
I.3.5.mécanisme de traitement.....	29
I.3.5.1.Processus d'épuration des eaux usées	29
I.3.5.2.Arrivée des eaux usées dans la station	29
I.2.5.3. Prétraitement	30
I.2.5.3.1. Dégrillage	30
I.2.5.3.1.1.Dégrillage grossier.....	30
I.2.5.3.1.2.Dégrillage fin	30
I.2.5.3.2.Dessablage.....	31
I.2.5.3.3.Dégraissage et Déshuilage.....	31
I.2.5.4. Traitement primaire	32
I.2.5.5. Traitement secondaire.....	32
I.2.5.6. Le traitement tertiaire	33

I.2.5.7. Le traitement des boues activées	34
I.2.5.7.1. Le bassin biologique	34
I.2.5.7.2. Le clarificateur	35
I.2.5.7.3. Traitement de boue	35
I.2.5.7.3.1. L'Extraction des boues	36
I.2.5.7.3.2. Stabilisation	36
I.2.5.7.3.3. Epaissement	36
I.2.5.7.3.4. Déshydratation et conditionnement	36
I.2.5.7.3.5. La destination finale	36
I.2.6. Laboratoire d'analyse STEP Sidi Ali Lebhar	36
I.2.6.1. Les analyses effectuées au laboratoire STEP Sidi Ali Lebhar	37
I. Conclusion	38
Chapitre II	39
Méthodes et Matériel	39
II. Introduction	40
II.1. Prélèvement des échantillons	40
II.2 Les analyses effectuées sur les eaux	40
II.2.1. Paramètres physico-chimiques	40
II.2.1.1. Température	40
II.2.1.2. pH	41
II.2.1.3. Conductivité	41
II.2.1.4. Oxygène dissous	42
II.2.2. Matière en suspension	43
II.2.2.1. Matière Sèche et MVS	43
II.2.3. Demande biochimique en oxygène (méthode OXYTOP)	45
II.2.4. Le V30	46
II.2.5. La demande chimique en oxygène	47
II.2.6. Analyse de l'azote ammoniacal NH_4^+	47
II.2.7. Azote nitreux (nitrites) NO_2	47
II.2.8. Analytique PO_4^{4-}	48
II.2.9. Azote total	48
II.2.10. Nitrate (NO_3^-)	48
II.3. Dosage des métaux lourds par la SAA	49
II.4. Analyse microbiologique des eaux usées de la STEP Sid Ali L'Abhar	50
II.4.1. Recherche des coliformes totaux	50

II.4.1.1 Préparation de la dilution	50
II.4.2. Recherche des streptocoques fécaux (méthode par ensemencement en milieu liquide)	52
II.4.3. Recherche des clostridiums (Anaérobie Sulfito-Reducteur)	53
II.4.4. Recherche des salmonelles	53
II.4.4.1 Enrichissement	53
II.4.4.2. Isolement	53
II.4.4.3. Identification	53
II.5. Recherche des vibrions chloriques	54
II.6. Conclusion	55
<i>Chapitre III</i>	56
<i>Résultats et discussions</i>	56
III.1. Introduction	57
III.2. Evaluation des paramètres physico-chimiques des eaux usées	57
III.2.1. La Température	57
III.2.2. Le pH	58
III.2.3. La conductivité électrique ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	59
III.2.4. L'oxygène dissous	59
III.2.5. Matière en suspension	60
III.2.6. La demande biologique en oxygène (DBO_5)	61
III.2.7. La demande chimique en oxygène	62
III.2.8. Azote total	63
III.2.9. Les nitrates (NO_3^{2-})	63
III.2.10. Nitrite (NO_2^-)	64
III.2.11. Ammonium (NH_4^+)	65
III.2.12. Orthophosphates (PO_4^-)	65
III.3. Évaluation comparative des analyses pour les années 2023 et 2024	66
III.3.1. pH	66
III.3.2. Conductivité (CE)	67
III.3.3. Matière en suspension	68
III.3.4. Demande biologique en oxygène (DBO_5)	68
III.4. Analyse par Spectrophotomètre d'Absorption Atomique	69
III.5. Les résultats des analyses bactériologiques des eaux usées	70
III.6. La réutilisation des eaux traitées de la STEP de Sidi Ali Lebhar	71
III.7. Conclusion	71

Conclusion	73
Références bibliographiques	76
Les annexes	81
Résumé	83

Liste des figures

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Figure I.1 : les origines des eaux usées	3
Figure I.2 : Les eaux domestiques.....	4
Figure I.3 : Les eaux usées industrielle	4
Figure I.4 : Les eaux de pluie.....	5
Figure I.5 : Les eaux agricoles.....	6
Figure I.6 : Schéma de traitement des eaux usées par la station d'épuration.....	6
Figure I.7 : Schéma d'un procédé boues activées	8
Figure 1.8 : Schema sur lit bactérien.....	10
Figure I.9 : Schéma d'un procédé Disques biologiques	11
Figure I.10 : Configurations d'une chaîne de traitement	13
Figure II.2.1 : Schéma générale de la STEP SAL.....	28
Figure II.2.2 : Canal d'arrivée des eaux usées	29
Figure II.2.3 : Dégrillage grossier	30
Figure II.2.4 : Dégrillage fin de STEP de SAL	31
Figure II.2.5 : Bassin de dessablage et déshuilage.....	31
Figure 13 : Dégraissage	31
Figure 14 : Canal de sortie.....	34
Figure II.2.6 : Bassin biologique.....	35
Figure 16 : Le décanteur	35

Chapitre II : Matériels et Méthodes

Figure II. 1 : Multi paramètre physico-chimique (ph, conductivité, température).....	42
Figure II.2 : Oxymètre.....	42
Figure II.3 : spectrophotomètre	43
Figure II.4 : Balance	44
Figure II.5 : Etuve.....	44
Figure II.6 : Four à moufle	44
Figure II.7 : Dispositif de mesure de la DBO ₅	46
Figure II.8 : Eprouvette de mesure le V30....	46
Figure II.9 : Spectrométries d'absorption atomique	50

Chapitre III:Résultats et Discussion

Figure II.9 : Evolution de la température.....	57
Figure II.9 : Evolution de pH	58
Figure II.9 : Evolution de la conductivité	59
Figure II.9 : Evaluation d'oxygène dissous.....	60
Figure II.9 : Variation des matières en suspension.....	61
Figure II.9 : variation de DBO ₅	62
Figure II.9 : Variation de la DCO.....	62
Figure II.9 : Variation d'Azote total	63
Figure II.9 : Variation de la concentration des nitrates.....	64
Figure II.9 : Variation de la concentration des nitrites	64
Figure II.9 : Variation de la concentration d'ammonium	65
Figure II.9 : Variation de concentration des orthophosphates.....	66
Figure II.9 : Variation du pH des eaux brut et traite 2023et 2024	67

FigureII.9 : Evolution de la CE des eaux brut et traite 2023 et 2024	67
FigureII.9 : Variation de MES des eaux bruts et épurées 2023 et 2024	68
FigureII.9 : Variation de la DBO ₅ des eaux brute et traite 2023 et 2024.....	69

Liste des tableaux

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Tableau I.1 : la quantité de sels dissous dans l'eau en fonction de la conductivité.....	15
Tableau I.2 : La couleur de l'eau en fonction de sa turbidité.....	16
Tableau I.3 : La variation de l'acidité d'une eau en fonction de pH... ..	16
Tableau I.4 : Échelle de valeurs de DBO ₅	17
Tableau I.5 : Normes des rejets d'effluent liquides industrielles internationales	21
Tableau I.6 : Normes de rejet Algérienne d'effluent liquides industrielles	21
Tableau I.7 : Normes d'utilisation des eaux épurées et les risques de contamination	24
Tableau I.8 : Effets soupçonnés ou prouvés des métaux lourds sur la santé humaine	27
Tableau I.9 : Les paramètres contrôles des eaux usées au niveau de laboratoire de STEP de SAL	37

Chapitre III: Résultats et discussion

Tableau I.1 : La concentration des métaux lourds dans les échantillons des eaux usées de la STEP SAL.....	69
Tableau I.2 : Les résultats des analyses bactériologique des eaux usées bruts et épurées... ..	70

Introduction général

Introduction

Les eaux usées sont un aspect essentiel de notre relation quotidienne avec notre environnement. Elles découlent de l'activité humaine, qu'elle soit domestique, industrielle, agricole ou commerciale. Ces eaux, qui contiennent différents polluants, constituent un enjeu majeur pour la santé publique et l'équilibre écologique.

En Algérie, on estime que les ressources en eau sont estimées à 17 milliards de m³ par an, dont 12 milliards de m³ dans les régions Nord (ressources souterraines 2 milliards de m³, ressources superficielles 10 milliards de m³) et 5 milliards de m³ dans le Sud. Étant donné que l'utilisation de toutes les ressources souterraines du Nord représente plus de 70 % des ressources en surface. On estime que les eaux usées domestiques rejetées sont d'environ 800 millions de m³ par an. Il s'agit de quantités considérables et aisément identifiables que le pays ne peut ignorer. [1]

La compréhension et la gestion efficace des eaux usées sont essentielles en raison des nombreux défis qu'elles posent. D'un côté, elles représentent un danger pour la santé en transportant des agents pathogènes, des produits chimiques toxiques et des substances polluantes. Par ailleurs, leur influence sur les écosystèmes aquatiques est importante, qui peut entraîner la détérioration des habitats naturels, la pollution des ressources en eau douce et la perturbation des systèmes alimentaires.

La gestion des eaux usées revêt donc une importance capitale afin de diminuer ces dangers et de réduire leur influence sur la santé humaine et l'environnement. Grâce aux avancées technologiques et aux innovations dans ce domaine, de nouvelles méthodes de traitement ont été développées, allant des systèmes de filtration basiques aux processus complexes de désinfection et de dégradation des contaminants.

L'agriculture est le principal utilisateur des ressources hydriques, étant donné la baisse des précipitations observée depuis plusieurs décennies. Les agriculteurs manifestent un intérêt pour l'exploitation des eaux usées.

Ce travail décrit les caractéristiques des eaux usées dans la station d'épuration de Sidi Ali Lebhar (Béjaia), en vue de leur réutilisation.

Ce mémoire est construit en deux parties : la première est une synthèse bibliographique et la deuxième, c'est la partie pratique.

Le premier chapitre structuré sur les eaux usées, les origines et leur processus de traitement et leur réutilisation, la deuxième partie sur la présentation de la station de Sidi Ali Lebhar.

Le deuxième chapitre résume le matériel et les méthodes d'analyse utilisés, ainsi que les modes de fonctionnement du protocole expérimental, et le dernier est réservé à la présentation des résultats, à leurs interprétations et à la discussion. À la fin du manuscrit, une conclusion généralement en évidence les principaux résultats de cette étude.

Chapitre I
Généralités sur les eaux

I. Introduction

Les eaux usées, souvent appelées collectivement « eaux usées », sont le résultat de diverses activités humaines, notamment des activités domestiques, industrielles et agricoles. Elles comprennent une variété de substances, depuis l'eau des évier et des toilettes jusqu'à l'eau contaminée provenant des processus industriels.

I.1.2 Généralités sur les eaux usées

I.1.2.1 Définition des eaux usées :

Les eaux usées sont des eaux contenant des substances minérales ou biologiques provenant de l'activité humaine et présentes à des niveaux anormalement élevés. Elles comprennent les eaux résiduelles domestiques (eaux des toilettes et eaux de lavage), les eaux de ruissellement et les rejets industriels (eaux usées des usines) [2].

I.1.2. 2. Origine des eaux usées

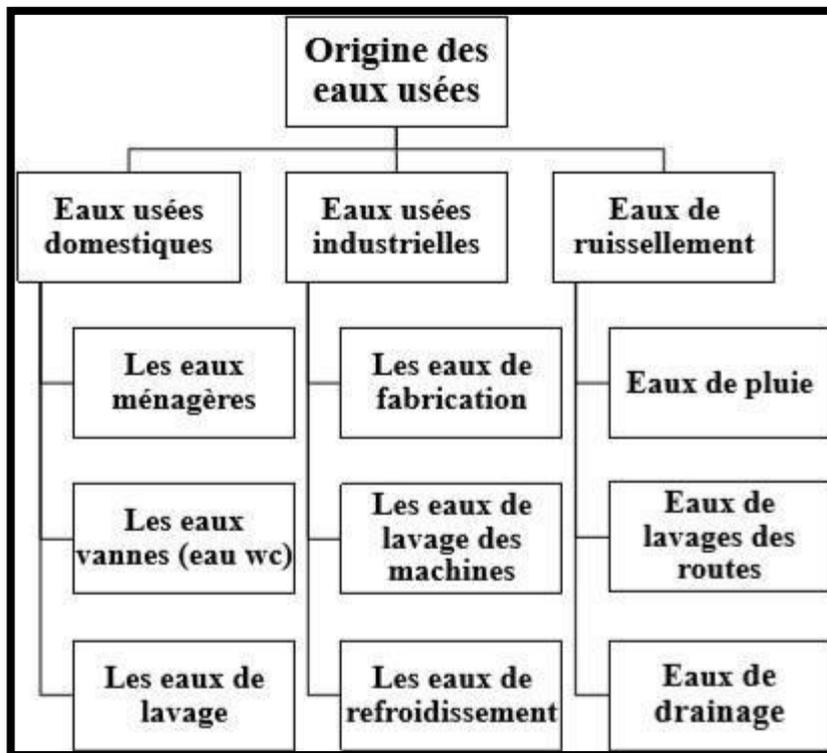


Figure 1.1 : Origine des eaux usées [3]

I.1.2.2.1. Les eaux usées domestiques :

Elles regroupent les eaux ménagères (eaux de cuisine et de salle de bains) et les eaux vannes (toilettes). Les eaux ménagères représentent les deux tiers des eaux usées domestiques. Ces eaux ménagères contiennent des graisses, des savons et des traces de lessives, des matières organiques ou minérales. A cela il faut ajouter les eaux usées rejetées par les hôpitaux, les écoles, les commerces [4].



Figure 1.2 : Les eaux usées domestiques

I.1.2.2.2 Les eaux usées industrielles :

La pollution industrielle varie beaucoup d'une industrie à une autre. Des matières organiques et des graisses proviennent des abattoirs, des industries agroalimentaires. Des hydrocarbures proviennent des industries pétrolières et des transports. Des traces de métaux proviennent d'usines de métallurgie. Des acides et produits chimiques divers proviennent d'industries chimiques. Des eaux chaudes sont rejetées par les circuits de refroidissement des centrales thermiques [4].



Figure 1.3 : Les eaux usées industrielles

I.1.2.2.3 Les eaux pluviales :

Elles peuvent également être responsables de pollution significatives des cours d'eaux, en particulier pendant les périodes d'orage. En contact avec l'air (fumées industrielles), l'eau de pluie accumule des impuretés, puis en ruisselant, elle dépose des résidus sur les toits et les routes des villes (huiles de vidange, carburants, résidus de pneus et métaux lourds..). De plus, lors de l'appellation « unitaire » du système d'assainissement, les eaux pluviales sont associées aux eaux usées domestiques. Si les précipitations sont abondantes, il est possible que les contraintes de préservation des installations d'épuration entraînent le déversement « délestage » de ce « mélange » extrêmement pollué dans l'environnement. Finalement, dans les zones urbaines, les constructions imposent une imperméabilité des sols et augmentent le risque d'inondation ainsi que celui de la pollution [5].



Figure1.4 : Les eaux de pluie

I.1.2.2.4 Les agricoles :

L'agriculture peut sérieusement polluer les eaux en apportant des engrais et des pesticides, ce qui cause des pollutions diffuses. Les eaux agricoles provenant de terres cultivées chargées d'engrais nitrates et phosphatés peuvent enrichir les nappes phréatiques et les cours d'eau avec des matières azotées ou phosphatées par ruissellement, si ces engrais ne sont pas retenus par le sol ou assimilés par les plantes [1].



Figure 1.5 : Les eaux agricoles

I.1.3. Epuration des eaux usées

I.1.3.1. Définition de l'épuration

Dans le domaine de l'hygiène, l'épuration est un procédé visant à restaurer la qualité des eaux usées rejetées pour répondre aux exigences du milieu qui les reçoit. L'objectif est donc d'éviter la contamination en utilisant plutôt qu'en produisant de l'eau du robinet. L'opération est réalisée selon deux procédés différents, le premier est un procédé industriel et le second est un procédé naturel. Lorsqu'on parle d'épuration des eaux urbaines, il ne s'agit pas forcément de les épurer mais d'enlever le maximum de déchets dont elles sont chargées afin de les évacuer. L'inconvénient des définitions sensées de ces termes est qu'elles traitent l'eau principalement comme une « substance » plutôt que comme un « environnement »[6].

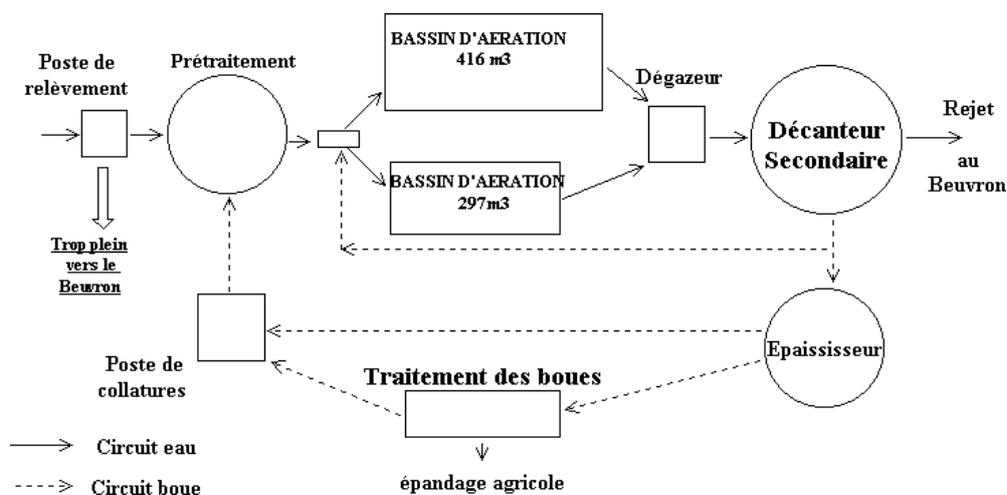


Figure 1.6 : Schéma de traitement des eaux usées par la station d'épuration [7]

I.1.3.2. Rôle des stations d'épuration

Ce rôle peut être résumé dans les points suivants :

- ✓ Traiter les eaux
- ✓ Protéger l'environnement
- ✓ Protéger la santé publique
- ✓ Optimiser la valorisation des eaux épurées et des boues issues du traitement [8].

I.1.4. Les principales étapes d'épuration des eaux usées :

L'ensemble des ouvrages de traitement utilisés s'appelle la filière de traitement .elle consiste à judicieusement différentes étapes pour satisfaire à une qualité du milieu récepteur il faudra prendre en compte les sous –produits de l'épuration, en particulier les boues extraites de la filière de traitement des eaux résiduaire urbaines [9].

I.1.4.1. Le prétraitement

Ils permettent d' éliminer les matières les plus grossières, susceptibles d'endommager les organes mécaniques ou de perturber l'efficacité ultérieures

❖ Dégrillage :

Le dégrillage et le tamisage permettent de retirer de l'eau les déchets insolubles tels que, les branches, les plastiques, serviettes hygiéniques, etc. En effet, ces déchets ne pouvant pas être éliminés par un traitement biologique ou physico-chimique, il faut donc les éliminer mécaniquement [9].

❖ Dessablage :

Le dessablage a pour but d'extraire les graviers, sables et autre particules minérales de diamètres supérieures à 0,2 mm contenus dans les eaux usées, de façon à éviter les dépôts dans les canaux et conduits, ceci permet de protéger les pompes et autres appareils contre l'abrasion. [9].

❖ Déshuilage :

C'est généralement le principe de la flottation qui est utilisé pour l'élimination déshuiles. Son principe est basé sur l'injection de fines bulles d'air dans le bassin de déshuilage, permettant de faire remonter rapidement les graisses en surface hydrophobes [9].

I.1.4.2. Traitement primaire

Il s'agit d'une séparation physique liquide-solide dont le but est de retenir le maximum de matières en suspension présentes dans les eaux usées. Les matières en suspension, habituellement éliminées par décantation, font souvent l'objet d'un traitement primaire.

La clarification globale des effluents nécessite l'élimination complémentaire des contaminations colloïdales ou particulaires finement divisées, ce qui peut être réalisé par l'utilisation d'agents chimiques lors des traitements physico-chimiques impliquant une floculation par décantation ou en amont de la séparation solide-liquide flottation [10].

I.1.4.3. Le traitement secondaire

Elle vise essentiellement à éliminer les composés solubles d'origine organique. En même temps, la floculation de la biomasse retient les substances en suspension qui restent après le traitement initial. Ce traitement consiste à faire entrer en contact la matière organique présente dans les eaux usées avec des organismes bactériens [11].

➤ Boue activée

Un aérateur diffuseur en surface ou immergé fournit l'oxygène requis pour l'oxydation des eaux usées, répartis sur toute la longueur de la piscine. On sépare la boue formée dans un décanteur centrifuge à deux niveaux et on la recycle en partie dans le bassin de ventilation. L'objectif des usines à boues activées est de produire des eaux usées. Matières en suspension de moins de 30 mg/L, DBO inférieur à 25 mg/L, 100 mg/L DCO [12].

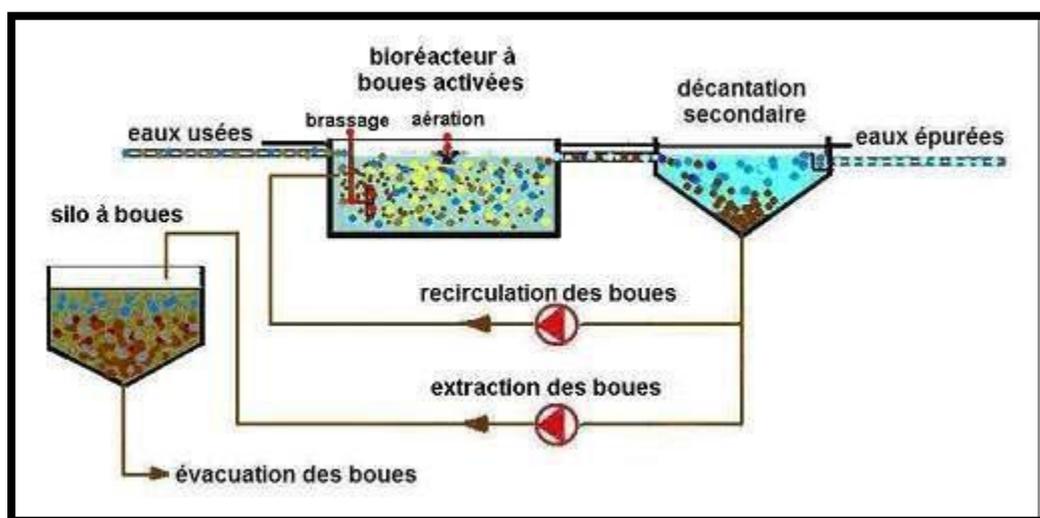


Figure I.7 : Schéma d'un procédé boues activées [13]

❖ Avantages et inconvénients de la technique d'épuration des eaux**Avantages**

- Ce procédé élimine les molécules de phosphore, d'azote et de carbone présentes dans les eaux résiduaires.
- Il est de plus relativement sûr, du fait du contrôle aisé des différents facteurs nécessaires à son fonctionnement.
- Comparé à la technique des lits bactériens, il est plus efficace et plus rapide.
- Les nuisances telles que les odeurs ou les mouches sont inexistantes et son installation demande peu de place.
- Ce dispositif est intéressant à partir de 400 équivalent-habitants minimum et peut aller jusqu'à un traitement de 100.000 à 200.000 équivalent-habitants.

❖ Inconvénients

- Sensibilité aux variations de charges : hydraulique et organique ;
- Nécessité d'un entretien fréquent des ouvrages (main d'œuvre qualifiée) ;
- Coût d'exploitation (énergétique) élevé ;
- Faibles performances en matière d'élimination des agents pathogènes [14].

➤ Lit bactérien

Cette technique consiste à faire supporter les micro-organismes épurateurs par des matériaux poreux ou caverneux. L'eau à traiter est dispersée en tête de réacteur, traverse le garnissage et peut être reprise pour une recirculation. Dans les lits bactériens (ou filtres bactériens ou bio- filtre), la masse active des micro-organismes se fixe sur des supports poreux inertes ayant un taux de vide d'environ 50% (minéraux, comme la pouzzolane et le coke métallurgique, plastiques, les roches volcaniques, les cailloux) à travers lesquels on filtre l'effluent à traiter.

Pour ne pas avoir un colmatage rapide de la culture bactérienne, il faut effectuer les opérations de prétraitement suivantes : dégrillage, dessablage, dégraissage et décantation primaire (décanteur-digesteur). Puis, l'effluent (eau à traiter) est réparti aussi uniformément que possible (dispersion en pluie par une grille de répartition rigoureusement plane) à la surface du filtre.

Ensuite l'effluent (eaux à traiter) va être aspergé sur le lit bactérien grâce à un sprinkler, là les bactéries aérobies vont minéraliser la matière organique en suspension. L'aération dans le lit bactérien est réalisée par tirage naturel ou par ventilation. Ainsi, une aération abondante, par

le sommet et le bas du massif filtrant provoque sur ce dernier le développement d'une flore microbienne aérobie, de plus, la percolation lente de l'effluent rend le processus d'oxydation efficace [4].

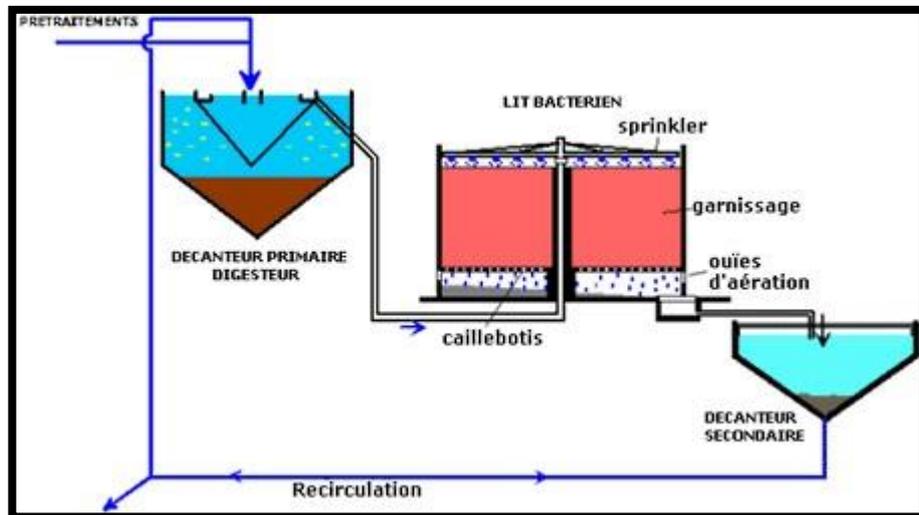


Figure 1.8: Schema sur lit bactérien [13]

❖ **Avantages et inconvénients de cette technique d'épuration des eaux**

❖ **Avantages**

- Surface relativement petite requise
- Excellentes performances en matière de réduction de la DBO, de la DCO et du MES
- Faible consommation d'énergie

❖ **Inconvénients**

- Il ne réagit pas aux fluctuations du débit ou de la concentration des eaux usées.
- Les travaux nécessitent un entretien fréquent (charge de travail considérable).
- Pollution olfactive.
- Coûts d'investissement élevés - Nuisances causées par des infestations d'insectes [14].

➤ **Bio-filtre**

Le traitement des eaux polluées par bio-filtre ou la bio-filtration constitue une autre technique d'épuration biologique à cultures fixées. Cette méthode est le plus souvent utilisée pour le traitement des eaux urbaines.

L'eau à traiter subit normalement une décantation primaire dans un décanteur-digesteur. L'eau décantée va ensuite traverser le bio-filtre. Il est constitué d'un massif granulaire (sable) d'au moins 70 cm comme support bactérien avec de l'air insufflé par le bas. Le matériel granulaire va jouer un rôle de filtration et les bactéries vont dégrader la pollution que l'eau contient. La surface filtrante peut être répartie sur plusieurs lits afin d'effectuer des rotations d'alimentation sur les ouvrages car il faut procéder à des périodes de repos des massifs filtrants afin d'en assurer la ré-oxygénation. Cette méthode peut être utilisée pour des stations d'épuration d'une capacité de 100 à 2000 Eq/Hab, elle fonctionnera le mieux de 200 à 1300 Eq/Hab [4].

➤ Disques biologiques

C'est un procédé de traitement biologique aérobie à biomasse fixée. Les supports de la microflore épuratrice sont des disques partiellement immergés dans l'effluent à traiter et animés d'un mouvement de rotation lequel assure à la fois le mélange et l'aération. Les microorganismes se développent et forment un film biologique épurateur à la surface des disques. Les disques sont semi-immergés, leur rotation permet l'oxygénation de la biomasse fixée. L'effluent est préalablement décanté pour éviter le colmatage du matériau support. Les boues qui se décrochent sont séparées de l'eau traitée par clarification. L'unité de disques biologiques est constituée de disques en plastique rotatifs montés sur un arbre dans un bassin ouvert rempli d'eaux usées [4].

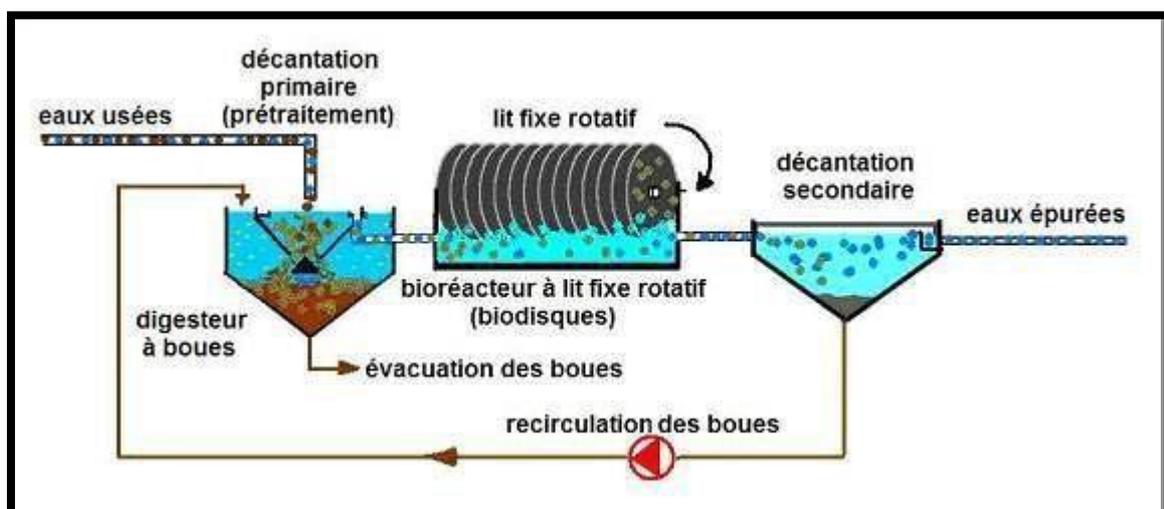


Figure I.9 : Schéma d'un procédé Disques biologiques [13]

➤ **Lagunage**

Cela consiste à établir un écoulement lent par gravité des eaux usées dans plusieurs bassins de rétention (3 à 5) peu profonds en éliminant le risque d'infiltration dans les eaux souterraines.

Cette technique présente la caractéristique de nécessiter une surface importante, entre 15 et 20 m², voilà pourquoi on lui attribue la propriété " extensive ". Le temps de séjour doit être élevé (minimum 30 jours, voire plus). Les boues se concentrant sur le fond et intervenant dans la biologie du système ne doivent être évacuées qu'après quelques 5 à 10 années. Les lagunes sont généralement construites sous forme de bassins de terre, pourvus de talus ayant une pente d'un tiers. Si une protection contre l'infiltration dans les eaux souterraines est nécessaire, les fonds et les remblais doivent être colmatés. Elles sont généralement rectangulaires [4].

❖ **Avantages et inconvénients de la technique d'épuration des eaux**

❖ **Avantages**

- Procédé naturel qui ne consomme pas d'énergie.
- Excellentes performances de nettoyage.
- C'est relativement meilleur au niveau microbien que les processus intensifs.
- Les coûts d'investissement sont relativement faibles.
- Faibles coûts d'exploitation.
- Haute résistance aux fluctuations des charges hydrauliques et organiques.
- Facile à manier

❖ **Inconvénients**

- Occupation des étages supérieurs.
- Émissions d'odeurs des bassins anaérobies (si les bassins sont mal conçus ou mal situés).
- Temps de séjour relativement long par rapport aux procédés [14].

I.1.4.4. Traitement tertiaire

Une fois les étapes précédentes terminées, les eaux sont généralement évacuées vers leur milieu naturel. Il est primordial de réaliser des traitements supplémentaires pour réutiliser les eaux usées épurées (REUE) afin d'éliminer les microorganismes qui pourraient engendrer des problèmes sanitaires. Il ne s'agit pas de techniques d'épuration classiques (sauf le lagunage) ; mais elles sont fréquemment utilisées dans les usines d'eau potable [15].

➤ **Traitement par voie physico-chimique**

Un ou plusieurs des processus suivants font partie du traitement tertiaire :

- * La désinfection par chlore ou ozone est utilisée pour éliminer les germes pathogènes.
- * Neutralisation des métaux en solution dans l'eau : en modifiant le pH de l'eau dans certaines plages, ces polluants sont décantés [16].

➤ **Traitement des odeurs**

La première étape de traitement, criblage, dessablage/déshuilage et l'étape anaérobie du traitement biologique sont généralement confinées à des bâtiments plus ou moins étanches afin que les odeurs désagréables ne se diffusent pas dans l'environnement de la station. Cela entraînerait une nuisance olfactive inacceptable pour les riverains. Cet air nauséabond est collecté et traité. Après trois cycles de nettoyage : acide sulfurique (H₂SO₄), une eau de Javel et une soude [16].

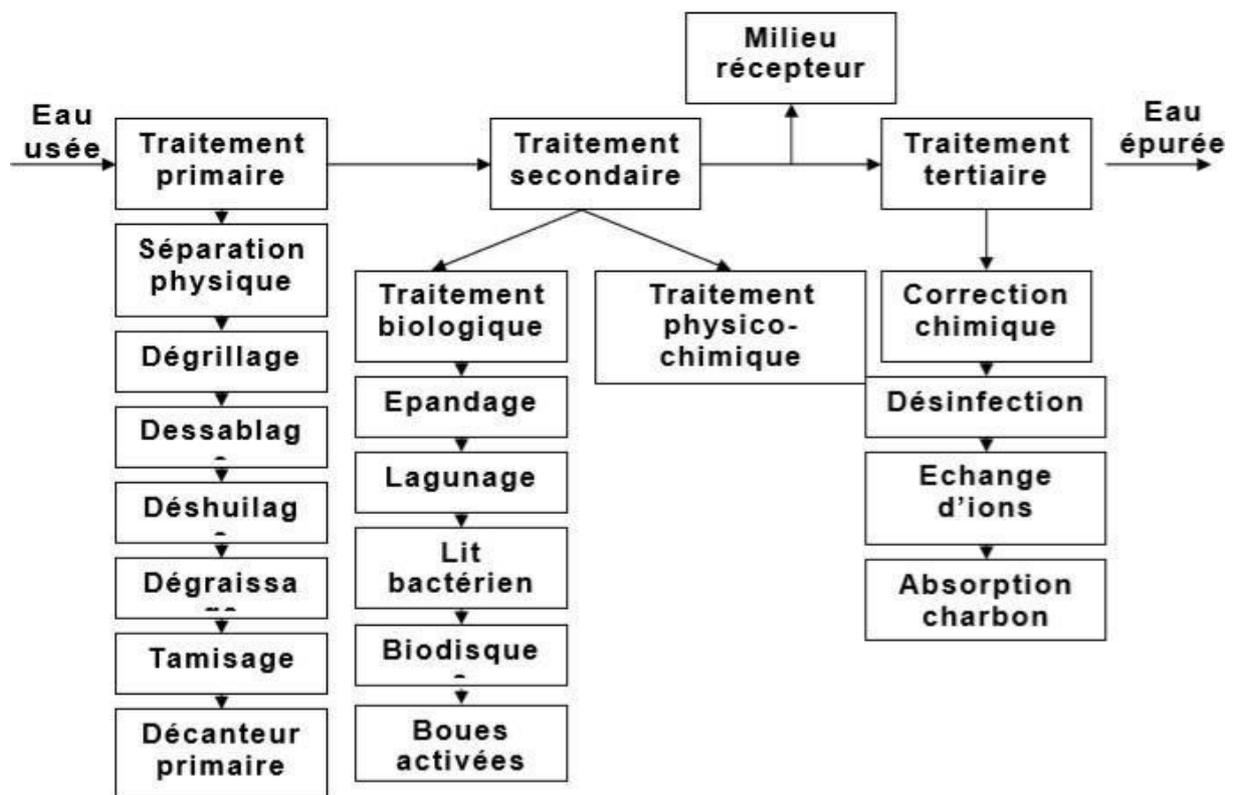


Figure I.10 : Configurations d'une chaîne de traitement [17]

I.1.5. But de traitement des eaux usées

Le but de traitement des eaux usées est d'obtenir une eau non polluée (dite eau épurée) qui répond aux normes de rejets fixées par la législation et pouvant par suite être évacuées sans danger dans le milieu naturel [18].

I.1.6. Caractérisation des eaux usées

La composition des eaux usées varie fortement selon leur source (industrielle, domestique, etc.). Ils peuvent contenir de nombreuses substances et de nombreux micro-organismes sous forme solide ou dissoute.

En fonction de leurs propriétés physiques, chimiques et biologiques et des risques sanitaires qu'elles entraînent, ces substances peuvent être classées en quatre groupes : les micro-organismes, les matières en suspension, les oligo-éléments minéraux ou organiques et les nutriments [10].

I.1.6.1. Paramètres physico-chimiques**I.1.6.1.1. La couleur**

Les eaux usées domestiques fraîches sont grises, comme une solution faible de savon. Elles commencent à devenir noires au fil du temps, pendant que la putréfaction commence. Les eaux septiques ont une teinte plus ou moins noire ou foncée. La couleur des eaux usées industrielles varie en fonction des procédés chimiques utilisés dans les entreprises. Une fois que les eaux résiduaires industrielles sont mélangées aux eaux d'égout domestiques, elles peuvent également décolorer la couleur [19].

I.1.6.1.2. Odeur :

Une odeur est présente dans les eaux d'égout fraîches normales. Moisi qui n'est pas habituel, mais après 3 ou 4 heures, tout l'oxygène dissous présent dans les eaux d'égout est épuisé et commence à se libérer. Il y a une mauvaise odeur due au sulfure d'hydrogène et à d'autres substances. Produits soufrés par les micro-organismes anaérobies [19].

I.1.6.1.3. Température

La température joue un rôle important dans la solubilité des sels et des gaz et est importante pour comprendre l'origine de l'eau.

D'une manière générale, la température de l'eau de surface est affectée par la température de l'air en raison de sa faible profondeur. Cependant, comme l'eau chaude provient des ménages et des industries, les eaux usées sont généralement à une température plus élevée que l'eau potable [4].

I.1.6.1.4. Conductivité

La conductivité de l'eau est sa capacité à conduire le courant électrique entre deux électrodes. Par conséquent, la quantité de sel dissous dans l'eau peut être évaluée en mesurant la conductivité. Cela dépend de la température et augmente avec la température. Ce paramètre doit être mesuré sur place. La procédure est simple et fournit des informations très utiles pour caractériser l'eau à analyser [4].

Tableau I.1: la quantité de sels dissous dans l'eau en fonction de la conductivité [20]

$\sigma = 0.005 \mu\text{S/cm}$	Eau déminéralisée.
$10 < \sigma < 80 \mu\text{S/cm}$	Eaux de pluie
$30 < \sigma < 100 \mu\text{S/cm}$	eau peu minéralisée, domaine granitique.
$300 < \sigma < 500 \mu\text{S/cm}$	eau moyennement minéralisée, domaine des roches carbonatées (karst).
$500 < \sigma < 1000 \mu\text{S/cm}$	eau très minéralisée, saumâtre ou saline.
$\sigma > 30000 \mu\text{S/cm}$	Eaux de mer

I.1.6.1.5. La turbidité

La turbidité est un paramètre de pollution qui indique la présence de matière organique ou minérale sous forme colloïdale en suspension dans les eaux usées, car elle est inversement proportionnelle à la transparence de l'eau. Elle diffère en fonction de MES présent dans l'eau.[1]

Tableau I.2: La couleur de l'eau en fonction de sa turbidité [20]

NTU < 5	Eaux incolore
5 < NTU < 30	eau légèrement colorée
NTU > 50	Eaux colorée
NTU > 200	eau de surface "Africaine".

I.1.6.1.6. Le pH

La valeur du pH permet de déterminer l'état des équilibres de dissolution et de déterminer si l'eau est agressive ou incrustante (principalement par les carbonates). Lors de la prise d'échantillon, il est crucial de le mesurer directement car la variation de la pression des gaz (CO₂, O₂) modifie le pH. Sa mesure est effectuée à l'aide d'une cellule en verre légère [21].

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

Tableau I.3: La variation de l'acidité d'une eau en fonction de pH [20]

pH < 5	-acidité forte.- présence d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles.
pH=7	PH neutre
7 < pH < 8	Neutralité approchée, majorité des eaux de surface
5.5 < pH < 8	Eaux souterraines
pH > 8	Alcalinité, évaporation intense

I.1.6.1.7. L'oxygène dessous

Les teneurs en oxygène dissous sont mesurées pour déterminer rapidement la qualité d'une eau associée à une bonne oxygénation. Cette mesure est effectuée sur le terrain en immergeant l'échantillon. De plus, la mesure se fait à l'aide d'une petite cellule (l'oxygène traverse une membrane poreuse avant de réagir avec un électrolyte et d'être mesurée par un voltage) [21].

I.1.6.1.8. Demande biologique en oxygène (DBO5)

Ce paramètre indique la quantité d'oxygène que les micro-organismes nécessitent pour décomposer les substances organiques qui polluent les cours d'eau. Pour le rejet des stations d'épuration, cette mesure est largement utilisée car elle fournit une estimation de la charge en matières organiques biodégradables. Il est exprimé en milligrammes par litre d'oxygène.[2]

Tableau I.4: Échelle de valeurs de DBO5 [20]

Situation	DBO5 mg / l d' O2)
Eau naturelle pure et vive	$c < 1$
Rivière légèrement polluée	$1 < c < 3$
Rejet station d'épuration efficace	$20 < c < 40$
Egout	$100 < c < 400$

I.1.6.1.9. Matières en suspension (MES)

Sont des particules solides de plus de 10 μm transportées par l'eau. Elle est généralement composée de particules insolubles ou peu solubles et de colloïdes organiques (fragments alimentaires ou résidus digestifs) ou minéraux (sable ou argile). Son rejet dans le milieu naturel réduit la transparence du milieu, empêche la pénétration de la lumière, réduit l'oxygène dissous et endommage le développement des organismes aquatiques. Les mesures permettent l'évaluation des charges solides dans l'eau naturelle ou les eaux usées [22].

- Les substances volatiles suspendues (MVS) Les fractions organiques de MES sont obtenues en calcinant ces MES à une température de 525°C pendant 2 heures. La disparité de poids entre les MES à 105°C et les MES à 525°C entraîne une "perte au feu" et indique la quantité de MVS en (mg/l) dans une eau.
- Les matières minérales (MMS) sont le produit d'une évaporation complète de l'eau, c'est-à-dire son "extrait sec" composé à la fois de matières en suspension et de matières solubles comme les chlorures, les phosphates, etc.. [1]

I.1.6.1.10. La demande chimique en oxygène (DCO)

La Demande Chimique en Oxygène (DCO) est la mesure de la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation chimique de toute la matière organique biodégradable ou non contenue dans les eaux à l'aide du bichromate de potassium à 150°C. Elle est exprimée en mg O₂/l. Le rapport DCO/DBO est utilisé pour évaluer le coefficient de biodégradabilité d'un objet en cours de traitement. Il sert également à déterminer son origine. En règle générale, la DCO se présente sous la forme suivante :

DCO = 1.5 à 2 fois DBO Pour les eaux usées urbaines ;

DCO = 1 à 10 fois DBO Pour tout l'ensemble des eaux résiduaires ;

DCO > 2.5 fois DBO Pour les eaux usées industrielles.

La relation empirique de la matière organique (MO) en fonction de la DBO₅ et la DCO est donnée par l'équation suivante : $MO = (2 DBO_5 + DCO)/3$. [1]

I.1.6.1.11. Autres éléments

❖ Nutriments

Il est possible que leur présence dans les eaux usées peut entraîner des conséquences néfastes sur la santé humaine, la qualité des eaux de surface et dans une moindre mesure, des effets positifs sur les cultures réintégréées dans l'agriculture [4].

❖ Métaux lourds

Il y a un grand nombre de métaux lourds dans les eaux usées urbaines : les plus nombreux sont le fer, le zinc, le cuivre et le plomb. On retrouve les autres métaux (manganèse, aluminium, chrome, arsenic, sélénium, mercure, cadmium, molybdène, nickel, etc.) sous forme de traces. Ils ont plusieurs origines : ils sont liés à la consommation de produits dans le sens large par la population, à la corrosion des matériaux des réseaux de distribution d'eau et d'assainissement, aux eaux pluviales dans le cas d'un réseau unitaire, aux activités de service (santé, automobile) et aux rejets industriels [4].

I.1.6.2. Les caractéristiques biologiques des eaux usées

L'eau est généralement composée d'organismes vivants tels que des bactéries, des champignons et des macro-invertébrés, ainsi que d'un solvant des substances naturelles ainsi que des substances introduites par l'activité humaine dans les domaines ménager, industriel et agricole. Cependant, ces derniers contribuent à la contamination des eaux usées et à la détérioration de la santé de la population. Les maladies d'origine hydrique sont principalement

causées par les substances présentes dans le tube digestif des humains et des animaux, qui sont ensuite éliminées par la matière fécale et éventuellement par les urines [4].

I.1.5. Différentes utilisations des eaux usées traitées

La récupération et la réutilisation de l'eau usée traitée, s'est avérée être une option réaliste pour couvrir le déficit et les besoins croissants en eau dans les pays hydro sensibles.

Les principales utilisations des eaux usées traitées dans le monde sont les suivantes :

-utilisations urbaines arrosage des espaces verts, lavage des rues, alimentation de plans d'eau, auxquelles on peut ajouter une utilisation périurbaine qui se développe comme l'arrosage des terrains de golfs.

-utilisations agricoles irrigation.

-utilisation pour la lutte contre les incendies;

-utilisations industrielles: cette réutilisation est importante en raison du recyclage fréquent des eaux de procédés qui est souvent justifiée par la réduction des consommations mais aussi par la récupération des sous- produits. Mais elle peut aussi concerner les eaux de refroidissement.

- Réhabilitation des nappes phréatiques pour empêcher l'intrusion du biseau salé en bord de mer. [1]

I.1.7. Les différents types de pollution des eaux

I.1.7.1. La pollution chimique :

La pollution nuit à la flore, à la faune et à l'homme. Il s'agit principalement de polluants organiques, minéraux ou métalliques, tels que les nitrates, les phosphates, les détergents, les produits phytosanitaires (tels que les pesticides), les solvants chlorés, les métaux (tels que le plomb, le mercure, le zinc, etc.), les colorants (tels que les pigments), les produits minéraux et les agents bactériologiques. [18]

I.1.7.2. La pollution physique

Est une pollution causée par la présence de particules de taille et de matériaux variés dans l'eau, ce qui la rend trouble. Il existe également des types de matières différents, notamment les matières décantées qui sont plus lourdes que l'eau, les matières flottables qui sont plus légères que l'eau et les matières non séparables qui ont la même densité que l'eau.[23]

I.1.7.3. La pollution organique :

La pollution organique est souvent la fraction la plus importante car elle peut être considérée comme le résultat de diverses activités (industrielles, agricoles, artisanales et rurales). Les eaux usées des villes comprennent des matières organiques courantes (protides, lipides, glucides), des détergents, des huiles et des goudrons. [23]

I.1.7.4. La pollution radioactive

La pollution radioactive libérée dans l'eau par les tirs d'armes nucléaires, les rejets autorisés et les accidents liés aux utilisations civiles de la radioactivité dans les domaines de l'énergie, des transports, de la métrologie et de la santé. [18]

I.1.7.5. La pollution thermique

Se produit lorsque les eaux rejetées par les usines via un circuit de refroidissement de certaines installations (centrales thermiques, nucléaires, raffineries, aciéries...) entrent en contact avec les eaux des milieux aquatiques, ce qui réchauffe l'eau et affecte la solubilité de l'oxygène. La température de l'eau peut atteindre environ 70 à 80 °C et diminue jusqu'à 40 à 45 °C. [23]

I.1.7.6. La pollution microbiologique :

Les micro-organismes représentent les polluants biologiques parmi les polluants de l'eau. Les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes font partie de ces derniers par ordre de croissance. Ils sont principalement issus des matières fécales, ce qui permet de différencier les flores entériques normales et pathogènes.[23]

I.1.8. Norme de rejet

Un chiffre est utilisé pour représenter la norme, indiquant une limite supérieure à ne pas dépasser ou une limite inférieure à respecter. Lorsque la norme est respectée pour un paramètre donné, un critère spécifique est rempli. Une réglementation est établie par une loi, une directive ou un décret de loi. [24]

Tableau I.5: Normes des rejets d’effluents liquides industriels internationales [24]

Paramètre	Unité	Normes
pH	–	6,5 – 8,5
DBO ₅	mg/l	< 30
MES	mg/l	< 20
DCO	mg/l	< 90
Température	°C	< 30
NH ₄	mg/l	< 0,5
NO ₂	mg/l	1
NO ₃	mg/l	< 1
P ₂ O ₅	mg/l	< 2
Couleur	–	Incolore
Odeur	–	Incolore

I.1.8.1. Normes Algérienne de rejets :

Selon les normes Algériennes, les valeurs limites maximales de rejet d’effluents sont regroupées dans le tableau 1.6:

Tableau 1.6: Normes de rejet d’effluents liquides industrielles Algérienne [24]

Parameters	Unités	Valeurs limites
Température	°C	< 30
PH	–	6.5 _8.5
MES	mg/l	< 35
DBO ₅	mg/l	< 35
DCO	mg/l	< 120

P2O5	mg/l	< 2
Couleur	–	Incolore
Odeur	–	Incolore

I.1.9. Impacts des eaux usées :

Les eaux usées entraînent des conséquences non seulement sur les environnements aquatiques, mais aussi sur la santé des individus

I.1.9.1. Sur le milieu naturel :

Si le réseau de collecte des eaux usées ne couvre pas tous les habitants. Ce manque d'infrastructure affecte considérablement la qualité des milieux naturels.[25]

➤ **L'océan :**

Lorsque les eaux usées sont rejetées à la mer sans traitement ou sans traitement pour purifier, ils contaminent l'eau du bain. Ces lieux sont contaminés par des bactéries les virus et parasites présents dans les eaux usées domestiques sont rejetés à la mer sans traitement.

Si les humains ingèrent ou entrent en contact avec cette eau, des maladies peuvent être transmises aux humains. [25]

➤ **Les eaux de surface:**

Parfois ces déchets sont déversés directement dans le milieu naturel. En particulier, la présence excessive de phosphate va favoriser l'eutrophisation.

Autrement dit, la croissance des algues réduira la teneur en oxygène de l'eau, entraînant finalement la mort des poissons et d'autres espèces aquatiques en direct. [25]

➤ **Eaux souterraines :**

La qualité des eaux souterraines peut être détériorée par les eaux usées si étanchéité défectueuse de la station d'épuration ou de la lagune ou du système les systèmes de santé non collectifs sont en échec. [25]

I.1.9.2. Sur la santé humaine :

L'eau est une ressource naturelle essentielle à la vie et, dans une certaine mesure, elle est devenue directement ou indirectement, c'est la première cause de décès et de maladie dans le monde. L'inégalité réside dans répartition des ressources en eau associée à la détérioration de la qualité de l'eau problèmes de santé majeurs. Ainsi, dans les pays en développement, 80 % des maladies sont un Africain sur deux souffre de maladies d'origine hydrique dues à l'eau [25]

I.1.10. La réutilisation des eaux usées épurées

Les raisons qui ont poussé à envisager la réutilisation des eaux usées épurées sont de deux natures : sous l'angle de la ressource en eau, la valorisation de ces eaux répond à un objectif quantitatif et ce sont principalement les zones arides et semi-arides du monde qui sont concernées. De plus, en matière de préservation de l'environnement, et donc d'objectifs qualitatifs, de nombreuses réflexions ont abouti et conduisent à des opérations de réutilisation. [26]

I.1.10.1 Différentes utilisations des eaux usées traitée

L'utilisation de l'eau usée traitée pour la récupération et la réutilisation s'est révélée être une solution réaliste pour combler le manque et les besoins croissants en eau dans les pays hydro sensibles. [1]

- Utilisations urbaines : L'arrosage des espaces verts, le lavage des rues, l'alimentation des plans d'eau et des fontaines peuvent être ajoutés à une utilisation périurbaine en croissance (arrosage des golfs).
- Utilisation dans la lutte contre les incendies
- Elles portent sur les fluides de refroidissement
- La recharge des nappes permet de prévenir l'intrusion de biseau salé en bord de mer en utilisant des nappes complètes. [1]
- Utilisation des eaux usées en agriculture : La majorité de l'eau d'irrigation est produite à partir d'eau recyclée. Actuellement, l'objectif principal de la réutilisation des eaux usées en agriculture est de combler les pénuries d'eau et d'améliorer les rendements de la production agricole grâce à une irrigation adéquate. [23]

I.1.10.2. Situation de réutilisation des eaux usées traitées en agriculture

La pratique de la réutilisation des eaux usées agricoles est largement répandue et régulée dans de nombreux pays de cette manière, en Floride et en Californie (États-Unis), des quantités d’eaux usées de 340 000 m³/j et de 570 000 m³/j étaient déjà réutilisées dans l’agriculture en 1995. [1]

I.1.10.3. La qualité des eaux usées destinée pour l’irrigation

L’utilisation de REUT pour l’irrigation de cultures, l’arrosage des espaces verts peut être bénéfique pour la préservation de la ressource en eau, en particulier en cas de conditions climatiques défavorables ou dans des zones à faible apport en eau. Il est nécessaire d’établir des réglementations pour contrôler les conditions de REUT et éviter les dangers sanitaires associés à cette pratique. Effectivement, les eaux usées urbaines, même lorsqu’elles sont traitées par une station d’épuration (STEP), renferment différents micro-organismes pathogènes ainsi que des éléments organiques et minéraux susceptibles de être toxiques. Pour une utilisation optimale en agriculture, il est nécessaire que l’eau traitée respecte certaines normes de réutilisation, comme indiqué dans le tableau (I.7) concernant le respect des normes d’utilisation des eaux épurées et les risques de contamination qui en découlent. (ONA 2013)

Tableau I.7 : Les normes d’utilisation des eaux épurées (ONA 2013)

	Paramètres	Unités	Concentration maximale Admissible
Physiques	Ph	-	6.5 < pH < 8.5
	MES	Mg/l	30
	CE	ds/m	3
Chimiques	DBO5	Mg/l	30
	DCO	Mg/l	90

	CHLORURE (Cl)	Meq/l	10
	AZOTE (NO ₃ -N)	Mg/l	30
	Bicarbonate (HCO ₃)	Meq/l	8.5
Eléments toxiques	Aluminium	Mg/l	20
	Arsenic	Mg/l	2
	Béryllium	Mg/l	0.5
	Bore	Mg/l	2
	Cadmium	Mg/l	0.05
	Chrome	Mg/l	1
	Cobalt	Mg/l	5
	Cuivre	Mg/l	5
	Cyanures	Mg/l	0.5
	Fluor	Mg/l	15
	Fer	Mg/l	20
	Phénols	Mg/l	0.002
	Plomb	Mg/l	10
	Lithium	Mg/l	2.5
	Manganèse	Mg/l	10
	Mercure	Mg/l	0.01
	Molybdène	Mg/l	0.05
	Nickel	Mg/l	2
	Sélénium	Mg/l	0.02
	Vanadium	Mg/l	1
Zinc	Mg/l	10	

I.1.10.4. Le but de la réutilisation des eaux usées épurées

La réutilisation des eaux usées épurées vise principalement à fournir des quantités supplémentaires d'eau de qualité supérieure en accélérant le processus d'épuration naturelle de l'eau, tout en préservant l'équilibre de ce processus et en préservant l'environnement. [27]

I.1.10.5. Les différentes réglementations de réutilisation des eaux usées épurées

Les conditions d'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation sous forme de concession sont établies par le décret exécutif no 07-149 de 20 mai 2007, publié dans le Journal Officiel de la République Algérienne no 35 du 23 mai 2007, ainsi que le cahier des charges-type correspondant (JO, 2007). Tous les procédures d'utilisation des eaux usées épurées sont réglées par ce décret, qui est soumis par le concessionnaire à la Wali (premier responsable de la Wilaya ou du département) de la région. Cette requête inclut un accord avec la station d'épuration qui fournit les eaux usées purifiées.

I.1.11. Risques liés à la réutilisation des eaux usées

Les eaux usées ont la capacité d'être contaminées par des micro-organismes pathogènes et des produits polluants. Il est important de bien comprendre les risques encourus pour réutiliser ces produits dans l'agriculture, l'aquaculture ou les usages récréatifs et municipaux. Il peut s'agir de problèmes de santé ou d'environnement [28].

I.1.11.1 Risque microbiologique

Dans le domaine de l'agriculture, on sait depuis longtemps que les micro-organismes pathogènes des animaux ne peuvent ni entrer ni survivre dans les plantes. Les micro-organismes sont donc présents à la surface des plantes et sur le sol. Les feuilles et la plante forment un environnement frais, humide et protégé du soleil, ce qui peut entraîner une contamination pendant la croissance des plantes ou la récolte. [29]

I.1.11.2. Risque chimique**I.1.11.2.1. Métaux lourds**

Dans les pays qui possèdent une industrie intensive, la réutilisation des eaux usées constitue un désavantage considérable. La présence de métaux dans les eaux résiduaires telles que le cadmium (Cd), le cuivre (Cu), le molybdène (Mo), le nickel (Ni) et le zinc (Zn) peut

représenter un danger pour la santé humaine et animale, ainsi que pour les cultures irriguées. [28]

Tableau : Effets soupçonnés ou prouvés de métaux lourds sur la santé humaine [28]

Métal	Maladies organiques
Aluminium	Douleurs articulaires, décalcification des os, anémies
Arsenic	Diabète
Cadmium	Lésions rénales et pulmonaires, fragilisation des os, anémie, augmentation du risque de cancer
Mercure	Lésions du cerveau, maladies cardiovasculaires, cancer de foie
Nickel	Allergies, dermatites, eczémas
Plomb	Effets hématologiques et cardiovasculaires
Zinc organique	Crampes d'estomacs, nausées

I.2.1. Présentation de la station de Sidi Ali Lebhar Bejaia

L'office national de l'assainissement (ONA) est une société industrielle publique nationale. Créée par le décret exécutif n°01-102 en avril 2001, cette entreprise est placée sous la responsabilité du ministère de la ressource en eau. L'ONA a pour mission de gérer, d'exploiter et de maintenir les infrastructures d'épuration des eaux usées domestiques. En ce qui concerne les chiffres, l'ONA est responsable de l'exploitation de la gestion des réseaux d'évacuation sanitaires pour 1125 communes, avec une longueur totale de 52195 Km. De plus, il y a 146 stations d'épuration et 20 bassins de traitement, avec une capacité totale de 9 914 714 habitants, ainsi que 468 stations de relevage chargées de pomper 86 millions de m³/an.

L'objectif principal de la construction des stations d'épuration à travers le pays est de préserver l'environnement. Le 1^{er} septembre 2006, l'unité d'assainissement de Bejaia a été mise en place par la décision N°460/ONA/ARA/KH/2066. [30]

I.2.2. La situation géographique de la STEP de Sidi Ali Lebhar Bejaia

L'unité de Bejaia est limitée par l'aéroport Abane Ramadhan à l'Est, par la route nationale reliant Sidi Ali Lebhar au Pont de la Soummam à l'Ouest, par la mer au Nord et par la chambre d'artisanat au Sud.

I.2.3. La station d'épuration des eaux usées Sid Ali Lebhar

L'installation facilite la purification des eaux usées domestiques en milieu urbain. En janvier 2013, la STEP de Sid Ali Lebhar est mise en service. Son objectif est de traiter les eaux usées domestiques d'ABOUDAW et de la localité de Sid Ali Lebhar, qui comptent 25 000 équivalents habitants. La STEP reçoit un débit de 3000 m³ / jour. [30]

I.2.4. Les constituants de la STEP

- Local des pompes des boues de circulation et en excès
- Canal de mesure et réservoir des eaux traitées
- Laboratoire d'analyses physico-chimiques
- Poste de transformation
- Dessableur-déshuileur
- Décanteur secondaire
- Répartiteur de débits
- Station de relevage

- Local d'exploitation
- Décharge de boues
- Local supprimeur
- Bassin biologique
- Concentrateur
- Local armoire
- Classificateur
- Epaisseur
- Dégrilleur

I.3.5.mécanisme de traitement

I.3.5.1.Processus d'épuration des eaux usées

Pour épurer les eaux usées, il est essentiel de suivre une série d'étapes impliquant des traitements physiques, physico-chimiques et biologiques. Outre les déchets les plus volumineux qui se trouvent dans les eaux usées, l'épuration doit au moins permettre d'éliminer la majorité des déchets. Une partie de la pollution par le carbone. En fonction du niveau d'élimination de la pollution et des méthodes utilisées, quatre niveaux de traitement sont établis. [31]

I.3.5.2.Arrivée des eaux usées dans la station

La station d'épuration reçoit les eaux usées après avoir été collectées dans le réseau d'assainissement. La station d'épuration peut également recevoir les eaux de pluie soit par le même réseau, soit par un réseau spécifique.



Figure 10 : canal d'arrivée d'eaux usées

I.2.5.3. Prétraitement

La phase de prétraitement consiste en une épuration grossière qui consiste à éliminer mécaniquement les éléments les plus facilement accessibles.[32]

I.2.5.3.1. Dégrillage

Le dégrillage est une méthode qui permet de séparer les substances les plus volumineuses qui pourraient entraver les traitements ultérieurs ou causer des dommages aux équipements par l'eau brute en faisant passer l'effluent d'entrée à travers des barreaux dont l'écartement est précisément calculé.

Le dégrillage est efficace lorsque les barreaux de la grille sont éloignés les uns des autres ; on peut citer : pré-dégrillage, moyen-dégrillage, fin-dégrillage. [30]

I.2.5.3.1.1. Dégrillage grossier

Il représente le début du processus de traitement mécanique de l'eau. Il est utilisé pour capturer les déchets les plus volumineux de différentes formes, présents dans les eaux usées, en utilisant des barreaux plus ou moins espacés appelés grilles.[31]



Figure 10 : le dégrilleur grossier

I.2.5.3.1.2. Dégrillage fin

Au moyen d'un système de pompage, les eaux sont relevées et passent par trois dégrilleur fins (un manuel et les deux autres automatiques) qui sont contrôlés par des vannes, qui sont utilisées pour éliminer les objets fins tels que les papiers, les cheveux, etc. Un canal conduit les eaux traitées provenant de divers déchets vers le dessableur-déshuileur. [31]



Figure 11 : le dégrilleur fin

I.2.5.3.2. Dessablage

L'objectif du dessablage est d'extraire les graviers, les sables et les particules minérales plus ou moins fines des eaux brutes afin d'éviter les dépôts dans les canaux et conduites, de préserver les pompes et autres appareils contre l'abrasion et d'éviter de surcharger. Les étapes suivantes des traitements. Par aspiration, les sables sont collectés, puis essorés, puis lavés avant d'être soit déposés en décharge, soit réutilisés en fonction de la qualité du lavage. [30]

I.2.5.3.3. Dégraissage et Déshuilage

Le dégraissage/déshuilage, généralement associé au dessablage, a pour objectif de séparer les produits ayant une densité légèrement inférieure à l'eau, par flottation naturelle ou assistée, dans une enceinte liquide de volume adéquat.[30]



Figure 12 : dessablage déshuilage



Figure 13 : dégraissage

I.2.5.4. Traitement primaire

La décantation est généralement utilisée pour éliminer les matières en suspension décantables en deux heures. Le traitement physico-chimique consiste à utiliser des réactifs chimiques afin d'éliminer des particules plus fines. Le traitement physico-chimique permet donc principalement d'éliminer la pollution particulaire et une partie de la pollution organique sous forme particulaire (environ 65 à 80% de la DCO).

Souvent, les matières en suspension contiennent une quantité importante de matière organique (70 à 90%) et une densité légèrement supérieure à l'eau. En 1 à 2 heures, elles vont se décanter naturellement dans un décanteur primaire. Les MES qui ont décanté au fond du bassin (boues primaires) seront extraites et envoyées vers les installations de traitement des boues après avoir été clarifiées.

La flottation naturelle (particule naturellement plus légère que l'eau) ou provoquée (injection de microbilles d'air qui se fixent sur les particules réduisent leur densité apparente) sont également des méthodes pour éliminer les MES. On utilise principalement ce procédé de flottation pour traiter les eaux résiduaires industrielles (élimination de MES sur les effluents hautement fermentescibles, tels que l'agroalimentaire), éliminer les graisses lors du prétraitement, ou encore concentrer les boues biologiques. [30]

I.2.5.5. Traitement secondaire

La STEP de Sidi Ali Lebhar utilise un traitement biologique pour éliminer les matières organiques impliquent l'intervention d'organismes vivants, principalement des bactéries. Ces traitements reposent sur l'aérobiose des micro-organismes qui ont la capacité d'oxyder la matière minérale (NH₃...) et les composants de la DCO et de la DBO, d'une part, et de réduire les molécules contenant de l'oxygène, d'autre part. De cette manière, ils vont contribuer à éliminer la pollution soluble biodégradable ainsi qu'une partie de MES. [30]

➤ L'élimination de l'ammoniaque

Contrairement à la matière organique, l'ammoniaque ne peut être éliminée qu'avec l'oxygène. Il n'y a qu'un petit nombre d'espèces bactériennes strictement aérobies qui effectuent la réaction d'oxydation, les bactéries nitrifiantes.

- **L'oxydation de l'ammoniac en nitrates s'effectue en deux étapes**
 - NH₃ est initialement transformé en nitrite (NO₂) par des bactéries de la famille Nitrosomonas.
 - Les bactéries du genre Nitrobacter oxydent ensuite les nitrites en nitrates (NO₃).
- **L'élimination des nitrates : la dénitrification**

En ce qui concerne l'élimination biologique des nitrates, la dénitrification, la réaction implique l'oxydation simultanée d'une molécule organique ou minérale qui fournira l'énergie nécessaire à la transformation des nitrates en azote N₂.

Il existe deux catégories de procédés :

Les méthodes de culture fixée impliquent la fixation de la biomasse épuratrice sur des supports. Le liquide à traiter se déverse en contact avec ces supports. Ainsi, la pollution organique est fixée par les micro-organismes et détruite (par exemple, par bio-filtration). 2- Les méthodes de culture libre où la biomasse est en suspension dans l'eau à traiter. La pollution est fixée par les microorganismes et se forme sous forme de floccs biologiques que l'on peut extraire de l'eau traitée par décantation. [33]

I.2.5.6. Le traitement tertiaire

Les méthodes de traitement tertiaire englobent les techniques visant à éliminer les matières résiduelles non extraites lors des traitements précédents. La déphosphoration chimique, la filtration et la désinfection sont les traitements tertiaires les plus courants. La déphosphoration chimique est une technique de précipitation du phosphore. L'Alun et le Chlorure ferrique sont les réactifs les plus fréquents. La filtration est utilisée lorsque les normes de rejet des matières en suspension (MES) telles que le phosphore (PT) sont très contraignantes. Finalement, la désinfection est utilisée pour gérer les coliformes. On peut réaliser cette dernière en utilisant une ozonation ou, plus fréquemment, en utilisant une radiation aux ultraviolets (UV). [33]



Figure 14 : canal de sortie

I.2.5.7. Le traitement des boues activées

Le processus appelé "à boues activées" fait appel à l'épuration biologique pour traiter les eaux usées. Cette méthode d'épuration utilise des cultures libres. Dans le domaine du traitement des eaux (c'est-à-dire les diverses étapes d'épuration pour une station spécifique), le procédé à boues activées est considéré comme un traitement secondaire.

L'utilisation de boues activées pour l'épuration implique de mettre en contact les eaux usées avec un mélange riche en bactéries par brassage afin de décomposer la matière organique en suspension ou dissoute. Une grande aération est nécessaire pour favoriser l'activité des bactéries et la dégradation de ces substances, puis une décantation d'où les boues riches en bactéries sont renvoyées vers le bassin d'aération. Un bassin biologique, un clarificateur et une boucle de recyclage des boues forment la chaîne de traitement. [34]

I.2.5.7.1. Le bassin biologique

La phase biologique aérobie est utilisée dans la plupart des procédés d'épuration des eaux usées d'origine urbaine ou industrielle. Pendant cette étape, les micro-organismes oxydent la matière organique et les bio floccs recueillent les matières en suspension (MES). Cette opération permet aux bactéries de récupérer l'énergie indispensable à leur survie et à la production de composés de réserve. L'utilisation simultanée d'un bassin d'anoxie et d'un bassin d'aération permet d'éliminer les matières azotées. La dénitrification a lieu dans le mixte, tandis que les eaux brutes et les boues recerclées maintiennent la concentration en flore dénitrifiant. [35]



Figure 15 : le bassin biologique

I.2.5.7.2. Le clarificateur

À la sortie du réacteur, une liqueur mixte est produite à partir de boues floculées et d'eau épurée, prête à être évacuée dans l'environnement naturel. Le clarificateur, qui a une fonction de séparation de phase et d'épaississement, les sépare pour ramener la boue la plus concentrée possible dans le réacteur biologique. En raison de l'absence d'oxygène, il est essentiel de réduire le temps de passage des boues afin d'éviter qu'elles ne se retrouvent en phase anaérobie. Cela entraînerait l'émergence d'odeurs et une dégradation de la qualité mécanique de la boue, ce qui perturberait à la fois le traitement biologique de l'eau et le traitement ultérieur des boues. [26]



Figure 16 : le décanteur

I.2.5.7.3. Traitement de boue

Les boues nécessitant un traitement sont composées de particules polluantes issues du décanteur primaire et de boues biologiques en excès issues du clarificateur. Il faut donc passer par plusieurs étapes pour les éliminer ou éventuellement les valoriser. [36]

I.2.5.7.3.1. L'Extraction des boues

Il est nécessaire de traiter les boues qui contiennent des particules polluantes provenant du décanteur primaire et des boues biologiques en excès provenant du clarificateur. Il est donc nécessaire de suivre plusieurs étapes afin de les éliminer ou éventuellement les remettre en valeur. [36]

I.2.5.7.3.2. Stabilisation

La stabilisation vise à minimiser au maximum la dégradation biologique des boues, en particulier leur fermentation. Elle diminue considérablement les dégâts olfactifs, les émissions de méthane, les risques de lixiviation, les colonies bactériennes et la consommation d'oxygène biologique (DBO5). [37]

I.2.5.7.3.3. Epaissement

Il s'agit d'un procédé qui permet de diminuer le volume des boues sans consommer d'énergie. On peut le considérer comme un décanteur poussé où les boues sont soumises à une agitation lente qui favorise l'agglomération et le dépôt des matières en suspension. De cette façon, la quantité d'eau diminue de 90 %. [38]

I.2.5.7.3.4. Déshydratation et conditionnement

La dernière étape de réduction du volume de boues est la déshydratation des boues. Deux types de déshydratation sont présents : la déshydratation mécanique et naturelle. [36]

I.2.5.7.3.5. La destination finale

Après avoir extrait la boue des eaux épurées, elle est conservée dans la station pour être transportée à la décharge publique. [39]

Le procédé biologique à boue activée est utilisé dans la station d'épuration des eaux usées urbaines de Sidi Ali Lebhar pour traiter les eaux usées. La qualité de l'eau traitée démontre l'efficacité de ce procédé à l'heure actuelle.

I.2.6. Laboratoire d'analyse STEP Sidi Ali Lebhar

Le laboratoire joue un rôle pilote dans le fonctionnement de la station et sa responsabilité est très importante pour la qualité de l'eau purifiée. En effet, les chimistes sélectionnent les réglages de recirculation et d'extraction des boues, effectuent des analyses et des mesures pour suivre le fonctionnement de la station. La station tient également à jour un carnet qui suit l'évolution de la qualité de l'eau brute et purifiée tout au long de l'année, ce qui est très intéressant car il détermine l'approvisionnement en consommables et les plans d'intervention de maintenance [27]

I.2.6.1. Les analyses effectuées au laboratoire STEP Sidi Ali Lebar

Tableau I.9 : Les paramètres contrôlés des eaux usées au niveau du laboratoire de la STEP de Sidi Ali Lebar [27]

Instrument	Paramètre	Echantillon	Fréquence
Photomètre HACH	DCO	Entrée STEP (150-1500) Sortie STEP (0-150)	Quotidien
	Nitrates	Entrée et sortie STEP	Hebdomadaire
	Nitrites	Bassin d'activation	Hebdomadaire
	Azote Total	Entrée et sortie STEP	Hebdomadaire
	Phosphore Pt	Entrée et sortie STEP	Hebdomadaire
	Azote NH ₄ ⁺	Entrée STEP	Hebdomadaire
	Chlore libre	Sortie STEP	Hebdomadaire
DBO mètre	DBO ₅	Entrée et sortie STEP	Quotidien
pH mètre	Ph	Entrée et Sortie STEP	Quotidien
Conductimètre	conductivité	Entrée et Sortie STEP	Quotidien
Température	T °C	Entrée, activation et sortie	Quotidien
Oxymètre	Oxygène dissous	Activation et stabilisation	Quotidien
Etuve / Déssicateur / balance	Matières en suspension	Entrée, activation et Sortie	Quotidien
Etuve / Four / Déssicateur / Balance	Résidu sec et matières organiques	Boue activée, boue épaissie, et boue déshydratée	Hebdomaire
Cones Imhoff	Matières décantables	Entrée et Sortie STEP	Quotidien
Eprouvettes graduées	Indice de sédimentation 5 et 30 min,	Bassin biologique Boues épaissies Boues recirculés	Quotidien
Microscope optique	Micro-organismes	Bassin biologique	Quotidien

I. Conclusion :

Les eaux usées posent un défi complexe à l'échelle mondiale. Il est essentiel de les gérer efficacement pour protéger la santé publique, préserver l'environnement et promouvoir le développement durable. La pollution, le vieillissement des infrastructures et les pressions croissantes sur les ressources en eau sont des défis qui exigent une approche intégrée et innovante. En investissant dans des technologies de traitement de pointe, en promouvant des pratiques de consommation responsables et en élaborant des politiques efficaces, nous avons la possibilité d'améliorer la qualité de nos eaux usées, de réduire notre impact sur l'environnement et de construire un avenir plus sain pour les générations futures.

Le procédé biologique à boue activée est utilisé dans la station d'épuration des eaux usées urbaines de Sidi Ali Lebhar pour traiter les eaux usées. La qualité de l'eau traitée démontre l'efficacité de ce procédé à l'heure actuelle.

Chapitre II
Méthodes et Matériel

II. Introduction

En général, les instruments employés pour évaluer la pollution sont des instruments de mesure de la concentration. Une substance contaminant dans un effluent liquide ou solide dont la concentration est évaluée de manière analytique physico-chimique. Cependant, il est important de noter qu'il existe diverses méthodes d'analyse des eaux usées, chacune d'entre elles fournissant des résultats différents, à condition qu'elles soient choisies de manière judicieuse et interprétées en toute connaissance de cause.

Ce chapitre se compose des différentes méthodes d'analyse utilisées pour caractériser les eaux, nous présenterons les protocoles et les méthodes de mesure des paramètres de contamination des eaux usées liquides, ainsi que les équipements du laboratoire utilisé lors de tests.

II.1. Prélèvement des échantillons

On a procédé aux prélèvements des effluents liquides à l'entrée pour les eaux brutes et à la sortie pour les eaux épurées, ainsi qu'au bassin biologique et au compartiment de recirculation des boues, afin d'évaluer le niveau de pollution et le rendement de purification des STEP de Sidi-Ali-Lebhar.

Le prélèvement a été effectué manuellement et immédiatement dans la STEP de Sidi-Ali-Lebhar en utilisant un bidon attaché à une corde épaisse et un récipient en plastique en polyéthylène pour les deux effluents.



Figure : prélèvements des échantillons à l'entrée et la sortie de la station de SAL

II.2 Les analyses effectuées sur les eaux**II.2.1. Paramètres physico-chimiques :**

Utiliser des méthodes de mesure directes, utiliser des instruments de manière appropriée, parmi les paramètres physico-chimiques mesurés, on retrouve : le pH, température, conductivité, niveaux d'oxygène dissous.

Le matériel de mesure utilisé est multi paramètres à savoir : pH mètre, Conductimètre, oxymétrie.

II.2.1.1. Température**➤ Mode de fonctionnement**

- Plongez le thermomètre dans l'eau jusqu'à ce qu'il atteigne le niveau de lecture et laissez la température se stabiliser.
- Prendre des relevés et les rapporter aux protocoles d'analyse

II.2.1.2. pH :**➤ Modes de fonctionnement :**

- Calibrage de l'équipement
- Allumez le pH-mètre.
- Rincez l'électrode avec de l'eau distillée et séchez-la avec du papier absorbant.
- Prendre la solution tampon PH=7,0 dans un petit bécher.
- Réglez le mélangeur à basse vitesse.
- Plongez l'électrode Ph dans une solution tampon de pH = 7,0.
- Laissez-le reposer pendant un moment jusqu'à ce que le standard 2 s'affiche.
- Retirez l'électrode et rincez abondamment à l'eau distillée.
- Rétaonner de la même manière en utilisant des solutions tampons pH = 4,0 et pH = 9,0.
- Rincez ensuite soigneusement l'électrode avec de l'eau distillée.

II.2.1.3. Conductivité :**➤ Mode de fonctionnement**

En général, il est recommandé d'utiliser une verrerie propre et rincée avant son utilisation, en utilisant de l'eau distillée. La cellule à conductivité doit être rincée à plusieurs reprises, d'abord avec de l'eau distillée, puis plongée dans un récipient contenant de l'eau à analyser. La mesure doit être effectuée dans un second récipient en veillant à ce que les électrodes de platine soient entièrement plongées. Ajuster la concentration ionique entre les électrodes en agitant le liquide (barreau magnétique) de manière à ce que celle-ci soit égale à celle du liquide ambiant. Cette agitation aide également à supprimer les bulles d'air présentes sur les électrodes.

Les résultats sont exprimés directement en $\mu\text{S}/\text{cm}$ en utilisant la température de l'eau en $^{\circ}\text{C}$.

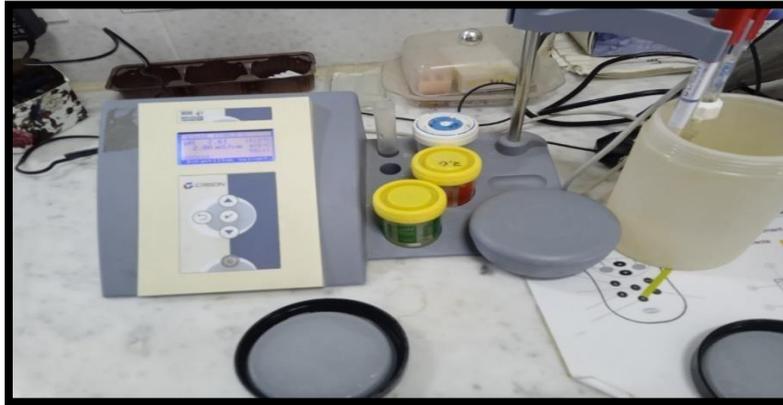


Figure II. 1 : Multi paramètre physico-chimique (pH, conductivité, température) (STEP SAL le17/03/2024)

II.2.1.4. Oxygène dissous

➤ Mode de fonctionnement

Tester l'eau à analyser en respectant les consignes du fabricant de l'appareil. Une fois que la sonde a été immergée dans l'échantillon. Il est recommandé de lui accorder le temps requis pour atteindre la température de l'eau et procurer une réponse constante en fonction de la nature de l'appareil utilisé et du résultat souhaité. Vérifier si nécessaire la température de l'eau ou la pression de l'air.



Figure II.2 : Oxymètre (STEP SAL le18/03/2024)

II.2.2. Matière en suspension

➤ Équipement

- Etuve 105°C
- Balance
- Creuset en porcelaine (capsule)
- Equipement de filtration sous vide
- Appareil pour MES

➤ Mode de fonctionnement

- Configurer l'appareil
- Introduire le blanc, qui est l'eau distillée, dans une cuvette de 10 ml, ce qui permet de lire.
- Introduire l'eau de sortie (épurée) dans une autre cuvette et lire sur l'appareil même pour l'eau d'entrée

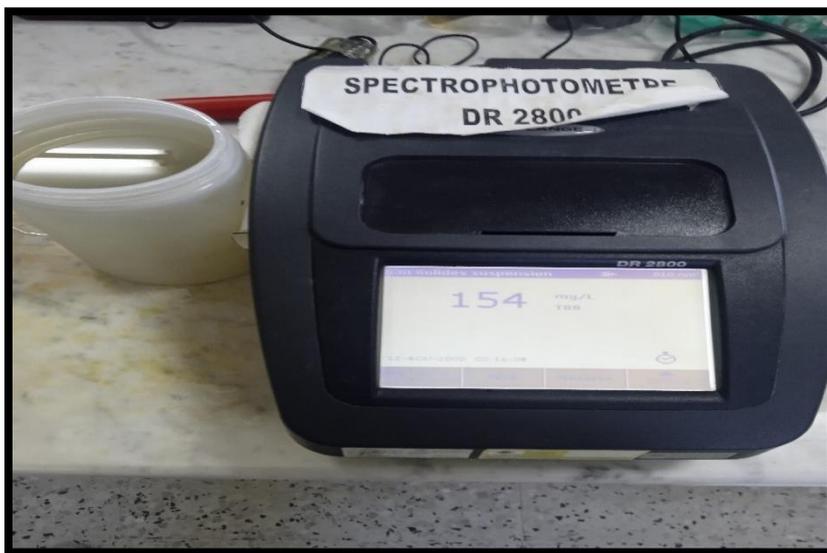


Figure II.3 : spectrophotomètre (STEP SAL 26/03/2024)

II.2.2.1. Matière Sèche et MVS

1. Mesure la matière sèche à 105°C ±5°C

➤ Equipement

- Balance de précision
- Etuve

➤ **Le mode de fonctionnement**

Les capsules en porcelaine sont prises et nettoyées avec de l'acide chlorhydrique, les sécher passe à l'étuve après avoir été dilué ou dilué à l'acide nitrique tiède puis à l'eau distillée, à 105 ° C. La capsule est laissée refroidir presque jusqu'à la température ambiante



Figure II.4 : Balance



Figure II.5 : Etuve (STEP SAL 17/03/2024)

2. Mesure de la matière volatile sèche (MVS)

➤ **Equipement**

- Balance de précision
- Four à moufle



Figure II.6 : Four à moufle

II.2.3. Demande biochimique en oxygène (méthode OXYTOP)

➤ **Réactifs**

Pastilles de soude (NaOH).

➤ **Mode de fonctionnement**

- La prise d'essai varie en fonction de la charge de l'échantillon, qui varie en fonction de l'origine de celui-ci. Industriel ou urbain, selon la couleur, l'odeur et la quantité de matière en suspension.
- Choix du nombre d'échantillons selon la nature de l'échantillon, il est possible d'estimer la valeur de DBO5 à 80% ou 50% de valeur de DCO
- Assurez-vous de vérifier la plage de mesure appropriée dans le tableau ci-dessous et de calculer les valeurs exactes pour le volume de l'échantillon et le facteur.

Volume de l'échantillon (ml)	Plage de mesure (mg/l)	Facteur
432	0-40	1
365	0-80	2
250	0-200	5
164	0-400	10
97	0-800	20
43,5	0-2000	50
22,7	0-4000	100

➤ **Equipement**

- Incubateur à température constante (température 20°C).
- Agitateur magnétique.
- Flacon en verre coloré avec coupelle en caoutchouc.
- Baguette magnétique.
- ATU (incubateur nitrifiant)
- Système de mesure Oxi Top.



Figure II.7 : Dispositif de mesure de la DBO5 (STEP SAL 17/03/2024)

II.2.4. Le V30

Le V30 est un indicateur de la sédimentation ou de la décantation de la boue biologique. Afin d'évaluer le V30, il est nécessaire de mélanger soigneusement l'échantillon prélevé dans le bassin biologique, puis de remplir le Conne Imhof de 1000 ml (voir figure attachée). Ensuite, on laisse tomber.

Après avoir décanté pendant 30 minutes, le volume de boue décantée est enregistré dans la Conne Imhof (ml/l).

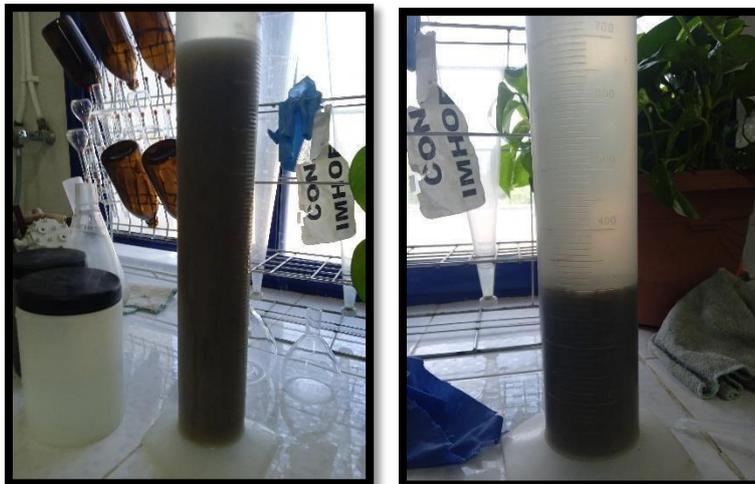


Figure IV.8 : Eprouvette de mesure le V30 (STEP SAL 26/03/2024)

II.2.5. La demande chimique en oxygène

➤ **Mode de fonctionnement**

- Mélanger soigneusement le volume d'échantillon à l'aide d'un agitateur magnétique.
- Utiliser une pipette pour pipeter 2 ml d'échantillon à analyser.
- Introduire le volume d'échantillon dans les tubes DCO prêts à l'emploi selon leur gamme
- Pour l'eau brute, nous utilisons la plage de 0 à 1500 mg/l.
- Pour l'eau purifiée, nous utilisons la plage de 0 à 150 mg/l.
- Agiter vigoureusement le tube pendant 1 minute.
- Placer le tube dans le réacteur DCO à 150°C (méthode HACH) pendant 2 heures.
- Retirer l'échantillon et laisser refroidir 30 minutes.
- Placer le tube à essai dans le spectrophotomètre et lire directement le résultat (ONA)

II.2.6. Analyse de l'azote ammoniacal NH_4^+

➤ **Mode de fonctionnement**

- Prélever 40 ml d'eau pour analyse.
- Ajouter 4 ml de chromogène.
- Homogénéiser la solution.
- Ajouter 4 ml de solution de dichloroisocyanurate de sodium.
- Diluer à 50 ml avec de l'eau distillée.
- Laisser reposer au moins 60 minutes.
- Effectuer la lecture à l'aide d'un spectrophotomètre à une longueur d'onde de 655 nm.

II.2.7. Azote nitreux (nitrites) NO_2^-

➤ **Mode de fonctionnement**

- Ouvrir le réservoir d'eau rond ;
- Ajouter 4 ml d'échantillon à analyser et 0,2 ml de R2 ;
- Mélanger et laisser reposer 10 minutes ;
- Nettoyer soigneusement l'extérieur du réservoir et mesurer à l'aide d'un spectrophotomètre

II.2.8. Analytique PO_4^{4-}

➤ **Mode de fonctionnement**

- 2 ml d'eau désionisée et 2 ml d'acide sulfurique dans le tube de phosphore total et un sachet de réactif persulfate de potassium et bien agiter.
- 2 ml d'eau brute et d'eau purifiée et 2 ml d'acide dans le tube de phosphore total acide sulfurique et 2 sachets de réactif persulfate de potassium et bien agité.
- Placer les 3 tubes au four à 105°C pendant 30 minutes.
- Après chauffage, ajouter 2 ml d'hydroxyde de sodium après refroidissement, puis ajoutez 3 sachets de réactif Phos Ver3, laissez reposer 2 minutes.
- Prendre des mesures à l'aide d'un spectrophotomètre

II.2.9. Azote total

➤ **Mode de fonctionnement**

Dans le tube d'hydroxyde d'azote total, on ajoute 2 ml d'eau désionisée ainsi qu'une pochette de réactif persulfate.

Deux millilitres d'eau brute et filtrée dans le tube contenant l'hydroxyde d'azote total (+2 pochettes).

Disposer les tubes dans l'étuve à une température de 105°C pendant une durée de 30 minutes.

Une fois que les tubes ont été réchauffés, laisser refroidir et ajouter le réactif NTA, agiter et appuyer sur Shift5 pendant 3 minutes. Ensuite, ajouter le réactif NTB et agiter pendant 2 minutes.

Extraire 2 ml d'hydroxyde de 3 tubes et les incorporer dans 3 tubes de réactif NTC pendant 5 minutes.

Effectuer la lecture en utilisant un spectrophotomètre.

II.2.10. Nitrate (NO_3^-)

➤ **Principe**

La mesure de la quantité de nitrate (NO_3^-) contenu dans l'eau pure et épurée (0.00 à 4.5mg/l) après filtrage (ONA)

II.3. Dosage des métaux lourds par la SAA:

➤ Définition

La spectrométrie d'absorption atomique est une méthode d'analyse quantitative ciblant principalement les métaux lourds. Elle est basée sur les propriétés des atomes de l'élément à mesurer, qui absorbent des rayonnements de longueurs d'onde spécifiques. Une solution des éléments à analyser est atomisée dans la flamme, ce qui à son tour provoque l'évaporation du solvant, l'évaporation des éléments dans des combinaisons chimiques, et finalement ces combinaisons se dissocient, produisant des atomes libres à l'état fondamental. [40]

➤ Principe

Cette méthode dite d'analyse élémentaire permet de mesurer des traces (de très petites quantités : quelques ppm) d'éléments chimiques contenus dans une solution. La spectroscopie d'absorption est basée sur la théorie de la quantification de l'énergie atomique. En fait, un atome qui passe de son état fondamental (énergétique) à n'importe quel état excité absorbe un ou plusieurs photons

Les spectres d'absorption sont liés aux phénomènes d'absorption. L'absorption permet de mesurer la concentration de l'élément que l'on choisit de mesurer en raison de la nature des photons absorbés par l'élément absorbant et de son rapport au nombre d'atomes de l'élément. [40]

➤ Limitation de cette approche

Cette approche demeure très quantitative et ne permet pas toujours de déterminer les composants d'un échantillon. En outre, chaque nouvelle opération requiert un ajustement et demande donc un temps considérable. [40]



Figure II.9 : Spectrométries d'absorption atomique [41]

II.4. Analyse microbiologique des eaux usées de la STEP Sid Ali L'Abhar

Les analyses microbiologiques effectuées sur l'eau usée de la station de Sid Ali Lebhar, sont basées sur la recherche et le dénombrement des germes suivants :

1. Recherche des coliformes totaux ;
2. Recherche des coliformes fécaux (où bien thermotolérants) (E-coli) ;
3. Recherche des streptocoques fécaux ;
4. Recherche des clostridium (anaérobie Sulfito-Reducteur) (ils appellent aussi les ASR)
5. Recherche des salmonelles ;
6. Recherche des vibron-chloriques.

II.4.1. Recherche des coliformes totaux

II.4.1.1 Préparation de la dilution

On mélange bien l'échantillon (les eaux usées à l'entrée et à la sortie de la STEP) ; pour mettre en suspension les bactéries d'une façon homogène. Les dilutions sont utilisées selon les indications suivantes :

- La solution 10^{-1} : dans un tube à essai renfermant 9 ml d'eau distillée stérile, ajouter 1 ml de l'échantillon, et agiter très soigneusement ;
- La solution 10^{-2} : prendre 1 ml de la solution 10^{-1} , ajouter le à le tube à essai contenant 9 ml de l'eau distillée stérile ;
- La solution 10^{-3} : prendre 1 ml de la solution 10^{-2} , ajouter le à le tube à essai contenant 9 ml de l'eau stérile ;

• On suit le même processus jusqu'à la solution 10^{-5} , en agitant très soigneusement. On utilise la méthode NPP (Nombre le Plus Probable : Table de Mac Grady).

La méthode s'effectue en deux tests à savoir :

❖ **Test préliminaire :**

Pour identifier l'existence de coliformes totaux, un premier examen est réalisé à l'aide d'un milieu BCPL, également appelé bouillon pourpre de bromocrésol et lactose. Ce milieu subit une fermentation provoquant une transformation de couleur du violet au jaune. De plus, après une incubation à une température de 37°C pendant une durée de 24 à 48 heures, la présence de gaz est observée dans la cloche de Durham.

• **Mode opératoire :**

Utiliser 2 tubes BCPL avec une cloche de Durham pour repérer la production de gaz par les microorganismes), par chaque dilution (10-3, 10-4, 10-5). Ajouter 1 ml de chaque dilution.

Agiter pour homogénéiser sans faire pénétrer d'air dans la cloche de Durham, et puis incuber les tubes dans une étuve à 37°C pendant 48h.

La première lecture à lieu après 24h d'incubation.

Considérer comme « positifs », les tubes où il se produit simultanément un changement de couleur et un dégagement de gaz dans une proportion d'un 10^{ème} et plus dans la cloche.

❖ **Test confirmatif**

Il est réservé pour la recherche des coliformes fécaux (thermotolérants). Il se fait dans un milieu Schubert à partir des tubes positifs du test préliminaire à une température de 44°C durant 24h.

Pour leur détermination, on a adopté le protocole décrit comme ci-dessous et utilisé le matériel suivant :

- Tubes à essais stérilisés.
- Cloches du Durham.
- Autoclave.
- Bec benzène.
- Etuve.
- Bouillon Schubert.
- Réactif de Kovacs.

❖ Mode opératoire

- Prendre 1 ml avec une pipette pasteur dans chacun des milieux positifs de l'étape précédente. Puis, le mettre dans un tube contenant 10 ml de bouillon Schubert ;
- Incuber à nouveau à 44 °C pendant 24h.

Considérer comme positif, les tubes où il se produit un trouble et un dégagement de gaz. Les résultats sont exprimés sous la forme de nombre de coliforme en UFT.

II.4.2. Recherche des streptocoques fécaux (méthode par ensemencement en milieu liquide)

L'objectif est de détecter et d'estimer le nombre de streptocoques fécaux considérés comme des témoins de contamination fécale.

Elle compte deux temps :

- La recherche préliminaire des streptocoques fécaux ;
- La recherche confirmative des streptocoques fécaux du groupe D.

Pour notre travail, on a adopté le protocole décrit comme ci-dessous :

❖ Pour le test préliminaire

Il se fait dans un milieu Roth à une température de 37°C pendant 48 h. Dans notre cas, on a réalisé le protocole décrit comme ci-dessous :

❖ Mode opératoire

- Utiliser 2 tubes de bouillon de Roth pour chaque dilution (10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5}) ;
- Ajouter 1 ml de chaque dilution au bouillon Roth ;
- Agiter pour homogénéiser, et placer les tubes dans une étuve à 37 °C pendant 48h,
- Procéder à une lecture après l'incubation.

❖ Pour le test confirmatif

Il se fait dans un milieu EVA à partir des tubes positifs du test précédent à une température de 37°C pendant 24 h.

❖ Mode opératoire

- Prendre 1 ml avec une pipette pasteur dans chacun des tubes, puis le mettre dans un tube contenant quelques gouttes de l'EVA Litsky ;
- Incuber à nouveau à 37 °C pendant 24h.

Considérer comme « positifs », les tubes où il se produit simultanément un trouble dans toute la masse liquide, et une pastille violette au fond du tube.

Les résultats de dénombrement des streptocoques fécaux sont exprimés en UFT.

II.4.3. Recherche des clostridiums (Anaérobie Sulfite-Reducteur)

Après consternation des formes végétatives par combustion à 80 °C, installer un tamisage des spores pour l`consommé. La règle utilise à cause gourou l`effet réductrice de sulfite de sodium et Alun de fer. En être de spores de bactéries sulfite-réductrices, l`semis pour des tubulures de truanderie de érudition liquoreux permet la aventure des formes végétatives éloquent la fanfare de sulfure de fer, qui colore comparativement en noir, les milieux liquides.

Dans le cageot de nos analyses, les ASR sont utilisés à cause examinatrice de la déterminant de filtrage et/ou stylo-feutre d`une profanation fécale.

La conduite précise adoptée est décrit à cause ci-dessous :

- Dans une canalisation à canevas stérilisé, installer 1 ml de la amélioré mère (l`consommé) ;
- Chauffer l`consommé pour le bain-madone à 80 °C comme 10 min ;
- Après que le siècle s`écoula, installer la canalisation pour l`eau en constituant un baroud thermique (dimension soporative) ;
- Ajouter 9 ml de la VF pour chaque personne des tubulures (10-3,10-4,10-5) et remuer soigneusement,
- Incuber à 44 °C comme 48h.

Les résultats sont exprimés en matricule le encore supposé de spores de bactéries anaérobies sulfite-réductrices. Colonies de Clostridium perfringens visualisé sur le dos d'une boîte de Pétri donc d'un bilan d'eau par filtrage sur membrane.

II.4.4. Recherche des salmonelles

Les salmonelles sont en général considérées comme pathogènes bien que leur virulence et leur pathogénèse varient énormément : fièvres typhoïdes, salmonelloses systémiques, gastroentérites, toxi-infections alimentaires. Le mode de fonctionnement utilisé est décrit de la manière suivante :

II.4.4.1 Enrichissement

L`enrichissement consiste à préparer un flacon contenant 450 ml de l`eau à analyser plus 50 ml de bouillon sélénite concentré (SFB), ensuite incuber à 37° C pendant 24h.

II.4.4.2. Isolement

Après incubation, réaliser un isolement sur une boîte contenant un milieu à la gélose HEKTOEN, et incuber à 37 °C pendant 24h.

II.4.4.3. Identification

Les colonies suspectes sur la boîte HEKTOEN présentant une couleur bleu verte lisse de taille moyenne avec en général un centre noir. On identifie ces colonies de test à l'aide d'un test biochimique.

Pour la lecture ; après 24h on remarque des colonies vertes à centre noir en faveur de salmonelles.

II.5. Recherche des vibrions chloriques

Exploration des vibrions chloriques.

Une fois que les milieux hyper salés ont été enrichis, l'identification se fait principalement en trois étapes :

- Enrichissement,
- Isolement,
- Identification

Le protocole décrit ci-dessous a été adopté pour le mode opératoire

❖ Enrichissement

Les échantillons d'eaux usées, prélevés sur EPA 10×c, sont acheminés directement au laboratoire, ils sont mis en incubation à 37°C pendant 6 à 18 heures. Puis, ils subissent une succession de cultures en EPA simple (20 ml), en inoculant un ose avec une anse de platine stérile, du voile qui apparaît à la surface du flacon, dans un autre tube et qui sera par la suite incubé à 37°C pendant 6 à 18 heures. Cependant, il ne faut surtout pas agiter les flacons ou les tubes, car les vibrions ont tendance à se développer à la surface de ces derniers [42]

L'intérêt principal de la méthode d'enrichissement, en EPA 10×c et en EPA simple, pour le diagnostic bactériologique du choléra, est de sélectionner les vibrions en général et en particulier les vibrions cholériques vue, leur aptitude à se multiplier en milieu alcalin et salé, plus rapidement que les autres germes, de permettre leur développement et leur croissance. Ainsi, il peut faciliter l'isolement de *V. cholerae* lorsque peu de micro-organismes sont présents [43]

❖ Isolement

Après incubation, dans une boîte Pétri stérile coulée avec la gélose nutritive biliée (GNAB) à partir de l'enrichissement sur EPA ; prélever une goutte de ce dernier avec une pipette pasteur, et l'étaler bien sur la surface de la boîte, incubée à 37 °C pendant 24h.

❖ Identification

Les colonies suspectes présentent sur la boîte GNAB, des colonies transparentes, lisses d'aspect légèrement bleuté.

❖ Test d'oxydase

Ce test est réalisé à l'aide d'un disque prêt à l'emploi, imprégné du réactif N-diméthyle paraphénylène diamine et déposé sur une lame, puis imprégné d'une goutte de l'eau distillée stérile et à l'aide d'une pipette Pasteur stérile, nous avons prélevé une colonie pure à partir d'une culture jeune du milieu GNAB et on l'a déposée sur le disque. Le résultat sera lu immédiatement au bout de 30 secondes.

II.6. Conclusion

Ce chapitre vise à comprendre à la fois les différents protocoles d'analyse et à les appréhender de manière plus approfondie. Il m'a fait prendre conscience de l'importance d'un échantillonnage minutieux et précis et d'une qualité parfaite

Chapitre III
Résultats et discussions

III.1. Introduction

L'étude de la composition physique et chimique d'une eau usée joue un rôle crucial dans la détermination des possibilités d'utilisation pour l'irrigation d'autres applications. Dans ce dernier chapitre, nous exposerons les résultats des analyses des paramètres physico-chimiques tels que : la température, le pH, la conductivité, la matière en suspension, la demande biologique et chimique, l'azote de kjeldahl, l'azote ammoniacal, les nitrites, les nitrates, les orthophosphates et les analyses biologiques des eaux usées pour évaluer les performances de l'épuration des eaux usées dans la STEP de Sidi Ali Lebhar.

Il convient de citer nos analyses physico-chimiques telles que le pH, le T°, le CE sont réalisées quotidiennement de 17 mars jusqu'à 28 avril 2024 dans le laboratoire de la STEP de SAL. Les autres paramètres sont analysés au laboratoire de Boumardes et Tipaza.

III.2. Evaluation des paramètres physico-chimiques des eaux usées

III.2.1. La Température

Les changements des températures des effluents liquides à l'entrée et à la sortie sont illustrés dans la figure (III.1), qui est limitée à la période de cette étude.

Les résultats obtenir suggèrent que les températures des différents échantillons sont similaires. La température varie de 16,1°C à 19,8°C à l'entrée de la station et de 18,8°C à 20,7°C pour les eaux épurées. Les valeurs de l'effluent traité sont un peu plus élevées que celles observées dans les eaux brutes car les eaux de sortie expose à l'atmosphère par contre les eaux entrée se trouve souterrain.

Ces données sont basées sur l'heure de collecte et les conditions météorologiques. Elles se trouvent dans une zone propice à la prolifération des micro-organismes (< 30 °C).

Il existe une grande variété de réglementations à travers le monde. En Algérie, les normes de rejet des eaux usées autorisées dans la nature sont d'environ 30°C. Les valeurs de température pour les différents échantillons respectent les normes

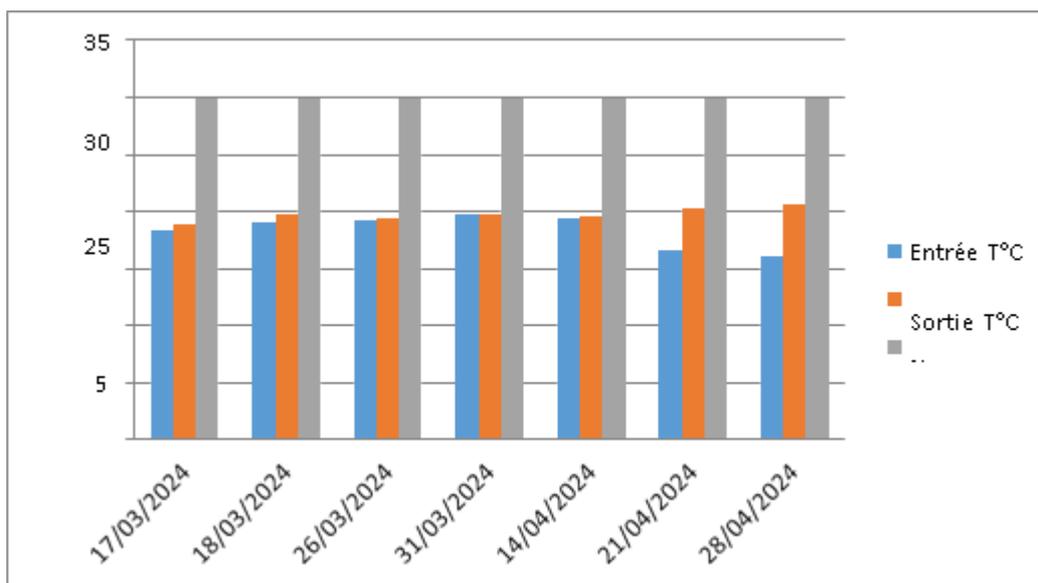


Figure III.1 : Evolution de la température

III.2.2. Le pH

Dans la figure (III.2) est observé que les résultats de pH mesurés fluctuent entre 6,94 et 8,46 pour les eaux brutes, avec une valeur moyenne de 7,38, et les eaux traitées présentent un pH allant de 6,85 à 8,34, avec une valeur moyenne de 7,32.

Nous notons que les valeurs à l'entrée et à la sortie sont similaires et respectent les critères de rejet, reconnus par la loi en Algérie, à savoir entre 6,5 et 8,5

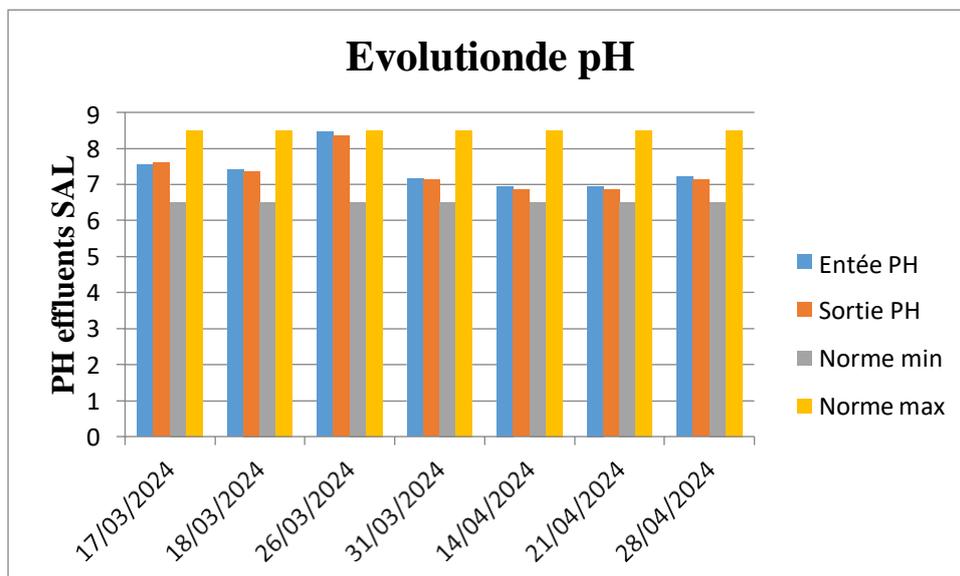


Figure III.2 : Evolution de pH

III.2.3. La conductivité électrique ($\mu\text{s}/\text{cm}$)

La figure (III.3) compile les résultats de conductivité obtenus à l'entrée et la sortie. Sur la base de ces résultats, les valeurs pour différents échantillons vont d'un minimum de 2220 $\mu\text{s}/\text{cm}$ à la valeur maximale est de 2780 $\mu\text{s}/\text{cm}$ en entrée et de 1949 $\mu\text{s}/\text{cm}$ à 2920 $\mu\text{s}/\text{cm}$ en sortie. La conductivité mesure la capacité d'une solution à conduire le courant électrique et donne une idée concernant la présence de sel, d'après le graphique on remarque que la présence de sel a diminué.

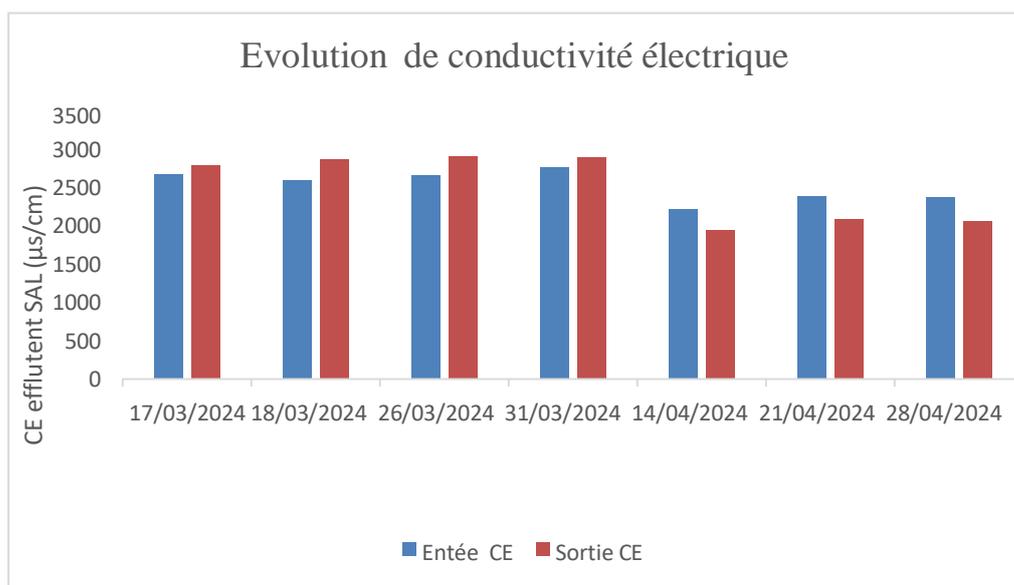


Figure III.3 : Evolution de la conductivité électrique

III.2.4. L'oxygène dissous

Les résultats des analyses obtenues pour l'oxygène dissous sont variables, avec des taux variant de 0,12 mg/l à 1,99 mg/l pour les eaux brutes de la STEP de SAL et de 2 mg/l à 7,63 mg/l pour les eaux traitées. La concentration d'O₂ dissous observée à la sortie était significativement supérieure à celle enregistrée à l'entrée. De faibles concentrations d'O₂ dissous ont été observées à l'entrée, indiquant un afflux d'eaux usées contenant des substances organiques et inorganiques dissoutes, ainsi qu'une perturbation des échanges atmosphériques à l'interface en raison de la présence de graisses, de détergents, etc.

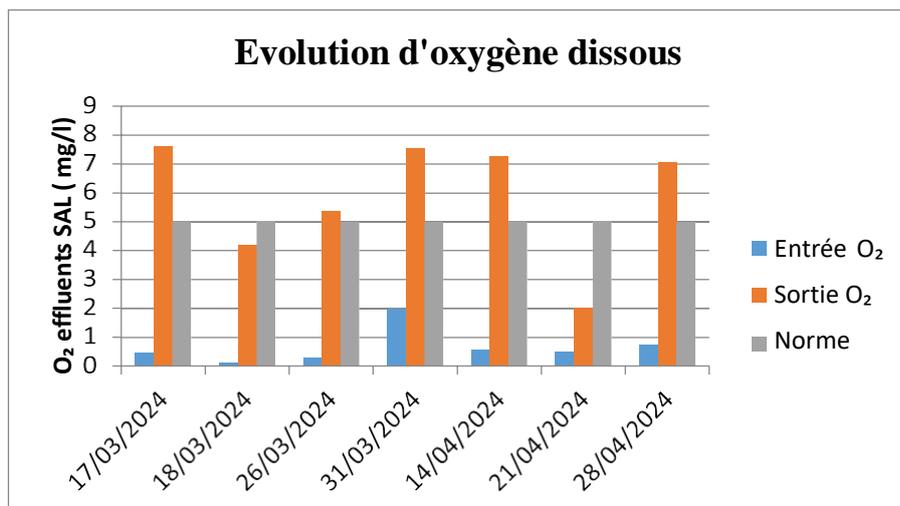


Figure III.4 : Evolution d'oxygène dissous

III.2.5. Matière en suspension

Selon l'analyse, il est observé que la valeur de MES à l'entrée et à la sortie diminue de manière significative. Les valeurs de concentration de MES dans l'eau brute varient entre maximum de 726 mg/L, et un minimum de 154 mg/L avec une moyenne de 403,57 mg/L.

D'un autre côté, la concentration de l'eau traitée varie entre 29 mg/l et 3 mg/L, avec une moyenne de 12,85 mg/L.

On constate que les résultats à l'entrée de la station d'épuration sont plus élevés car il s'agit d'eaux usées municipales, tandis que les résultats à la sortie sont plus faibles car les eaux usées sont épurées. Cette réduction est très importante, surtout si l'on considère que les normes MES pour les rejets d'eau traitée sont (< 30 mg/l) selon les normes nationales et (35 mg/l) selon les normes algérienne. Ça désigne que le processus de traitement est efficace.

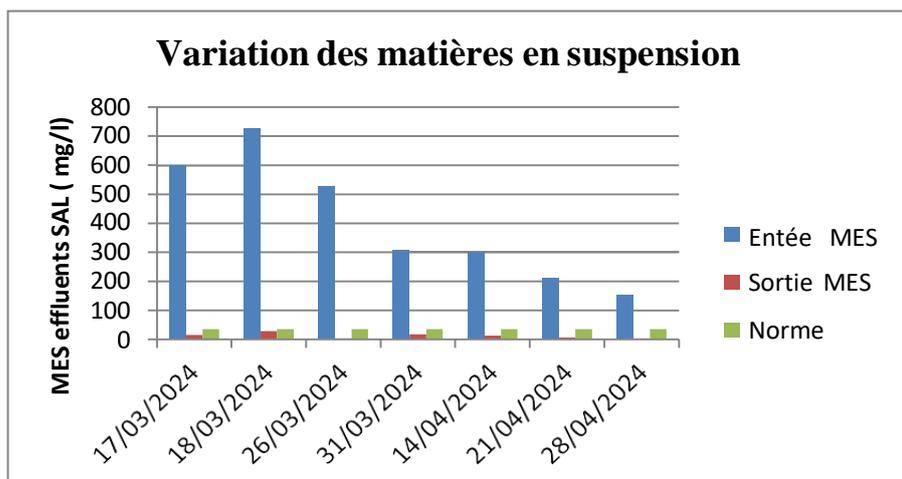


Figure III.5. Variation des matières en suspension

III.2.6. La demande biologique en oxygène (DBO₅)

Selon l'illustration (V.7), les échantillons des eaux usées prélevées présentent une DBO₅ maximale de 460mgO₂/l à l'entrée, tandis que le minimum est de 120 mgO₂/l, avec une moyenne de 288,33 mgO₂/l. Les teneurs en DBO₅ à la sortie de la station sont de 13 mgO₂/l à un minimum de 4 mgO₂/l, avec une moyenne de 7,42 m.

Selon les normes de rejet en Algérie, la DBO₅ de la qualité de l'eau est inférieure à 35 mgO₂/l. Cette efficacité est associée à une amélioration des paramètres d'exploitation, notamment le bon fonctionnement de l'aérateur

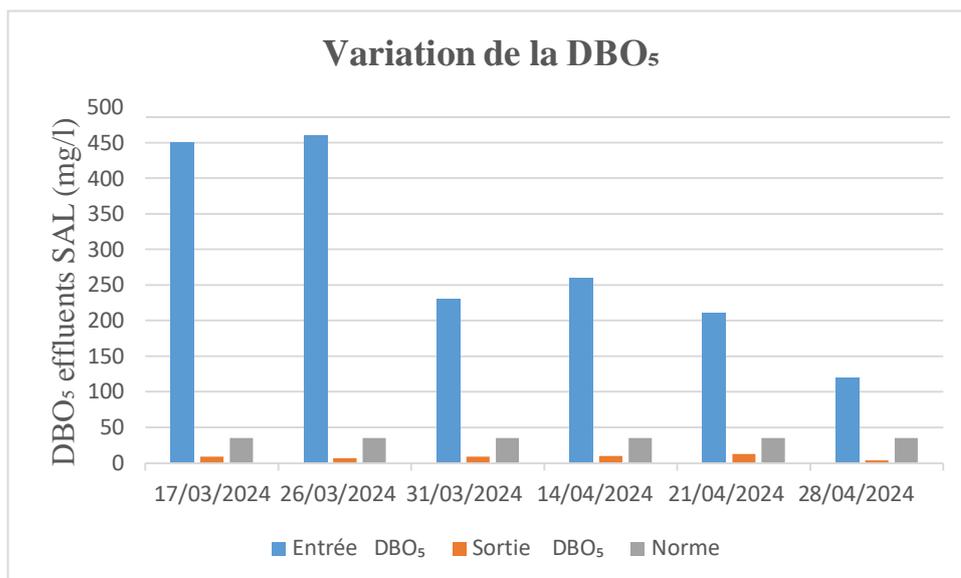


Figure III.6 : Variation de la DBO₅

III.2.7. La demande chimique en oxygène

Les résultats indiquent que les niveaux de DCO des eaux usées varient de 497 à 504 mg/l pour l'effluent brut. Par contre, les concentrations de DCO enregistrées pour les eaux épurées sont nettement inférieures à celles de l'eau brute, elles varient entre 23 et 28 mg/l. Les résultats d'analyse de DCO sont également conformes aux normes de rejet (120 mg/l). Ceci met en évidence la performance de la station dans le traitement secondaire de cette pollution organique (Figure III.7)

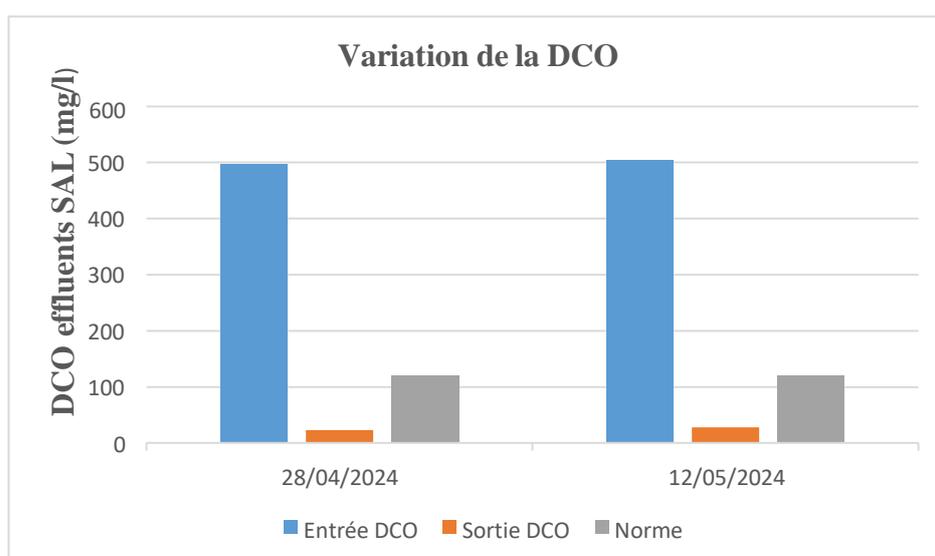


Figure III.7 : Variation de la DCO

III.2.8. Azote total

La figure révèle que les niveaux d'azote total obtenus varient de 61,1 mg/l à 54,3 mg/l pour les eaux d'entrée et de 26,2 à 25,8 mg/l pour les eaux de sortie. Ces résultats confirment d'une diminution des niveaux d'azote enregistrés. Ainsi, la concentration totale d'azote enregistrée à la sortie est significativement inférieure à celle de l'entrée, ce qui témoigne de l'efficacité du traitement.

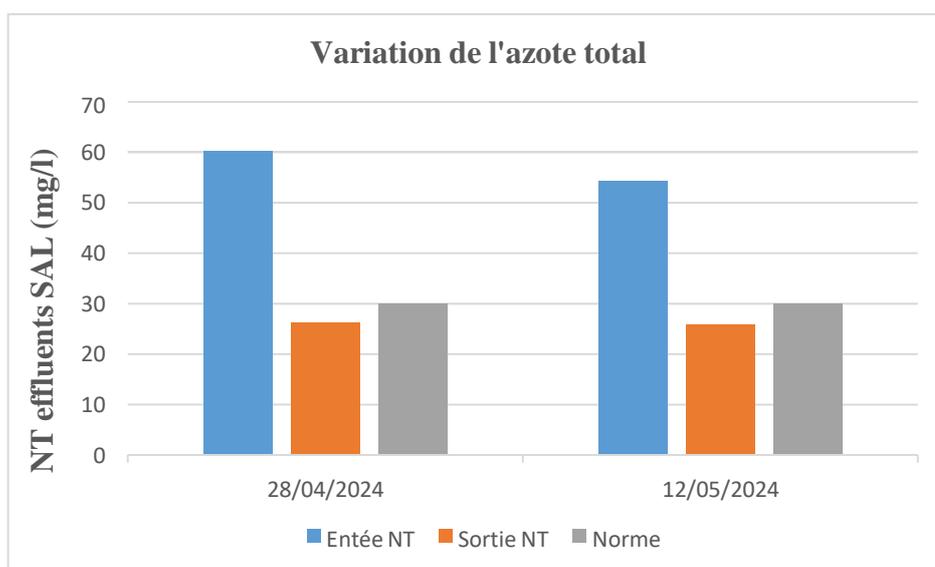


Figure III.8. Variation d'Azote total

III.2.9. Les nitrates (NO_3^{2-})

Les taux de concentration de nitrate dans les eaux brutes de la STEP fluctuent entre 39,9 mg/l et 42,6 mg/l. D'autre part, les concentrations de NO_3^{2-} dans les eaux traitées fluctuent entre un minimum de 7 mg/l et un maximum de 8 mg/l.

Au niveau de la station d'épuration, on observe que les concentrations de NO_3^{2-} dans l'eau usée traitée sont en dessous de la norme établie à 40 mg/l ce qui suggère que la STEP fonctionne correctement en ce qui concerne l'élimination du nitrate

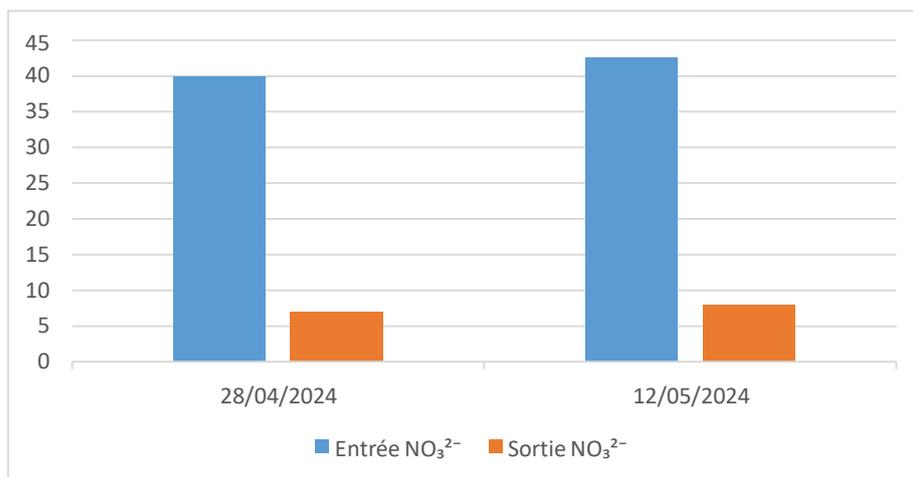


Figure III.9. Variation concentration des nitrates

III.2.10. Nitrite (NO₂⁻)

Les concentrations de nitrite montrent une légère fluctuation, avec des teneurs allant de 0,1 à 0,11 mg/l à l'entrée de la STEP. Il est conditionné par la qualité de l'eau usée. Les nitrites dans les eaux traitées sont très faibles et leurs concentrations fluctuent entre 0,048 et 0,051 mg/l. Cela signifie que le traitement biologique dans les bassins est efficace.

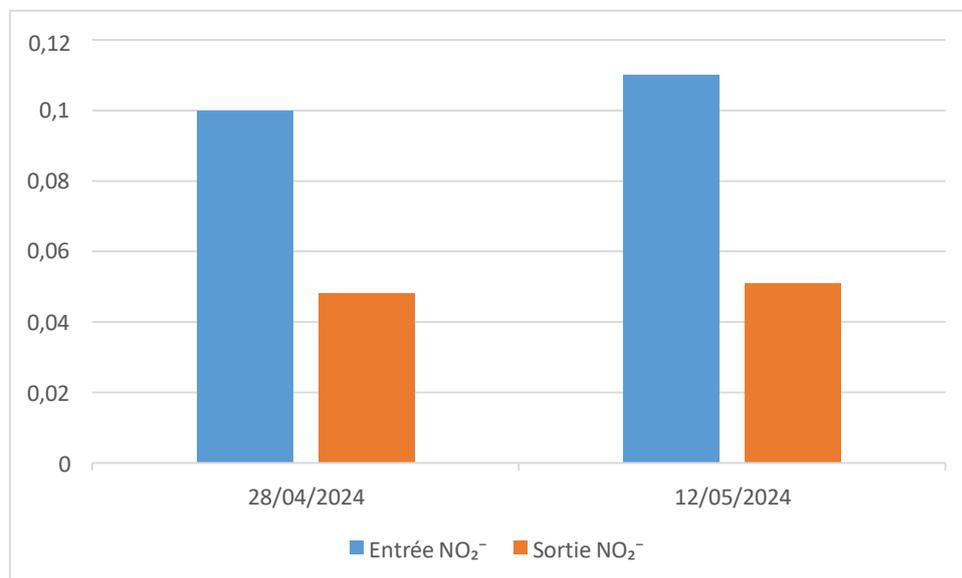


Figure III.10. Variation des valeurs des nitrites

III.2.11. Ammonium (NH_4^+)

Selon les données obtenues, la teneur en ammonium oscille entre 49 et 52 mg/l à l'entrée et pour la sortie de la STEP la valeur est nulle pour les deux échantillons. Bien qu'il n'y ait pas de norme de N-NH₄, il est observé que les concentrations de N-NH₄ diminuent jusqu'à atteindre nulle. Ceci montre qu'il existe une bonne régulation de l'aérateur

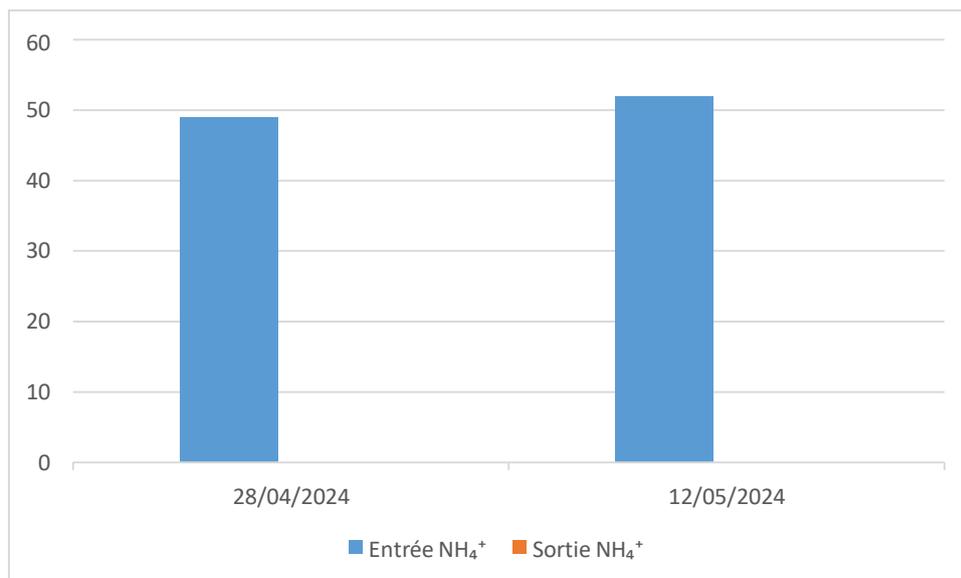


Figure III.11. Variation des concentrations d'ammonium

III.2.12. Orthophosphates (PO_4^{3-})

Les eaux usées contiennent du phosphore, que ce soit sous forme d'ions orthophosphates isolés ou sous forme d'ions phosphates condensés avec des molécules organiques.

La concentration en orthophosphates est comprise entre 16,9 mg/l et 18,7 mg/l à l'entrée de la station et 12,9 mg/l et 13,5 mg/l à la sortie. Bien que la quantité de phosphate diminue elle demeure supérieure à la norme 2mg/l

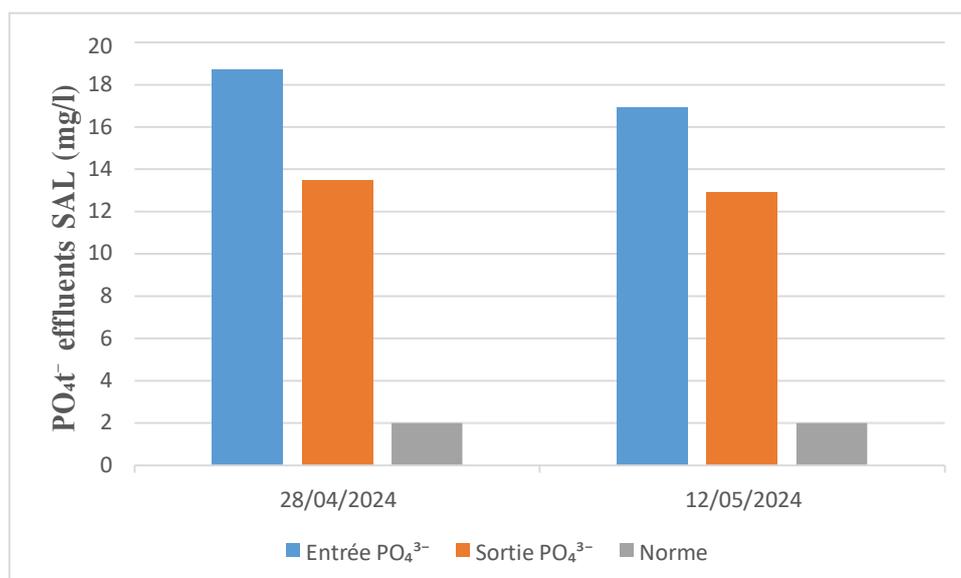


Figure III.12. Variation des concentrations des orthophosphates

III.3.Évaluation comparative des analyses pour les années 2023 et 2024.

Pour évaluer l'efficacité du traitement de la STEP, nous avons comparé les résultats des analyses de l'année 2023 réalisées au laboratoire de la station de Sidi Ali Lebhar avec ceux de notre stage en 2024.

III.3.1. pH

D'après la figure (III.13), on peut observer que le pH de l'échantillon 2023, tandis que l'échantillon de 2024, cette différence est due au débit d'eaux entré à la station. Ainsi, il se trouve en période d'intervalle de norme de rejet algérienne compris entre 6,5 et 8,5.

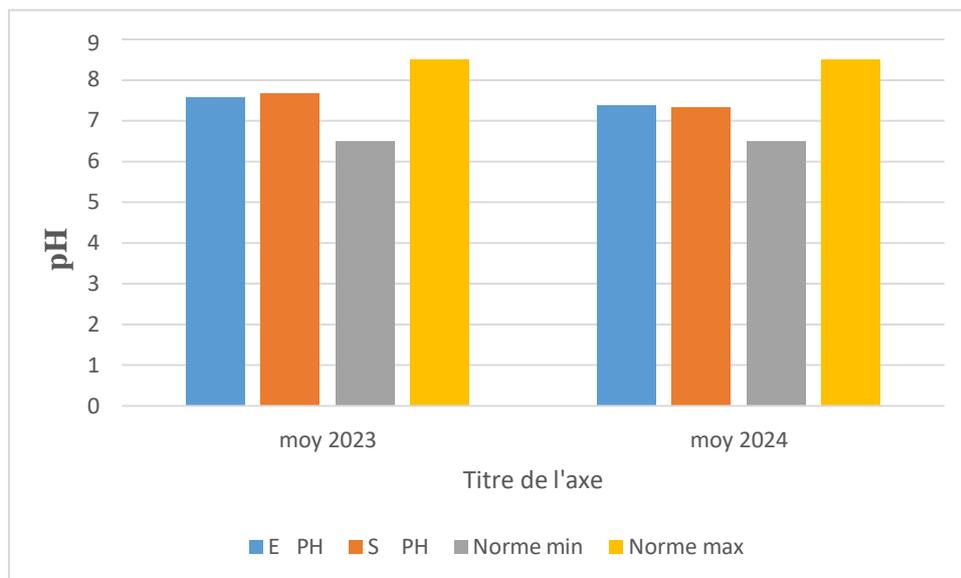


Figure III.13: Variation de la valeur du pH des eaux brut et traite de l’année 2023 et 2024

III.3.2. Conductivité (CE)

Selon l’illustration (III.14), l’échantillon de 2023 indique que les teneurs en conductivité à la sortie sont supérieures aux teneurs de CE en 2024, dues à l’infiltration des eaux de mer dans le canal de sortie des eaux épurées.

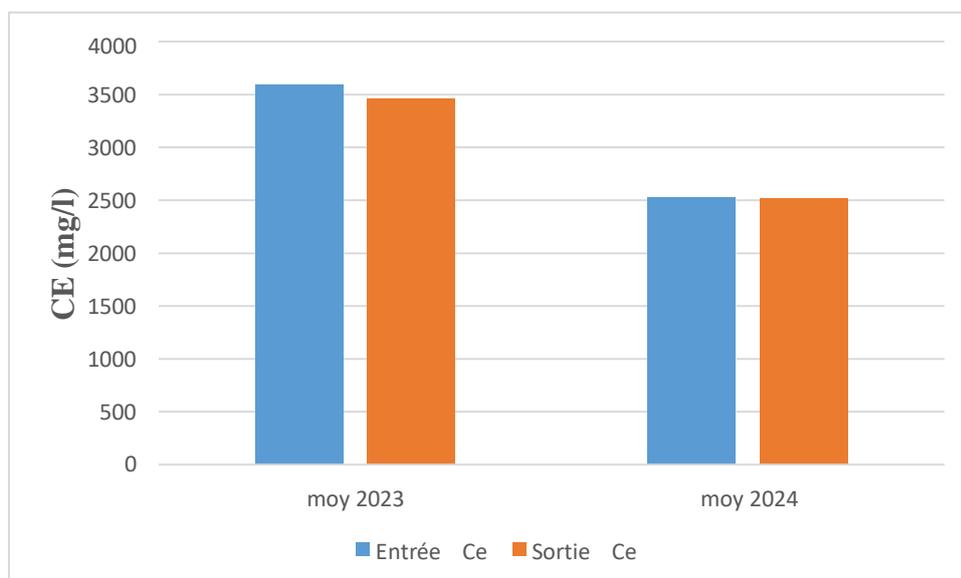


Figure III.14: Evolution de la conductivité des eaux brut et traite de l’année 2023 et 2024

III.3.3. Matière en suspension

Sur la base les résultats de la (Figure III.15) on constate que la concentration de MES dans l'échantillon de l'année 2023 et 2024 sont similaire .Ces concentrations sont situées dans la norme Algérienne < 35. Ce qui indique l'efficacité de traitement dans la station.

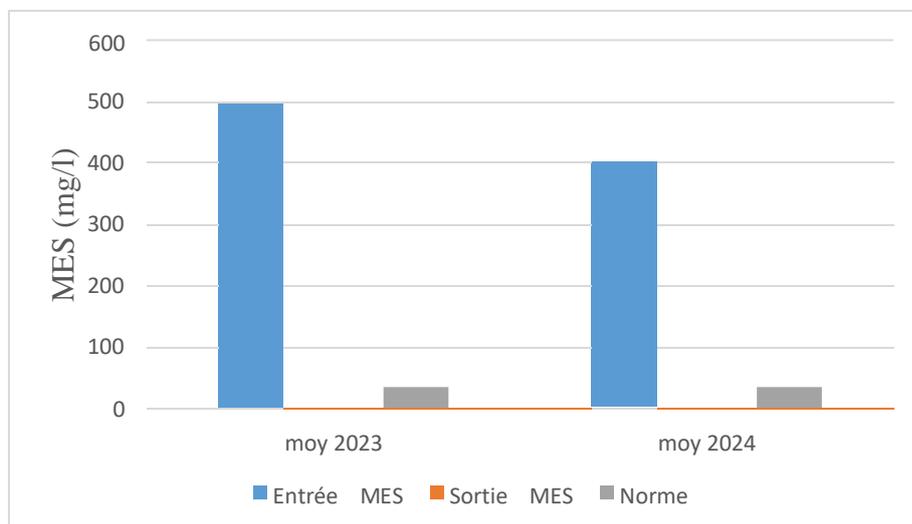


Figure III.15 : Variation de matière en suspension des eaux brutes et épurées de 2023 -2024

III.3.4. Demande biologique en oxygène (DBO₅)

À partir des résultats obtenus des années 2023 et 2024 on remarque un léger écart entre les deux concentrations à la sortie de la STEP qui signifie la similitude des conditions de traitement.

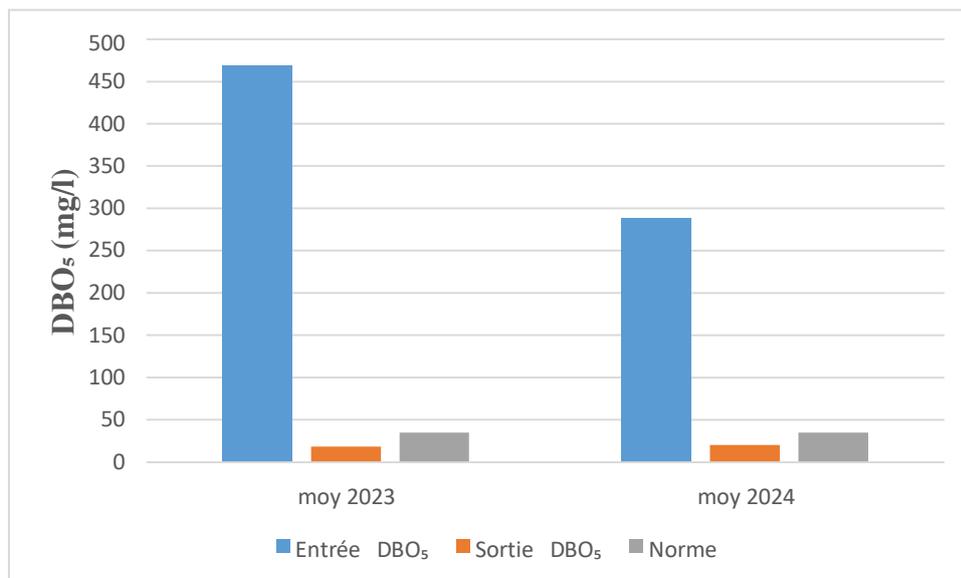


Figure III.16. Variation de la DBO₅ pour les eaux brut et non traitée de 2023 à 2024

III.4. Analyse par Spectrophotomètre d’Absorption Atomique

L'analyse par absorption atomique des traces métalliques a révélé que les deux échantillons présentaient les éléments suivantes : Cd, Cr, Hg, Ni, Ag, Cu et Pb qui se trouve sous forme des traces, cela concerne la nature des eaux analysées (urbaines) comme illustré dans le tableau ci-dessous :

Tableau III.1 : la concentration des métaux lourds dans les échantillons des eaux usées de la STEP de SAL :

		Cd (ppm/MS)	Cr (ppm/MS)	Hg (ppm/MS)	Ni (ppm/MS)	Ag (ppm/MS)	Cu (ppm/MS)	Pb (ppm/MS)
28/04/2024	Entrée	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
	sortie	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
12/05/2024	Entrée	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
	Sortie	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

III.5. Les résultats des analyses bactériologiques des eaux usées

Tableau III.2. Les résultats des analyses bactériologiques des eaux usées et épurées de la station

Col T: Coliformes Totaux ; Col F: Coliformes Fécaux ; S T : Streptocoques Totaux ;

S F : Streptocoques Fécaux ; ASR : Clostridium Sulfito-Reducteur ; Sal : Salmonelles ; VC : Vibrions cholériques

La date	Paramètre	Col	Col	S	S	ASR	Sal	VC
	Echantillon	T/100ml	F/100ml	T/100ml	F/100ml			
28/04/2024	Entre	217*10 ⁵ UFT	Absence	1110* 10 ⁵ UFT	1110* 10 ⁵ UFT	38333 spore/ ml	Absence	Absence
	Sortie	225*10 ⁵ UFT	Absence	1101*10 ⁵ UFT	1101*10 ⁵ UFT	41336 spore/ ml	Absence	Absence
12/05/2024	Entre	219*10 ⁴	Absence	222*10 ⁴	248*10 ⁴	00	Absence	Absence
	Sortie	220*10 ⁴	Absence	218*10 ⁴	231*10 ⁴	00	Absence	Absence

➤ **Les coliformes totaux, streptocoques totaux et fécaux**

D’après les résultats illustrés dans le tableau (III.1) on remarque que le nombre des coliformes et les streptocoques dans le premier prélèvement et très élevé par rapport au deuxième prélèvement. Il ressort clairement de nos résultats qu’il a été dépassé les normes (OMS) des valeurs limites des paramètres de rejet dans un milieu récepteur

➤ **Coliformes fécaux, salmonelles et vibrions cholériques**

Nos analyses montrent l’absence des germes avant et après le traitement.

➤ Clostridium Sulfito-Reducteur

Les résultats de tableau indiquent la présence d'ASR dans le premier échantillon par contre dans le deuxième prélèvement sa valeurs et nulle.

III.6. La réutilisation des eaux traitées de la STEP de Sidi Ali Lebhar

Concernant la possibilité de réutiliser les eaux traitées de la station de Sidi Ali Lebhar nous constatons, après toutes les analyses qui ont été menées sur celles-ci, que tous les paramètres physico-chimiques respectent les normes algériennes et de côté de débit annuel de l'eau épurée de la STEP, il a atteint l'année passée 455072 m³ et 806285 m³ en année 2022.

Après traitement, l'eau peut être utilisée à diverses fins :

- Irrigation agricole : L'eau traitée est utilisée pour irriguer les cultures, réduisant ainsi la dépendance à l'eau douce.
- Usages industriels : Certaines industries utilisent l'eau épurée pour des processus industriels, refroidissement et autres applications non potables.
- Espaces verts et aménagement paysager : L'irrigation des parcs, jardins, terrains de golf, etc.
- Recharge des aquifères : Injection de l'eau traitée dans les aquifères pour reconstituer les nappes phréatiques.
- Usages domestiques non potables : Chasses d'eau, lavage des voitures, etc.

La réutilisation des eaux usées épurées représente une approche intégrée pour répondre aux défis croissants de la gestion de l'eau, contribuant ainsi un futur plus écologique et résistant face aux bouleversements climatiques et à l'augmentation de la demande en eau.

III.7. Conclusion

Les analyses effectuées sur les eaux brutes et épurées de la STEP de Sidi Ali Lebhar mentionnées précédemment qui sont : (T°C, pH, CE, MES, DBO5, DCO, NT, NH₄⁺, NO₃⁻, NO₂⁻, PT, PO₄³⁻) ont été analysés, ainsi que le dosage de certains métaux lourds (Cd, Cu, Zn) et les analyses microbiologiques sont dans les normes et révèlent que le traitement des eaux usées à boues activées est une méthode plus performante, mais elle requiert un traitement chimique pour compléter cette épuration

Conclusion générale

Conclusion générale

Le procédé d'épuration des eaux usées est d'une importance primordiale pour préserver la santé publique, prévenir la pollution de l'environnement et assurer la durabilité des ressources d'eaux. Les eaux usées brutes peuvent engendrer la pollution des sources d'eau potable, la détérioration des écosystèmes aquatiques et des risques pour la santé humaine.

Les eaux usées renferment une grande diversité de substances : des composés organiques, des composés chimiques toxiques, des nutriments (azote et phosphore) et des microbes pathogènes. Ils sont constitués de diverses façons en fonction des origines et des actions humaines.

Il est essentiel de surveiller régulièrement les propriétés physiques et chimiques des eaux usées pour évaluer leur qualité et garantir l'efficacité des techniques de traitement. Dans ce cadre nous avons effectué une étude sur les caractérisations des eaux usées de la station d'épuration de Sidi Ali Lebhar Bejaia pour une réutilisation, les résultats d'analyse des paramètres physico-chimique des eaux traitées, (Demande chimique en oxygène, demande biologique en oxygène: , Matières en suspension (MES), les formes d'azote : NT, NH_4^+ , NO_2^- et NO_3^- et l'orthophosphates PO_4^{3-}) indique que ces valeurs ne présentent aucun danger suite à leur réutilisation.

L'accumulation de substances lourdes dans les rejets d'eaux urbaines nécessite une évaluation et une surveillance pour évaluer l'ampleur de la contamination et repérer les sources potentielles de pollution. L'analyse par absorption atomique des traces métalliques a révélé que les échantillons présentaient les éléments suivants : Cd, Cr, Hg, Ni, Ag, Cu et Pb qui se trouve sous forme des traces on peut dire que ces résultats respectent les normes de réutilisation des eaux usées.

En effet les analyses bactériologiques effectuées sur les eaux traitées à la sortie de la STEP montrent des teneurs élevées en germes totaux, coliformes et streptocoque fécaux et une absence des coliformes fécaux, de salmonelles et de vibrions cholériques et les Clostridium Sulfito-Reducteur.

La comparaison d'évolution des paramètres physico-chimiques entre l'année 2023 et 2024 nous indique que une démunissions dans les valeurs des paramètres physico-chimiques (PH,

CE, MES et DBO5) mais elles restent conforme les normes algérienne et international de réutiliser des eaux usées traitées.

Les eaux résiduaires purifiées peuvent être utilisées à nouveau dans différents domaines, en agriculture, en irrigation des espaces verts, en industrie, en recharge des nappes phréatiques, en lavage des véhicules et même pour des usages domestiques non potables, la chasse d'eau et l'arrosage des jardins le débit annuel de l'eau épurée de la STEP, il a atteint l'année passée 455072 m³ et 806285 m³ en année 2022.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] **M. Metahri**, « Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par des procédés mixtes cas de la STEP est de la ville de Tizi-Ouzou », Mémoire de doctorat, Université mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou ,2012
- [2] **Grosclaude, (1999)**, L'eau : usage et polluant, Tome II .4ème Edition. INRA, Paris
- [3] **R.Labiba et B.Souhila**, « élimination de la pollution carbonée, azotée et phosphatée des eaux usées de la station sidi Ali Lebhar avec un réacteur pilote du laboratoire en zone anoxie en tête », mémoire master, université Bejaia. 2013.
- [4] **Idrissa .S**, « Caractérisation physico-chimique et parasitologique des eaux usées: Etude de l'impact des eaux usées brutes sur les cultures maraîchères à Sidi Yahia du Gharb (Maroc). 2016»
- [5] **Dr. Bessedik M**, « traitement et épuration de l'eau, université de Tlemcen »(20 juin 2012
- [6] **Saggi. M** « Contribution à l'étude d'un système d'épuration à plantes Macrophytes pour les eaux usées de La Ville de Ouargla » Mémoire de magister, Université de Ouargla, 2004.
- [7] <https://eduterre.ens-lyon.fr/thematiques/hydro/travail-coop/exemples/lamotte/station.htm>
- [8] **Banzaoui N et Elbouz F**. « Epuration des eaux usées par les procédés des boues activées au niveau de la commune de Touggourt. » Mémoire Ingénieure Université d'Annaba, 2009.
- [9] **F Rejsek**, «Analyses des eaux/Aspect réglementaires et techniques/Aspect réglementaires et techniques de l'analyse des eaux usées et des boues d'épuration », série science et technique de l'environnement, 2002
- [10]**Belokda. W** « Contribution à une gestion des effluents liquides hospitaliers » Mémoire de master, université Chouaib Doukkaili el Jadida, 2009.
- [11]**Bassompierre .C**. « Procédé à boues activées pour le traitement d'effluents papetiers : de la conception d'un pilote à la validation de modèles » Thèse doctorat institut national polytechnique de grenobl. 2007
- [12]**Betaouaf. N**, « Réutilisation des eaux usées dans l'agriculture urbain et périurbaine au Maghreb Arabe. Avantage et inconvinients » Mémoire de master, Université Abou-Bakr Blekaid Tlemcen, 2012
- [13]**Boutaous. H, Benmaamar. M** « Evaluation de la qualité des boues de stations d'épurationdes eaux usées urbaines, en vue de leur revalorisation » Mémoire de master, Université de Abderrahmane Mira Bejaia, 2015

- [14] **El Haite. H**, « traitement des eaux usées par les réservoirs opérationnels et réutilisation pour l'irrigation » Thèse doctorat, Ecole Nationale Supérieure des Mines, Saint – Etienne, 2010
- [15] **Edline F, (1996)**. L'épuration physico-chimique des eaux. 3ème édition. Ed. CEBEDOC
- [16] **Medjoudj. R et Bouchala. Ch.** « Caractérisation et traitement des eaux usées de la Raffinerie d'Adrar » Mémoire de master, Université Abderrahmane Mira Bejaia, 2021
- [17] **R.Nadjim**, « conception de la station d'épuration de la ville de Khemis Miliana », mémoire de master Ecole Nationale Supérieure de l'hydraulique, 2018
- [18] **Grégorio crini et Pierre-Marie Badote .2007**. Traitement et épuration des eaux industrielles polluées presses universitaires de Franche-Comté
- [19] **Labbaci. H, Boumenkar. T** « Analyse des anomalies et redimensionnement de la STEP de la Wilaya de SKIKDA » Mémoire de master, Université Badji Mokhtar Annaba, 2019.
- [20] **Fechkeur. I, Fekir. M** « Contrôle de qualité des eaux usées traitées au niveau de la STEP de Mostaganem » Mémoire de master, Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem, 2023.
- [21] **Philippe R**, (27 août 2002), Caractéristiques de l'eau et leurs rôles en hydrogéologie, Les paramètres physico-chimiques.
- [22] **Djemame. A.** « contribution à l'étude du traitement des eaux usées de la ville de Guelma » .mémoire de master. Université 08 mai.2011
- [23] **Hamma. N, Moussouni. S** « Analyse des eaux usées épurées de la station d'épuration de Souk el Tenine en vue d'une valorisation agricole » Mémoire master, Université de Abderrahmane Mira Bejaia, 2019.
- [24] **Journal officiel de la république Algérie, 2006.**
- [25] **Tebessi. A, Bahloul. M**, « Caractérisation des eaux usées épurées de la ville de Guelma et leur aptitude à l'irrigation » Mémoire de master, Université 08 Mai 1945 Guelma, 2014.
- [26] **Gouchene. N, Mohammedi. S** « Evaluation des eaux usées épurées de la STEP de Souk-El-Tenine en vue de leur réutilisation en agriculture » Mémoire de master, Université de Bejaia, 2018.
- [27] **Kechit. Z, Nekiche. F**, « valorisation des eaux usées épurées en agriculture : impacts sur le sol et la plante » Mémoire de master, Université de Bejaia, 2020

- [28]**Boufedeché .F et Boufenchouche .S**, « contribution à la caractérisation physico-chimique des eaux de la STEP de la ville de Jijel », mémoire de master Académique université de Jijel.2019
- [29]**Asano T. (1998)**. Wastewater reclamation and reuse. Water quality management library, pp 1475
- [30]**Meznad.L et Messaoudi .S**, Evaluation des paramètres physico-chimiques et microbiologiques des eaux usées de la STEP de Sidi Ali Lebhar, mémoire master université Béjaia. 2022
- [31]**Mehaba .M et Smail .B**, Evaluation des performances de la STEP Sidi Ali Lebhar (Bejaia), mémoire master université Béjaia.2021
- [32]**Grosclaude, (1999)**. « Un point sur l'eau. Tome II usage et polluants » .Ed. INRA. Paris.210p.
- [33]**Rejsek F. (2002)**. Analyse de l'eau : Aspects réglementaire et technique, Ed : CRDP d'Aquitaine, France, 358 p.
- [34]**Caid A**, « Epuration biologique des eaux usées urbaines », office des publications universitaires 1, place centrale de Ben Aknoun (Alger), p 87, 1984.
- [35]**Pandolfi D**, « Caractérisation morphologique et physiologique de la biomasse des boues activées par analyse d'image », Ecole Nationale Supérieure des Industries Chimiques, Thèse de doctorat, Nancy France 2006.
- [36]**Adjoudj .H et Arab .A**, Caractérisation et Valorisation de la boue de station d'épuration des eaux usées De la ville de Bouira, mémoire master université Bouira.2018
- [37]**Renou. S**, (2006), Analyse de cycle de vie appliquée aux systèmes de traitement des eaux usées », Ingénieur Génie des procédés et des produits, Institut National Polytechnique de Lorraine, France 258 p.

Références bibliographiques

- [38] **Bessedik, M. (Juin 2012).** « Traitement et 'épuration de l'eau. Cours en ligne université de Tlemcen.
- [39] **Mazouni .A et Ramdani .A,** Traitement et valorisation des boues de station d'épuration d'Oued D'Hous.la ville de Bouira, mémoire master université Brouira. 2017
- [40] **Gueddouda.A, Djekidel. R.I** « Contribution à l'étude de la qualité toxicologique (ETM) et physicochimique des boues résiduaires urbaines des deux stations d'épuration (Laghouat et Hassi R'mel), Mémoire master, UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT
- [41] <https://www.hellopro.fr/spectrometries-d-absorption-atomique-1000618-fr-1-feuille.html>
- [42] **Cheryl A. Bopp, M.S., Allen A. Ries, M.D., M.P.H., Joy G. Wells, M.S. (2002).** Méthodes de laboratoire pour le diagnostic de la dysenterie épidémique et du choléra : Centers for Disease Control and Prevention. Atlanta, Georgia, p.89.
- [43] **Quilici M.L. (2011).** Le diagnostic bactériologique du choléra. Revue Francophone des Laboratoires, les maladies tropicales (2). n°431, p.51-65.

Les annexes

Les annexes

1-Les débits des eaux épurée des années 2022 et 2023

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	May	Juin	Juillet	Août	septembre	octobre	novembre	décembre
Débits 2022	54305	40971	34686	12506	55144	47815	43675	37259	31155	36756	40891	34607
Débits 2023	32102	37509	34816	39901	47916	32676	43270	37456	31650	29988	35285	52503

Tableau: Tableau de Mac Grady -nombre le plus probable- pour les eaux de Consommation.

Nombre de tubes donnant une réaction positive			NPP dans 100 ml
2 tubes de 10 ml	2 tubes de 1ml	2 tubes de 0,1ml	
0	0	0	00
0	0	1	05
0	1	0	05
0	1	1	09
0	2	0	09
1	0	0	06
1	0	1	12
1	1	0	13
1	1	1	20
1	2	0	20
1	2	1	30
2	0	0	25
2	0	1	50
2	1	0	60

2	1	1	130
2	1	2	200
2	2	0	250
2	2	1	700
2	2	2	1100

Résumé

L'objectif de notre étude est d'effectuer les analyses physico-chimiques des eaux usées de la STEP de Sidi Ali Lebhar. Nous chercherons à évaluer leur qualité en les comparant aux normes permettant leur réutilisation, ainsi qu'à évaluer sa performance en termes de traitement. Les paramètres suivants ($T^{\circ}\text{C}$, pH, CE, MES, DBO5, DCO, NT, NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- , PT, PO_4^{3-}) ont été analysés, ainsi que le dosage de certains métaux lourds (Cd, Cu, Zn) et les analyses microbiologiques. Les études physico-chimiques effectuées sur les eaux traitées ont prouvé l'efficacité du traitement utilisé dans la station pour tous les paramètres, et qui respectent principalement les normes algériennes. Ainsi le dosage des métaux lourds présents sous forme des traces, par contre les analyses bactériologiques révèlent des concentrations très élevées à la sortie de la STEP en germes totaux, coliformes et streptocoque fécaux et une absence des coliformes fécaux, de salmonelles et de vibrions cholérique. En résumé, on peut dire que la station a des capacités intrinsèques de traiter l'eau avec la possibilité d'une éventuelle utilisation de l'eau épurées dans de multiples domaines.

Mots clés : eaux usées, station d'épuration, Analyses physico-chimiques, métaux lourds, analyse bactériologique, eaux traitées, environnement.

Abstract

The objective of our study is to carry out physico-chemical analyses of the wastewater of the Sidi Ali Lebhar WWTP. We will seek to assess their quality by comparing them to the standards for their reuse, as well as to evaluate its performance in terms of treatment. The following parameters ($T^{\circ}\text{C}$, pH, CE, MES, BOD5, COD, NT, NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- , PT, PO_4^{3-}) were analyzed, as well as the determination of certain heavy metals (Cd, Cu, Zn) and microbiological analyses. The physico-chemical studies carried out on the treated water have proven the effectiveness of the treatment used in the plant for all parameters, and which mainly comply with Algerian standards. Thus, the determination of the heavy metals present in the form of traces, on the other hand, bacteriological analyses reveal very high concentrations at the end of the WWTP in total germs, coliforms and faecal streptococcus and an absence of faecal coliforms, salmonella and choleric vibrios. In summary, it can be said that the plant has intrinsic capacities to treat water with the possibility of a possible use of the purified water in multiple areas.

Keywords: wastewater, wastewater treatment plant, physico-chemical analyses, heavy metals, bacteriological analysis, treated water, environment.

