



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université des Frères Mentouri Constantine 1
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة 1
كلية علوم الطبيعة و الحياة

Département : Biologie et Ecologie Végétale

قسم : بيولوجيا و علم البيئة النباتية

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : Ecologie Fondamentale et Appliquée

Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux de la STEP IbnZiad, Constantine.

Présenté et soutenu par :

Le : 23/09/2021.

Diar Amira

Kerrouche Ahlem

Jury d'évaluation:

Présidente du jury: Kara Karima (MCA - UFM Constantine 1)

Rapporteur: Touati Laid (MCA - UFM Constantine 1)

Examinatrice: Hamla Chourouk (MCA - UFM Constantine 1)

Année universitaire : 2020- 2021

REMERCIEMENTS

Avant tout, je remercie le bon Dieu qui a illuminé mon chemin et qui m'a armé de courage et de bonne volonté pour réaliser ce modeste travail et qu'il m'accompagne toujours durant tout mon cursus Universitaire.

*J'adresse mes vifs remerciements à M. **Touati Laid** pour son soutien constant, ses encouragements continus et sa patience qu'elle m'a manifestés durant la réalisation de ce travail.*

*Je tiens à remercier Melle. **Hamla Chourouk** pour leurs précieux conseils et bonnes orientations et Mme. **Kara Karima** d'avoir accepté de juger ce travail.*

J'exprime mes remerciements à mes enseignants de l'Université de Frère Mentouri constantine .

Je cite aussi le personnel de la station d'Ibn Ziad de nous avoir aidé et fourni tous ce que nous avons besoin.

DEDICACES

*A mes très chers parents, avant tous et pour tous, que j'adore et je
souhaite toujours les voir à mes côtés :*

*A ma très chère mère Boukakra Malika, symbole de tendresse et de
patience,*

Je te remercie infiniment de tes sacrifices.

A mon cher père Layeche,

Je te remercie infiniment de tes encouragements.

A mon soutien et ma force mon frère : A. El Hakim.

A ma belle sœur : Kouira Asma.

A ma source de joie ma nièce : Baraa

A tous mes collègues de la promotion 2020/2021.

Diar Amira

Dédicace

Au nom de dieu par sa volonté et son aide qui enrichit mes savoirs.

A mon très cher père qui m'a encouragé et conseillé pendant mes plus pénibles moments et m'a guidé vers le chemin droit.

A ma chère mère qui m'a entouré d'amour et de tendresse et m'a appris la patience et le défile.

A mon cher mari pour son appui et ses encouragements.

Sans oublier tous ceux qu'ont par leurs égards contribué à parfaire mon objectif M, Touati Laid et MADAME MECHATI LATIFA et ma collègue Diar Amira.

A mes très chers mes frères : NAOUAL, SAMIR, LAMIA, ASMA, MERIEM, YOUCEF. qui m'ont toujours transmissent une énergie positive.

Kerrouche Ahlem

Résumé :

Ce travail s'était fixé comme objectif principale de contrôler le traitement des eaux usées urbaines par des procédés aérobies utilisés par la station de traitement des eaux usées Ibn Ziad de Constantine. Pour assurer cet objectif, on a suivi la qualité des eaux usées (brute et traitée) dans la STEP pendant sept mois allant d'Octobre 2020 jusqu'à mois d'Avril 2021 par plusieurs paramètres physico-chimiques (Température, pH, Salinité, CE, Turbidité, MES, DBO₅, DCO). Les résultats obtenus, ont révélés que quelques paramètres de l'eau épurée et brute sont en accord avec les normes Algériennes (pH, température, conductivité, salinité, DCO ; turbidité). Par contre, d'autres paramètres dépassent les normes permmissibles comme la DBO₅ (380 (mg /l) et 78 (mg/l)) pour l'eau brute et traitée respectivement, et les MES (50 (mg/l) pour l'eau traitée). Et la DCO (96 (mg /l) pour l'eau traitée) Ces résultats indiquent une pollution organique et qui affectent les biocénoses aquatiques et la santé humaine.

Mots clés: Eau usée, qualité physico-chimique, pollution organique, STEP Ibn Ziad, Constantine.

Abstract :

The major objectives of this work was to control the treatment of municipal wastewater using aerobic processes at Constantine's Ibn Ziad wastewater treatment plant. To achieve this goal, we used numerous physicochemical parameters to monitor the quality of wastewater (raw and processed) in the WWTP for seven months, from October 2020 to April 2021. (Temperature, pH, Salinity, EC, Turbidity, MES, BOD5, COD). The findings indicated that several filtered and raw water characteristics are in compliance with Algerian regulations (pH, temperature, conductivity, salinity, COD; turbidity). Other parameters, however, such as BOD5 (380 (mg / l) and 78 (mg / l) for raw and treated water, and SS (50 (mg / l) for treated water, exceed the permitted limits. These findings point to organic pollution, which has an impact on aquatic ecosystems as well as human health.

Keywords: Wastewater, physico-chemical quality, organic pollution, STEP Ibn Ziad, Constantine.

تلخيص :

يهدف هذا العمل إلى التحكم في معالجه مياه الصرف الصحي من خلال عمليات هوائيه مستخدمه في محطة معالجه مياه الصرف الصحي ابن زياد المتواجده في قسنطينة. لتحقيق غايتنا قمنا بمراقبة جوده المياه (الخام والمعالجه) في المحطة السابق ذكرها وذلك لفترة معينة قدرت بسبعة اشهر من أكتوبر 2020 حتى ابريل 2021 ، باستعمال معايير فيزيائية وكيميائية (درجة الحرارة ، درجة الحموضة ،الملوحة، درجة العكارة، الناقلية ،المواد العالقة، DBO_5 ، DCO). من خلال النتائج أدركنا أن بعض معايير المياه المعالجه تتوافق مع المواصفات الجزائرية مثل: درجة الحموضة، درجة الحرارة، الناقلية، الملوحة،درجة العكارة. لكن من ناحية أخرى البعض من هذه المعايير تجاوزت المواصفات المسموح بها مثل: $DBO_5 = 380$ مغ/ل و $DBO_5 = 78$ مغ/ل وذلك بالنسبة للمياه الخام والمعالجه على التوالي، و المواد العالقة ($MES = 50$ مغ/ل في المياه المعالجه ، و $DCO = 96$ مغ/ل في المياه المعالجه. إذا يمكننا القول أن هذه النتائج تشير لوجود تلوث عضوي يؤثر على الكائنات الحية المائية وصحة الإنسان.

الكلمات المفتاحية : مياه الصرف الصحي، الجودة الفيزيائية والكيميائية ،التلوث العضوي، محطة ابن زياد، قسنطينة.

Sommaire :

Introduction	1
Chapitre I : Synthèse bibliographique : Aperçu général sur les eaux usées	
I.1. Introduction	3
I .2. Définition des eaux usées	3
I .3. Origine des eaux usées	3
I.3.1. Les eaux usées domestiques.....	3
I.3.2. Les eaux de pluie et de ruissellement	4
I.3.3. Les eaux usées industrielles	4
I.3.4. Les eaux usées urbaines	4
I.3.5. Les eaux usées agricoles	4
I.4. Composition des eaux usées	5
I.5. Les principaux polluants des eaux naturelles	5
I .5.1. Polluants physiques	5
a. Les éléments grossiers	5
b. Les sables	5
c. La matière en suspension (MES)	6
I.5.2. Polluants chimiques	7
I.6. Importance du traitement des eaux	7
I.7. Qualité physico-chimique des eaux.....	7
I.7.1 Paramètres physico-chimiques : suivis eu cours du traitement des eaux	7
I.7.1.1. Température	7
I.7.1.2. Potentiel d'Hydrogène (pH)	8
I.7.1.3. Matières en suspension (MES)	8
I.7.1.4. Conductivité électrique (CE)	8

I.7.1.5. Turbidité	8
I.7.1.6. Oxygène dissous	9
I.7.1.7. Demande biochimique en oxygène (DBO ₅).....	9
I.7.1.8. Demande chimique en oxygène (DCO)	9
I.8. Les normes algériennes de rejets des effluents	10

Chapitre II : Matériel et méthodes

II.1. Présentation de la zone d'étude	11
II.1.1. Localisation de la station d'épuration d'Ibn Ziad.....	11
II.1.2. La Capacité du traitement des eaux usées	11
II.1.3. La Qualité des eaux usées brutes	11
II.1.4. La qualité de l'effluent traité	13
II.1.5. Etat de fonctionnement normal de la station	13
II.1.6. Traitement	14
II.1.6.1. Prétraitement.....	14
II.1.6.1.1. Criblage grossier	14
II.1.6.1.2. Séparation du sable et de la graisse	15
II.1.6.2. Traitement secondaire (biologique).....	17
II.1.6.2.1. Bassins d'aération.....	17
II.1.6.2.2. Décantation secondaire volume =29840.96 m ³	18
II.1.6.2.3. Boues activées de retour.....	19
II.1.6.2.4. Evacuation des boues.....	20
II.1.6.3. Traitement tertiaire.....	22
II.2. Procède d'épuration de la STEP de Constantine.....	23
II.3. Prélèvement.....	24
II.4. Démarche expérimentale	24

II.4.1. Détermination des Paramètres physico-chimiques	24
II.4.1.1. Détermination de la température	24
II.4.1.2. Détermination de pH	25
II.4.1.3. Détermination de Conductivité électrique (CE)	25
II.4.1.4. Détermination de l'oxygène dissous	25
II.4.1.5. Détermination de la turbidité	26
II.4.1.6. Détermination de matière en suspension (MES)	26
II.4.1.7. Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO ₅)	27
II.4.1.8. Détermination de la demande chimique en oxygène DCO	29

Chapitre III : Résultats et discussion

III.1. La Température	31
III.2. Potentiel Hydrogène (pH)	32
III.3. La conductivité électrique (CE)	33
III.4. la salinité	34
III.5. La turbidité	35
III.6. les matières en suspension (MES)	35
III.7. La demande biochimique en oxygène (DBO ₅)	36
III.8. La demande chimique en oxygène (DCO)	37
Conclusion	39
Références bibliographique	41

Liste des Tableaux:

Tableau I.1: Proportion des volumes rejetés pour chacune des activités domestiques polluantes.....	3
Tableau I.2: Les normes de rejet des eaux usées en vigueur en Algérie.....	10
Tableau II.1: Capacité nominale de traitement et qualité moyenne requise des eaux usées brute.....	12
Tableau II.2: Normes pour la réutilisation des eaux usées épurées et rejet en zones sensibles.....	13
Tableau II.3: Le matériel de criblage.....	15
Tableau II.4: Les dimensions du bassin de séparation sable/graisse.....	16
Tableau II.5: Caractéristiques des bassins d'aération.....	18
Tableau II.6: Les dimensions des décanteurs secondaires.....	19
Tableau II.7: Caractéristiques de l'installation d'épaississement des boues excédentaires.....	21
Tableau II.8: Caractéristiques des lits de séchage des boues.....	22
Tableau II.9: Volumes d'échantillons pour la DBO ₅	28
Tableau III.1: Grille d'appréciation de la qualité de l'eau par la température.....	31
Tableau III.2: Aptitude à la biologie en fonction du pH.....	32

Liste des figures :

Figure I.1: Etats dispersés-états dissous.....	6
Figure II.1: Localisation de la station d'épuration.....	11
Figure II.2: schéma du Procède d'épuration de la STEP de Constantine.....	23
Figure II.1.A : Entré des eaux de la STEP (Point A).....	24
Figure II.1.B: Sortie des eaux de la STEP (Point B).....	24
Figure II.2: Multi 3620 IDS (laboratoire de STEP de IBN ZAID, 2021).....	25
Figure II.3: Turbidimètre 2100N (laboratoire de STEP de IBN ZAID, 2021).....	26
Figure II.4 : Etuve chauffé à 105 °C	27
Figure II.5: Poids de filtre.....	27
Figure II.6 : DBO ₅ mètre OxiTop IS6 (laboratoire de STEP de IBN ZAID, 2021).....	28
Figure II.7: Réacteur DCO à 150°C (laboratoire de STEP de IBN ZAID).....	30
Figure III.1: Variation de la température des eaux brutes et traitées de la STEP Ibn Ziad.....	31
Figure III.2: Variation du potentiel d'hydrogène (pH) des eaux brutes et traitées de la STEP Ibn Ziad.....	32
Figure III.3 : Variation de la conductivité électrique des eaux brutes et traitées de la STEP Ibn Ziad.....	33
Figure III.4: Variation de la salinité des eaux brutes et traitées de la STEP Ibn Ziad.....	34
Figure III.5: Variation de la turbidité des eaux brutes et traitées de la STEP Ibn Ziad.....	35
Figure III.6: Variation des matières en sus pensiondes eaux brutes et traitées de la STEP Ibn Ziad.....	36
Figure III.7: Variation de la demande biologique en oxygène des eaux brutes et traitées de la STEP Ibn Ziad.....	37
Figure III.8: Variation de la demande chimique en oxygène des eaux brutes et traitées de la STEP Ibn Ziad.....	38

Liste des photos :

Photo II.1: Conduite principale des eaux usées qui alimentent la station d'épuration.....	12
Photo II.2: Vue des deux entrées de l'eau usée au criblage grossier, avec des ouvertures manuelles qui en service.....	15
Photo II.3: vue d'ensemble sur la séparation du sable et de la graisse.....	16
Photo II.4: Bassins d'aération.....	17
Photo II.5: Décanteurs secondaires.....	19
Photo II. 6: Vue des trois pompes à vis.....	20
Photo II.7: Bassins d'assainissement des boues activées.....	21
Photo II. 8: Lits de séchage.....	22

Introduction

Introduction :

De toutes les planètes du système solaire, la terre est la seule à être pourvue d'une hydrosphère, celle-ci recouvre plus de 70% de sa superficie[1]. Schématiquement, l'eau évolue entre trois secteurs : les océans (l'hydrosphère), l'atmosphère et le sol (lithosphère). La Terre recevant l'énergie solaire, l'hydrosphère chauffée s'évapore, conduisant à la présence d'eau dans l'atmosphère. Cette eau, suite à un refroidissement de l'air, se condense en gouttes ou cristaux de glace et se retrouve précipitée sous forme de pluie, neige ou grêle sur la lithosphère à la surface. Le fonctionnement de ce système conduit à définir différents types d'eau, d'usage et de composition différente [2].

L'eau est le patrimoine commun de toute l'humanité. Ce patrimoine a malheureusement connu un état de dégradation qui revient aux différents types de pollution, qu'il s'agisse de pollution industrielle (toxique), agricole (pesticides), changement de climat et des conditions météorologiques, qui influent sur le milieu naturel.

Pour préserver cette ressource naturelle, l'Algérie s'est engagée à améliorer les conditions de vie des citoyens et c'est dans ce cadre que le pays a développé l'épuration des eaux brutes et leur réutilisation et compte augmenter les capacités de traitement des STEP des eaux usées. Cette réutilisation, a des effets positifs, mais peut avoir aussi des effets négatifs sur l'environnement en fonction des caractéristiques de l'eau traitée, du degré d'épuration, de la méthode et de l'endroit d'utilisation [17]. L'Algérie est « pionnière » à l'échelle africaine en matière de réalisation des stations d'épuration des eaux usées (a déclaré le ministre des Ressources en eau et de l'Environnement). Dans nos pays, l'eau est banalisée, il suffit d'ouvrir un robinet pour en obtenir à volonté alors que dans d'autres pays elle est un bien rare pour les êtres vivants car il existe peu d'eau douce directement utilisable, souvent trop polluée, surexploitée et mal répartie sur notre planète. L'eau est appelée aujourd'hui « l'or bleu ». Pour que l'eau que nous consommons devienne bio-assimilable et biocompatible, il faut qu'elle soit "saine sur le plan bactériologique" donc sans bactéries pathogènes [18].

L'objectif de cette étude est de faire un diagnostic de la station d'épuration des eaux usées de la station d'Ibn Ziad située à la Wilaya de Constantine afin d'identifier la qualité des eaux usées entre l'entrée et la sortie de la station. Ce travail est mené pendant la période qui s'étend entre Octobre 2020 jusqu'à Avril 2021, à travers une série de paramètres physico-chimiques (Température, PH, CE, Salinité, Turbidité, MES, DBO₅, DCO).

Le mémoire est structuré de la façon suivante :

Au début, on commence par une introduction,

Le premier chapitre est consacré à rappeler quelques généralités sur les propriétés des eaux usées et à mentionner les principaux polluants des eaux naturelles.

Dans le deuxième chapitre, nous allons donner une vue générale sur la zone d'étude à savoir la station d'Ibn Ziad(Constantine), puis une détermination de quelques paramètres physico-chimiques.

Dans Le troisième chapitre, on présente tous les résultats obtenu à partir des analyses physico-chimiques.

Le travail est clôturé par une conclusion générale.

**Chapitre I : synthèse
bibliographique :
Aperçu général sur les
eaux usées**

Chapitre I: synthèse bibliographique :Aperçu général sur les eaux usées :

I.1. Introduction :

Les normes nationales et internationales fixent des indicateurs de pollution biologique et physico-chimique de l'eau. Les eaux usées sont des milieux extrêmement complexes, aussi se réfère-t-on à quelques paramètres pour les caractériser. Généralement exprimés en mg/l, Il existe une grande variété de paramètres indicateurs de pollution de l'eau. Il faut noter que ces paramètres peuvent être physiques, chimiques ou biologiques.

I.2.Définition des eaux usées :

Les eaux usées, sont des eaux chargées de polluants, solubles ou non, provenant essentiellement de l'activité humaine. Du fait de cette charge polluante, il est important d'épurer ces eaux au niveau des stations d'épuration, avant de les rejeter dans l'environnement. En effet, ce rejet peut avoir des conséquences pour le milieu récepteur, en particulier les organismes vivants qu'il héberge, mais également pour l'Homme ou pour les activités qu'il réalise au niveau de ce milieu [3].

I.3. Origine des eaux usées :

Suivant l'origine et la qualité des substances polluantes, on distingue cinq catégories d'eaux usées :

I.3.1. Les eaux usées domestiques :

Les eaux usées domestiques comprennent les eaux ménagères (eaux de toilette, de Lessive, de cuisine) et les eaux vannes (urines et matières fécales), dans le système dit « tout-à-l'égout. Les eaux usées domestiques contiennent des matières minérales et des matières Organiques. Les matières minérales (chlorures, phosphates, sulfates, etc.) et les matières Organiques constituées de composés ternaires, tels que les sucres et les graisses (formés de Carbone, oxygène et hydrogène, mais aussi d'azote et, dans certains cas, d'autres corps tels Que soufre, phosphore, fer, etc.) [4].

TableauI.1: Proportion des volumes rejetés pour chacune des activités domestiques polluantes.[3].

Activité domestique	Volume rejeté (%)
Cuisine : évier Lave-vaisselle	3% 13%
Lave-linge	13%
Salle de bains	44%
Chasse d'eau	26%

I.3.2. Les eaux de pluie et de ruissellement :

Comprennent les eaux de pluies, eaux de lavages et eaux de drainage. Ces eaux sont polluées par les matières qu'elles entraînent en provenance des trottoirs et des chaussées (huiles, mazoutes, graisse, sables...etc.). Elles contiennent également de zinc, plomb, et cuivre. Les eaux de drainage peuvent provenir de la montée d'une nappe phréatique dans le sol. Elles sont généralement peu polluées.) [5].

I.3.3. Les eaux usées industrielles :

Leur composition est liée au type d'industrie implantée dans la commune. La quantité de pollution est parfois très importante. Elle peut être organique, minérale ou toxique selon l'activité de l'industrie [3].

Le branchement des industries n'est pas obligatoire mais doit faire l'objet d'une convention entre la commune et l'industriel et respecter le fonctionnement de la station d'épuration pour éviter de surcharger le traitement des eaux usées. En Algérie cette activité est régie par le décret exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels [6].

I.3.4. Les eaux usées urbaines :

Les eaux usées urbaines comprennent les eaux usées domestiques et les eaux de ruissellement (eaux pluviales, eaux d'arrosage des voies publiques, eaux de lavage des caniveaux, des marchés et des cours).

Les eaux qui ruissellent sur les toitures, les cours, les jardins, les espaces verts, les voies publiques et les marchés entraînent toutes sorte de déchets minéraux et organiques : de la terre, des limons, des boues, des silts, des sables, des déchets végétaux (herbes, pailles, feuilles, graines, etc.) et toute sortes de micropolluants (hydrocarbures, pesticides venant des jardins, détergents utilisés pour le lavage des cours, des voies publiques, des automobiles, débris microscopique de caoutchouc venant de l'usure des pneumatiques des véhicules.

Plomb venant du plomb tétra éthyle contenu dans l'essence, retombées diverses de l'atmosphère, provenant notamment des cheminées domestiques et des cheminées d'usines [7].

I.3.5. Les eaux usées agricoles :

L'agriculture est une source de pollution des eaux non négligeable car elle apporte les engrais et les pesticides. Elle est la cause essentielle des pollutions diffuses.

Les eaux agricoles issues de terre cultivées chargés d'engrais nitrates et phosphates, sous une forme ionique ou en quantité telle, qu'ils ne seraient pas finalement retenus par le sol et assimilés par les plantes, conduisent par ruissellement à un enrichissement en matières azotées ou phosphatées des nappes les plus superficielles et des eaux des cours d'eau ou des retenues[8].

I.4. Composition des eaux usées :

La composition des eaux usées s'analyse par le biais de diverses mesures physiques, chimiques et biologiques. Les déchets solides comprennent les solides dissous et en suspension. Les solides dissous sont les matériaux qui passent à travers un papier filtre et les solides en suspension sont divisés en solides décantables et non décantables en fonction du nombre de milligrammes de solide qui se déposera en l'espace d'une heure pour un litre d'eaux usées. Toutes ces classes de solides peuvent être divisées en solides volatils (matériaux organiques) ou fixes (matériaux inorganiques/minéraux). Dans les eaux usées domestiques, la matière organique est constituée approximativement de 50 % de glucides, 40 % de protéines et 10 % de graisse. La concentration d'un déchet industriel est obtenue après avoir déterminé le nombre de personnes ou équivalent-habitant qui serait nécessaire pour produire une quantité équivalente de déchets. Les eaux de pluie renferment une proportion significative de bactéries, oligo-éléments, d'huile et de produits chimiques organiques [18].

I.5. Les principaux polluants des eaux naturelles :

I .5.1. Polluants physiques :

Se subdivisent en plusieurs catégories selon leur nature et leur dimension :

a. Les éléments grossiers :

Leur dimension est suffisamment grande pour être retenue par de simples grilles. Dans les eaux de surface, ces éléments sont généralement : les brindilles, les feuilles, les arbres etc.[9].

b. Les sables :

Les sables sont des particules minérales d'une certaine dimension. Ils sont généralement à base de silice ou de composition minérale équivalente. Leur masse spécifique est de 2,5 à 2.6 g/cm³, ce qui permet leur élimination par simple décantation [10].

c. La matière en suspension (MES) :

Les matières en suspension rencontrées dans l'eau sont de nature et de taille très diverses. Ceux-ci incluent le quartz, l'argile, les sels minéraux, des particules organiques, y compris les micro-organismes, et les produits de décomposition animaux ou végétaux.

Selon leurs dimensions : L'état dispersé (en suspension et colloïdal) se distingue de l'état dissous, notamment par la granulométrie. La Figure (I.1) montre en première approximation, un rapport des particules et des états correspondants.

Selon leur nature : La nature de la matière solide en suspension peut être soit minérale soit organique. Les polluants minéraux constituent une gêne physique pour l'environnement mais n'évoluent pas dans le temps. Les rejets minéraux colmatent les sols sur lesquels ils sont évacués aboutissant ainsi à l'asphyxie de ce sol ou contribuent à une pollution par leur volume (dépôts). Les polluants organiques qui ont besoin d'oxygène, évoluent et dégageront des odeurs par putréfaction. Dans ce cas, le métabolisme continu, et leur rejet qui gêne l'environnement ; ces éléments doivent être traités avant leur évacuation [11].

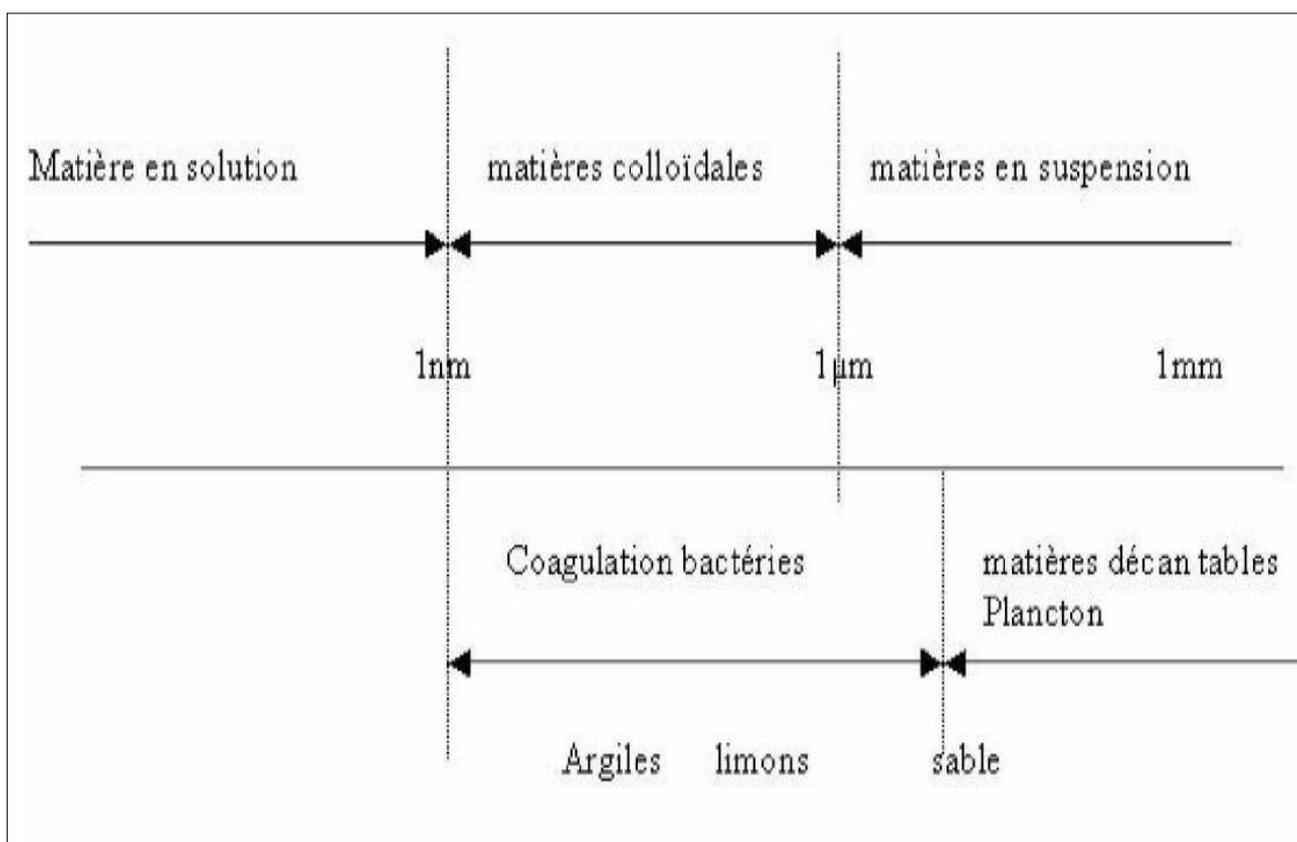


Figure I.1: Etats dispersés-états dissous [12].

I.5.2.Polluants chimiques:

Ces substances exercent un effet toxique sur les matières organiques et les rendent plus dangereuse [13].

Les polluants chimiques sont classés en cinq catégories [14] :

- Les polluants chimiques dits indésirables (nitrate, les composés phosphorés et les sels ammoniacaux).
- Les polluants chimiques toxiques.
- Les pesticides et produits apparentés.
- Les hydrocarbures.
- Les détergents.

I.6.Importance du traitement des eaux :

L'assainissement, autrement appelé dépollution, a pour fonction de préserver la qualité de la vie en débarrassant les eaux usées de leur pollution, avant leur retour dans le milieu naturel. L'apport, au quotidien, du service d'assainissement est donc considérable. Il a un rôle important dans :

- la protection sanitaire des populations ; grâce au traitement des eaux usées, les rivières ne se transforment pas en égouts. Avec des traitements encore plus complets, les eaux de baignade sont protégées de la présence de virus ou de bactéries qui peuvent propager des maladies.
- la contribution décisive au maintien de la qualité de l'environnement et des activités liées à l'eau, qu'il s'agisse de tourisme (sites, rivières, plans d'eau, lieux de baignade, de pêche, etc.) ou de pisciculture. L'agriculture et l'industrie ont également besoin d'eau pour assurer leur développement [15].

I.7. Qualité physico-chimique des eaux :

I.7.1. Paramètres physico-chimiques :

I.7.1.1. Température : T°

La température est un facteur écologique important des milieux aqueux. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Elle joue un rôle important dans la nitrification et la dénitrification biologique.

La nitrification est optimale pour des températures variant de 28 à 32°C par contre, elle est fortement diminuée pour des températures de 12 à 15°C et elle s'arrête pour des températures inférieures à 5°C. [8]

I.7.1.2. Potentiel d'Hydrogène (pH) :

Les organismes sont très sensibles aux variations du pH, et un développement correct de la faune et de la flore aquatique n'est possible que si sa valeur est comprise entre 6 et 9. L'influence du pH se fait également ressentir par le rôle qu'il exerce sur les autres éléments comme les ions des métaux dont il peut diminuer ou augmenter leur mobilité en solution bio disponible et donc leur toxicité. Le pH joue un rôle important dans l'épuration d'un effluent et le développement bactérien. La nitrification optimale ne se fait qu'à des valeurs de pH comprises entre 7,5 et 9. [8]

I.7.1.3. Matières en suspension (MES) :

Elles représentent, la fraction constituée par l'ensemble des particules, organiques (MVS : Les matières volatiles en suspension) ou minérales (MMS : Les matières minérales), non dissoutes de la pollution.

Elles constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel. Les MES s'expriment par la relation suivante [8] :

$$\text{MES} = 30\% \text{ MMS} + 70\% \text{ MVS}$$

I.7.1.4. Conductivité électrique (CE) :

La conductivité est la propriété que possède une eau à favoriser le passage d'un courant électrique. Elle fournit une indication précise sur la teneur en sels dissous (salinité de l'eau). La conductivité s'exprime en micro Siemens par centimètre et elle est l'inverse de la résistivité qui s'exprime en ohm par centimètre. La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau. Sa mesure est utile car au-delà de la valeur limite de la salinité correspondant à une conductivité de 2500 $\mu\text{Sm/cm}$, la prolifération de microorganismes peut être réduite d'où une baisse du rendement épuratoire [8].

I.7.1.5. Turbidité :

La turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes. Elle est causée, dans les eaux, par la présence de matières en suspension (MES) fines,

comme les argiles, les limons, les grains de silice et les microorganismes. Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence de matières colloïdales d'origine organique ou minérale [16].

I.7.1.6. Oxygène dissous :

L'oxygène est toujours présent dans l'eau. Sa solubilité est fonction de la pression partielle dans l'atmosphère et de la salinité. La teneur de l'oxygène dans l'eau ne dépasse rarement 10 mg/l. Elle est fonction de l'origine de l'eau ; l'eau usée domestique peut contenir de 2 à 8 mg/l [8].

I.7.1.7. Demande biochimique en oxygène (DBO₅) :

La DBO₅ est définie comme étant la quantité d'oxygène consommée par les bactéries, à 20°C à l'obscurité et pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablementensemencé, temps qui assure l'oxydation biologique d'une fraction de matière organique carbonée.

Ce paramètre mesure la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction des matières organiques grâce aux phénomènes d'oxydation par voie aérobie. Pour la mesurer, on prend comme référence la quantité d'oxygène consommée au bout de 5 jours, c'est la DBO₅. [8]. Elle se résume à la réaction chimique suivante :

Substrat + microorganisme + O₂ → CO₂ + H₂O + énergie + biomasse

I.7.8. 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. La valeur du rapport DCO/DBO indique le coefficient de biodégradabilité d'un effluent, il permet aussi de définir son origine. [16].

Généralement la valeur de la DCO est :

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 : $MO = (2 DBO_5 + DCO) / 3$.

I.8. Les normes algériennes de rejets des effluents :**Tableau I.2:** Les normes de rejet des eaux usées en vigueur en Algérie.

Paramètres	Unités	Valeurs limites	Tolérance des valeurs limites des anciennes installations
Température	C°	30	30
PH	/	6.5-8.5	6.5-8.5
MES	mg/L	30	40
DCO	mg/L	90	130
DBO ₅	mg/L	30	40

Chapitre II : Matériels et méthodes

Chapitre II : Matériel et méthodes :

II.1. Présentation de la zone d'étude :

II.1.1. Localisation de la station d'épuration d'Ibn Ziad :

La Station d'épuration des eaux usées IBN ZIAD est située à 12 km de la ville de Constantine, dans la daïra de Hamma Bouziane¹, sur la route de Mila (Figure II.1). Elle s'étend sur une superficie de 12 hectares.

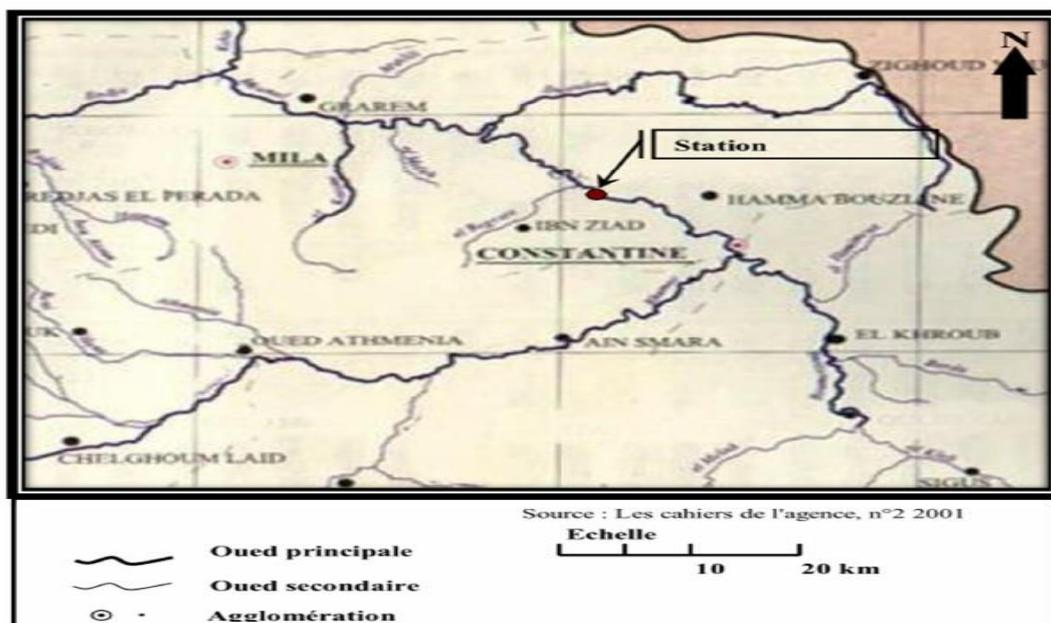


Figure II.1: Localisation de la station d'épuration

II.1.2. La Capacité du traitement des eaux usées :

La station d'épuration d'Ibn Ziada été conçue en 1978 par des Yougoslaves, pour traiter un débit moyen de 150 l/s avec une capacité maximum de 800 à 1000 l/s. C'est une station d'épuration à boues Activées, prévue pour 450.000 habitants équivalents. Elle a été mise à l'essai le 15/05/1997, et en service réel le 15/09/1997 ; elle traite aujourd'hui une partie des rejets d'eaux usées déversées par la ville de Constantine.

II.1.3. La Qualité des eaux usées brutes :

Les eaux usées se classent généralement en deux catégories : les eaux domestiques et les eaux industrielles. La station d'épuration d'Ibn Ziad traite les eaux usées domestiques et pluviale de la ville de Constantine. Elles sont acheminées à la station par une conduite unitaire à écoulement gravitaire (photo II.1).



Photo II.1: Conduite principale des eaux usées qui alimentent la station d'épuration

Tableau II.1: Capacité nominale de traitement et qualité moyenne requise des eaux usées brute.

Paramètres	Qualité
Débit d'entrée journalier moyen	69 120 m ³ /j (800 l/s)
Débit de Pointe	8 640 m ³ /h (2400 l/s)
Demande chimique en oxygène (DCO)	0,13 Kg/h/j
Charge moyenne de DCO/jour	49 920 kg/j
Concentration moyenne de DCO	722 mg/l
Demande biologique en oxygène (DBO)	0,054 kg/h/j
Charge moyenne de DBO/jour	20 736 kg
Concentration moyenne de DBO	300 mg/l
Charge de solide en suspension (SS)	0,09 kg/h/j
Charge moyenne de SS/jour	34 560 kg
Concentration moyenne de SS	500 mg/l
Concentration en ammonium NH ₄ ⁺	50 mg/l
Charge d'ammonium par jour NH ₄ ⁺	3 456 kg

II.1.4. La qualité de l'effluent traité :

La qualité de l'effluent traité devra correspondre aux caractéristiques suivantes :

Tableau II.2: Normes pour la réutilisation des eaux usées épurées et rejet en zones sensibles
(Source : A.N.P.E, 1996)

STEP de Constantine	EN Europe (CEE)
MES:10mg/l	MES:10mg/l
DBO :10mg/l	DBO :10mg/l
DCO : 70mg/l	DCO : 50mg/l
Azote total : 10mg/l	Azote total : 10mg/l
Phosphore totale :1mg/l	Phosphore totale :1 mg/l

L'effluent traité est rejeté actuellement dans l'Oued Rhumel. Il pourrait être pompé pour l'irrigation.

II.1.5. Etat de fonctionnement normal de la station :

En fonctionnement normal, les équipements suivants seront utilisés :

- Deux cribles de service, le troisième de secours.
- Les deux canaux dessaleurs de service.
- Les quatre bassins d'aération de service.
- Les huit bassins de décantation secondaires de service.
- Deux pompes à vis de service, le troisième de secours.
- Les deux épaisseurs de boue de service.
- Tous les lits de séchage de service selon les besoins.

L'installation de chloration de service selon les besoins.

Deux pompes surnageantes, une de service et une de secours.

Les eaux usées brutes contiennent des particules solides, de la graisse, du sable et d'autres matières qui peuvent se déposer provoquant des blocages qui peuvent créer des poches de conditions septiques. Il est vital de veiller à nettoyer régulièrement les unités de service et, si nécessaire, de vidanger par pompage les unités de secours ou en cours de réparation.

II.1.6. Traitement :

Les eaux usées brutes arrivent à la station par un égout gravitaire. La filière d'épuration des eaux usées utilisée dans la station est la suivante :

- Criblage grossier à l'aide de crible à barreaux mécaniques.
- Dégrillage grossier par grilles avec râteau manuel.
- Dessablage et dégraissage par le biais de canaux dessaleurs aérés, avec écumage.
- Le traitement biologique est accompli dans des bassins d'aération à boues activées.
- Décantation dans les clarificateurs circulaires raclés secondaires.
- Les boues activées de retour sont refoulées par pompage à vis et criblées au travers de cribles à barreaux moyens.
- Les eaux usées traitées utilisées aux fins de l'irrigation sont désinfectées au chlore.
- ✓ Désinfection au chlore (de la proportion du débit destiné à l'irrigation) cependant cette phase n'est pas encore réalisée.
- ✓ Les boues excédentaires provenant du procédé d'épuration subissent le traitement suivant :
- ✓ Epaissement dans des épaisseurs à grille racleuse.
- ✓ Séchage par évaporation naturelle dans des lits de séchage des boues.

II.1.6.1. Prétraitement:

II.1.6.1.1. Criblage grossier:

Tous les débris solides tels que les papiers, chiffons, brindilles, etc., sont éliminés à travers des grilles (cribles à barreaux mécaniques).

L'égout d'amenée déverse les eaux usées dans une chambre de réception à l'entrée de la station, de là, les eaux usées sont envoyées dans les cribles. Ceux-ci se comportent en trois jeux de cribles à râteaux mécaniques constituées de barreaux de 12 mm de large espacés de 20 mm, en parallèle (Photo II.2).



Photo II.2: Vue des deux entrées de l'eau usée au criblage grossier, avec des ouvertures manuelles qui en service.

Chaque crible est muni d'une vanne d'entrée et de sortie, et a une capacité maximale de 1200 l/s et un débit de pointe de 0,9 m³/s. Deux des cribles sont des unités de service, le troisième est une unité de secours.

Les débris de criblage sont enlevés de la partie supérieure du crible, placés sur une courroie de transport et déversés dans une benne pour l'évacuation définitive.

Tableau II.3 : Le matériel de criblage

Cribles	Caractéristiques
Type	Bureaux râpeaux mécaniques
Nombre d'unités	3 (2 en service, 1 de secours)
Capacité (chacun)	1200 l/s
Largeur	2 m
Épaisseur du barreau	12 mm
Espacement des barreaux	20 mm

II.1.6.1.2. Séparation du sable et de la graisse :

Les canaux dessaleurs sont conçus de manière à permettre l'utilisation permanente des deux unités. Il est important de ne pas laisser le sable s'accumuler dans ces canaux mais de l'enlever constamment. Le sable et la graisse sont éliminés des eaux usées dans un canal aéré à écoulement en spirale et à double compartiments, les deux moitiés du canal fonctionnent ensemble et en parallèle.

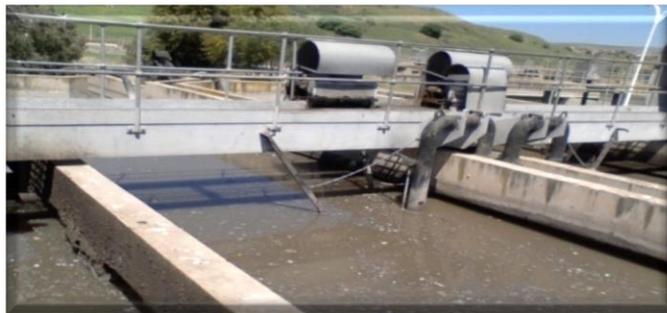


Photo II.3 : vue d'ensemble sur la séparation du sable et de la graisse.

Les eaux usées criblées entrent dans le canal à bas niveau. Les agitateurs à air ,installés au fond du canal provoquent une rotation spirale du débit permettant au gravier et au sable de se déposer au fond du canal tandis que la matière organique reste suspendue. Les graisses et les huiles montent à la surface et demeurent dans le canal d'aération pendant quatre minutes environ.

Un pont roulant à entraînement électrique, acheminé sur des rails le long du bassin, s'étend au-dessus des canaux à sable. Des pompes élévatoires sont suspendues sur le pont avec des tuyaux d'aspiration dans chaque moitié du bassin dessaleurs. Le sable retiré est refoulé dans un canal de décharge et est rincé dans un clarificateur électrique. De là, il est envoyé dans une benne pour évacuation définitive.

Le pont roulant supporte également un écrémeur qui enlève la graisse de la surface du bassin et la transporte dans une trémie collectrice pour évacuation définitive.

TableauII.4: Les dimensions du bassin de séparation sable/graisse

Bassins	Dimensions
Nombre d'unités	2
Longueur	14,5 m
Largeur	5,0 m
Profondeur	5,0 m (niveau d'entrée)

Le prétraitement qui est un procédé uniquement mécanique, permet l'élimination des débris non biodégradables qui risqueraient d'entraver le procédé d'épuration de la station.

II.1.6.2. Traitement secondaire (biologique):

II.1.6.2.1. Bassins d'aération:

Les eaux usées criblées et dessablées s'écoulent vers une chambre de séparation et de mélange où elles sont divisées en quatre parties (Photo II.4). Les boues activées sont ajoutées à chaque partie et le mélange s'écoule dans les unités d'aération. Quatre bassins d'aération fonctionnent en parallèle.

Dans le processus d'activation des boues, des bactéries décomposent les matières biodégradables, présentes dans les eaux usées, en utilisant l'oxygène dissous dans l'eau.

Les eaux usées traitées sont envoyées des bassins d'aération vers les clarificateurs secondaires, où les boues activées sont séparées des eaux usées traitées et purifiées. Une partie des boues activées décantées sont envoyées à la chambre de mélange et ajoutées à des eaux usées plus décantées ; les boues activées excédentaires sont épaissies et envoyées aux lits de séchage. Ce processus est continu.

Chaque bassin d'aération fait 63m de long sur 42m de large et est divisé en six compartiments. Une paroi centrale divise le bassin en deux moitiés avec des divisions sous l'eau. Des mélangeurs et des aérateurs sont suspendus sur les ponts en béton qui longent chaque moitié du bassin.



Photo II.4 : Bassins d'aération.

Les deux premiers compartiments sont nommés « zones anoxiques » et sont munis de mélangeurs visant à assurer la suspension du mélange "boues activée et eaux usées" (liqueur mixte). Les quatre derniers compartiments sont munis d'aérateurs mécaniques superficiels alimentés par la liqueur mixte en oxygène dissous. Le dernier déversoir de sortie peut être relevé ou abaissé pour modifier le niveau de submersion des aérateurs et, en conséquence, l'ampleur d'aération.

La liqueur mélangée traitée passe sur le déversoir de sortie et est envoyée dans les bassins de décantation secondaires. Les boues activées y sont décantées des eaux usées traitées et purifiées.

Tableau II.5: Caractéristiques des bassins d'aération

Généralités	
Type	Boues activées
Charge de boue	0,01 kg DBO/kg LMSS/j
Liqueur mixte SS	3 500 mg/l
Coefficients de recyclage	100% (pour le débit moyen de l'installation)
Nombre d'unités	4
Longueur (chacun)	63 m
Largeur (chacun)	42 m
Profondeur	5,6 m
Nb total de zones de réaction par bassin	6
Anoxique	2
Aérobie	4

II.1.6.2.2. Decantation secondaire :

La liqueur mélangée s'écoule dans l'un des huit bassins de décantation secondaires, disposés parallèlement les uns aux autres, où les boues activées tombent au fond du bassin et sont enlevées. Chaque bassin fait 39m de diamètre avec une paroi latérale de 2,5m de profondeur et une pente de sol de 4,5° (Photo II.5).

La liqueur mélangée entre au centre du bassin par un agitateur central et traverse le bassin vers le déversoir de sortie. Chaque bassin peut être isolé par une vanne.



Photo II.5: Décanteurs secondaires

Chaque bassin est muni d'un pont racleur pleine largeur à entraînement électrique. Les ponts sont munis de passerelles avec garde-corps, échelles d'accès et racleurs à ailettes immergés.

Les racleurs entraînent les boues activées décantées vers le centre du bassin et dans une trémie centrale. De là, elles sont acheminées hydrostatiquement vers quatre chambres de recueil des boues ; chaque chambre dessert deux bassins de décantation. Des ailettes, installées sur les ponts à racleur, écrèment la surface des bassins et envoient toute écume flottante vers une trémie à écume qui les écoule dans le tuyau à écume.

Les eaux usées traitées de sortie s'écoulent dans un canal de sortie commun qui les renvoie à l'Oued Rhumel. On peut soustraire jusqu'à 300 l/s d'eaux usées traitées aux fins de l'irrigation après les avoir traitées au chlore.

Tableau II.6 : Les dimensions des décanteurs secondaires

Bassins	dimension
Nombre	8
Diamètre (interne)	39,0 m
Profondeur	2,5 m
Pente du sol	4,5°

II.1.6.2.3. Boues activées de retour :

Des pompes à vis sont utilisées pour renvoyer les boues activées vers les bassins d'aération pour traiter une nouvelle quantité d'eaux usées (Photo II.6).



Photo II. 6 : Vue des trois pompes à vis

Il y a trois pompes de 1,64m de diamètre avec une inclinaison de 30° chacune. Les boues remontent sur 4m vers la décharge d'où elles s'écoulent par gravité vers le canal de partage de l'écoulement.

Un déversoir triangulaire de 90° dans le canal d'amenée de détourner une proportion mesurée de boues activées vers les bassins épaisseurs. La quantité peut être ajustée avec une vanne manuelle.

Les boues activées de retour sont criblées par des cribles ratissés manuellement comportant des barreaux de 12m espacés de 25mm. Les débits de boues de retour sont mesurés, additionnés et enregistrés par quatre sondes à ultrasons installées sur les canaux jaugeurs.

Bassin d'eau limpide

Les eaux usées traitées requises aux fins de l'irrigation sont détournées du canal des eaux usées traitées vers un bassin d'eau limpide de 180m³ de capacité. Ce bassin offre une durée de retenue de 10 minutes pour un débit maximum des eaux usées traitées d'irrigation de 300 l/s.

Le débit d'entrée dans le bassin est mesuré par un débitmètre magnétique de 400mm et le chlore est ajouté proportionnellement au débit.

Les résidus de chlore sont automatiquement mesurés par un appareil de mesure du chlore.

II.1.6.2.4. Evacuation des boues:

➤ Epaisseurs de boue :

Les boues excédentaires, de la station de pompage des boues de retour, s'écoulent vers deux bassins d'épaississement des boues de 17m de diamètre, munis chacun d'un agitateur à pieux fixé sur le pont et d'un clapet de sectionnement manuel. (Photo II.7).



Photo II.7: Bassins d'assainissement des boues activées

Les boues pénètrent dans le bassin par un tranquillisateur central et sont doucement agitées par l'épaississeur à entraînement électrique.

Ce dernier tourne doucement et les boues épaissies tombent au fond du bassin d'où elles sont raclées vers le bord. Les bassins sont conçus pour épaissir la boue de 0,7% eau/ volume environ.

Les débits de chacun des bassins se combinent et s'écoulent par gravité vers les lits de séchage.

La partie qui surnage passe au-dessus du déversoir périphérique et le débit combiné des deux bassins est renvoyé à la station de pompage des boues de retour.

Tableau II.7 : Caractéristiques de l'installation d'épaississement des boues excédentaires

Paramètres	Dimensions
Nombre d'unités	2
Diamètre (interne)	17,0 m
Profondeur de la paroi latérale	3,5 m

➤ **Lit de séchage des boues:**

Les boues épaissies s'écoulent par gravité des épaississeurs vers l'un des 24 lits de séchage, leur superficie totale est de 21600 m² (PhotoII. 8). Les boues sont distribuées par une série de tuyaux et de clapets. L'eau surnageant est drainée manuellement des lits par un système de vannes et renvoyée à la station pour être traitée. L'eau décantée s'écoule vers un puisard de décantation, puis est refoulée vers le puisard des boues de retour. Le reste de l'eau s'évapore et les boues sèchent à l'air.



Photo II. 8: Lits de séchage.

Tableau II.8 : Caractéristiques des lits de séchage des boues.

Lits	Dimension
Type	Peu profonds, non revêtus
Nombre	24
Superficie totale	21 600 m ²
Commande	Manuel, déversoir

II.1.6.3.Traitement tertiaire:

Le traitement tertiaire représente un post de chloration (mais non équipé), il est normalement destiné à un traitement poussé des eaux usées traitées pour des fins d'irrigation.

II.2. Procède d'épuration de la STEP de Constantine: Représenté par la figure suivante :

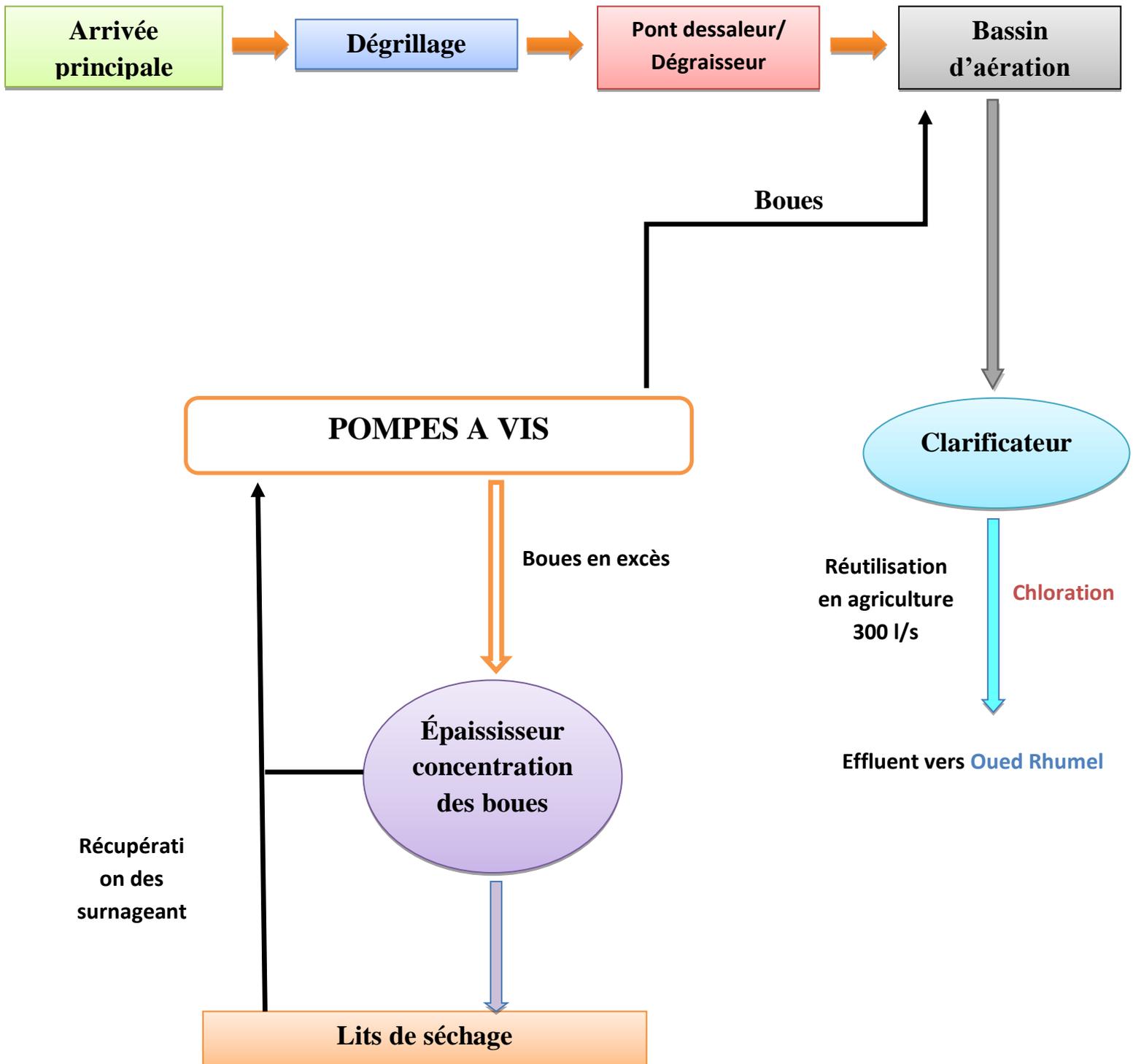


Figure II.2: schéma du Procède d'épuration de la STEP de Constantine

II.3. Prélèvement :

Au cours de cette étude des échantillons ont été prélevés sur 2 points (Figure II.1) :

- Point A : l'entrée de la station (Figure II.1.A).
- Point B : la sortie de la station (Figure II.1.B).



A : Entré

B : Sortie



Figure II.1.A : Entré des eaux de la STEP (Point A).



Figure II.1.B:Sortie des eaux de la STEP (Point B).

II.4.Démarche expérimentale :

II.4.1.Détermination des Paramètres physico-chimiques :

II.4.1.1.Détermination de la température :

La détermination de la température est faite au laboratoire à l'aide d'un appareil Multi 3620IDS, On lit directement la température exprimée en degré Celsius (C°).



Figure II.2: Multi 3620 IDS (laboratoire de STEP de IBN ZAID,2021)

II.4.1.2.Détermination de pH :

***Mode opératoire :**

- Etalonnage de l'appareil (Multi 3620IDS).
- Introduire un volume de l'échantillon d'eau à analyser dans un bécher.
- La lecture est faite après stabilisation de la valeur affichée du pH.

II.4.1.3.Détermination de Conductivité électrique (CE) :

***Mode opératoire :**

- Etalonnage de l'appareil (Multi 3620IDS).
- Introduire un volume de l'échantillon d'eau à analyser (eau brute et eau épurée) dans bécher.
- Les résultats sont exprimés en $\mu\text{S}/\text{cm}$.

II.4.1.4.Détermination de l'oxygène dissous :

***Mode opératoire :**

- Rincer l'électrode avec l'eau distillée
- Prendre un bécher et verser l'échantillon
- attendre 10 minutes pour l'équilibrage de l'appareil
- Entrer l'électrode dans l'échantillon et lire le résultat sur l'afficheur de l'oxymètre.

II.4.1.5. Détermination de la turbidité :

*Mode opératoire :

- Etalonnage de l'appareil (Turbidimètre).
- Introduire un volume de l'échantillon d'eau à analyser dans un tube.
- Les résultats sont exprimés en NTU (Nephelométric Turbidity Unit).



Figure II.3: Turbidimètre 2100N (laboratoire de STEP de IBN ZAID, 2021)

II.4.1.6. Détermination de matière en suspension (MES) :

*Mode opératoire :

- peser le Poids de filtre en vide.
- ajoute 100 ml d'eau analyses.
- Récupérer l'échantillon dans l'étuve à 105 °C pendant 2 heures.
- Mettre le Poids de filtres dans le dessiccateur pendant 30 min pour refroidissement.
- Peser l'échantillon.

* Mesure de matière en suspension (MES) :

Formule pour calculer les MES :

$$\text{MES} = (P2 - P1) \times 1000 / V = (\text{mg/L})$$

Avec :

- ✓ P1 : Poids de filtre initial (vide).
- ✓ P2 : Poids de filtre après séchage.
- ✓ V : volume d'échantillons.



Figure II.4 : Etuve chauffé à 105 °C



Figure II.5: Poids de filtre

II.4.1.7. Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO₅) :

***Matériel nécessaire :**

- Flacons d'échantillons bruns en verre de 500 ml de capacité
- Barreau magnétique d'agitation
- Réservoir de soude en caoutchouc
- Plaque d'agitation
- Entonnoir
- DBO-mètre : OxiTop IS6
- Armoire thermo statée à 20°C

***Réactifs nécessaire :**

- Inhibiteur de nitrification (C₄H₈N₂O) à 5 g/l
- pastille de soude

*** Mode opératoire de la demande biochimique en oxygène (DBO₅) :**

Nous avons utilisé la méthode Respirométrique moyennant un appareil illustré sue (Figure 4) et nous avons suivi les étapes suivantes :

- Homogénéiser l'échantillon dans un homogénéiseur deux minutes.
- Mettre le volume de l'échantillon choisi dans la fiole à trop plein correspondant.
- Ajoute des gouttes de l'inhibiteur de nitrate selon la gamme choisie.
- Mettre le barreau aimanté à l'intérieur de nitrification selon la gamme choisie.
- Mettre 2 pastilles de soude (NaOH) à l'intérieur de réservoir de soude et placer à l'orifice de bouteille d'échantillon.
- viser hermétiquement la tête de mesure sur la bouteille d'échantillon.
- appuyé simultanément sur la touche S et M de la tête de mesure jusqu'à ce que l'affichage indique « 00 ».
- placer la préparation à l'intérieur de l'étuve thermostatés à 20 °C et à l'obscurité sur la plaque d'agitation.
- consulter l'affichage après chaque 24 h en appuyant sur la touche S.



Figure II.6: DBO₅ mètre OxiTop IS6 (laboratoire de STEP de IBN ZAID, 2021)

Après le cinquième jour lire le résultat sur la tête de mesure. multiplier par le coefficient de diffusion. Le résultat correspond à la consommation d'oxygène en mg/L.

Tableau II.9 : volumes d'échantillons pour la DBO₅

Prélèvement	Volume (ml)	Gamme (mg/l)	Facteur de dilution
Entrée	97	0-800	20
Sortie	250	0-200	5

II.4.1.8. Détermination de la demande chimique en oxygène DCO :

- Réacteur (minéralisateur) à 150°C
- Méthode de semi-micro de le DCO HACH
- Tube DCO0-1500 mg/l pour les fortes concentrations.

*** Réactifs nécessaire :**

Pour chaque tube de la DCO (forte gamme).

- _ sulfate d'argent
- _ Dichromate de potassium
- _ Sulfate de mercure
- _ Acide sulfurique pur

*** Mode opératoire de la demande chimique en oxygène DCO :**

Nous avons utilisé la micro méthode. Elle repose sur la méthode colorimétrique

- Homogénéiser l'eau à analyser en agitant pendant deux minutes.
- Allumer le réacteur à DCO (Figure 3) et préchauffer à 150 C°.
- Retirer le bouchon d'un tube.
- Prélever 2ml d'eau à analyser et les introduire dans le tube contenant les réactifs.
- Fermer hermétiquement le bouchon du tube.
- En tenant le tube par le bouchon au-dessus d'un évier. Le retourner fois pour mélanger le contenu. Placer le tube dans le réacteur.
- Préparer un blanc en remplaçant l'échantillon par de l'eau dés ionisée.
- Chauffer les tubes pendant 2 heures.
- Eteindre le réacteur. Attendre environ 30 min le refroidissement des tubes à 120 C° ou au-dessous.
- Retourner chaque tube plusieurs fois pendant qu'il est encore chaud. Placer les tubes sur portoir. Attendre que les tubes soient refroidis.



Figure II.7: Réacteur DCO à 150°C (laboratoire de STEP d'Ibn Ziad).

L'analyse se fait ensuite en mettant le tube refroidi dans le photomètre et la valeur de la DCO est directement affichée en mettant sur le programme de la DCO.

Chapitre III :

Résultats et discussion

Chapitre III : Résultats et discussion :

Dans ce chapitre, nous allons présenter tous les résultats des analyses physico-chimiques des eaux usées, avant et après traitement pendant sept mois, effectuées sur la station d'épuration Ibn Ziad Constantine.

III.1. La Température :

Pour les eaux usées brutes, la valeur maximale est de $(22,7 \pm 0,81 \text{ C}^\circ)$ et la valeur minimale est de l'ordre de $(19,5 \pm 1,81 \text{ C}^\circ)$. Au niveau des eaux traitées, la valeur maximale de température enregistrée est de $(22,9 \pm 0,34 \text{ C}^\circ)$ alors que la valeur minimale est de $(16,8 \pm 2,46 \text{ C}^\circ)$.

(Figure III.1)

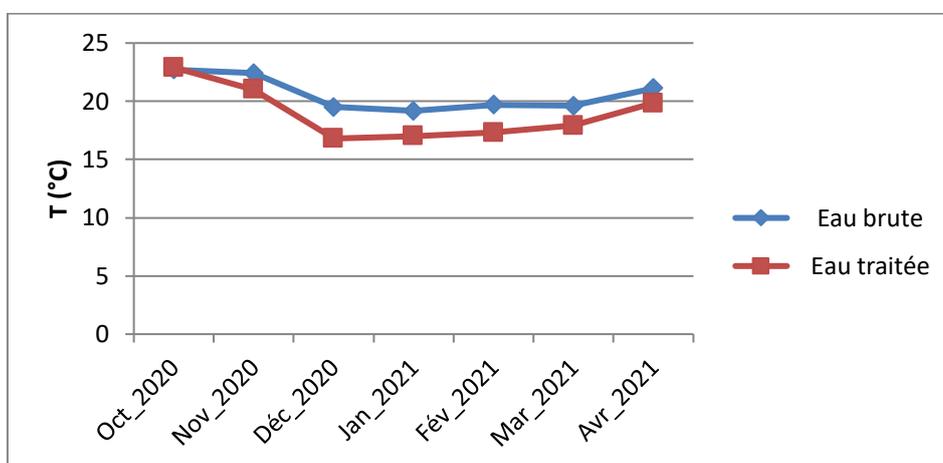


Figure III.1 : Variation de la température des eaux brutes et traitées de la STEP Ibn Ziad.

Les résultats indiquent que la température est inférieure à $30 \text{ }^\circ\text{C}$ Donc les résultats sont acceptables. Cette variation de la température des eaux est fonction de la variation saisonnière de la température de l'aire. Il est important de mesurer parce qu'il régule la concentration maximale d'oxygène dissous dans l'eau. La température influence le taux de réactions chimiques et biologiques.

Tableau III.1 : Grille d'appréciation de la qualité de l'eau par la température (Masson, 1998)

Température	Qualité	Classe
$\leq 20\text{C}^\circ$	Normale	1A
$20\text{C}^\circ_22\text{C}^\circ$	bonne	1B
$22\text{C}^\circ_25\text{C}^\circ$	moyenne	2
$25\text{C}^\circ_30\text{C}^\circ$	Médiocre	3
$\geq 30\text{C}^\circ$	mauvaise	4

D'après la grille d'appréciation de la qualité de l'eau en fonction de la température (tableau), nous constatons que les eaux de la station Ibn Ziad sont de qualité normale et bonne (classe 1A et 1B).

III.2. Potentiel Hydrogène (pH) :

Pour les eaux usées brutes, la valeur maximale est de $(8,16 \pm 0,17)$ et la valeur minimale est de l'ordre de $(7,48 \pm 0,21)$. Au niveau des eaux traitées, la valeur maximale de pH enregistrée est de $(8,02 \pm 0,2)$ alors que la valeur minimale est de $(7,7 \pm 0,14)$. (**Figure III.2**)

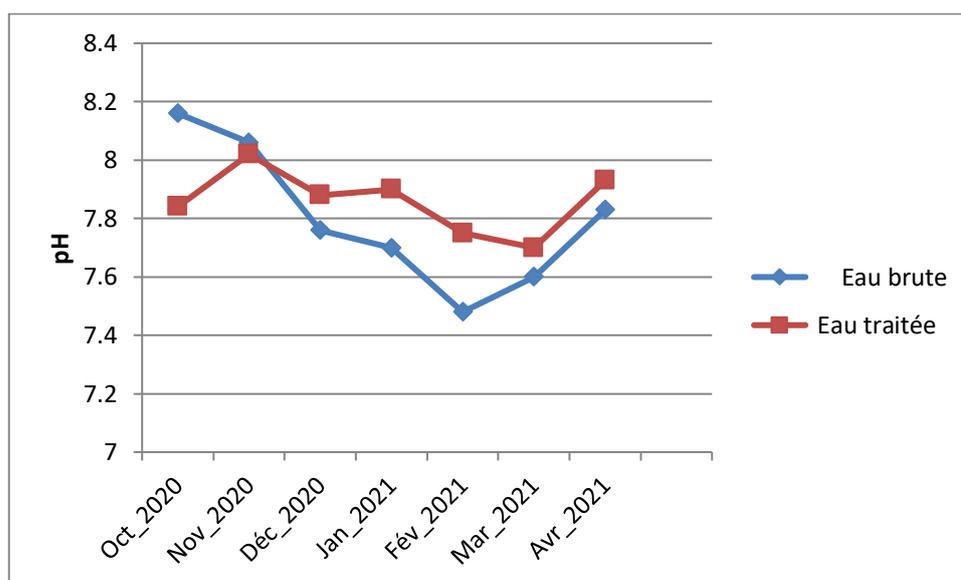


Figure III.2 : Variation du potentiel d'hydrogène (pH) des eaux brutes et traitées de la STEP Ibn Ziad.

Les résultats du pH de la station IBN ZIAD sont compris dans l'intervalle $6,5 < \text{pH} < 8,5$. Ces résultats sont dans les normes algériennes émises donc sont jugés acceptables.

Le pH des échantillons analysés est propice pour l'activité des microorganismes. Les sources d'eaux ont tendance à être légèrement acide à cause des précipitations et des polluants qui sont dans l'eau.

Tableau III.2: Aptitude à la biologie en fonction du pH (SEQ-EAU, 1999).

Qualité	Très bonne	Bonne	Passable	Mauvaise	Très mauvaise
pH	8	8,5	9	9,5	>9,8

D'après l'aptitude à la biologie en fonction du pH (tableau), nous constatons que les eaux de la station Ibn Ziad sont de qualité très bonne.

III.3. La conductivité électrique(CE) :

Pour les eaux usées brutes, la valeur maximale est de $(1957 \pm 328,2(\mu\text{s}/\text{cm}))$ et la valeur minimale est de l'ordre de $(1647 \pm 115,14(\mu\text{s}/\text{cm}))$. Au niveau des eaux traitées, la valeur maximale de CE enregistrée est de $(1797 \pm 92,42(\mu\text{s}/\text{cm}))$ alors que la valeur minimale est de $(1460 \pm 54,73(\mu\text{s}/\text{cm}))$.(Figure III.3)

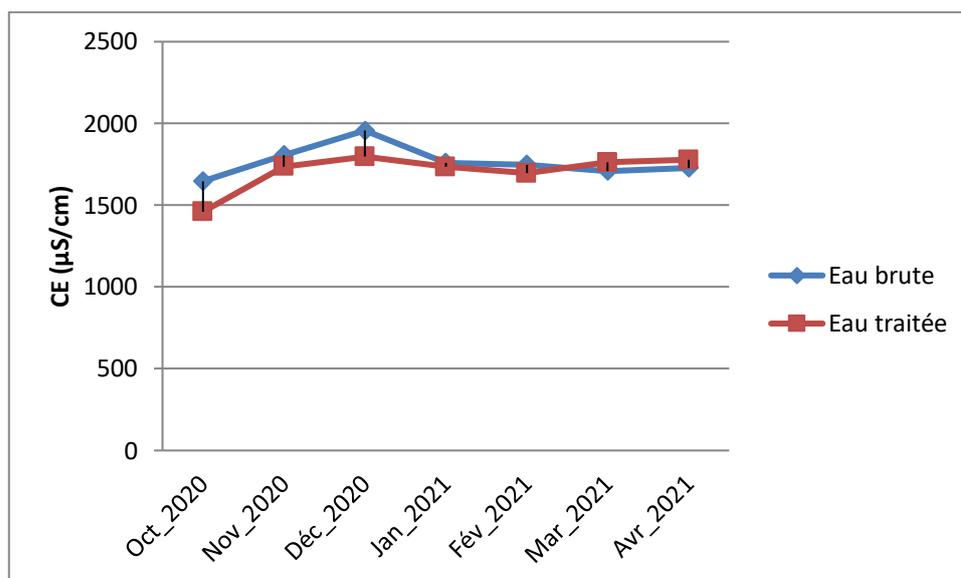


Figure III.3 : Variation de la conductivité électrique des eaux brutes et traitées de la STEP Ibn Ziad.

Donc les résultats indiquent que il y' une quantité des sels dissous dans les eaux usées. Dans la réglementation Algérienne la valeur indicative de la conductivité c'est $(2800 \mu\text{s}/\text{cm})$ à 20 C° , Donc les résultats sont acceptables.

L'estimation de la quantité totale de matières dissoutes peut être obtenue par la multiplication de la valeur de la conductivité par un facteur empirique dépendant de la nature des sels dissous et de la température de l'eau. La connaissance du contenu en sels dissous est importante dans la mesure où chaque organisme aquatique a des exigences propres en ce qui concerne ce paramètre. Les espèces aquatiques ne supportent généralement pas des variations importantes en sels dissous qui peuvent être observées par exemple en cas de déversements d'eaux usées.[18]

Les valeurs enregistrées au cours de cette étude indiquent que la conductivité électrique des eaux usées se caractérise par des valeurs relativement élevées dues probablement aux charges polluantes. Selon Franck (2002), tout rejet polluant s'accompagne d'un accroissement de la conductivité.

La norme de la conductivité électrique en Algérie est (3 ds/m) donc les résultats de la conductivité sont dans les normes.

III.4. La salinité :

Dans les eaux usées brutes, la valeur maximale est de $(0,95 \pm 0,3)$ et la valeur minimale est de l'ordre de $(0,80 \pm 0,07 \text{ et } \pm 0,1)$. Au niveau des eaux traitées, la valeur maximale de salinité enregistrée est de $(0,87 \pm 0,05)$ et la valeur minimale est de $(0,7 \pm 2,26)$. (**Figure III.4**)

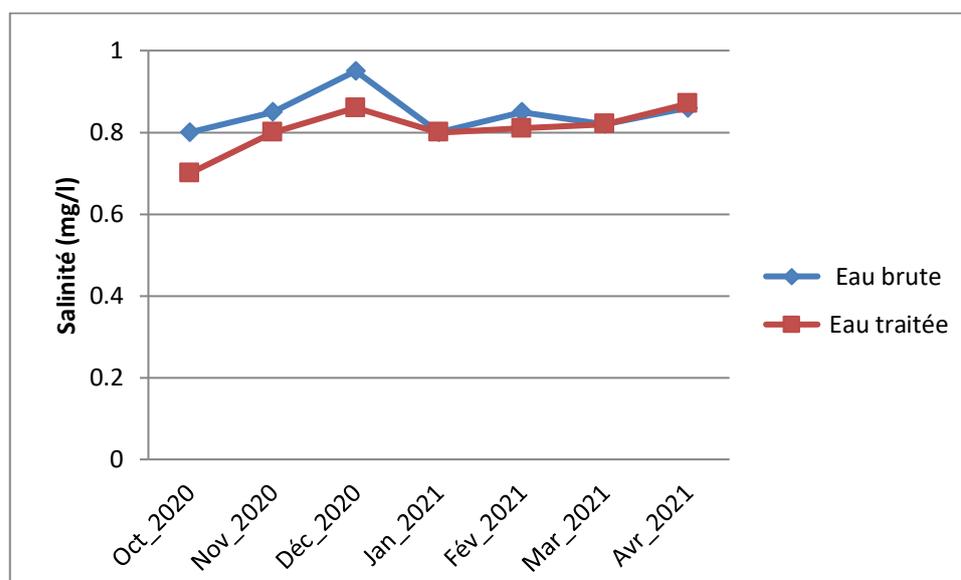


Figure III.4: Variation de la salinité des eaux brutes et traitées de la STEP Ibn Ziad

Dans la station Ibn Ziad la salinité ne dépasse pas la valeur « 1 », Donc les résultats sont acceptables.

Depuis 1978, la salinité est officiellement mesurée à partir de la conductivité électrique de l'eau. La salinité (S) d'un échantillon d'eau est donnée par le rapport K de la conductivité électrique de cet échantillon à 15°C et à la pression atmosphérique (1 013 hPa), et de la conductivité d'une solution de chlorure de potassium dans laquelle la fraction en masse de KCl est 0,0324356 dans les mêmes conditions de température et de pression. Si $K = 1$ la salinité est de 35. Comme il s'agit d'un rapport, elle s'exprime sans unité mais on trouve encore des salinités exprimées en g/kg ou en psu (practical salinity unit) [19].

III.5. La turbidité :

Dans les eaux usées brutes, la valeur maximale est de $(268 \pm 33,36 \text{NTU})$ et la valeur minimale est de l'ordre de $(147 \pm 56,5 \text{NTU})$. Au niveau des eaux traitées, la valeur maximale de la turbidité enregistrée est de $(48 \pm 59,2 \text{NTU})$ et la valeur minimale est de $(10,3 \pm 4,43 \text{NTU})$. (**Figure III.5**)

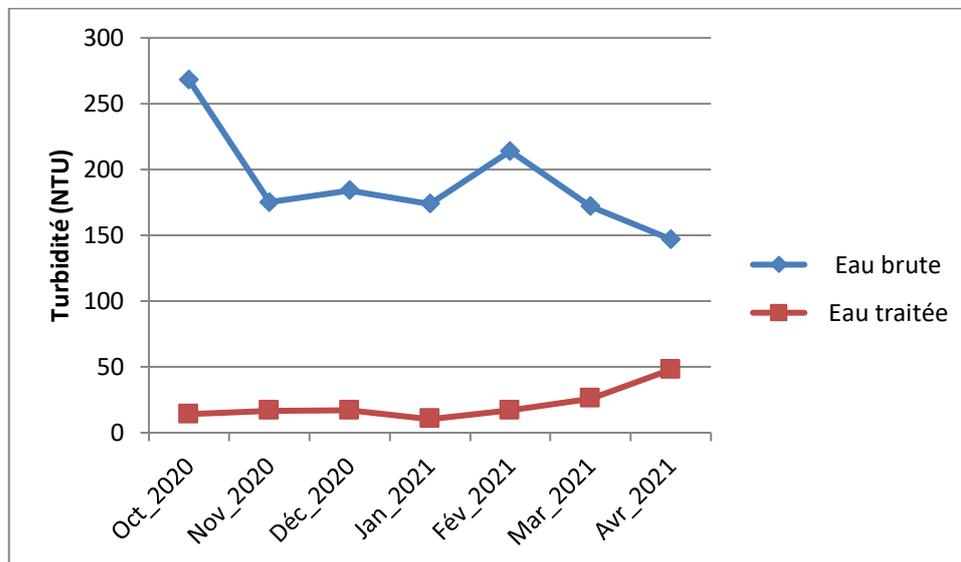


Figure III.5 : Variation de la turbidité des eaux brutes et traitées de la STEP Ibn Ziad.

La **turbidité** maximale fixée par la réglementation française est de 0,5 ou 2 NFU selon les lieux de mesure. La **turbidité** joue un rôle très important dans les traitements d'eau. - Elle indique une probabilité plus grande de présence d'éléments pathogènes [20].

Dans la réglementation Algérienne la valeur indicative de la turbidité c'est (5NTU) donc les résultats ne sont pas acceptable et indiquent que l'eau est trouble par des éléments pathogènes.

III.6. les matières en suspension (MES) :

Pour les eaux usées brutes, la valeur maximale est de $(273 \pm 33,11 \text{ (mg/l)})$ et la valeur minimale est de l'ordre de $(159 \pm 57,58 \text{ (mg/l)})$. Au niveau des eaux traitées, la valeur maximale des matières en suspension enregistrée est de $(50 \pm 59,2 \text{ (mg/l)})$ alors que la valeur minimale est de $(12 \pm 4,14 \text{ (mg/l)})$.

(**Figure III.6**)

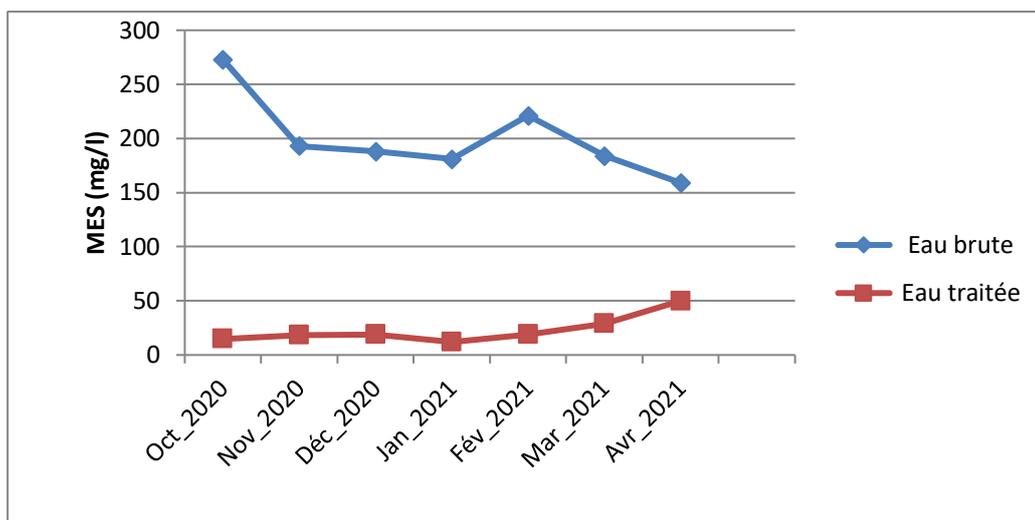


Figure III.6 : Variation des matières en suspension des eaux brutes et traitées de la STEP Ibn Ziad

Selon la capacité nominale de traitement et qualité moyenne requise des eaux usées brutes rédiger la concentration moyenne des matières en suspension par (**500(mg/l)**) dans la station d'Ibn Ziad donc les résultats sont acceptables.

Les MES proviennent des rejets urbains ainsi que des phénomènes d'érosion des sols en milieu rurale. Elles sont responsables de dépôts dans les canalisations de réseaux urbaines.

D'après les normes pour la réutilisation des eaux usées épurées et rejet en zones sensibles (Source : A.N.P.E, 1996)

STEP de Constantine	EN Europe (CEE)
MES:10 mg/l	MES:10 mg/l

Nous constatons que les résultats des eaux usées épurées da la station Ibn Ziad ne sont pas bon parce que il y'à des problèmes dans la station pour améliorer la qualité des eaux usées et pour la réutilisation des eaux.

III.7. La demande biochimique en oxygène (DBO₅) :

Pour les eaux usées brutes, la valeur maximale est de (380 ± 19,46 (mg/l)) et la valeur minimale est de l'ordre de (214± 71,1 (mg/l)). Au niveau des eaux traitées, la valeur maximale de DBO₅ enregistrée est de(78 ± 34,67 (mg/l)) alors que la valeur minimale est de(19,1 ± 7,16 (mg/l)).

(**Figure III.7**)

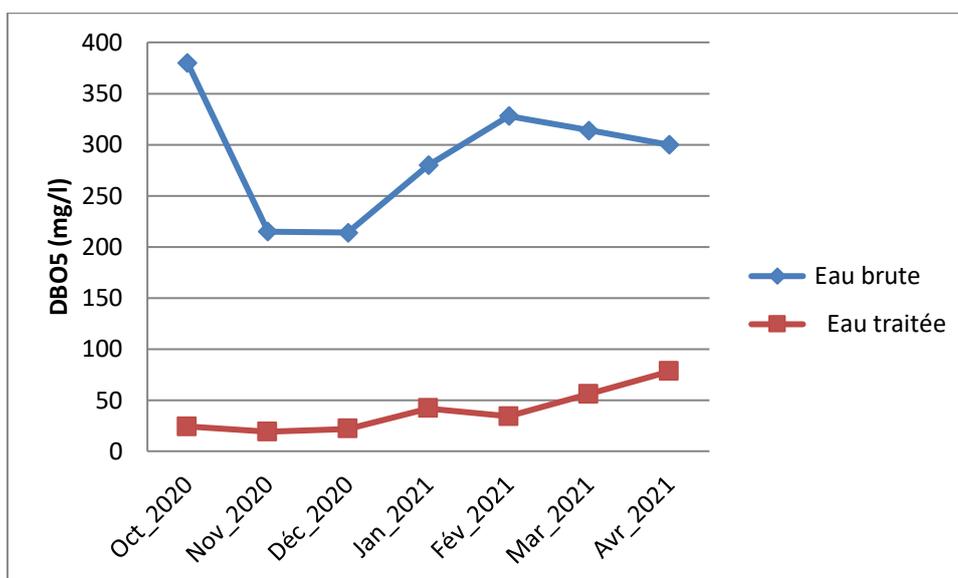


Figure III.7 : Variation de la demande biologique en oxygène des eaux brutes et traitées de la STEP Ibn Ziad.

La DBO₅ indique la quantité d’oxygène suffisante pour dégrader la matière organique qui présente dans les eaux usées. Selon la capacité nominale de traitement et qualité moyenne requise des eaux usées brutes rédiger la concentration moyenne de la DBO₅ par (300(mg/l) donc les résultats sont acceptables, Sauf dans « Octobre (380(mg/l) Février (328(mg/l) _Mars (314(mg/l) » les résultats ne sont pas acceptable.

D’après les normes pour la réutilisation des eaux usées épurées et rejet en zones sensibles (Source : A.N.P.E, 1996)

STEP de Constantine	EN Europe (CEE)
DBO:10 mg/l	DBO:10 mg/l

Nous constatons que les résultats des eaux usées épurées da la station Ibn Ziad ne sont pas bon et ne sont pas acceptables .Donc nous remarquons que l’efficacité de traitement des eaux usées dans la station d’épuration d’Ibn Ziad ce n’est pas bon.

III.8. La demande chimique en oxygène (DCO) :

Pour les eaux usées brutes, la valeur maximale est de (521 ± 130 (mg/l)) et la valeur minimale est de l’ordre de (416± 67,01 (mg/l)). Au niveau des eaux traitées, la valeur maximale de DCO enregistrée est de (96 ± 20,75 (mg/l)) alors que la valeur minimale est de (42 ± 9,05 (mg/l)).(Figure III.8)

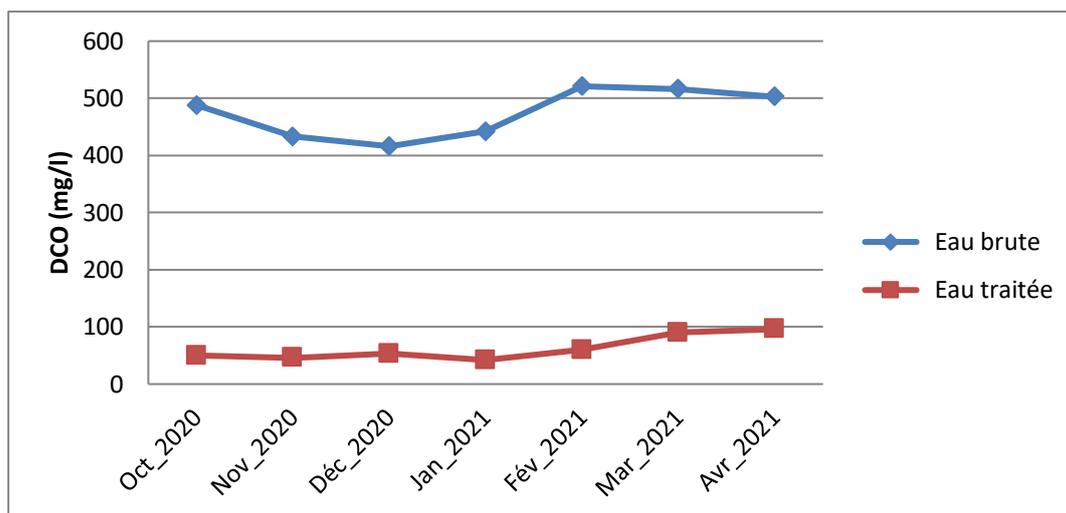


Figure III.8 : Variation de la demande chimique en oxygène des eaux brutes et traitées de la STEP Ibn Ziad.

La teneur en DCO dure dans les eaux en entrée de station d'épuration domestique peut s'élever en cas d'ajouts d'eaux usées non domestiques, qui renferment de la matière organique réfractaire au traitement biologique (certains effluents industriels, lixiviat de décharge,...). Ainsi, il est nécessaire d'analyser la nature des eaux non domestiques avant d'approuver les apports de celles-ci dans le réseau de collecte d'une station d'épuration. De plus, il faut régulièrement s'assurer que ces concentrations suivent les seuils définies par les autorités locales [21].

Selon la capacité nominale de traitement et qualité moyenne requise des eaux usées brutes rédiger la concentration moyenne de la DCO par (722(mg/l)) dans la station d'Ibn Ziad donc les résultats sont acceptables et y'a pas des effluents non domestiques qui entrent dans la station.

D'après les normes pour la réutilisation des eaux usées épurées et rejet en zones sensibles (Source : A.N.P.E, 1996)

STEP de Constantine	EN Europe (CEE)
DCO:70 mg/l	DCO:50 mg/l

Nous constatons que les résultats des eaux usées épurées de la station Ibn Ziad ne sont pas acceptables parce que ils dépassent les normes à cause de la matérieelle ancien. Lors de la définition des normes de rejets d'une station d'épuration, les autorités doivent tenir compte de la proportion des talons réfractaires pour les eaux usées domestiques et non domestiques. Une norme sévère en DCO pour une eau usée contenant beaucoup de DCO dure signifie l'installation d'équipements de traitement poussés et des coûts d'exploitations supérieurs.

Conclusion

Conclusion:

Le traitement des eaux usées a pour but de minimiser l'impact des eaux usées sur l'environnement. Lorsqu'elles sont traitées, ces eaux peuvent être valorisées de diverses manières. La production d'énergie, l'irrigation agricole, l'utilisation par les collectivités, le nettoyage pour les industries, la recharge des nappes phréatiques [22].

Dans cette étude, nous avons évalué la qualité physico-chimique des eaux usées de la station d'épuration de la ville de Constantine, pour une période allant d'octobre 2020 jusqu'à d'Avril 2021 en analysant les paramètres suivants : Température, PH, CE, Salinité, Turbidité, MES, DBO₅, DCO.

- Selon les résultats obtenus on constate que les paramètres physico_ chimique (TC, pH, CE, Salinité.) d'entrée et de sortie dans les sept mois (Octobre, Novembre, Décembre « 2020 » et Janvier, Février, Mars, Avril « 2021 ») sont acceptables et dans les normes donc le rejet qui entre dans la station d'épuration Ibn Ziad est un rejet urbain domestique.
- Mais on constate que la DBO₅ dans sept mois pour l'entrée et la sortie de la station d'épuration Ibn Ziad n'est pas acceptable parce que les résultats sont supérieurs aux normes Algérienne ((380 (mg /l) et 78 (mg/l)) ces résultats indiquent que la quantité d'oxygène n'est pas suffisante pour assurer la biodégradabilité des matières organiques à cause de bassin d'aération au niveau d'aérateur.
- En ce qui concerne la turbidité (TURB) les résultats ne sont pas acceptables (268 NTU et 48 NTU) pour l'eau brute et traitée respectivement, donc l'eau traitée est trouble ne sont pas claires car le matériel de la station d'épuration Ibn Ziad est ancien, et ne peut assurer l'efficacité de traitement.
- Pour les données de MES de l'entrées de la station, les résultats sont jugés acceptables parce que le rejet est exclusivement domestique mais au point de la sortie de la station les résultats sont supérieurs aux normes Algériennes (50 mg/l). Ceci est dû au matériel de la STEP qui est très ancien d'une durée de vie de 20 ans, durant deux décennies il n'a pas été renouvelé.
- Les résultats de la DCO de l'entrée de la station sont jugés acceptables car les rejets sont domestiques mais au point de la sortie de la station les résultats sont hors les normes Algérienne (96 mg/l). Ces résultats indiquent que la quantité d'oxygène n'est pas suffisante pour détruire toutes les matières organiques dégradables et non biodégradables.

Entre l'entrée et la sortie de la station, les eaux usées vont donc subir une épuration pour assurer :

- ✓ La protection de l'environnement
- ✓ La protection de la santé publique
- ✓ La volarisation des eaux épurées
- ✓ La volarisation des boues de la station d'épuration
- ✓ Protection d'oued el Rhumel et barrage Beniharoun.

Pour résoudre les problèmes et assurer la fonction de la station Ibn Ziad il faut :

- Changer le matériel de la station parce qu'elle est ancienne et n'a pas été renouvelée pendant 20 ans
- Faire un contrôle continu pour assurer les bons résultats concernant la qualité de l'eau pure.

Bibliographie

Bibliographie :

- [1]. Bliefert, C., Perraud, R., 1990. Chimie de l'environnement : air, eau, sols, déchets. 2eme édition française. De Boeck. 291pp.
- [2]. Boeglin, J.C., 2001. Propriétés des eaux naturelles. Technique de l'ingénieur, traité environnement, (G1110).
- [3]. Rej sek, F., 2002. Analyses des eaux, les aspects réglementaires et techniques. Edition Scérén CRDP AQUITAINE. Bordeaux.165-239 p.
- [4]. Vaillant J R.,1974. Perfectionnement et nouveautés pour l'épuration des eaux résiduaires: eaux usées urbaines et eaux résiduaires industrielles, Edition, Eyrolles, Paris.
- [5]. Boutoux, J.,1983. Introduction à l'étude des eaux douces-eaux naturelles-eaux usées-eaux de boisson, Edition CEBEDOC, liège.
- [6]. JORADP, (2006). Journal officiel de la république algérienne n°26. Décret Exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.
- [7].Desjardins, R.,1997. Le traitement des eaux, 2ème édition, Ed. Ecole polytechnique de Montréal, Canada.pp 303.
- [8]. Metahri M S., 2012. Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes, Cas de STEP Est de ville de Tizi-Ouzou, Thèse de doctorat, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. pp 172.
- [9]. Lounnas, A., 2008. Amélioration des procédés de clarification des eaux de la station hamadi-kroma de skikda, Algérie, mémoire de magister. Univ 20 Août 1955 Skikda. 120 pp.
- [10]. Cardot, C.,1999. Génie de l'environnement : les traitements de l'eau. Paris. P : 9.
- [11].Mizi, A., 2006. Traitement des eaux de rejets d'une raffinerie des corps gras région de Bejaia et valorisation de déchets oléicoles. Thèse de doctorat d'état, université d'Annaba, Algérie, 227 pp.
- [12]. Marcel, D., 1995. Chimie des oxydants et traitement des eaux. L'université de Poitiers (E.S.I.P), 230 pp.

- [13]. Boudeal ET Djouid H., 2003. Pollution de l'Oued boussellem par les eaux usées urbaines et industrielles et impact de leur utilisation dans l'irrigation. Thèse ing, tatho des écosystèmes universitaires, Stif. 6-13p.
- [14]. Aroua A., 1994. L'homme et son milieu. Edition société national. Alger, 73-85p.
- [15]. Desjardins, Raymond., 1997. Traitement des eaux usées.
- [16]. M.O. Mizier., 2005. La mesure de turbidité : un paramètre essentiel pour les eaux potables comme pour les eaux usées, L'Eau l'industrie les nuisances, 284.
- [17]. <http://ona-dz.org>
- [18]. https://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/Eau%202.
- [19]. http://eduterre.ens-lyon.fr/ressources/scenario1/planetebleue/tp/tp_salinite
- [20]. La qualité de l'eau et l'assainissement en France (rapport)
- [21]. <https://www.1h2o3.com/apprendre/parametres-des-eaux-usees/parametres-de-qualite-des-eaux-usees/relation-entre-la-dbo-et-la-dco/>
- [22]. [https://www.cieau.com/eau-transition-ecologique/solutions/reutilisation-des-eaux-usees-traitees-un-formidable-procede-deconomie-circulaire/\(modifier par k.Ahlem\).](https://www.cieau.com/eau-transition-ecologique/solutions/reutilisation-des-eaux-usees-traitees-un-formidable-procede-deconomie-circulaire/(modifier%20par%20k.Ahlem))

Année universitaire : 2020/2021 Présenté par : Diar Amira

Kerrouche Ahlem

INTITULÉ : ÉVALUATION DE LA QUALITÉ PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX DE LA STEP IBN ZIAD, CONSTANTINE.

**Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en Écologie
Fondamentale et Appliquée**

Résumé:

Ce travail s'était fixé comme objectif principale de contrôler le traitement des eaux usées urbaines par des procédés aérobies utilisés par la station de traitement des eaux usées Ibn Ziad de Constantine. Pour assurer cet objectif, on a suivi la qualité des eaux usées (brute et traitée) dans la STEP pendant sept mois allant d'Octobre 2020 jusqu'à mois d'Avril 2021 par plusieurs paramètres physico-chimiques (Température, pH, Salinité, CE, Turbidité, MES, DBO₅, DCO). Les résultats obtenus, ont révélés que quelques paramètres de l'eau épurée et brute sont en accord avec les normes Algériennes (pH, température, conductivité, salinité, DCO ; turbidité). Par contre, d'autres paramètres dépassent les normes permmissibles comme la DBO₅ (380 (mg /l) et 78 (mg/l)) pour l'eau brute et traitée respectivement, et les MES (50 (mg/l) pour l'eau traitée). Ces résultats indiquent une pollution organique et qui affectent les biocénoses aquatiques et la santé humaine.

Mots clés: Eau usée, qualité physico-chimique, pollution organique, STEP Ibn Ziad, Constantine.

Laboratoire de recherche : Biologie et Environnement

Jury d'évaluation:

Présidente du jury: KARA Karima (MCA- UFM Constantine).

Rapporteur : TOUATI Laïd (MCA- UFM Constantine).

Examinatrice : HAMLIA Chourouk (MCA.- UFM Constantine).

Date de soutenance : 23/09/2021