

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

UNIVERSITE MOULOUD MAMMMERI DE TIZI-OUZOU

Faculté des sciences Biologiques et sciences Agronomiques

Département d'écologie et environnement



En vue de l'obtention du diplôme de MASTER

Filière : Ecologie et environnement

Spécialité : Biodiversité et environnement

Présenté par : DJELIL Katia & DJADEL Sessia

Thème

***Suivi du fonctionnement de la station d'épuration
EST de la ville de Tizi-Ouzou***

Devant le jury composé de :

❖ M ^{me} SADOUDI D.	Professeur	présidente
❖ M ^{me} LANDRI G.	MAA	Promotrice
❖ M ^{elle} ALI AHMED S.	MCB	Examinatrice

Promotion : 2022 -2023

Remerciements

Nous remercions tout d'abord « DIEU » le tout Puissant de nous avoir donné la santé et le courage d'effectuer ce projet de fin d'étude, dans les meilleures conditions.

Nous tenons à remercier **M^{me} LANDRI G.** Qui a proposé d'encadrer et Pour sa disponibilité, aide, Suivi et orienté le travail.

Nous remercions d'avance, les membres du jury **M^{me} SADOUDI D.** et **M^{elle} ALI AHMED S.** de nous avoir fait l'honneur de présider le jury et évaluer le présent travail.

On tient aussi à remercier les enseignants de département de Biologie Ainsi tous les responsables de laboratoire.

Nous tenons également à exprimer nos remerciements à tous les membres de service personnel de la STEP Est de Tizi-Ouzou, chaleureusement pour tout ce qu'ils font pour nous, pour le temps qu'ils nous ont accordé et le soutien moral dont ils ont fait part.

Un grand merci à toutes personnes ayant participé de près ou de loin à notre formation et à tous ceux qui nous ont apporté leur soutien et leur encouragements durant la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

Ma mère :

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

Puisse ce travail être la récompense de tes soutiens moraux et sacrifices.

J'espère que ta bénédiction m'accompagne toujours

Mon père :

Puisse ce modeste travail constituer une légère compensation pour tous les nobles sacrifices que tu t'es imposés pour assurer mon bien être et mon éducation.

Mes chers frères et sœur

Idir et Lyes et notre petite sœurs Maya et Célia puisse dieu vous donne santé, bonheur, courage et surtout réussite.

A mes grands-parents

Que Dieu vous garde dans son vaste paradis, à toi ma chère grand-mère, nous aurions voulu te voir assise en ce jour merveilleux mais DIEU en a décidé autrement, repose en paix petite rose.

A mes amis(es) et toute ma famille

DJELIL Katia

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail aux êtres qui me sont les plus chers.

A ma grand-mère, « L'épaule solide, l'œil attentive, compréhensive et la personne la plus digne de mon estime et de mon respect. Qu'Allah te préserve et te procure santé et longue vie.

A mon grand-père, qu'Allah te garde dans son vaste paradis.

A ma chère maman, chère tante ouardia, mon signe d'amour, qui souhaite toujours ma réussite. Je vous remercie pour tous les sacrifices effectués pour mon instruction et mon bien-être, pour votre soutien permanent, votre aide, les conseils, votre patience énorme, et vos prières.

A Mon cher père, Merci pour ton amour et tes encouragements.

A Mon fiancé ; pour son soutien

A Mes chers frères, Mouhamed ,Redouane ,Massinissa, pour votre appui et vos encouragements.

Sessia

Liste des Abréviation

DCO : Demande chimique en oxygène

DBO₅ : Demande biochimique en oxygène

° C : Degrés Celsius

T° : Température

MS : Matières Sèches

V₃₀ : Décantation en 30 minutes

MES : Matières en suspension

MVS : Matières volatiles sèches

FV : Fonction volatile

PCL : Pouvoir calorifique inférieur

IB : Indice de boue

MO : Matière organique

MEH : Matières Extractibles à l'Hexane

ONA : Office National d'assainissement

E.P.I.C : Etablissement public à caractère industriel et commercial

m³/ jour: Mètre Cube par jour

mg.l⁻¹ : Milligramme litre -1

Liste des figures

Figure 1 : Evolution du nombre des STEP et stations de lagunage en Algérie (2000- 2015)	05
Figure 2 : Boue de STEP (Pierre Melquiot ; 2003).....	13
Figure 3 : Situation géographique de la wilaya de Tizi-Ouzou.....	22
Figure 4 : Températures moyennes 2012-2022 à Tizi-Ouzou.....	23
Figure 5 : Précipitation moyenne 2012-2022 à Tizi-Ouzou	23
Figure 6 : Situation géographique de la STEP Est Tizi-Ouzou en 2018.....	24
Figure 7 : Dégrillage grossier (originelle ;2023).....	26
Figure 8 : Dégrillage fin (originelle ; 2023)	26
Figure 9 : Ponts de raclage (originelle ; 2023)	27
Figure 10 : Vis d'Archimède (originelle ; 2023).....	27
Figure11 : Le bassin d'aération (original).....	28
Figure 12 : le clarificateur (originelle; 2023)	29
Figure13 : Le stabilisateur (originelle ; 2023).....	29
Figure14 L'épaississeur(originelle ;2023)	30
Figure15 :Litsdeséchage (originelle ; 2023).....	30
Figure 16 : Thermomètre.....	32
Figure 17 : pH-mètre (originelle, 2023)	33
Figure 18 :Colorimètre (Originelle,2023)	34
Figure 19 :spectromètre type Agilent technologies 5900.....	35
Figure 20 : Analyse de la DCO (originelle, 2023)	36
Figure 21 : DBO- mètre (originelle ;2023).....	38
Figure 22 : Spectrophotomètre	39
Figure 23 : Détermination des matières sèche (MS) (originelle, 2023).....	40
Figure 24 :Test de décantation V_{30} (originelle,2023)	40
Figure 25 : Variation de la température (C°) de l'eau brute et épurée de la station STEP Est Tizi-Ouzou	43

Figure 26 : Variation de teneur de pH de l'eau brute et à l'eau épurée de la station STEP Est Tizi-Ouzou	44
Figure 27 : Variation de rendement d'élimination de MES dans l'eau brute et épurée de la station STEP Est Tizi-Ouzou en mg.l^{-1}	45
Figure 28 : Variation de la teneur des métaux lourds dans l'eau brute et épurée de la station STEP Est Tizi-Ouzou	46
Figure 29 : Variation de la teneur de la DCO de l'eau brute et épurée de la station STEP Est Tizi-Ouzou en mg.l^{-1}	47
Figure 30 : Variation de la teneur de la turbidité dans l'eau brute et épurée de la station STEP Est Tizi-Ouzou	48
Figure 31 : Variation de la teneur de la DBO_5 de l'eau brute et épurée de la station STEP Est Tizi-Ouzou en mg.l^{-1}	49
Figure 32 : Variation de la teneur de nitrate (NO_3^-) de l'eau brute et épurée de la station STEP Est Tizi-Ouzou en mg.l^{-1}	50
Figure 33 : Variation de la teneur de nitrite (NO_2^-) de l'eau brute et épurée de la station STEP Est Tizi-Ouzou en mg.l^{-1}	51
Figure 34 : Variation de teneur de la matière sèche de la boue de la station STEP Est Tizi-Ouzou pendant la période d'étude.....	52
Figure 35 : Variation de teneur de V_{30} Avant et après la dilution de la boue de la station STEP Est Tizi-Ouzou pendant la période d'étude.....	53
Figure 36 : Variation de teneur des métaux lourds de la boue de la station STEP Est Tizi-Ouzou pendant la période d'étude.....	54

Liste des tableaux

Tableau 1 : Ordre de grandeur des teneurs en micropolluants métalliques d'eaux d'égout et d'eaux claires ($\mu\text{g l}^{-1}$). (Justin et al, 1995)	19
Tableau 2 : Composition des boues selon la filière de traitement des eaux résiduaires urbaines (Rejsek, 2002).	19
Tableau 3 : Les différentes classes de boues (OKINAWA; 1997)	20
Tableau 4 : Caractéristiques techniques de la station d'épuration Est de la ville Tizi-Ouzou (ONA ; 2003)	25
Tableau 5 : Les volumes correspondant pour la DBO5	35

Tables des matières

Introduction générale.....	01
-----------------------------------	-----------

Chapitre I : Généralités sur la pollution, les eaux usées et les boues

I. Etat des lieux de l'assainissement en Algérie	04
I.1 Ouvrage de traitement et d'épuration des eaux usées	04
I.2. La pollution	05
II. Définition des eaux usée	07
II.1. Origines des eaux usées	08
II.2. Caractéristiques des eaux usées	09
II.3. Paramètre physique	10
II.4. Paramètre chimique	10
III. Les boues résiduaires	13
III.1 Définition d'une boue	13
III.2 l'origine et nature des boues	13
III.3 Les différents types de boue résiduaire.....	14
III.4 Caractéristiques des boues	15
III. 5 Les différentes classes de boues.....	20
III.6 Traitement des boues	20
III.8. Valorisation agricole	21

Chapitre II : Matériel et méthodes

1. description de la station d'épuration Est de Tizi-Ouzou	22
1. La situation géographique de la ville de Tizi-Ouzou.	22
2.Le climat	22
3. Présentation de la zone d'étude	24
3.1. Situation géographique	24
4. Les différentes étapes de traitements dans la STEP Est de Tizi-Ouzou.....	25
II. Matériels et méthodes	31

Chapitre III : Résultats et discussion

➤ Résultats	43
I/ Analyse de l'eau	43
I.1. La température	43
I.2. Potentiel d'hydrogène (pH).....	44
I.3. Matière en suspension (MES).....	45
I.4. Les métaux lourds	46
I.5. Demande chimique en oxygène (DCO).....	47
I.6 La turbidité	48
I.7. La DBO ₅ (demande biochimique en oxygène)	49
I.8.Nitrates (NO ₃ ⁻)	50
I.9. Nitrites (NO ₂ ⁻)	51
II. Analyses de la boue	52
II.1. La matière sèche	52
II.2. Volume de décantation pendant 30 minutes (V ₃₀)	53
II.3 Les métaux lourds	54
Conclusion générale	56
Références bibliographiques	
Annexes	

Introduction générale

La pollution des eaux, définie comme étant une dégradation physique, chimique ou biologique provoquée par l'activité humaine, perturbe les conditions de vie et les équilibres aquatiques compromettant ainsi leur utilisation multiple. (Ghadbane, 2003), ainsi que le rejet des eaux usées dans les Oueds constitue un problème qui se traduit par un déséquilibre du milieu écologique d'une part et d'autre part par la perte de ces eaux sans récupération. (Ghadbane, 2003)

Le secteur de traitement des eaux usées urbaines en Algérie est en plein essor, 168 stations d'épuration en fonctionnement avec une capacité installée estimée à 12 million Eq/hab soit 800 hm³/an sur un volume d'eau rejeté apprécié à 1.4 milliard m³/an. Cependant une meilleure couverture d'un réseau d'assainissement et des STEP, à pour conséquence une augmentation de la quantité produite des eaux épurée et des boues résiduaire. (Hannachi et al ; 2014).

L'épuration des eaux usées collectées par le réseau d'assainissement, les eaux usées urbaines contiennent de nombreux éléments polluants, provenant de la population (eaux ménagères, rejets des toilettes-eau (vannes) ... et des activités commerciales et industrielles. (Guergour, 2014).

Plusieurs filières existent pour élimination des boues, mais le choix doit être tributaire du cout d'installation, de l'origine des boues, de la valeur ajoutée du produit qui en résulte et de l'impact que pourrait avoir la filière retenue sur l'environnement. La mise en décharge a perdu progressivement de son intérêt et se retrouve actuellement interdite pour des raisons financières et pour des problèmes environnementaux, le recyclage ou valorisation agricole des boues après compostage contribue à une réintégration des éléments minéraux et organiques dans les sols, ce qui permet de se rapprocher des cycles naturels (Bertoldi et al, 1983). Mais cette gestion est considérée comme préoccupation environnementale majeure. Donc il est nécessaire de les analyser afin d'identifier les caractéristiques générales de boue et d'identifier la présence des métaux lourds et les éléments chimiques toxiques qui peuvent être très polluants même en faibles concentration.

L'objectif de notre travail est pour contribuer à la connaissance de fonctionnement de la station d'épuration Est de Tizi-Ouzou, nous essayons de projeter les caractères physico-chimiques des eaux usées avant et après le traitement ainsi ceux de la boue ; les analyses effectuées au laboratoire de la station d'épuration ont pour but de contrôler la qualité des eaux d'entrée et de la sortie de la station, même principe est effectué pour les boues.

Pour une meilleure épuration c'est de mettre en évidence la qualité de fonctionnement de la STEP EST Tizi-Ouzou et de dégager les manques

La présente étude structurée comme suit :

Le premier chapitre comprend des généralités sur la pollution, les eaux usées et les boues. Le second comporte la description de la STEP Est de Tizi-Ouzou et la méthodologie de travail et le matériel utilisé pour l'expérimentation. Le dernier chapitre expose les résultats de l'étude et leurs discussions.

Enfin une conclusion générale ponctuée et perspectives ouvrant la voie pour des nouvelles recherches dans le domaine d'épuration des eaux usées.

Chapitre I

**Généralités sur la pollution, les eaux
usées et les boues**

Chapitre I : Généralités sur la pollution, les eaux usées et les boues

J. Etat des lieux de l'assainissement en Algérie

L'Algérie couvre une superficie de **2381741**km² divisée en 58 wilayas, dont la plupart sont des zones désertiques avec très peu de ressources en eau de surface. (Bouchaala, laid et al. 2017)

L'assainissement a constamment été inclus dans les missions relevant du domaine de l'hydraulique en Algérie, et sa gestion est étroitement liée à celle de l'approvisionnement en eau potable. (Toumi Abdelhamid et Bernard Chocat, 2017).

Cette situation tend à changer suite à la création du Ministère des Ressources en eau, le 25 Octobre 2000. L'organigramme de cet organisme fait, en effet, apparaître une gestion de l'assainissement dissociée de celle de l'alimentation en eau potable. La création d'une direction de la gestion de l'assainissement et de la protection de l'environnement au sein de ce ministère, devrait se concrétiser par une meilleure prise en charge de l'assainissement.(Toumi Abdelhamid & Bernard Chocat, 2017).

I.1 Ouvrage de traitement et d'épuration des eaux usées

L'ONA compte diversifier les projets entre station d'épuration et stations de Lagunage, ainsi sur les 108 STEP en exploitation en 2014, 60 sont des stations de lagunages. Près de 350 stations de pompage sont gérées par l'ONA, 39.000 km de réseau d'assainissement avec la perspective de récupérer un total de 44.000 km en étendant son activité à de nouvelles wilayas. Cependant, avec les 927 Hm/an d'eau rejetée, la capacité théorique totale d'épuration est de l'ordre de 700 Hm/an. Cette quantité augmentera pour atteindre les 900 Hm/an à l'horizon de 2020, soit une capacité de traitement de l'ordre de 75%. (BOUCHAALA et al., 2017)

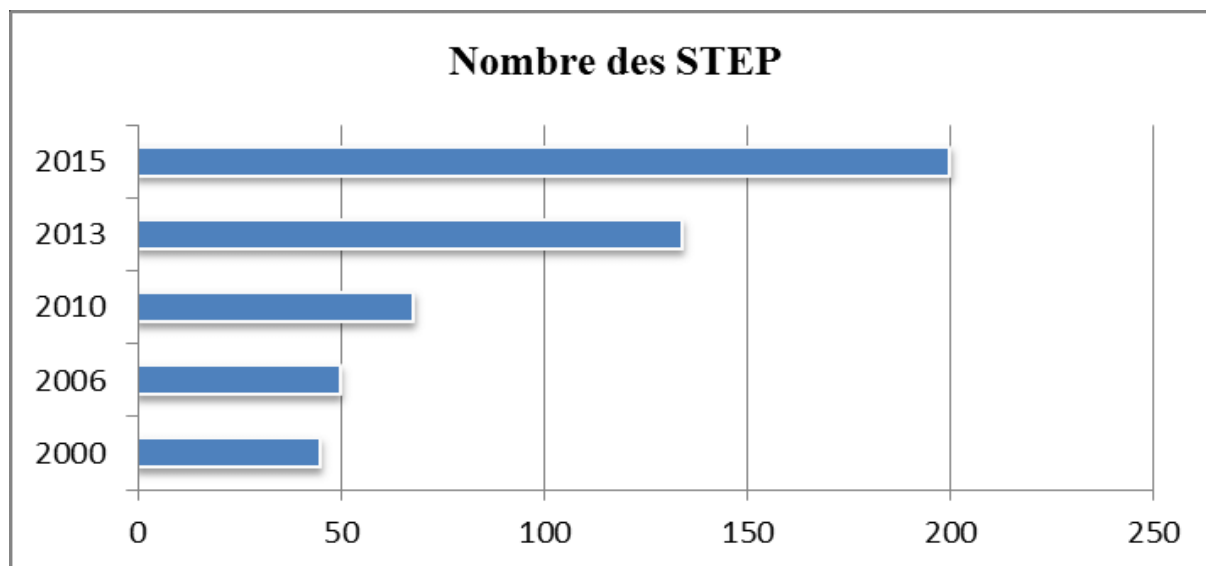


Figure 1 : Evolution du nombre des STEP et stations de lagunage en Algérie
(BOUCHAALA 2000- 2015)

I.2. La pollution de l'eau

La pollution est due à toute substance physique, chimique ou biologique rejetée dans une eau naturelle qui perturbe l'équilibre de cette eau, induit d'importantes nuisances (mauvaise odeur, fermentation, inconforts divers, risques sanitaires, etc.) et qui se répercute, à court ou à long terme, sur notre organisme à travers, la chaîne alimentaire de laquelle nous dépendons (LADJEL, 2006).

Définition de la pollution comme suit : "la notion de la pollution ne se réfère pas à la pureté des eaux ni même à leurs aptitude, mais à la modification de leurs caractéristiques dues aux actions humaines (Leynaud et verrel. (1980)),

I.2.1. Types de pollution

a. Pollution physique

Elle est essentiellement industrielle, secondairement domestique .on peut distinguer trois types de polluants ayant un caractère physique : les polluants mécanique, les polluants thermique, et les polluants atomiques.

a.1 Polluants mécanique

Ils sont dus à l'effluent solide rejeté par les usines. Ces particules solides contribuent à l'altération de l'écosystème par perturbation de la photosynthèse en limitant la pénétration des rayons solaire (bellan et peres ,1994).

Elles peuvent aussi causer chez les animaux aquatiques des agressions mécaniques de l'épithélium (calixte, 1979).

a.2 Polluants thermique

Représentée par des rejets d'eaux chaudes provenant des systèmes de refroidissement des centrales nucléaires et électriques ce qui provoque un réchauffement considérable des eaux (bellan et peres, 1994)

a.3 Polluants radioactifs :

La source majeure réside dans les rejets chargés d'éléments radioactifs issus d'explosion d'armes nucléaires et des résidus des usines utilisant l'énergie atomique (bellanet peres, 1994)

b. Pollution chimique

Elle est due essentiellement aux rejets industriels qui apportent de grandes quantités de substances chimiques, perturbant ainsi l'équilibre de l'écosystème aquatique.

Certains de ces produits, entre autres les métaux lourds, sont non biodégradables et peuvent occasionner des intoxications chez l'homme (Gaid, 1984).

Les polluants chimiques peuvent avoir aussi pour origine :

- A. Les eaux usées qui sont habituellement chargées de détergents et d'autres substances à usage domestique.
- B. Les eaux de ruissellement, issues de terrain agricoles.

c. Polluants organiques

Les hydrocarbures, les pesticides et les détergents sont les plus importants et les plus dangereux des polluants organiques rencontrés dans les milieux aquatiques. La première conséquence de cette pollution est la consommation d'oxygène dissous de ces eaux

Les métaux lourds sont susceptibles d'être métabolisés et concentrés par les organismes vivants et mis en circulation dans la chaîne alimentaire (Ramdan, 2006).

d. Pollution microbiologique

Les sources de pollution microbiologiques sont issues notamment de mauvais raccordements d'habitations au réseau d'assainissement, de débordements des réseaux d'eaux usées, de rejets de station d'épuration d'eaux résiduaires et du ruissellement sur les sols lors des pluies importantes (Ladjel, 2006).

II. Définition des eaux usée

Les eaux usées correspondent aux eaux ayant été utilisées par les individus ou d'autres secteurs (industrie ou agriculture) (CHOCAT, 1997), elles résultent de la pollution tant physico-chimique que bactériologique des eaux de consommation de bonne qualité, du fait des activités humaines (RICHARD, 1996). Elles sont généralement chargées en matières minérale ou organique sous forme dissoutes ou en suspension (BOUZIANI, 2000).

Les eaux usées sont toutes les eaux parvenant dans le réseau d'assainissement dont les propriétés naturelles sont transformées (BLIEFERT et pero 2001). La plupart des eaux usées sont offensives, d'autre sont pathogènes, elles peuvent être l'origine de grave problèmes de santé publique (BECIS et BELOUIDIANE, 2005).

II.1. Origines des eaux usées

Les rejets sont de diverses origines classées en :

II.1.1. Eaux usée domestique

Ce sont les eaux utilisées par l'homme pour des besoins domestiques (CHOCAT, 1997), elles constituent l'essentiel de la pollution et se composent :

- Des eaux de cuisine qui contiennent des matières minérales en suspension provenant du lavage des légumes, des substances alimentaires à base de matières organiques, (glucides, lipides, protides), et des produits détergents.

II.1.2. Eaux usées industrielles

Les eaux industrielles ou résiduaires véhiculent souvent des produits chimiques toxiques (arsenic, acide sulfurique, du cyanure et divers métaux lourds). Elles posent à l'heure actuelle de multiples problèmes par leurs risques toxiques chez tous les êtres vivants (Bouziani.M. 2000).

II.1.3. Les eaux usées pluviales

Ce sont des eaux de ruissellement qui se forment après une précipitation. Elles peuvent être particulièrement polluées surtout en début de pluie par deux mécanismes : Le lessivage des sols et des surfaces imperméabilisées (Regsek, 2002).

- Les déchets solides ou liquides déposés par temps sur ces surfaces sont entraînés dans le réseau d'assainissement par les premières précipitations qui se produisent
Par temps sec, l'écoulement des eaux usées dans les collecteurs des réseaux est lent ce qui favorise le dépôt de matières décantables. Lors d'une précipitation, le flux d'eau plus important permet la remise en suspension de ces dépôts.

II.1.4. Les eaux de drainage

C'est l'eau de lessivage récupérée après irrigation grâce à un système de drainage. Les pollutions dues aux activités agricoles sont de plusieurs natures :

- A. Apport aux eaux de surface de nitrates et de phosphates utilisés comme engrais, par suite de lessivage de terre perméables. Ces composés minéraux favorisent la prolifération des algues (phénomène d'eutrophisation) qui en abaissent la teneur en oxygène des eaux courantes compromettent la vie des poissons et des animaux aquatiques.
- B. Apport des pesticides chlorés ou phosphorés, de désherbants, d'insecticides (Richarde C, 1996).

II.1.5. Les eaux usées agricoles

Ce sont des eaux qui ont été polluées par des substances utilisées dans le domaine agricole. Dans le contexte d'une agriculture performante et intensive, l'agriculteur est conduit à utiliser divers produits d'origine industrielle ou agricole dont certains présentent ou peuvent présenter, des risques pour l'environnement et plus particulièrement pour la qualité des eaux. Il s'agit principalement :

- A. Des fertilisants (engrais minéraux du commerce ou déjections animales produites ou non sur l'exploitation);
- B. Des produits phytosanitaires (herbicides, fongicides, insecticides,..) (GROSCLAUDE, 1999).

II.2. Caractéristiques des eaux usées

La composition ou le constituant des eaux d'égout dépend en grande partie de la source de laquelle proviennent ces eaux.

II.2.1. L'Odeur

L'eau d'égout fraîche à une odeur fade qui n'est pas désagréable, par contre en état de fermentation, elle dégage une odeur nauséabonde (LADJEL, 2006).

II.2.2. la Couleur

L'eau usée observée sous une lumière transmise sur une profondeur de plusieurs mètres émet une couleur bleu clair car les longueurs d'onde courtes sont peu absorbées alors que les grandes longueurs d'onde (rouge) sont absorbées très rapidement (REJESK, 2002).

II.3. Paramètre physique

II.3.1. La température

La température de l'eau usée a une influence majeure sur le taux de biodégradation dans le bassin d'aération. Plus la température est élevée, plus le processus de biodégradation est rapide (plus 10°C = vitesse de réaction x 2) (Latifakahim, 2013).

II.3.2. La matière en suspension (MES)

Exprimée en mg par litre. Ce sont les matières non dissoute de diamètre supérieur à $1\mu\text{m}$ contenues dans l'eau. Dans le milieu récepteur, les MES peuvent entraîner des perturbations de l'écosystème par une diminution de la clarté de l'eau, limitant la photosynthèse végétale. De plus, ces MES peuvent être de nature organique et entraîner les nuisances associées aux molécules organiques (Regsek F, 2002).

II.3.3. La turbidité

La turbidité d'une eau est due à la présence des matières en suspension finement divisés : argile, limons, grains de silice, matières organiques, etc.

La mesure de turbidité a donc un grand intérêt dans le control de l'épuration des eaux brutes. (RODIER, 1996).

II.3.4. Matières volatils sèche (MVS)

Elles sont recueillies soit par filtration, soit par centrifugation, séchées à 105°c , puis pesées, ce qui fournit la teneur en MES (g/l). Elles sont ensuite chauffées à $500-600^{\circ}\text{c}$, les matières volatiles disparaissent, et la perte de poids est attribuée aux MVS (g ou mg/l) (roderthomazeau, 1981)

II.4. Paramètre chimique

II.4.1. Potentiel d'hydrogène

Le pH joue un rôle important dans le traitement biologique. Il exprime le degré d'acidité ou d'alcalinité des eaux usées. Le PH d'une eau domestique ou urbaine se situe

généralement entre 6.8 et 7.8, au-delà, c'est l'indique d'une pollution industrielle (DALI et ZOUAOUI, 2007).

II.4.2. La conductivité

La conductivité est la propriété qui possède une eau de favoriser le passage d'un courant électrique. Elle est due à la présence dans le milieu d'ions qui sont mobiles dans un champ électrique. Elle dépend de la nature de ces ions dissous et de leurs concentrations. (REJSEK,2002).

II.4.3. Demande chimique en oxygène (DCO)

Est la quantité d'oxygène consommée par les matières existant dans l'eau et oxydables dans des conditions opératoires définies. la mesure correspond à une estimation des matières oxydables présente dans l'eau quelque soit leur origine organique ou minérale. La DCO étant fonction des caractéristiques des matières présentes, de leurs proportions respectives, des possibilités de l'oxydation. (RODIER ,2005)

La DCO est la concentration, exprimée en mg.L-1, d'oxygène équivalente à la quantité de dichromates consommée par les matières dissoutes et en suspension lorsqu'on traite un échantillon d'eau avec cet oxydant dans des conditions définies par la norme (REJSEK, 2002).

II.4.4. Demande biochimique en oxygène (DBO5)

C'est la quantité d'oxygène que les bactéries utilisent pour décomposer partiellement ou pour oxyder totalement en CO₂ les substances organiques dans l'eau, en un temps donné, à l'aide de leur système enzymatique (BLIFERT, 2001) La demande biochimique en oxygène est la quantité d'oxygène en mg/l consommée dans les conditions de l'essai de l'incubation à 20 °C et pendant 5 jours à l'obscurité pour assurer par voie biologique l'oxydation des matières organiques biodégradables présents dans l'eau usée (TARADAT et HENRY, 1992).

II.4.5. Les métaux lourds

Les métaux lourds se trouvent dans les eaux usées urbaines à l'état de trace. Des concentrations élevées sont en général révélatrices d'un rejet industriel, sans aucun doute.

Chapitre I : Généralités sur la pollution, les eaux usées et les boues

Leur présence, est nuisible pour l'activité des micro-organismes, donc perturbe le processus d'épuration biologique (TCHIOMOGO, 2001).

Dans l'eau les métaux lourds toxiques peuvent exister sous formes d'ions, de complexes organiques et minéraux en solution ou adsorption sur des colloïdes ou des aérosols (PERRAUD B, 2001)

II.4.6. L'azote

L'azote présent dans l'eau peut avoir un caractère organique ou minéral. L'azote organique est principalement constitué par des composés tels que des protéines, des polypeptides, des acides aminés, de l'urée. Le plus souvent ces produits ne se trouvent qu'à de très faibles concentrations. Quant à l'azote minéral (ammoniaque, nitrate, nitrite), il constitue la majeure partie de l'azote totale (RODIER, 2005).

II.4.7. Les nitrates

Les nitrates se trouvant naturellement dans les eaux provenant en grande partie de l'action de l'écoulement des eaux sur le sol constituant le bassin versant. Leurs concentrations naturelles ne dépassent pas 3 mg /L dans les eaux superficielles et quelques mg/L dans les eaux souterraines. La nature des zones de drainage joue donc un rôle essentiel dans leur présence et l'activité humaine accélère le processus (H.RODIER, 2005).

II.5.8. Les nitrites :

Les ions nitrites (NO_2^-) constituent un stade intermédiaire entre l'ammonium (NH_4^+) et les ions nitrates (NO_3^-). Les nitrites constituent dangereux pour les organismes aquatiques, même à de très faibles concentrations. La toxicité augmente avec la température. (RODIER, 2005)

III. Les boues résiduaires

III.1 Définition d'une boue

Les boues sont définies comme un mélange d'eau et de matières solides, séparé par des procédés naturels ou artificiels des divers types d'eau qui les contiennent (ADEME, 2001).

Boues obtenues au cours d'une opération d'épuration et qui n'ont pas été soumises à un traitement susceptible de leur éviter d'être à l'origine de nuisances (Franterm, 1982)

Les eaux usées entrant dans une station d'épuration prennent le nom de «boue». Les boues passent par différents stades et prennent différents noms (boues primaires, boues secondaires, etc.) (Olivier Jolliet, Myriam Saadé et Pierre Crettaz, 2005)



Figure 2 : Boue de STEP (Pierre Melquiot ; 2003)

III.2 l'origine et nature des boues

Les boues de stations d'épuration sont des sous-produits du traitement des eaux usées domestiques (urbaines et rurales) en station d'épuration.

Eaux de pluie(en cas de réseau de collecte des eaux usées unitaire)

Matière de vidange de fosses septiques, les boues produites par les stations d'épuration sont essentiellement des particules solides non retenues par les prétraitements de l'eau en amont de la station d'épuration (dégrillage, dessablage, dégraissage). (COGITERRA; 2010).

III.3 Les différents types de boue résiduaire

Les boues résiduaire proviennent de stations d'épuration qui traitent les eaux usées domestiques ou urbaines (STEP), ainsi que d'autres stations d'épuration qui traitent des eaux usées ayant une composition similaire aux eaux usées domestiques et urbaines (Eur-Lex ; 1986).

a. Les boues industrielles

Il s'agit de la quantité de déchets, liquides pâteux ou solides rejetés par les sites de production (SALHI,S 2003).

b. Les boues primaires

Ces boues sont issues de la simple décantation des matières insolubles, représentant une forme de pollution particulière directement décantable. Elles sont produites par des secteurs industriels tels que l'industrie de la cellulose, l'industrie de traitement des métaux et des minerais, ainsi que les industries agroalimentaires générant des déchets fibreux. (ADEME, 1999)

c. Les boues biologiques ou secondaires

Boues de fosses se pratiques ou boues décantées en culture libre (boues activées) ou en culture fixe (bactéries) après traitement biologique. Elles sont donc essentiellement composées de corps bactériens et leurs sécrétions, de couleur foncée, très organiques, plus homogènes que les boues primaires et moins odorantes que leurs prédécesseurs. (Duchene,1990 et Debba, 1998).

d. Les boues physico-chimiques

Les boues sont générées par l'ajout d'un réactif injecté, soit en tête de traitement, soit en traitement, soit de finition tertiaire. On retrouve souvent dans ces boues des hydroxydes, voire d'autres métaux, dans le cas des industries de traitement de surface. (ADEME, 2001).

A. Les boues mixtes

C'est le mélange des boues biologiques et des boues primaires (REMY ALBRECHT, 2007).

III.4 Caractéristiques des boues :

Les conditions des boues dépendent fortement de la charge polluante des eaux usées traitées et de la technologie de lavage utilisée. Ainsi selon le traitement effectué, les boues se distinguent en trois types (physico-chimique, chimique et biologique) (Satin et Selmi, 2006).

III.4.1. Caractéristiques physico-chimique

III.4.1.1 Matières sèches (MS)

C'est le paramètre généralement qui mesure, la concentration en MS permet de connaître la quantité de boue à traiter quel que soit son niveau de concentration dans la filière de traitement. (OKINAWA ; 1997)

III.4.1.2 matières en suspension (MES)

Les mes sont facile a déterminer sur les phases concentrées mais ce n'est pas le cas pour la phase claire (filtrat) où le matériau est beaucoup moins concentré. (EMILIE JARDE ; 2002).

Dans ce cas, une méthode de mesure des matières en suspension par filtration membranaire est plus appropriée. Par conséquent, les rendements de balayage doivent être calculés sa version et sont de préférence exprimés en fonction des matières en suspension. (OKINAWA ; 1997).

III.4.1.3 Indice de boue (IB)

Ce paramètre est indirectement lié à MS et MV et dépend du temps de séjour dans le réservoir biologique. Il caractérise l'aptitude à la décantation et donc ultérieurement à l'épaississement puis la déshydratation d'une boue issue d'un traitement biologique (AMADOU, H, 2007)

Plus l'BI est bas, plus la boue a tendance à être épaisse. (OKINAWA ; 1997)

III.4.1.4 matières volatiles (MVS)

MVS un indicateur précieux du degré de stabilisation des boues et de l'aptitude aux différents traitements (déshydratation, incinération). Plus le taux de MV est faible, plus il est facile d'épaissir ou de déshydrater les boues, mais ce la produit également moins de chaleur lors de la combustion. Habituellement, seule $MV \approx MO$ (matière organique) est considéré. Les boues d'épuration municipales sont très volatiles (70° en moyenne). (OKINAWA ; 1997)

III.4.1.5 Fraction volatile (FV)

C'est le rapport des matières volatiles MV en (g/l) sur les matières sèches MS en (g/l), Elle donne une précieuse indication sur le degré de stabilisation de la boue. (DUDKOWSKIA 2000).

III.4.2. caractéristiques biologiques

III.4.2.1 PCI (Pouvoir calorifique inférieur)

Son importance est primordiale en incinération ; généralement exprimé par rapport aux MV il est à relier au C.H.O.N.S par écriture de la stœchiométrie de combustion (HOODA, P.S, ALLOWAY, B.J 1993).

Il existe de nombreuses corrélations ou modes de calcul du PCI. Par exemple, il est possible d'avancer la corrélation suivante en exprimant le PCI en Kwh/kg de MS par rapport a la fraction volatile : $PCI = 0.048 * FV + 1.032$. (OKINAWA ; 1997).

III.4.2.2. La composition des matières organiques

La connaissance de la composition élémentaire de la boue en termes de C.H.O.N.S permet de déterminer l'aptitude d'une boue à être dégradée biologiquement (digestion anaérobie avec production de biogaz) .Elle est exprimée par rapport aux MV, voire par rapport aux MV dégradables uniquement si l'on s'intéresse à la stabilisation biologique. (ECHAB, A 1998).

III.4.2.3. Les micropolluants

Ils doivent être caractérisés en cas d'épandage agricole comme en cas d'incinération, car ils peuvent alors se retrouver dans les fumées, les législations se sont longtemps tenues

Chapitre I : Généralités sur la pollution, les eaux usées et les boues

aux seuls micropolluants minéraux en limitant les rejets des métaux lourds suivant : plomb, chrome, cuivre, cadmium et mercure. (SUH, Y.J et ROUSSAUXP. 2002).

III.4.3. Caractéristiques chimiques

III.4.3.1 DCO, DBO

Leurs connaissance est secondaire sur la chaîne de traitement des boues. Il est important de connaître les valeurs des différents filtrats, centrats et sur versés retournant en tête de la file eau. Ceux-ci peuvent couramment représenter 5 à 25% de la charge entrante, selon le type et les performances du traitement des boues. (OKINAWA ;1997).

A. Composition éléments chimiques des boues

A.1. C.H.O.N.S. (carbone, hydrogène, oxygène, azote, soufre)

Ce paramètre permet d'estimer les performances d'une étape ultérieure de traitement par voie biologique (digestion anaérobie avec production de biogaz) ou thermique (incinération). (OKINAWA ; 1997)

A.2 Température, pH, potentiel d'oxydo-réduction (eH)

Ces paramètres n'ont pas de valeur prédictible en traitement des boues. Ils permettent cependant de mettre en évidence un dysfonctionnement, tel que le vieillissement d'une boue qui dégrade les performances des filières (chute du eH). (OKINAWA ; 1997)

A.3. Eléments-traces métalliques

Quelle que soit la destination finale des boues, la connaissance des teneurs en éléments-traces métallique est primordiale. Les métaux suivants doivent pouvoir être identifiés : Pb, Cr, Cu, Mn, Ni, As, Cd, Hg et éventuellement TI (Thallium). (OKINAWA ;1997)

A.4. Graisse

Généralement exprimées en MEH (Matières Extractibles à l'Hexane), elles sont intégrées aux MV. Elles sont prises en compte dans toutes les opérations biologiques ou de combustion.

Chapitre I : Généralités sur la pollution, les eaux usées et les boues

Toutefois, il peut être intéressant de connaître précisément le taux de graisses pour prévenir un colmatage (capteurs) un croûtage (digesteurs) ou une déficience de transfert d'oxygène (stabilisation aérobie ...). (OKINAWA ;1997)

A.5. Fibres

Les fibres (matières lignocellulosiques carbonées) peuvent réduire la résistance spécifique de la boue et, par conséquent, améliorer sa déshydratabilité. En revanche, elles constituent une partie non négligeable de la fraction non dégradable des MV dont il faut tenir compte, en digestion par exemple. (OKINAWA ;1997)

A.6. Agents pathogènes

Les agents pathogènes présents dans les eaux résiduaires sont principalement associés aux MES, et se retrouvent donc en grande majorité dans les boues. Il s'agit de virus, bactéries et parasites (Protozoaires, Helminthes).

La teneur des boues en agents pathogènes est caractérisée en fonction de la présence des plus résistants d'entre eux, qui sont donc jugés représentatifs du risque à estimer : Les Entérovirus (virus), Salmonelles (bactéries) et œufs d'Helminthes viables (parasites). (OKINAWA ; 1997)

B. Les métaux lourds

Les boues d'épuration sont des déchets issus du traitement de se aux usées. Ces eaux contiennent des niveaux significatifs de traces décontaminant métalliques. En effet, les eaux usées arrivant au sommet des stations d'épuration ont une teneur eau coup plus élevée en contaminants métalliques à l'état de trace que l'eau potable, l'eau de rivière ou l'eau de mer. (Tableau 1). (Justin et al ; 1995)

Chapitre I : Généralités sur la pollution, les eaux usées et les boues

Tableau 1 : Ordre de grandeur des teneurs en micro-polluants métalliques d'eaux d'égout et d'eaux claires ($\mu\text{g l}^{-1}$). (Justin et al, 1995)

	Plomb	cadmium	Mercure	Fer
Eau potable	50	5	1	200
Eau de rivière	0.3 – 100	0.03 – 10	0.01 – 1	3 – 300
Eau de mer	0.003	0.1	0.002	0.1
Eau d'égout	51 – 630	6 - 85	1 - 7	60- 999 000

Tableau 2:Composition des boues selon la filière de traitement des eaux résiduaires urbaines (Rejsek, 2002).

Composants	Décantation primaire	Traitement biologique	Aération prolongée	Lagunage	Traitement Chimique
Matière organique%	55-65	70-85	60-75	45-60	35-55
N total% MS	2,3-3	4-6	4-5	2-3	1.5-2
P% MS	1-0,5	2,5-3	2-2,25	1.5-5	1.5-3
K% MS	0,2-0,3	0,2-0,3	0.2-0.3	0.2-0.3	0.1-0.2
C% MS	33-40	38-50	33-40	25-35	20-30
Ca% MS	5-15	5-15	5-15	5-15	5-30
Mg% MS	0,4-0,8	0,4-0,8	0.4-0.8	0.4-0.8	1.7-4.5
Pouvoir fermentescible	++	++	+	-	(++)(-)
Contamination bactériologique	++	++	+	-	(++)(-)

III. 5 Les différentes classes de boues

La caractérisation d'une boue est fondamentale pour le choix de la méthode de traitement qui lui est applicable ainsi que pour la prévision des performances des appareils à employer.

Tableau 3: Les différentes classes de boues (OKINAWA; 1997)

Boue de classe A	Boue de classe B1	Boue de classe B2	Boue de classe C	Boue de classe D
-Boues primaires -Boues primaires physico-chimiques -Boues de forte et très forte charge	-Boues biologiques en eau brute : a/ boues de faible charge. b/ boues d'aération prolongée	-Boues biologiques en eau décantée : a/ boues de faible charge b/boues de moyenne charge	-Boues mixtes de type A +B2	-Boues stabilisées biologiquement : a/boues de digestion anaérobie mésophile b/boues de stabilisation aérobie thermophile

III.6 Traitement des boues

Le traitement des boues s'entend comme une série d'opérations visant à modifier la nature des boues excédentaires et à assurer qu'elles parviennent à leur destination finale sans être gênantes. Après déshydratation et stabilisation, les boues sont rejetées dans le milieu naturel ou réutilisées pour des applications agricoles et énergétiques. (Blondeau, 1985).

L'Objectif du traitement

Le traitement des eaux résiduaires a pour objectif de pouvoir rejeter un effluent liquide convenable éliminant les composés indésirables. Ces éléments peuvent être : des pathogènes, des débris, des solides en suspension, des matières organiques consommatrice d'oxygène, des matières organiques toxiques ou des métaux. (Document F 3654).

III.8. Valorisation agricole

Cette pratique, appliquée de puis plus de 30 ans, est une solution particulièrement favorable pour l'environnement car elle offre la possibilité de recycler les MO nécessaires dans le sol. De plus, les boues fournissent un engrais à faible coût, permettant aux agriculteurs de réduire leur exposition aux engrais et fertilisants conventionnels. Des recherches préalables et toutes les précautions scientifiques, technique se règlementaires doivent être prises avant tout développement agricoles ou quelque forme que ce soit (liquide, pâteux, solide ou boue sèche). (OKINAWA ; 1997)

Résoudre des problèmes purement logistiques ne suffit pas. Il est encore nécessaire d'analyser en permanence les effets de l'apport de boues sur les sols et les cultures et d'ajuster les doses d'épandage. (OKINAWA; 1997)

L'usage agricole est un mode de valorisation des boues, mais sa fonction principale est de contrôler la fertilisation des sols. (OKINAWA ; 1997)

L'utilisation des boues est interdite sur des sols destinés à des cultures maraîchères ou fruitières qui sont normalement en contact direct avec les sols et qui sont normalement consommées à l'état cru, pendant une période de dix mois qui précède la récolte et pendant la récolte elle-même (Coïc, Y, 1989).

Chapitre II

Matériel et méthodes

Chapitre II : Matériel et méthodes

I. description de la station d'épuration Est de Tizi-Ouzou

1. La situation géographique de la ville de Tizi-Ouzou.

Situé au nord de l'Algérie, à 30 Km au sud de la méditerranée, et à 100 km à l'est de la capital Alger. Elle est délimitée : à l'ouest par la wilaya de Boumerdes; au sud la wilaya de Bouira; à l'est la wilaya de Bejaïa ; et au nord la mer Méditerranée. Elle est divisée administrativement en 67 communes et 21 daïras.

La wilaya de Tizi-Ouzou s'étend sur 2 992,96 km². La population résidente telle qu'évaluée lors du recensement de 2008 est de 1 127 607 habitants. La densité atteint 381,21 habitants au km².



Figure 3: Situation géographique de la wilaya de Tizi-Ouzou (Map data 2023)

2. Le climat

Tizi-Ouzou se situe dans la zone du climat méditerranéen. En raison des massifs montagneux qui entourent la ville, il neige chaque année en hiver entre décembre pour les hautes altitudes (600m et +), et février pour les basses altitudes. En été, la chaleur peut être suffocante car l'air marin se heurte au relief montagneux qui l'empêche d'atteindre la ville. À partir de novembre les températures sont de 5 °C au minimum. Quelques hivers à Tizi Ouzou sont marqués par des records de chaleur: en 2012, par exemple, les températures ont dépassé les 17 °C. La température la plus élevée jamais enregistrée à Tizi-Ouzou date de juillet 1901

Chapitre II : Matériel et méthodes

avec 50 °C, et la température la plus basse date de février 1982 avec -11 °C. Les précipitations moyennes de la ville de Tizi Ouzou sont en moyenne de 720.1 mm /an.

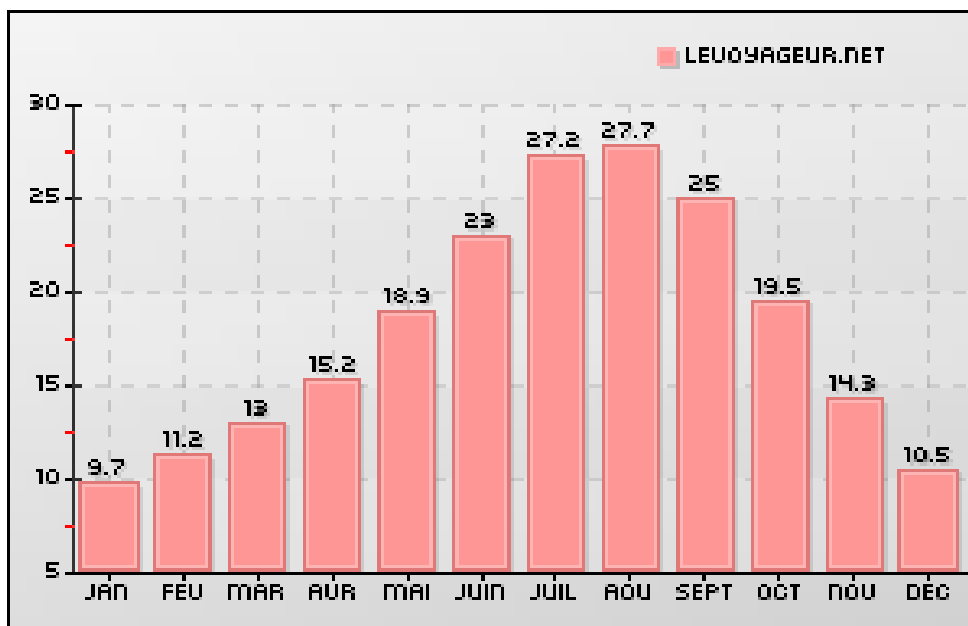


Figure 4 : Températures moyennes 2012-2022 à Tizi-Ouzou

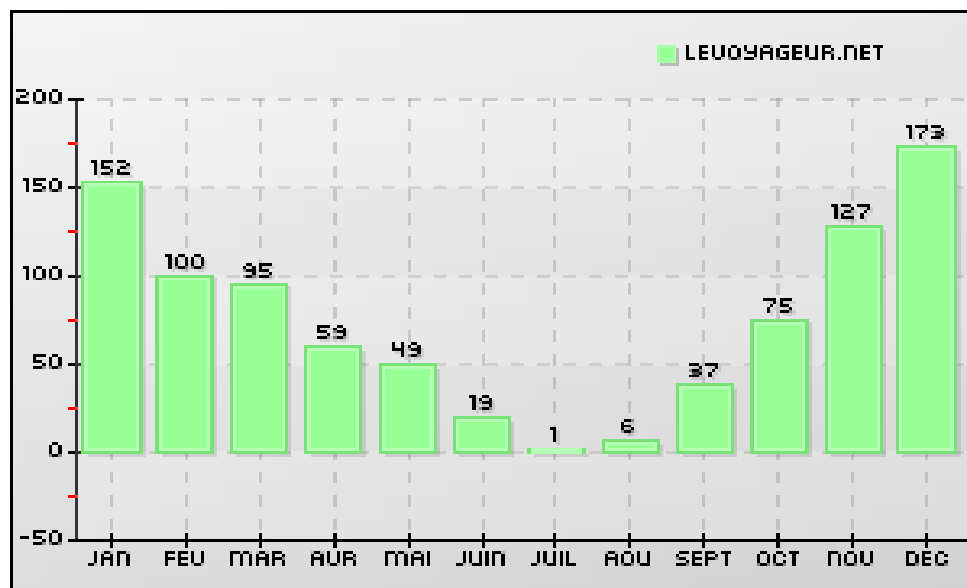


Figure 5 : Précipitation moyenne 2012-2022 à Tizi-Ouzou

Chapitre II : Matériel et méthodes

3. Présentation de la zone d'étude

L'office national de l'Assainissement (ONA) est un établissement public à caractère industriel et commercial (E.P.I.C). Créé le 21 avril 2001 par le décret exécutif n° : 01-102.

La station Est de la wilaya de Tizi-Ouzou a été construite au début des années 90 et mise en marche en août 2001.

Elle a pour but l'épuration des effluents domestiques de la partie Est de la ville de Tizi-Ouzou, selon le procédé boue activée, pour un débit journalier de 18000 m³/jour, et une capacité de 120000 Eq/hab, qui a été conçue pour épurer les eaux usées urbaines afin de protéger le milieu récepteur, en l'occurrence l'Oued Sebaou.

Ces effluents arrivent à la station à travers un réseau unitaire par voie gravitaire (Amara et al, 2018).

3.1. Situation géographique

La station d'épuration Est de Tizi-Ouzou est située à Pont de Bougie à 3 km à l'Est de la ville de Tizi-Ouzou, sur le chemin de wilaya N°124 reliant Tizi-Ouzou vers Bejaia ; d'une superficie de 35591 m² dont 14 714 m² bâtis.



Figure 6: Situation géographique de la STEP Est Tizi-Ouzou en 2018

Chapitre II : Matériel et méthodes

Fiche technique de la station d'épuration

Les caractéristiques techniques de la STEP Est, sont précisées dans le (Tableau 4)

Tableau4:Caractéristiques techniques de la station d'épuration Est de la ville Tizi-Ouzou (ONA ; 2003)

Désignation	Valeurs
Type de réseau	Unitaire
Nature des brutes	Domestiques
Population raccordée	120 000 EH
Débit journalier en temps sec	18 000m ³ /j
Débit moyen journalier	750m ³ /h
Débit de pointe en temps sec	1260m ³ /h
Caractéristique techniques de STEP (ONA, 2013)	

e. Les différentes étapes de traitements dans la STEP Est de Tizi-Ouzou

4.1. Les prétraitements

Les eaux usées brutes arrivées à la station doivent généralement subir, des traitements physique et mécanique dite prétraitement. Il est destiné à extraire de l'eau brute, la plus grande quantité d'éléments dont la nature et la dimension constitueraient une gêne ultérieurement. Ces opérations sont : le dégrillage, le dessablage et le déshuilage.

a) Le dégrillage

- **Dégrillage grossier** : les eaux usées passent à travers des grilles dont les barreaux retiennent les éléments les plus grossiers supérieurs à 5 cm. (ONA ; 2023)



Figure 7: Dégrillage grossier (originelle ;2023)

- **Dégrillage fin** : les eaux usées subissent dans cette étape une seconde filtration le dégrillage fin (la première filtration c'est le dégrillage grossier), constitué de grille encore moins espacées, va éliminer les déchets de petite taille.

- La station comprend deux dégrilleurs fins :

- **Le Mécanique**
- **Le Manuel**



Figure 8 : Dégrillage fin (originelle ; 2023)

b) Dessaleur déshuileur

- **Déshuilage et dégraissage :** Le déshuilage-dégraissage se rapporte à l'extraction de toutes les matières flottantes d'une densité inférieure à celle de l'eau. L'injection d'air au fond de l'ouvrage permet la remontée en surface des corps gras. Les huiles sont racles vers une fosse à l'huiles, puis éliminer.



Figure 9: Ponts de raclage (originelle ; 2023)

- c) **Dessablage :** Le dessablage s'effectue sur des particules de dimensions supérieures à 200 μm . Ces particules sont aspirées par une pompe, puis le sable va se décanté au fond de bassin ensuite récupérés à l'aide d'une vis à sable et mis en décharge.



Figure 10 : Vis d'Archimède (originelle ; 2023)

4.2. Traitement biologique

Les eaux usées contenues dans le bassin biologique sont formées de biomasse (eaux + bactéries + boues), La dégradation sera réaliser par voie aérobie (en présence d'oxygène)

a) Bassin d'aération

Le traitement s'effectue dans des bassins d'aération ou on met on contact Les eaux usées et une biomasse épuratrice, ce qui provoque le développement d'une culture bactérienne sous forme de floccs (boue activées).Les floccs peuvent alors être séparés de l'eau par décantation. L'aération, se faire avec l'oxygène est assurée par des unités électromécaniques : aérateur de surface (turbine).



Figure11: Le bassin d'aération (original)

b) Clarificateur

C'est un ouvrage placé en sortie de bassin d'aération à une forme cylindro-conique. C'est un ouvrage qui sert à séparer l'eau épurée de la masse de boue activée de manière à produire un effluent clarifié. Une fois l'eau épurée est séparée de la boue, l'eau clarifiée est évacuer vers la sortie et rejetée dans l'Oued (Oued Sebou), une partie de la boue concentrée sera recercler vers le bassin biologique et l'autre sera évacuer vers un stabilisateur de boue.



Figure 12 : le clarificateur (originelle; 2023)

c) **Traitement des boues**

Les boues qui sort de clarificateur se présentent en forme liquide et avec une forte charge en matière organique. Pour cela en mise en place une filière de traitement pour réduire le pouvoir fermentescible (stabilisation) ; et réduire le volume des boues (élimination de l'eau plus ou moins liée aux MES).

On distingue trois types de traitement organisé comme suite :

- **La stabilisation (stabilisation aérobie)**

C'est un dispositif qui assure la première étape de traitement des boues dans un bassin de stabilisation, qui a pour but de diminuer le pouvoir fermentescible des boues et les rend inactifs et limiter les nuisances olfactives.



Figure13: Le stabilisateur (originelle ; 2023)

Chapitre II : Matériel et méthodes

▪ L'épaississement

Les boues sont transférées vers l'épaississeur par des pompes en fosse sèche. Son principe consiste à séparer une quantité importante de l'eau contenue dans les boues, pour réduire le volume des boues. Cette étape permet aussi l'évacuation d'une eau claire, peu chargée, qui est recyclée en tête de la station.



Figure 14: L'épaississeur (originelle ; 2023)

▪ Les lits de séchage

Les boues stabilisées sur l'épaississeur sont évacuées gravitairement vers le lit de séchage. Le séchage des boues se fait physiquement par une évaporation et une filtration naturelle à l'aide de soleil, à l'aide de 20 lits de séchage à l'air libre, divisés en deux filets de 10 lits. Pour un volume journalier de 120 à 180 m³ et avec une hauteur de 40 cm, et un temps de séchage moyen de 17 à 20 jours en été. Une fois les boues séchées, elles seront évacuées vers l'aire de stockage pour la mise en décharge ou pour une valorisation agricole.



Figure 15: Lits de séchage (originelle ; 2023)

Chapitre II : Matériel et méthodes

II. Matériels et méthodes :

Les eaux usées issues des industries et des collectivités ne devraient pas être directement rejetées dans le milieu naturel, car sans traitement elles peuvent engendrer de graves problèmes environnementaux et de santé publique. Par conséquent, elles devraient être dirigées vers les stations d'épuration qui ont pour rôle de concentrer la pollution contenue dans les eaux usées sous forme d'un résidu, et de rejeter une eau épurée répondant aux normes admises, et cela grâce à des procédés physicochimiques et biologiques.

II.1.1. Matériels

II.1. L'eau

- ✓ Bouteille en plastique, Bicher

II.1.2. Appareils

- ✓ Thermomètre
- ✓ pH mètre
- ✓ Chloromètre
- ✓ DBO mètre
- ✓ Spectromètre

II.2. Boue

II.2.1. Matériels

- ✓ Papier filtre
- ✓ Eprovette
- ✓ Bicher
- ✓ Entonnoir

III. Méthodologie

Les eaux usées sont dirigées vers les stations d'épuration pour concentrer la pollution contenue dans les eaux usées sous forme d'un résidu, et de rejeter une eau épurée répondant aux normes admises, et cela grâce à des procédés physicochimiques.

Chapitre II : Matériel et méthodes

Rôle de laboratoire de la station d'épuration de pont de bougie

- D'autocontrôle et de suivi des rejets de la station ;
- La vérification de bon fonctionnement des différents bassins ;
- L'étude de valorisation des eaux épurées et des boues

II.1. Analyse de l'eau

1.1. Les paramètres analysés

- **La température**

La température des eaux usées constitue l'un des paramètres influençant sur la composition (effet sur la solubilité des sels). Elle favorise aussi la formation d'une biomasse bactérienne importante. La température élevée, freine également la vie de la flore et de la faune aquatique (Khemici et al., 2007).

La détermination de la température d'un échantillon d'eau brute et d'eau épuré se fait à l'aide d'un thermomètre :

- Verser une quantité de l'échantillon d'eau brute et d'eau épurée dans un bécher puis on fait prolonger la sonde de thermomètre à l'intérieur du récipient (Becher), après la stabilisation on lit la valeur de température affichée (Figure 16)



Figure 16: Thermomètre

Chapitre II : Matériel et méthodes

- **Le pH**

Le pH sert à quantifier la concentration en ions H^+ de l'eau qui lui confère son caractère acide ou basique. Cette mesure peut apporter des renseignements sur la qualité d'une eau (Franck, 2002).

La détermination de pH d'un échantillon d'eau brute et d'eau épuré se fait à l'aide d'un pH-mètre :

- Verser une quantité de l'échantillon (eau brute et eau épuré), dans un bécher et on fait prolonger l'électrode du pH-mètre dans l'échantillon
- Après la stabilisation on lit la valeur de pH affichée (Figure n°17).

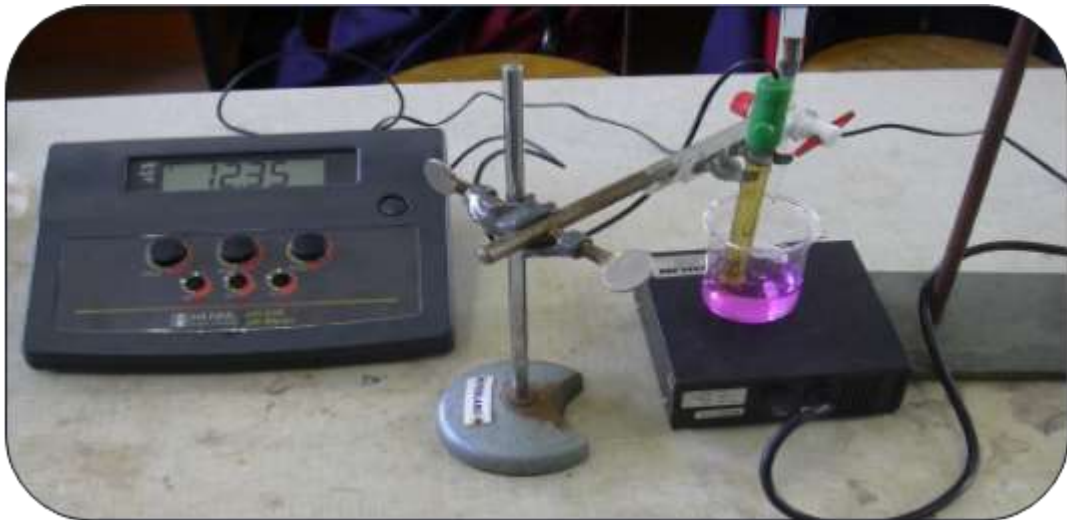


Figure 17 : pH-mètre (originelle, 2023)

- **Détermination de la MES**

Les matières en suspension représentent l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux. On appelle matières en suspension les très fines particules qui sont non dissoutes dans l'eau (Gomella et Guerree, 1978) (Sable, argile, produits organiques, particules de produits polluants, micro-organismes) qui donnent un aspect trouble à l'eau (turbidité) et s'opposent à la pénétration de la lumière nécessaire à la vie aquatique. En trop grande quantité, elles constituent donc une pollution solide des eaux.

Chapitre II : Matériel et méthodes

La concentration des matières en suspension de l'eau brute et eau épurée de la STEP sont mesurées et sont exprimées en mg/l.

La méthode consiste à :

- Prélever 25 ml d'échantillon d'eau à analyser dans un flacon colorimétrique ;
- Allumer le colorimètre ;
- Choisir le numéro de programme (MES 94) ;
- Préparer le blanc qui est l'eau distillée 10 ml, 10 ml d'eau brute et 10 ml d'eau épuré dans des cuvettes de colorimètre ;
- Placer le blanc dans le puits de mesure puis cliquer sur zéro ;
- Agiter l'échantillon puis le placer dans le puits de colorimètre ;
- Mettre le capuchon de colorimètre et presser Read puis on note le résultat



Figure 18:Colorimètre (Originelle ,2023)

- **Métaux lourds**

On appelle métaux lourds les éléments métalliques naturels dont la masse volumique dépasse 5g/cm^3 . Ceux-ci sont présents le plus souvent dans l'environnement sous forme de traces: mercure, plomb, cadmium, cuivre, arsenic, nickel, zinc, cobalt, manganèse. Les plus toxiques d'entre eux sont le plomb, le cadmium et le mercure.

Chapitre II : Matériel et méthodes

La méthode consiste à :

- Ioniser l'échantillon d'eau brute et épurée en injectant dans un plasma d'argon
- Transformation des atomes d'eau en ions, par une sorte de flamme chaude
- Lecture de la valeur sur le spectromètre (Figure 19) ;



Figure 19: spectromètre type Agilent technologies 5900

- **Détermination de la DCO**

La demande chimique en oxygène représente la quantité d'oxygène consommée par les matières oxydables chimiquement contenues dans l'eau, elle est représentative de la majeure partie des composés organiques mais également des sels minéraux oxydables (sulfures, chlorures...), est définie comme la quantité d'un spécifique oxydant qui réagit avec l'échantillon dans des conditions contrôlées.

La DCO représente la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation de la matière organique contenue dans l'eau qu'elle soit biodégradable ou non biodégradable par voie chimique.

- Prélever 0.5 ml d'eau distillée (le blancs) dans un tube DCO (Manganèse III) ;
- Utiliser le numéro de programmes 18 ;
- Placer sur dans le puits de colorimètre on remettre le capuchon et on clique sur zéro

Chapitre II : Matériel et méthodes

- prélever 0.5 ml d'échantillon (eau brute, eau épuré) dans le tube DCO (Manganèse III) ;
- Chauffage pendant 1ha 150°C dans le réacteur DCO ;
- Après refroidissement ; placer l'échantillon dans le puits du colorimètre et faire la lecture.



Figure 20: Analyse de la DCO (originelle, 2023)

- **Détermination de la turbidité**

La turbidité est un indice de la présence des particules en suspension (l'argile, limon et particules organique etc.....), sa concentration elle est mesurée à la STEP Est à l'aide d'un colorimètre.

- Prélever 25 ml d'échantillon analyser dans un flacon colorimétrique ;
- Allumer le colorimètre ;
- Choisir le numéro de programme ;
- Préparer 25 ml de blancs (eau distillée) et en le place sur le puits de colorimètre ;
- Cliquer sur zéro ;
- Placer l'échantillon (eau brute, eau épuré) , on mettre le capuchon de colorimètre et presser Read puis on note le résultat

Chapitre II : Matériel et méthodes

- **Détermination de la (DBO5)**

C'est la quantité d'oxygène nécessaire au micro-organisme afin d'oxyder les matières organique biodégradable mesuré pondant 5 jours (STEP EST Tizi-Ouzou).

Mode opératoire :

- Prélever des volumes correspondent d'eau brute et d'eau épuré dans deux bouteilles différents ;
- Mettre les deux bouteilles dont on ajoute à chacun un barreau magnétique et trois pastille de KOH(le KOH permet de fixer le CO₂ dégagé), dans les bouchons de chaque bouteille, ensuite placer l'Oxy-top sur les bouteilles et en les serrant bien ;
- Mettre les échantillons à l'intérieur de DBO-mètre sous 20°C, avec des agitateurs magnétiques ;
- Après 5 jours, lire les valeurs de DBO5

Cetableau de titrage représente les volumes correspondant pour la DBO5 :

Tableau 5 : Les volumes correspondant pour la DBO5 :

Volumes de l'échantillon	Echelles
97 ml	0-800 mg (O ₂)/l
164 ml	0-400 mg (O ₂)/l
365 ml	0-80 mg (O ₂)/l
432 ml	0-40 mg (O ₂)/l



Figure21: DBO- mètre (originelle ;2023)

- **Détermination des nitrates (NO_3^-)**

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote, et représentent la forme d'azote au degré d'oxydation le plus élevé présent dans l'eau.

La méthode consiste à :

- Prélever 10 ml d'eau épurée, on ajoute une capsule de réactif nitriver5 ;
- Mélanger pendant 1 min ;
- Prélever 10 ml d'eau épuré dans un flacon (le blanc) ;
- Adapter le spectrophotomètre aux nitrates en choisissant le programme ;
- Choisir le numéro du programme sur le colorimètre puis on procède la lectureur

- **Détermination des nitrites (NO_2^-)**

- Préparer un mélange de 5 ml d'eau brute et 5 ml d'eau épurée ;
- Préparer 10 ml d'eau distillée (le blancs) ;
- Ajouter le réactifs nitriver3, 2 capsule pour les 2 flacons, l'eau brute et épuré) ;
- Laisser reposer pendant 15 min, pour préparer la solution (eau brute +nitriver3), (eau épuré+ nitriver3) ;

- Procéder à la lecture de la valeur N-NO₂⁻ avec un spectrophotomètre (Figure 22) ;



Figure 22 : Spectrophotomètre

II. Analyse de la boue

II.1. Les paramètres analysés

- **Détermination des matières sèche (MS)**

C'est le paramètre généralement qui mesure, la concentration en MS permet de connaître la quantité de boue à traiter quel que soit son niveau de concentration dans la filière de traitement. Pour cette analyse on procède comme suit :

- Préparer un papier filtre après on le pèse (P₀) ;
- Placer le filtre dans un entonnoir sur un bécher puis on verse une quantité de boue (100 ml) ;
- Attendre jusqu'à la filtration de l'eau puis on place le filtre dans une coupelle en aluminium ;
- Placer la coupelle dans une étuve à 105°C pour le séchage des boues ;
- Ensuite on place le filtre dans un dessiccateur pour enlever l'humidité puis on pèse le filtre (P₁) ;
- Enfin on calcule la concentration de la matière sèche par la formule suivante :

$$MS = (P_1 - P_0) \times 1000 / V \text{ (mg/l)}$$



Figure 23 : Détermination des matières sèche (MS) (originelle, 2023)

- **Test de décantation (V30)**

Ce paramètre est indirectement lié à MS et MV et dépend du temps de séjour dans le réservoir biologique ; la méthodologie de mesure est la suivante :

- Prélever un échantillon de boue activée dans le bassin biologique ;
- Après bien agiter on remplit l'éprouvette a 1000 ml de l'échantillon, puis le laisser décanter pendant 30 min ;
- Après 30 min on note le volume décanté, c'est le $V_{30} > 300$ on effectue des dilutions (1/3) avec l'eau épurée jusqu'à trouver $V_{30} \leq 300$, puis on calcule l'indice de boue (IB) suite : **$IB = V_{30} / MS \times 1/3$** .



Figure 24: Test de décantation V_{30} (originelle, 2023)

Chapitre II : Matériel et méthodes

- **Métaux lourds**

On appelle métaux lourds tous éléments chimique ayants une masse volumique qui dépasse 5 mg/cm³, et avec un numéro atomique élevé en général supérieur à celui du sodium (Z=11). Il est remplacé aujourd'hui par « Eléments Traces Métalliques (ETM) » à cause de leur présence en concentration trace (allant jusqu'à moins de 10 ppm) dans diverses matrices environnementale (D.C. Adriano. (2001).

- Ioniser l'échantillon de trois boues (activé, retour, stabilisé) en injectant dans un plasma d'argon ;
- Transformation des atomes d'eau en ions, par une sorte de flamme chaude ;
- Lecture de la valeur sur le spectromètre ;

Chapitre III

Résultats et discussion

➤ Résultats

I/ Analyse de l'eau

I.1. La température

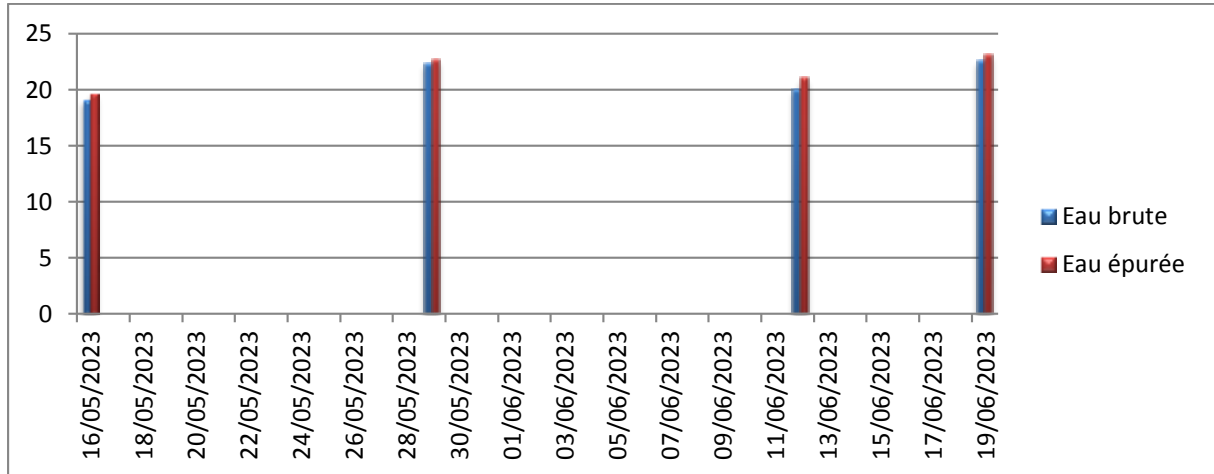


Figure 25: Variation de la température (C°) de l'eau brute et épurée de la station STEP Est Tizi-Ouzou

Selon la figure 25 on remarque que les températures des eaux épurées sont toujours supérieures à celle de l'eau brute.

Se fait le graphe les valeurs des températures eaux usées traitées varie entre (19,6°C et 23,1°C), et l'eau (19,1°C et 22,6°C).

Ces valeurs sont inférieures à norme algérienne qui est des rejets liquides urbains qui est de 30°C (JORA, 1993, et OMS, 2004).

Les résultats de la température de L'eau épurée à la station d'épuration Est de la ville varient entre 19.6 et 23.1 °C ; Ces valeurs sont dans la norme de l'OMS compris aux résultats obtenus par Abdoukkadri. A et al (2011), les résultats sont conformes à ceux de Rodier (2009) à Burkina faso.

L'analyse statistique a montré que le test student permis d'obtenir une

p. value = 0.02 < 0.05 qui indique qu'il y'a une différence significative de température entre les différent eaux de sortie et d'entrée durant la période d'étude.

I.2. Potentiel d'hydrogène (pH)

Les valeurs de pH des eaux usées de la station sont entre 7 et 7.5 à l'entrée de la station par contre on remarque que les valeurs de pH des eaux épurées diminuent avec une valeur minimale de 6.8 et valeur maximale 7.1 ce qui peut favorise la croissance des bactéries dans un milieu légèrement basique. (ONA. 2023)

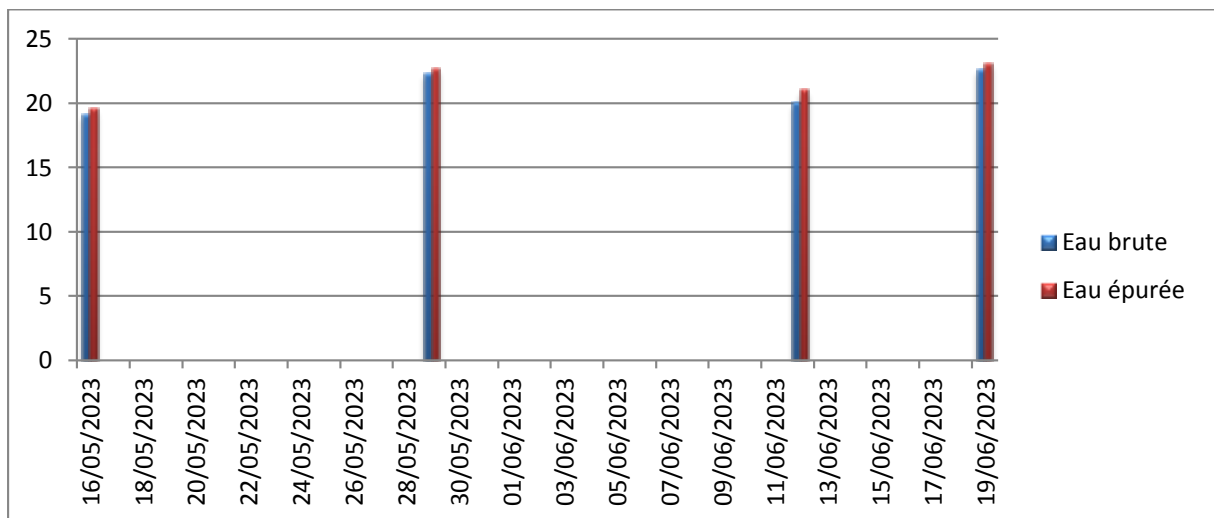


Figure 26 : Variation du pH de l'eau brute et à l'eau épurée de la station STEP Est Tizi-Ouzou

Les valeurs de pH des eaux usées et des eaux traitées sont presque neutres, Ce qui montre que le pH répond aux exigences de la STEP et aux normes de NE (Normes européennes, norme algérienne et mondiale) qui concernent les valeurs du pH des eaux résiduaires ($6.5 < \text{pH} < 8.5$).

(JORA, 1993 ; OMS, 2004) ce qui implique qu'il na pas d'effet néfaste du pH sur l'environnement.

Les résultats de pH varient entre 6.8 et 7.1, il est proche de neutralité. Les valeurs sont conformes à la norme de l'OMS (pH de 6.5 à 8.5), et sont proches de ceux de Ayyach A et al (2016) au Maroc avec des valeurs allant de 7.15 à 8.

I.3. matière en suspension (MES)

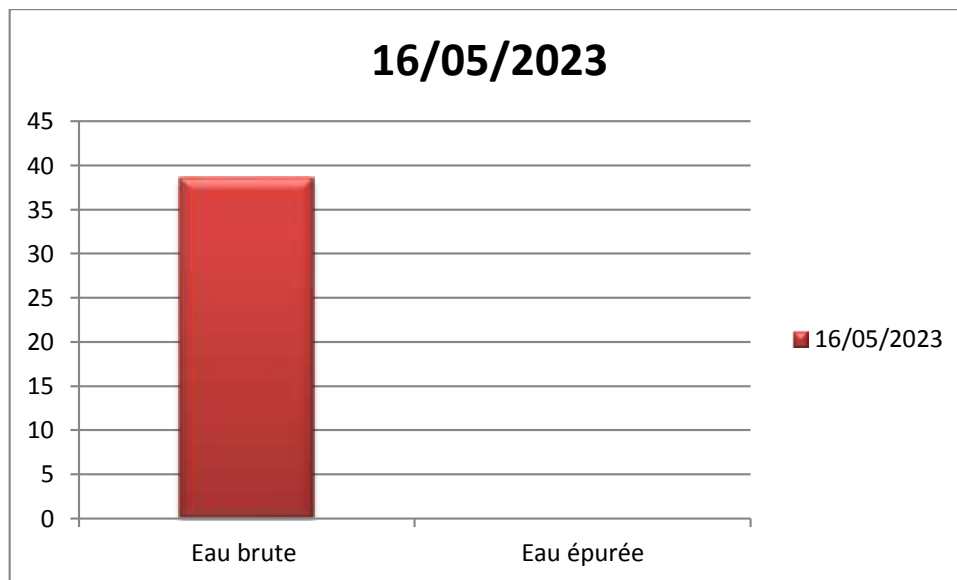


Figure 27 : Variation de rendement d'élimination de MES dans l'eau brute et épurée de la station STEP Est Tizi-Ouzou en mg.l⁻¹

La teneur en MES dans l'eau brute est de valeur de 38.601 mg.l⁻¹ par contre dans l'eau épurée une baisse importante de valeur ce qui implique l'effet direct des bassins de sédimentation et décantation la teneur de MES est 00 mg.l⁻¹

La valeur de MES de l'eau épurée est inférieure à la norme l'OMS qui est de 30 mg.l⁻¹

La valeur en MES de l'eau épurée est 00 mg.l⁻¹ à la station d'épuration de la ville de Tizi-Ouzou, elle est inférieure à la norme exigée par l'OMS (2001) qu'elle est 30 mg.l⁻¹.

Ce résultat n'est pas conforme à la valeur trouvée par Abdelmalek Bengherbia et al (2012) à Blida qui est de 182 mg.l⁻¹.

I.4. Les métaux lourds

Les métaux lourds sont le plus souvent présents dans l'eau à l'état de trace l'eau brute contient de métaux lourds parce qu'il est associée avec les eaux usées industrielles qui sont riches en métaux lourds (Fer, Cadmium, Cuivre, Nickel, Zinc, Chrome, Manganèse)

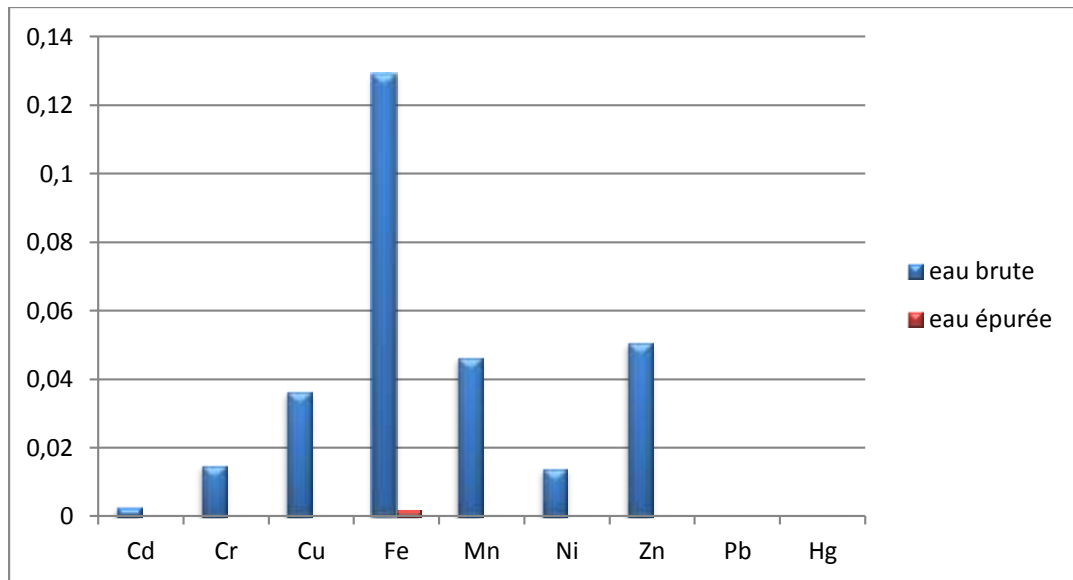


Figure 28: Variation de la teneur des métaux lourds dans l'eau brute et épurée de la station STEP Est Tizi-Ouzou

Selon le graphique l'eau épurée contient uniquement 0,01mg/l de fer alors que l'OMS recommande une norme inférieure à 0,3mg/l on constate que les résultats obtenus sont inférieurs à l'énorme donc on peut dire que le traitement est fiable pas de toxicité.

La concentration en fer de l'eau épurée de la STEP EST Tizi-Ouzou est de 0,01mg/l est conforme à la valeur recommandée par l'OMS (0,3mg/l). Le résultat diffère des valeurs obtenues dans la station d'épuration de la ville côtière d'Iflisen (1mg/l) (BOUHALI Sofiane KHETTAOUI Mohammed 2019 ; 2020), cette concentration ne pose pas de problème vu que le fer ce n'est pas un élément toxique.

Analyse statistique :

L'analyse statistique a montré que le test de student permis d'obtenir une p. value = 0,04 < 0,05 qui indique qu'il y'a une différence significative de température entre les différents eaux de sortie et d'entrée durant la période d'étude.

I.5. Demande chimique en oxygène (DCO)

La DCO est un test permettant d'estimer la teneur en matière organique dans l'eau, C'est la consommation en oxygène par les oxydants chimiques forts pour oxyder les substances organiques et minérales de l'eau. (Gomella, 1978)



Figure 29 : Variation de la teneur de la DCO de l'eau brute et épurée de la station STEP Est Tizi-Ouzou en mg.l⁻¹

La teneur en DCO de l'eau brute est 311.52 mg.l⁻¹ et la valeur de DCO de l'eau épurée est 41.53 mg.l⁻¹; Ce qui signifie la quantité d'oxygène est suffisante, pour l'oxydation des matières organiques ce qui traduit un bon fonctionnement de la station

Cette teneur elle est inférieure aux normes de réutilisation des eaux destinées à l'irrigation et aux normes que l'ordre de rejet direct (80 mg.l⁻¹).

Le paramètre DCO de l'eau épurée est 41.53 mg/l, La valeur est inférieure à la norme l'OMS qui est de 80 mg/l, cela veut dire que la quantité d'oxygène est suffisante, pour l'oxydation des matières organiques donc le fonctionnement de la station est bien fait.

Cette valeur est similaire à celle trouvée par Karrouch et Chahlaoui (2009) au Maroc et aussi conforme au résultat trouvé par Abdelmalek et al (2012) à Blida avec une valeur de 66 mg/l.

I.6 La turbidité

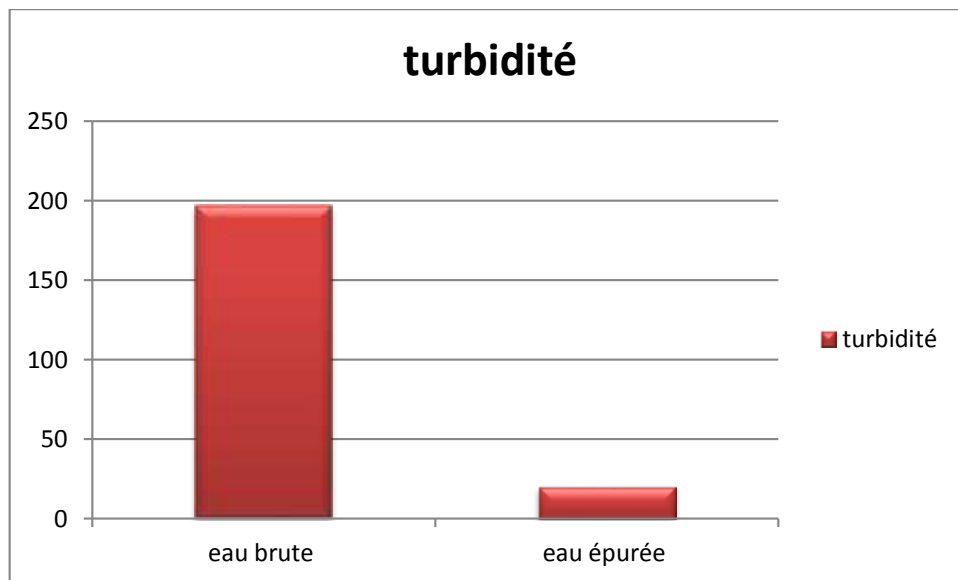


Figure 30 : Variation de la teneur de la turbidité dans l'eau brute et épurée de la station STEP Est Tizi-Ouzou

D'après la figure 45, nous constatons une variation des valeurs de la turbidité, elle varie de 197 NTU dans l'eau brute et de 20 NTU dans l'eau épurée. Cette valeur répond à la norme algérienne citée par le journal officiel (2006) qui varie de 20 à 30 NTU.

La diminution des valeurs traduit l'efficacité de traitement appliquée à la station d'épuration Est de la ville de Tizi-Ouzou.

Le résultat de la turbidité obtenu est 20 NTU, ce résultat est conforme à la norme algérienne citée par le journal officiel (2006) qui varie de 20 à 30 NTU, cela peut s'expliquer par l'efficacité de traitement physico-chimique appliquée à la station d'épuration Est Tizi-Ouzou.

Ce résultat est supérieure à la valeur obtenu par Abdoukadi .A et al (2011) au Burkina faso qu'elle est de 5 NTU.

I.7. La DBO₅ (demande biochimique en oxygène)

La DBO₅ c'est la quantité d'oxygène consommée par les micro-organismes, à l'obscurité à 20°C pendant 5 jours. Il permet l'évaluation des matières organiques biodégradables, est l'un des paramètres les plus importants et utiles indiquant la force organique des eaux usées (Djermakoye, 2005).



Figure 31: Variation de la teneur de la DBO₅ de l'eau brute et épurée de la station STEP Est Tizi-Ouzou en mg.l⁻¹

La teneur en DBO₅ enregistrée à l'entrée de la STEP est de 180 mg.l⁻¹ par ailleurs, l'eau traitée, présente une valeur de 28 mg.l⁻¹ cette valeur est supérieur a la norme de l'OMS algérienne et mondiale (3 mg.l⁻¹)

La valeur de la DBO₅ de l'eau épurée est 28 mg.l⁻¹ à la station d'épuration de la ville de Tizi-Ouzou, Cette valeur est supérieure à la norme de l'OMS (2001) est de 3 mg.l⁻¹, en

revanche, elle est inférieure à la valeur trouvée par Abdelmalek Bengherbia et al (2012) à Blida qu'elle est de 50 mg.l⁻¹.

Selon Aisa et Akporhonor (2007) cette valeur est assez élevée, cela signifie que les eaux usées de la station étudiée ont un potentiel de pollution relativement élevé.

I.8. NO₃⁻

Selon l'auteur la réaction de nitrification (oxydation des nitrites) est effectuée par les bactéries (Nitrobacter, Nitrospira) (UNEP/MAP/MEDPOL, 2004).

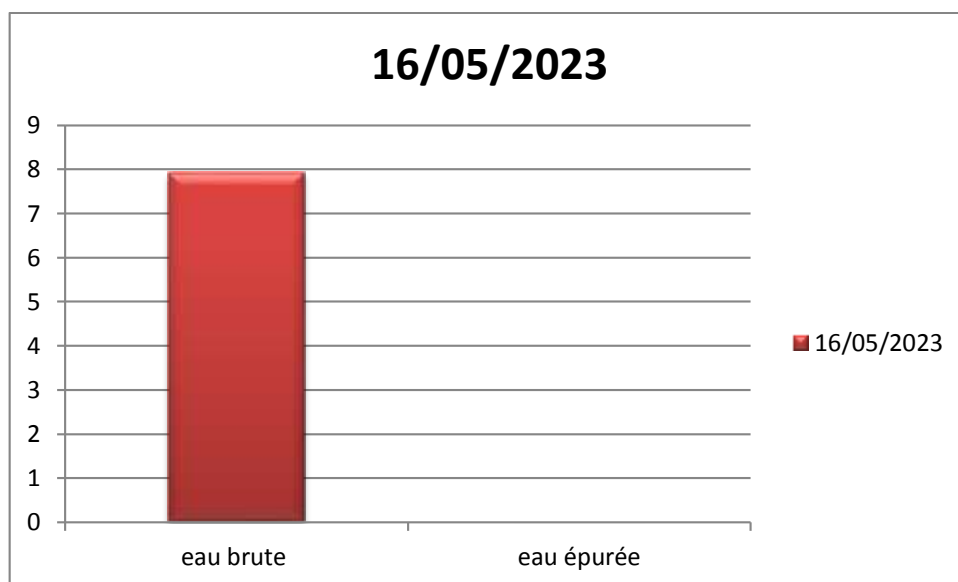


Figure 32 : Variation de la teneur de nitrate (NO₃⁻) de l'eau brute et épurée de la station STEP Est Tizi-Ouzou en mg.l⁻¹

Nous remarquons que la concentration de NO₃⁻ de l'eau brute est de 7.92 mg.l⁻¹ par contre 00 mg.l⁻¹ pour l'eau épurée ; ces résultats dans la norme l'OMS est de valeur ≤ 15 mg.l⁻¹

La valeur enregistrée de nitrate (NO₃⁻) de l'eau épurée est 00 mg.l⁻¹ à STEP Est de Tizi-Ouzou, ce résultat est largement inférieure à la limite fixée par l'OMS (2001) qu'elle est de 10 mg.l⁻¹.

Le résultat obtenu est inférieur à la valeur trouvée à la station d'épuration de Maghnia (Benelmouaz Ali, 2014) avec une valeur de 1.61 mg.l^{-1} ,

I.9. NO_2^-

Selon la source la réaction de nitrification (oxydation de l'ammonium) est réalisée par les bactéries nitrifiantes (Nitrosomonas, Nitrosococcus, Nitrosopira ...) (Hooper et Terry, 1979)



Figure 33: Variation de la teneur de nitrite (NO_2^-) de l'eau brute et épurée de la station STEP Est Tizi-Ouzou en mg.l^{-1}

Nous remarquons que les concentrations de NO_2^- de l'eau brute est de 0.006 mg.l^{-1} , par contre dans l'eau traitée la teneur en nitrite est réduite avec un taux de 0.069 mg.l^{-1} .

Ces résultats sont dans la norme de valeur $\leq 1 \text{ mg.l}$

La valeur de Nitrite (NO_2^-) de l'eau épurée est de 0.069 mg.l^{-1} à la STEP Est de Tizi-Ouzou, Ce résultat est dans la norme de valeur $\leq 1 \text{ mg.l}^{-1}$ est n'est pas conforme à la valeur de la station d'épuration de Maghnia (Benelmouaz Ali, 2014) est de 4.40 mg.l^{-1}

II. Analyses de la boue

II.1. la matière sèche

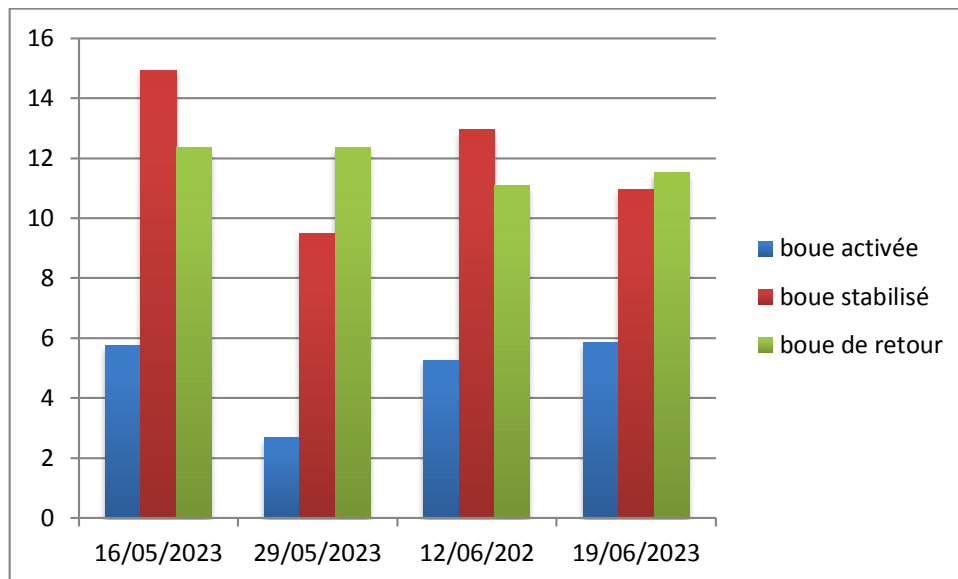


Figure 34 : Variation de teneur de la matière sèche de la boue de la station STEP Est Tizi-Ouzou pendant la période d'étude

Selon le graphe les valeurs de la matière sèche pour les trois boues (boues activée et boues de retour et boue Stabilisée) dans la STEP sont comprises entre 2,67g/l et 5,85 g/l pour les boues activées, 11,09 g/l et 12,37 g/l pour les boues de retour, 9,05 et 14,92 g/l pour les boues stabilisées.

Nous avons remarqué une augmentation des MS au cours des étapes de traitement, ces résultats indiquent que les boues de retour sont concentrées en MS, Pour diminuer cette concentration il faut une extraction des boues de clarificateur vers l'épaississeur.

Le taux de la matière sèche mesuré dans la boue de la station d'épuration EST Tizi-Ouzou est de l'ordre (2,67 ; 14,82), elle est traduite la conformité de la boue comparée au norme de l'OMS. Les valeurs sont aussi conformes aux résultats de l'analyse obtenus par d'autre station d'épuration telles que (Azzefoune, Tizirt, Boukhalfa) est dans les normes (0,9-0,93) (BOUZIDI Kahina et HACHEMI Karima 2018; 2019).

Analyse statistique :

L'analyse statistique a montré que le test de student permis d'obtenir une

p. value = 0.000234 < 0.05 qui indique qu'il y'a une différence significative de température entre les différent eaux de sortie et d'entrée durant la période d'étude.

II.2. Volume de décantation pendant 30 minutes (V_{30})

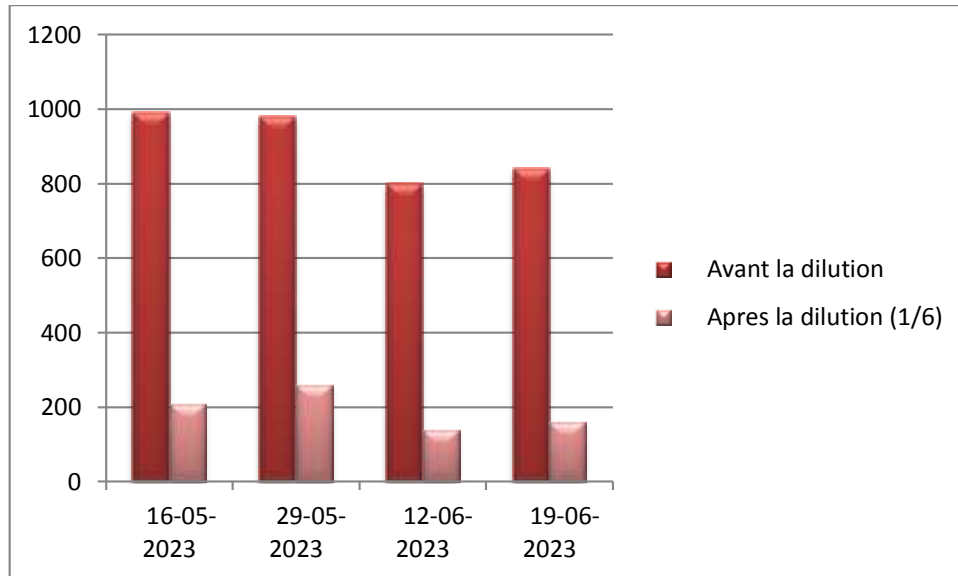


Figure 35 : Variation de teneur de V_{30} Avant et après la dilution de la boue de la station STEP Est Tizi-Ouzou pendant la période d'étude

D'après les résultats obtenus, le test de décantation V_{30} présente des valeurs entre 800 et 999 ml la norme doit être ≤ 300 ml. On précède une dilution avec de l'eau épurée où on calcule volume de boues activée dans une éprouvette après 30 min présente des variations qui indiquent l'état d'hydratation et la décantabilité des boues.

Après dilution de 1/6 on constate que les valeurs ont diminué atteignant 180 et 220 ml ce qui signifie l'étude de la dilution, de la on peut calculer indice de boue.

Le test de décantation V_{30} de boue activé de la station d'épuration EST Tizi-Ouzou varie entre 180ml et 220ml, cette valeur respectent la norme qui doit être < 300ml (ONA, 2023) ces résultats sont acceptable la station et assure aussi une bonne décantation et une bonne séparation solide-liquide.

Analyse statistique :

L'analyse statistique a montré que le test de student permis d'obtenir une

p. value = 0.00011 < 0.05 qui indique qu'il y'a une différence significative de température entre les différent eaux de sortie et d'entrée durant la période d'étude.

II.3 Les métaux lourds

Le principal objectif du traitement des boues en station d'épuration est d'en réduire le volume pour limiter les quantités à stocker et de les stabiliser pour en améliorer les caractéristiques physiques et arrêter la biodégradation qu'elles génèrent.

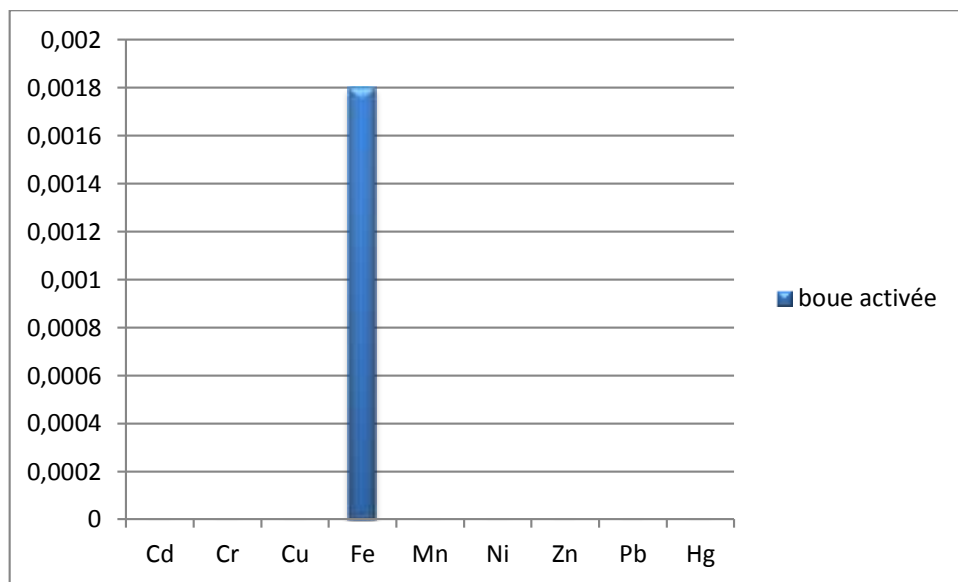


Figure 36 : Variation de teneur des métaux lourds de la boue de la station STEP Est Tizi-Ouzou pendant la période d'étude

Les boues activées contient 0,0018 de fer alors que l'OMS recommandent un niveau de fer inférieur à 0,2 ce qui indiquent que le traitement est bien fait.

La concentration des métaux lourds dans la boue de la station d'épuration EST Tizi-Ouzou est de 0,0018cettevaleur est dans la norme de l'OMS, est aussi conforme aux résultats obtenus par BOUZIDI Kahina et HACHEMI Karima 2018-2019) à la STEP Tizgirt, un taux en métaux lourd faible constate que cette dernière est considérée comme meilleure boue de point de vu de la charge en contaminants métalliques.

Conclusion générale

L'étude a porté sur le suivi et l'évaluation de la performance épuratoire de la station d'épuration EST Tizi-Ouzou des eaux usées domestique sa travers des analyses des paramétrés physicochimique, les résultats d'analyses ont révélés que les eaux traités présentent des caractéristiques satisfaisantes sur l'ensemble des paramètres physicochimiques étudiés, le pH est relativement neutre avec une moyenne de 6,95 et une température moyenne de 20°C. Pour les MES, DBO5 et DCO les moyennes sont respectivement dans l'ordre de 38,601mg.l⁻¹;180mg.l⁻¹ ; 41,53mg.l⁻¹. Ces résultats sont conformes aux normes de rejet fixées par OMS.

Les données de l'ONA affirment que les boues de la station d'étude ne présentaient aucun danger de point de vue toxicité en métaux lourds

La STEP- EST Tizi-Ouzou témoigne un bon déroulement du processus épuratoire en qualité d'abattement de la pollution physico-chimique et biologique de l'eau et elle présente le point de protection de l'Oued Sebaou.

Les résultats obtenus sont satisfaisantes, et le présent travail est une étude préliminaire sur les innombrables propriétés que peut renfermer les eaux usées et les boues. Pour la suite de ce travail, nous pouvons envisager quelques perspectives :

- Effectuer des analyse bactériologique des boues et pour les eaux.
- Installer un bassin physicochimique

Références bibliographiques

A

- **ADEME, 1996** : - La faune, indicateur de la qualité des sols, Ademe édition, Paris. PP. 62
- **ADEME, 2001** : - Les boues chaulées des stations d'épurations municipales : Production, qualité et valeur organique, Ademe édition, Paris, pp 224
- **AMADOU, H, 2007**: - Modélisation du séchage solaire sous serre des boues de station d'épuration urbaines, Thèses de doctorat, Université Louis Pasteur.

B

- **Bliefert, C, 2001**. Chimie de l'environnement. 1er édition, 2e tirage. 289p.
- **Bouziati. M. (2000)**, la pénurie aux maladies ; édition Ibn-Khaldoun, P260.
- **BROME, V, 1986** : - Les procédés physico-chimiques de dépollution des eaux usées

C

- **CHOCAT. B, (1997)**, Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et assainissement Edition Techniques et documentations, Paris, pp1124.

D

- **DALI H., ZOUAOUI K., 2007**, Réutilisation des eaux usées épurées en irrigation. Mém. Ingé. Génie des procédés. Génie de l'environnement. Uni d'Ouargla. 68p.
- **Djermakoye, 2005** : - Les eaux résiduaires des tanneries et des teintureries ; caractéristique physique-chimique, bactériologique et impact sur les eaux de surface et les eaux souterraines, Mémoire de thèse, faculté de Médecine Pharmacie et d'odonto-Stomatologie Université de Bomako

G

- **Ghadbane. N ; 2023 :** Les eaux usées urbaines, Mémoire de Magistère, Université Mohamed Boudiaf M'sila, p 14
- **Gomella, et Guerree, H; 1978:** Les eaux usées dans les agglomérations urbaines ou rurales le traitement Eyrolles.
- **GROSCLAUDE, G. (1999),** L'eau usages et polluants. Ed INRA, Paris 1999

H

- **Hooper et terry, 1979 :-** Hydroxylamine oxidoreductase of nitric-oxide from hydroxylamine Biochimica et Biophysica .Acta (BBA) - Enzymology 571(1), 12- 20
- **HUE, N. V, 1995:** - Swage sludage. In soil amendments and environmental quality, chp 6, CRCPRESS. P, 199.247

J

- **JOCTEUR, M, L 2001 :** - Conséquences des sols les boues quels risques ? colloque Marseille, 5 avril 2001. Mouvement national de lutte pour l'environnement éd.

K

- **Kasbadji M.N. 2013 :** - potentiel hydrique en énergies renouvelables en Algérie. Centre de Développement des Energies Renouvelables, Unité de développement des équipements solaire, Algérie : 1-34.
- **KROGH, p. H., REDERSENN, M, 1997:** - Ecological effects assessment of industrial sludagefor microarthropods and decomposition in a spruce plantation Ecotoxicology and Environment alsafety, 36, p 162-168

L

- **Ladjel, F. 2006**, Exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau 02. Centre de formation au métier de l'assainissement. CFMA- Boumerdes. 80p.
- **Latifa Karim, Hanane Idabdellah,(2013)**. L'impact de dysfonctionnements rencontrés au niveau des bassins d'aération de la Station d'Épuration et de Réutilisation des Eaux Usées de Marrakech sur la qualité des eaux traitées. Mémoire licence en science et technique, université de Marrakech.
- **Lin et al, 2005 ; Merino. T al, 2005** : link. L., Chiang, K. Y., Lin, C. Y. (2005). Hydration characteristics of waste clinkers, cement and concrete Research, 35 (6), 1074-1081

M

- **MOREL, J.L, 1977** : - Contribution à l'étude de l'évolution des boues résiduaires dans le sol. Thèse de docteur Ingénieur, université de Nancy, France, p 117

O

- **OKINAWA ; octobre 1997 : (LUCK (F), BONNIN (C), NIEL (G):** - Caractérisation des sous-produits d'oxydation des boues en condition sous-critiques et super-critique (Revue des sciences de l'eau n°4, volume 8, 1995), 12 pages
- **OKINAWA ; octobre 1997 :-JOMIER (Y)** Compostage des boues et de déchets d'espaces verts (Marseille, Hydrotop 94 – Mieux gérer l'eau, volume 2, avril 1994), 9 pages

- **OKINAWA ; octobre 1997 :-JOMIER (Y)** Compostage : une voie de traitement, un mode de production, « l'expérience d'Arc-en-ciel » (Technique Sciences Méthodes, volume 90, n° 2, février 1995).
- **Olivier Jolliet, Myriam Saadé et Pierre Crettaz**, *Analyse du cycle de vie : comprendre et réaliser un écobilan*, PPUR presses polytechniques, 2005, 242 p.
- **ONA, 2014.** – Documentation interne du service d'exploitation ONA. Office nationale d'assainissement, Algérie. 20p

R

- **Ramdan, N. (2006)**, Etude comparative de la dépollution des eaux de la station de SKIKDA par adsorption sur charbon actif et sur bentonite. [Mémoire de magister]. [Skikda] : Université du 20 Août 1955.
- **Regsek F, (2002)**, analyse des eaux, aspect réglementaire et techniques, Edition scérén CRDPA quitaine, Bordeaux.
- **REJSEK.F(2002)**, Analyse des eaux : Aspects réglementaires et techniques. Edition Centre Régional de Documentation Pédagogique d'Aquitaine. Paris.
- **Richarde C, (1996)**, les eaux ; les bactéries ; les hommes et les animaux; Edition Elsevier; Paris, P138.
- **Rodert Thomazeau, (1981)**, Station d'épuration, Eaux potables-Eaux usées, Edition technique et Documentation, Paris
- **Rodier J, (2005)**, L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eaux de mer, 8ème Edition DUNOD technique, Paris, pp 1008-1043.
- **RODIER.J(1996)**, Analyse de l'eau ; eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8ème édition. Edition DUNOD. Paris

S

- **Sabbas et al; 2003:** sabbas, T., poletini, A., pomi, R., Astrup, T., Hjelmar, O., Mostbauer, P., cappai, G., Magel, G., Salhofer, S., Spéiser, c., Heuss-Assbicheler (2003). Management ofmunicipal solidwasteincinerationresidues. Waste Management, 23(1), 61-88
- **SALHI. S,** 2003 : - procédés couplés aux boues activées – ozonisation pour la réduction dans la production de boues : Etude Modélisation et Intégration. Dans la filière de traitement des Eaux. Thèse de Doctorat, TNSA Toulouse.
- **SUH, Y.J. AND. ROUSSAUX, P. 2002:** - ANLCAOF Alternative waste water sludageTreatment Scenarios’ , Resources, conservation and recycling vol, 35, pp. 191 – 200

T

- **TCHIMOGO M., 2001,** Epuration des eaux usées de l’E S.N H par lagunage naturel. Mémoire ingénieur Génie rurale. Blida.132p.
- **Tradat, M. H. 1992,** Chimie des eaux. Première, le griffon d’argile Canada. 537p.

Annexes

Appareils

- ✓ Etuve
- ✓ pH mètre
- ✓ Spectromètre
- ✓ Balance

Annexe I

Tableau 1: Température

	16-05-2023	29-05-2023	12-06-2023	19-06-2023
Eau épurée	19.6	22.7	21	23.1
Eau brute	19.1	22.3	20	22.6

Annexe II

Tableau 2: Potentiel d'hydrogène (pH)

	16-05-2023	29-05-2023	12-06-2023	19-06-2023
Eau épurée	6.9	6.8	7	7.1
Eau brute	7.1	7	7.5	7.4

Annexe III

Tableau 3: Demande chimique en oxygène (DCO)

	Eau de la sortie	Eau de l'entrée
16-05-2023	41.53	311.52

Annexe IV**Tableau 4 : Demande biochimique en oxygène (DBO₅)**

	Eau de la sortie	Eau de l'entrée
16-05-2023	28	180

Annexe V**Tableau 5: No₃⁻**

	Eau de la sortie	Eau de l'entrée
16-05-2023	00	7.92

Annexe VI**Tableau 6: No₂⁻**

	Eau de la sortie	Eau de l'entrée
16-05-2023	0.069	0.006

Annexe VII**Tableau 7 : Matière en suspension (MES)**

	Eau de la sortie	Eau de l'entrée
16-05-2023	00	38.601

Annexe VIII

Tableau8 : Métaux lourds

	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Zn	Pb	Hg
Eau brute	0.0026	0.0147	0.0362	0.1291	0.0463	0.0137	0.0507	00	00
Eau épurée	00	00	00	0.0018	00	00	00	00	00

II. Les boues

Annexe IX

Tableau 9 : La matière sèche (MS)

	16-05-2023	29-05-2023	12-06-2023	19-06-2023
Boue activée	5.75	2.673	5.27	5.858
Boue stabilisé	14.92	9.508	12.95	10.948
Boue de retour	12.34	12.37	11.09	11.525

Annexe X

Tableau10 : test de décantation (V_{30})

	Avant la dilution	Après la dilution (1/6)
16-05-2023	990	210
29-05-2023	980	260
12-06-2023	800	140
19-06-2023	840	160

Annexe XI**Tableau11 : Les métaux lourds**

	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Zn	Pb	Hg
Boue activée	00	00	00	0.0018	00	00	00	00	00

Résumé

Les eaux résiduaires de la STEP EST de Tizi-Ouzou, située à l'EST de l'Algérie, traitées par boues activées, ont été caractérisées afin d'évaluer les performances épuratoires de la STEP EST Tizi-Ouzou. L'échantillonnage a été effectué une fois par semaine sur une période d'un mois (de 14 mai au 23 juin 2023). L'élimination de la pollution organique est estimée par des analyses physiques (T° , pH et MES), chimiques (NO_3) et biologiques (DBO5) réalisées en amont et en aval de la station. Les résultats obtenus présentent des rendements épuratoires satisfaisants. Le taux d'abattement de la MES, de la DCO et de la DBO5 est respectivement de l'ordre de : $38,601\text{mg.l}^{-1}$; $41,53\text{mg.l}^{-1}$; 180mg.l^{-1} . Avec un pH neutre et une température qui ne dépassent pas 22°C , concentration moyenne des nitrates (NO_3^-) et nitrites (NO_2^-) ($7,92\text{mg.l}^{-1}$; $0,006\text{mg.l}^{-1}$) la quantité des métaux lourds dans les eaux traitées et les boues activées (0,001 pour l'eau ; 0,0016 pour les boues) présent sous forme de trace il n'est pas nocif pour l'environnement.

Tous ces résultats sont conformes aux normes de rejet et à la valorisation agricole des boues et sont obtenus grâce au bon fonctionnement de la station d'épuration EST Tizi-Ouzou.

Abstract

The wastewater from the Eastern Tizi-Ouzou Sewage Treatment Plant (STEP EST), located in the eastern part of Algeria, treated using activated sludge, was characterized to assess the treatment performance of the STEP EST Tizi-Ouzou. Sampling was conducted once a week over a one-month period (from May 14th to June 23rd, 2023). The removal of organic pollution was estimated through physical analyses (temperature, pH, and TSS), chemical analyses (NO_3), and biological analyses (BOD5) conducted upstream and downstream of the station. The results obtained show satisfactory treatment efficiencies. The removal rates of TSS, COD, and BOD5 are approximately: 38.601 mg/l , 41.53 mg/l , and 180 mg/l , respectively. With a neutral pH and a temperature not exceeding 22°C , the average concentrations of nitrates (NO_3^-) and nitrites (NO_2^-) are 7.92 mg/l and 0.006 mg/l , respectively. The quantity of heavy metals in the treated water and activated sludge (0.001 for water; 0.0016 for sludge) is present in trace amounts and is not harmful to the environment. All these results comply with discharge standards and the agricultural valorization of sludge and are achieved thanks to the proper functioning of the Eastern Tizi-Ouzou Sewage Treatment Plant.