

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

**Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou Faculté des Sciences
Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département d'Agronomie**



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

*En vue de l'obtention du Diplôme de Master II en Agronomie
Spécialité : Eau et Environnement*

Thème

**Etude comparative de la qualité microbiologique du romarin
irrigué avec l'eau épuré de La STEP Est de la ville de Tizi-
Ouzou et le romarin irrigué naturellement.**

Réaliser par :

Melle ABBAR Celia

&

Melle ARAB Sabrina

Devant les membres du jury :

Présidente : Mm AMIRAT Y.

MAA

U.M.M.T.O

Promoteur: Mr METAHRI M.S.

MCA

U.M.M.T.O

Co Promoteur : Melle BELMIHOUB N.

Doctorante

U.M.M.T.O

Examineur : Mr BERRADJ O.

MCA

U.M.M.T.O

Année universitaire : 2020-2021

Remerciements

Tout d'abord, nous tenons à remercier Dieu le tout puissant, de nous avoir donné la santé, la volonté et la patience pour mener à terme notre formation et pouvoir réaliser ce travail.

Nos remerciements s'adressent à Monsieur METAHRI

Mohammed Said, notre promoteur pour avoir proposé ce thème, pour son aide précieux ses conseils avisés, ses encouragements,

On tient à exprimer nos plus vifs remerciements à notre Co-promotrice

Mademoiselle BELMIHOUB pour tous ses efforts, son savoir, ses idées, sa confiance et son encouragement. Cela a été un privilège pour nous, de travailler sous sa direction

Nous tenons aussi à adresser nos Remerciements aux membres de jury qui nous feront l'honneur de juger ce travail :

Madame AMIRAT, Monsieur BERRADJ

Nous remercions également toute l'équipe de la station d'épuration de Tizi-Ouzou de nous avoir ouvert leurs portes.

En fin un grand merci à l'ensemble de nos enseignants, tout le personnel du laboratoire, de la bibliothèque, de l'administration et à tous ce qui ont contribué de près et de loin à l'élaboration de ce modeste travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A ma très chère mère

Quoi que je fasse ou que je dise, je ne serai point 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 difficultés de la vie.

A mon cher père,

Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager.

Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection

A mon cher frère Aghiles.

Mes chères sœurs Aldjia et Lidia.

A mes chères copines.

A ma meilleure amie.

A mes chers amis.

Celia

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A ma très chère mère

Quoi que je fasse ou que je dise, je ne serai point 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 difficultés de la vie.

A mon cher père,

Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager.

Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection

Mes chères sœurs Karima, Yasmine, Sarah et Lilia

A mes chères copines.

A ma meilleure amie.

A mes chers amis.

Sabrina

Sommaire

Introduction	1
---------------------------	----------

Partie bibliographique

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées

I .1 Pollution de l'eau	3
I.1.1 Définition	3
I .1.2 Origine et facteurs de pollution des eaux	3
I.1.3 types de la pollution	3
I .2 Eau usée	4
I .2.1 Définition.....	4
I.2.2 Catégories d’eau usée.....	4
I .2.3 les paramètres de qualité des eaux usées.....	5
I .2.4. Devenir des eaux usées	6

Chapitre II : Réutilisation des eaux usées

II.1 Définition.....	7
II.2 Objectif de réutilisation des eaux usées	7
II .3 Historique de la réutilisation.....	7
II.4 Réutilisation des eaux usées dans le monde	8
II.5 Réutilisation des eaux usée en agriculture en Algérie	9
II.6. Cultures à irriguer avec les eaux usées épurées.....	10
II.7 Bénéfices et contraintes de la REUT	11
II.7.1 Intérêt, avantages et bénéfices.....	11
II.7.2 Défis et contraintes	12

Sommaire

Chapitre III: Généralités sur le romarin

III.1. Définition	Erreur ! Signet non défini.
III.2 Historique	14
III.3 Appareille végétatif	15
III.4 Distribution géographique.....	15
III.5 Composition chimique	15
III.6 Utilisation.....	16
III.7 Propriétés antibactériennes.....	16

Partie expérimentale

Chapitre I : Matériel et méthodes

I.1 Cadre d'étude.....	17
I. 1.1 Matériel végétales	17
I.1.1.1 Echantillonnage du romarin	17
I.1.2 Présentation de la zone d'études.....	18
I.1.2.1 Situation géographique	18
I.1.2.2 Conception et réalisation	18
I.1.2.3 Caractéristiques techniques de la STEP Est de Tizi-Ouzou	19
I.1.2.4. Fonctionnement de la station	20
I.1.2.5 L'échantillonnage de l'eau.....	25
I.2 Analyses physicochimiques et microbiologiques de l'eau épurée de la STEP Est.....	26
I.2.1 Analyses physico-chimiques	26
I.2.1.1 Matières en suspension (MES).....	26
I.2.1.2 température et pH	26
I.2.1.3 Demande biochimique en oxygène (DBO ₅)	27
I.2.1.4 Demande chimique en oxygène (DCO).....	28

Sommaire

I.2.1.5 Nitrates NO_3^-	29
I.2.1.6 Phosphate PO_4^{3-}	29
I.2.2 Analyses bactériologiques	30
I.2.2.1 Dénombrement des microorganismes revivifiables	31
I.2.2.2 Isolement des coliformes	32
I.2.2.3 Isolement des spores de bactéries anaérobies sulfite réductrices (Clostridium)....	33
I.2.2.4 Recherche des salmonelles	34
I.2.2.5 Isolement des staphylocoques à coagulase positive	35
I.3 Analyses microbiologiques de la qualité du romarin	36
I.3.1 Types de germes recherchés	36
I.3.2 Préparation de la suspension mère.....	36
I.3.3 Préparation des dilutions décimales.....	36
I.3.4 Dénombrement de la flore aérobie mésophile totale (FAMT):.....	37
I.3.5 Dénombrement des Coliformes totaux	39
I.3.6 Dénombrement des Coliformes Fécaux	39
I.3.7 Dénombrement de Salmonella	41
I.3.8 Dénombrement de Clostridium	41
I.3.9 Dénombrement de Streptocoques fécaux	42
I.3.10 Dénombrement DES Levure et moisissure	42
I.3.11 Dénombrement de Staphylococcus aureus	42

Chapitre II : Résultats et discussions

II.1 Résultats et discussions d'analyses physico-chimiques.....	43
II.1.1 Température	43
II.1.2 Potentiel hydrogène (pH).....	43
II.1.3 Matières en suspension (MES).....	43
II.1.4 Nitrates et Ortho-phosphate	Erreur ! Signet non défini.

Sommaire

II.1.5 Demande chimique en oxygène (DCO).....	46
II.1.6 Demande biochimique en oxygène (DBO ₅).....	46
II.2 Résultats et discussions d'analyses bactériologiques de l'eau épurée de la STEP Est de Tizi Ouzou.....	47
II.3. Résultats et discussions d'analyses microbiologiques du romarin	48
Conclusion.....	50

Liste des Figures

Figure 1: Volume moyen journalier des eaux usées recyclées dans quelques pays de la	9
Figure 2: Photo du Rosmarinus officinalis	14
Figure 3 : photo romarin de l'UMMTO	17
Figure 4 : photo du romarin de la STEP Est Tizi Ouzou.....	17
Figure 5: Station d'épuration Est de la ville de Tizi-Ouzou.....	18
Figure 6: Dégrillage grossier.....	20
Figure 7 : Dégrillage fin.....	21
Figure 8 : Ponts de raclage.....	21
Figure 10 : Le bassin d'aération	22
Figure 9: Vis d'Archimède	22
Figure 11 : Le clarificateur	23
Figure 12: Le stabilisateur.	24
Figure 13 : L'épaississeur	24
Figure 14: Lits de séchage	25
Figure 15 : Spectrophotomètre.....	26
Figure 16 : pH mètre.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 17: DBO ₅ mètre	Erreur ! Signet non défini.
Figure 18: Analyse de DCO.....	29
Figure 19: Préparation de la solution mère et des dilution décimales.....	37
Figure 20: Dénombrement des Coliformes totaux	38
Figure 21: Dénombrement des Coliformes fécaux.....	40
Figure 22: recherche et dénombrement des E.coli	43
Figure 23: Température de l'eau épurée de la STEP Est de Tizi-Ouzou durant la période d'étude.	44
Figure 24: Variation du Ph de l'eau épurée de STEP Est de Tizi-Ouzou durant la période d'étude	46
Figure 25: Valeurs des MES de l'eau épurée de la STEP Est de Tizi-Ouzou durant la période d'étude.	46
Figure 26 : Variation de DCO de l'eau épurée de STEP Est de Tizi-Ouzou durant la période d'étude	45
Figure 27 : Variation de la DBO ₅ de l'eau épurée de STEP Est de Tizi-Ouzou durant la période d'étude.....	45

Liste des Tableaux

Tableau 1: Types de pollutions des eaux	3
Tableau 2: Paramètres de qualité des eaux usées	5
Tableau 3: Liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées.	11
Tableau 4: Fiche technique de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou	19
Tableau 5: Valeurs des nitrates et de l'ortho phosphate de l'eau épurée de la STEP Est de Tizi-Ouzou durant la période d'étude.	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 6 : Analyses bactériologiques de l'eau de la STEP Est de Tizi-Ouzou.	48
Tableau 7: Analyses microbiologiques du romarin.....	49

Liste des abréviations

COT	Carbone Organique Total.
DBO5	Demande Biochimique En Oxygène Pendant 5 jours.
DCO	Demande Chimique En Oxygène.
Eq/Hab	En Nombre d'Equivalents Habitant.
EH	Equivalent Habitant.
EUT	Eau Usée Traitée.
MES	Matières En Suspension.
OMS	Organisation Mondiale de la Santé.
ONA	Office National d'Assainissement.
ONID	Office Nationale de l'Irrigation et de Drainage
REUT	Réutilisation Des Eaux Usée Traitée.
STEP	Station d'Epuration.
UFC	Unités Formant Colonies.



Introduction

L'eau est un élément indispensable pour la vie et le développement socioéconomique réel et durable d'un pays, il est donc nécessaire d'avoir une meilleure connaissance sur les ressources en eau existantes (Belghiti *et al.*, 2013). Lorsque l'homme utilise l'eau, il ne fait pas que la consommer, mais il en rejette une partie dans l'environnement. C'est ce que l'on appelle l'eau usée. Cette eau usée peut contenir différents polluants (Moulin *et al.*, 2013). La pollution de l'eau est une dégradation physique, chimique, biologique ou bactériologique de ses qualités naturelles. Elle perturbe les conditions de vie de la flore et de la faune aquatiques (Zeghoud, 2014).

Les zones arides et semi arides en Algérie sont caractérisées souvent par des faibles précipitations, des températures élevées et des évapotranspirations très importantes (Haouchine, 2010). de plus, il existe plus d'une centaine de barrages qui ne sont plus capables de retenir complètement l'eau qu'ils accumulent à cause de l'envasement qui ne cesse de prendre de l'ampleur (Remini, 2004). Par conséquent, un cri d'alarme est lancé pour mettre fin à cette pénurie d'eau et pour trouver un moyen efficace pour la mobilisation des ressources en eau quelles soit conventionnelles ou non conventionnelles (Kettab, 2001). La réutilisation des eaux usées épurées est une pratique très répandue dans les régions du monde affectées par des pénuries de ressources en eau. C'est une action volontaire et planifiée qui vise la production des quantités complémentaires en eau pour différents usages afin de combler les déficits hydriques (Faby, 1998 ; Ecosse, 2001).

Le traitement des eaux est indispensable pour la préservation de notre environnement ; Il permet de limiter l'impact des diverses pollutions liées à l'activité humaine (Abouzlam, 2006). L'eau usée épurée qui peut être donc réutilisée en secteur agricole ou rejetée dans la nature sans effet nocif sur les sols, les plants et l'être humain donc sur l'environnement (Khemici, 2014).

Par ailleurs, les cultures actuellement irriguées avec ces eaux sont les plantes florales à sécher ou à usage industriel comme (le romarin, rosier ...), les agrumes, la vigne, les oliviers, les fourrages, les céréales et le coton ainsi que les terrains de golf et les jardins d'hôtel. Pour valoriser au mieux les eaux usées traitées et permettre l'extension de leur utilisation, il est nécessaire de diversifier les cultures et définir des assolements qui répondent au mieux aux exigences de la réutilisation et qui tiennent compte de la vocation régionale, tout en préservant la production tant sur le plan qualitatif que quantitatif (Xanthoulis *et al.*, 2002).

Le but principal de ce travail est de déterminer la qualité microbiologique du Romarin (*Rosmarinus officinalis*) de la STEP Est de Tizi Ouzou irrigué avec l'eau usée épurée et le comparer à la qualité microbiologique du Romarin sauvage, d'où la nécessité de l'étude qui vise à déterminer la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux usées épurées de la STEP Est de Tizi Ouzou ; et cela vas nous renseigner sur le pouvoir auto épurateur et antibactériens du Romarin.

D'où On va poser la problématique suivante :

L'irrigation avec les eaux usées épurées pourrait-elle avoir un effet sur la qualité microbiologique de romarin ?

A decorative frame resembling a scroll, with a blue outline and grey circular accents at the corners and ends of the vertical bar on the left. The text is centered within this frame.

Partie bibliographique



Chapitre I

Généralités sur les eaux usées

I.1 Pollution de l'eau

I.1.1 Définition

La pollution ou la contamination de l'eau peut être définie comme la dégradation de celle-ci en modifiant ses propriétés physiques, chimiques et biologiques ; par des déversements, rejets, dépôts directs ou indirects de corps étrangers ou de matières indésirables telles que les microorganismes, les produits toxiques, les déchets industriels (Hamimed et Idder, 2018).

I.1.2 Origine et facteurs de pollution des eaux

L'origine de la pollution des eaux peut être naturelle ou anthropique. Les principaux facteurs qui contrôlent la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux sont les activités anthropiques, le contexte hydrogéologique et le climat. Les principales sources de pollution anthropique sont l'agriculture, qui s'applique de manière diffuse sur le territoire, les industries qui sont à l'origine de rejets très diversifiés et souvent localisés et les activités domestiques via les rejets d'eaux usées ou les décharges (Kenfaoui, 2008).

I.1.3 types de pollution

Le tableau suivant résume les différents types de pollution des eaux

Tableau 1: Les types de pollutions des eaux (Marcel, 1974).

Pollution physique	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Les rejets de matières en suspension inertes ou fermentescibles ➤ Les rejets de calories ➤ les rejets radioactifs
Pollution chimique	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pollution organique : Les détergents ; Les pesticides ; Les hydrocarbures ➤ Pollution minérale : Les métaux lourds ; Les éléments minéraux nutritifs
Pollution microbiologique	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Les virus ➤ Les bactéries ➤ Les protozoaires ➤ Les helminthes

I.2 Eau usée**I.2.1 Définition**

L'eau usée est une eau dont les caractéristiques physiques, chimiques ou biologiques sont dégradées, c'est-à-dire ils ont perdu leurs propriétés naturelles par l'effet des polluants après avoir été utilisées dans des activités humaines (domestiques, agricoles, industriels,) (Ramande *et al.*,2000).

Pour cette raison, l'eau usée doit être traitée avant d'être rejetée aux milieux récepteurs et éviter ainsi de causer d'autre pollution notamment des rivières, des sols et de l'atmosphère ; Ainsi que les eaux recyclées offrent également des opportunités d'approvisionnement en eau fiable et durable pour l'irrigation, les industries et les municipalités notamment avec un nombre croissant de villes qui dépendent de sources d'eau plus distantes et alternative pour satisfaire une demande grandissante (El Massouab et Essayd., 2018) .

Les eaux usées proviennent de plusieurs sources, l'eau de pluie, ainsi que les différents polluants qui s'écoulent dans les égouts, aboutissent dans les centres de traitement. Les eaux usées peuvent aussi provenir de sources agricoles et industrielles.

Généralement, les eaux usées issues des unités industrielles sont plus difficiles à traiter que les eaux usées domestiques. Par ailleurs, ces dernières peuvent être difficiles à traiter en raison de l'augmentation du nombre de produits chimiques, pharmaceutiques et de soins personnels qui s'y trouvent (El Massouab et Essayd., 2018)

I.2.2 Catégories d'eau usée

On distingue trois grandes catégories d'eaux usées : les eaux domestiques, les eaux industrielles et les eaux urbaines municipales :

- **Eaux domestiques**

Elles sont composés d'eaux usées domestiques : eaux ménagères (eaux de lavabo, douche, baignoire, appareils ménagers). A ces eaux fortement polluées s'ajoutent, (selon le type de réseau séparatif ou pseudo-séparatif, ou unitaire) des eaux moins polluées qui peuvent provenir des toitures, de drainage, de cours, de sous-sol et garage (Dauphin, 1998).

- **Eaux industriels**

Elles sont issues d'activité domestique (cantines, W-C, douches,) ou plus spécifiquement des eaux liées à l'activité industrielle, telles que les eaux de refroidissement, ou les effluents résultant du processus utilisé (Hadj *et al.*, 1999).

• **Eaux agricoles**

L’agriculture constitue la première cause des pollutions diffuses. Les pollutions d’origine agricole englobent à la fois celles qui ont trait aux cultures (pesticides et engrais) et à l’élevage (lisiers et purins) (Boari *et al.*,1997).

I .2.3 les paramètres de qualité des eaux usées

Le tableau suivant résume les différents paramètres de déterminations de la qualité des eaux usées.

Tableau 2: Les paramètres de qualité des eaux usées (Benneni *et al.*,2020).

	Physiques	Chimiques	Microbiologique
les paramètres de qualité des eaux usées	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Température ❖ Conductivité ❖ Turbidité ❖ Matières en suspension (MES) ❖ Matières décantables 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ PH ❖ Demande biologique en oxygène(DBO₅) ❖ Oxygène dissous ❖ Demande Chimique en Oxygène (DCO) ❖ Carbone organique total (COT) ❖ Azote ammoniacal ❖ Nitrites (NO²⁻) ❖ Nitrates (NO³⁻) 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ La flore aérobie mésophile totale ❖ Des coliformes totaux ❖ Coliformes fécaux, staphylocoque ❖ Streptocoque ❖ Les salmonelles et les shigelles

I .2.4. Devenir des eaux usées

D'après Jaques (2001), après l'utilisation des eaux usées ils sont éliminées par une des filières suivantes :

- Traitements en station et rejet dans le milieu naturel ;
- Traitement en station d'épurations et réutilisations pour divers usages, soit directement après traitement généralement tertiaire, soit indirectement après passage par les milieux naturels qui apportent souvent un complément d'épurations (recharge de nappes, stockage dans des réservoirs artificiels ou des lacs, rejets en rivière avec transports jusqu' au point d'utilisation) ;
- Épandage éventuellement après traitement ou prétraitement pour l'évacuation et l'épuration par le sol ;
- Usage urbains (arrosage des espaces vert, lavage de rue, alimentations de plans d'eau, fontaines) ;
- Usages agricole (irrigation) ;
- Usage industriels (recyclage des eaux de procès) ;
- Amélioration des ressources et de la qualité des eaux (recharge des nappes, protections contre intrusion du biseau salé en bord de mer par recharge de nappes ;



Chapitre II

La réutilisation des eaux Usées

II.1 Définition

Selon Vairon (1983), la réutilisation de l'eau est définie ainsi : « La réutilisation est une Action volontaire et planifiée qui vise la production des quantités complémentaires en eau pour différents usages afin de combler des déficits hydriques ».

La réutilisation des eaux usées pour l'irrigation est particulièrement intéressante dans les pays qui ont des ressources hydriques faibles avec présence de saisons sèches et où la compétition avec l'eau potable est très marquée. Dans ces pays, l'irrigation de cultures ou d'espaces verts constitue donc la voie de l'avenir pour la réutilisation des eaux usées urbaines traitées, à court et à moyen termes (Mohammed , 2008)

II.2 Objectif de réutilisation des eaux usées

L'objectif principal de la réutilisation des eaux usées est non seulement de fournir des quantités supplémentaires d'eau de bonne qualité en accélérant le cycle d'épuration naturelle de l'eau, mais également d'assurer l'équilibre de ce cycle et la protection de l'environnement (les sols, les cours d'eau, les plans d'eau, les eaux littorales, voire les eaux souterraines qui, autrement, auraient pu être pollués par les rejets des stations d'épuration). En effet, les volumes d'eau issus des traitements sont, en grande partie destinés pour le domaine agricole, vu leurs demandes en eau élevée. Le recharge de la nappe, usages municipaux et les besoins industriels (les usines de fabrication d'acier, ...) pour le refroidissement de moteurs des machines, peuvent être couverts (Kessi et Ihadadene, 2012)

II .3 Historique de la réutilisation

Au milieu du 19^e siècle, des réseaux de transport hydrique des eaux résiduaires domestiques, de nombreuses grandes villes d'Amérique du Nord et d'Europe ont adopté l'irrigation des cultures comme moyen d'éliminer leurs eaux résiduaires. Des exploitations agricoles utilisant cette pratique ont été créés au Royaume-Uni dès 1865 puis aux Etats-Unis d'Amérique en 1871, en France en 1872, en Allemagne en 1876, en Inde en 1877 en Australie en 1893 et au Mexique en 1904. Dans la plupart de ces pays, la raison essentielle

qui poussait à utiliser les eaux résiduaires en agriculture était d'empêcher la pollution des cours d'eau et non pas d'améliorer la production agricole ; au Royaume-Uni, le mot d'ordre était le suivant: les eaux usées pour la terre, la pluie pour les rivières.

Mais, A mesure que les villes ont pris de l'extension et qu'une proportion plus élevée de la population a bénéficié du tout à l'égout, les superficies nécessaires pour absorber ce volume d'eaux usées en agriculture sont devenues trop grandes. La pratique est devenue moins populaire et, avec

la mise au point au cours des deux premières décennies du siècle, des procédés modernes de traitement des eaux résiduaires tels que la bio filtration et les boues activées, elle a complètement disparu dans de nombreux pays peu après la première Guerre mondiale.

Au cours des deux dernières décennies, l'utilisation des eaux résiduaires pour l'irrigation s'est beaucoup développée, spécialement dans les régions semi-arides des pays développés ou de pays en développements. Cette évolution constitue la résultante de plusieurs facteurs tels que la rareté d'autres sources pour l'irrigation (Mara et Cairncross, 1991).

II.4 Réutilisation des eaux usées dans le monde

Pendant les dernières années, la réutilisation des eaux usées a connu un développement très rapide avec une croissance des volumes d'eaux usées réutilisées de l'ordre de 10 à 29 % par an, en Europe, aux États Unis et en Chine, et jusqu'à 41 % en Australie. Le volume journalier actuel des eaux réutilisées atteint le chiffre impressionnant de 1,5 - 1,7 millions de m³ par jour dans plusieurs pays, comme par exemple en Californie, en Floride, au Mexique et en Chine (Lazarova et Brissaud, 2007).

D'une manière générale, pratiquement tous les autres pays du pourtour de la Méditerranée, de l'Espagne à la Syrie, réutilisent des eaux usées (traitées et non traitées) pour diverses applications. En effet, le bassin méditerranéen est une région où la pénurie en eau est particulièrement ressentie. C'est aussi l'une des régions où la réutilisation agricole des effluents urbains est la plus pratiquée. Dans certains pays, cette réutilisation est devenue l'objet d'une politique nationale comme en Tunisie, en Grèce et en Jordanie.

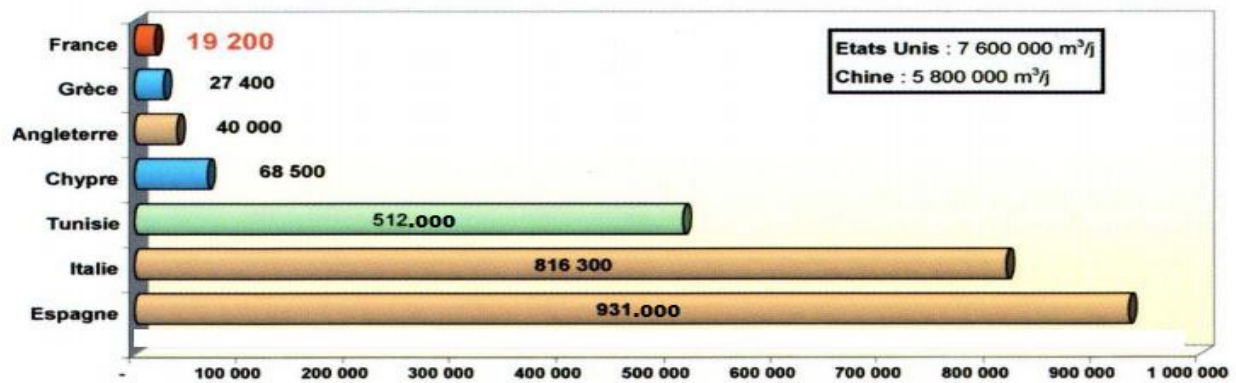


Figure 1: Volume moyen journalier des eaux usées recyclées dans le monde (*Lazarova et Brissaud, 2007*).

II.5 Réutilisation des eaux usées en agriculture en Algérie

L'intérêt porté par l'Algérie à la réutilisation des eaux usées en agriculture a pour origine des besoins en eau en forte augmentation puisque la population algérienne est en forte croissance démographique (FAO, 2003).

L'Algérie à l'instar d'un grand nombre de pays du bassin méditerranéen accuse un déficit hydrique très important. La situation du pays se caractérise par une demande en eau croissante, alors que les ressources hydriques se raréfient d'une manière permanente pour l'irrigation. En revanche, la production des eaux usées s'accroît et leur réutilisation se présente comme une première réponse à cette situation de pénurie d'eau pour l'irrigation. La stratégie du ministère des ressources en eau dans le domaine de l'épuration est basée sur la protection de la ressource hydrique, la réutilisation des eaux usées épurées, notamment à des fins agricoles. En outre, la capacité de production en eau usées épurées par les stations d'épurations fonctionnelles (STEP et lagunes) en Algérie représente environ 130 000 m³ /an, en suivant les trois traitements primaires secondaires et tertiaire. La réutilisation des eaux usées épurées notamment à des fins agricoles est devenue l'un des axes principaux de la stratégie du secteur des ressources en eau en Algérie (Rouha, 2012).

Presque toutes les ressources accessibles d'eau douce dans le pays sont déjà mobilisées et il est donc logique de se canaliser vers des ressources d'eau non conventionnelles pour satisfaire l'accroissement de la demande telle que l'utilisation des eaux usées traitées. Le projet de la réutilisation des eaux usées traitées en Algérie, a été lancé au début des années 2000. En 2001, l'ONA a été créé pour assurer sur tout le territoire national, la protection de l'environnement et ne plus procéder aux rejets d'eaux usées sauvages (Rouha, 2012).

Le traitement des eaux usées en Algérie connaît actuellement un grand essor avec la création de nouvelles stations d'épuration (STEP) et le renouvellement et la mise à niveau des anciennes stations d'épuration. Une centaine de STEP existantes ou en voie de réhabilitation permettront de produire un grand volume d'eau qui sera réutilisé au profit de l'irrigation ou de l'industrie. Par conséquent, le développement de l'agriculture irriguée peut être réalisé par la réutilisation des eaux usées traités (Betaouaf, 2012).

II.6. Cultures à irriguer avec les eaux usées épurées

Une réglementation a été mise en œuvre, c'est l'arrête interministériel du 8 Safar 1433 correspondant au 2 janvier 2012 fixant la liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées. Ce texte est promulgué par les ministres chargés des ressources en eau, de l'agriculture et de la santé. Les parcelles destinées à être irriguées avec des eaux usées épurées ne doivent porter aucune culture, autre que celles figurant sur le tableau (3) (Hannachi *et al.*, 2014)

Tableau 3: Liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées. (JORAD,2012)

Groupes de cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées	Liste des cultures
Arbres fruitiers (*)	Dattiers, vigne, pomme, pêche, poire, abricot, nèfle, cerise, prune, nectarine, grenade, figue, rhubarbe, arachides, noix, olive.
Agrumes	Pamplemousse, citron, orange, mandarine, tangerine, lime, clémentine.
Cultures fourragères (**)	Bersim, maïs, sorgho fourragers, vesce et luzerne.
Culture industrielles	Tomate industrielle, haricot à rames, petit pois à rames, betterave sucrière, coton, tabac, lin.
Cultures céréalières	Blé, orge, triticale et avoine
Cultures de production de semences	Pomme de terre, haricot et petit pois.
Arbustes fourragers	Acacia et atriplex.
Plantes florales à sécher ou à usage industriel	Rosier, iris, jasmin, marjolaine et romarin

(*) L'irrigation avec des eaux usées épurées est permise à condition que l'on cesse l'irrigation au moins deux (2) semaines avant la récolte. Les fruits tombés au sol ne sont pas ramassés et sont à détruire. (**) Le pâturage direct dans les parcelles irriguées par les eaux usées épurées est strictement interdit et, ce afin de prévenir toute contamination du cheptel et par conséquent des consommateurs.

II.7 Bénéfices et contraintes de la REUT

Selon Sahnoun et Guerrah les avantages et les contraintes sont les suivants :

II.7.1 Intérêt, avantages et bénéfices

- L'économie des ressources en eau conventionnelle et son utilisation dans d'autres secteurs plus exigeants en termes de qualité,
- La protection des milieux récepteurs en particulier le littoral, le milieu naturel et les ouvrages hydrauliques (barrages) contre une eau riche en nutriments,

- La préservation et restauration de certaines zones humides en manque d'eau,
- La stabilité de la ressource par rapport à celle liée à la pluviométrie,
- La réduction des quantités d'engrais utilisés en agriculture si les agriculteurs prennent en compte cet aspect...
 - La diminution des rejets de nutriments et des polluants dans le milieu récepteur et améliorer et maintenir les plans d'eau en cas de sécheresse
 - Assurer une ressource alternative à faible coût pour les régions arides, la protection des milieux sensible,
 - Elle procure à l'agriculture une ressource précieuse et renouvelable et libère un volume supplémentaire d'eau de bonne qualité pour des utilisations prioritaires,
 - Ces eaux confèrent des quantités appréciables de fertilisants indispensable à la vie des végétaux (azote, potassium, et le phosphore).

II.7.2 Défis et contraintes

- Risque sanitaire : problèmes de santé publique liés aux pathogènes,
- Les contaminants traces organiques : Présence dans les EUT de composés organiques pouvant se comporter comme : Composés oestrogéniques, Des dioxines...,
 - Présence de composés pharmaceutiques (Carbamazépine) dans les EUT, dans les sols irrigués et dans les eaux de la nappe (artificiellement rechargée par les EUT) .
 - Persistance des microorganismes apportés par les EUT au niveau de la surface du sol et à différentes profondeurs,
 - Effet des irrigations aux EUT sur la qualité biologique et alimentaire des produits
 - La salinité des EUT associée aux conditions climatiques et pédologiques pose un facteur limitant pour le développement de la salinité et affecte la croissance des végétaux.
 - L'apport en quantité importante des doses d'azote et de phosphore peut nuire à la production agricole et contribue à la pollution des nappes lorsque les doses appliquées ne sont pas bien estimées ;

- Les rejets urbains ont des débits continus et presque constants durant l'année, alors que l'utilisation agricole est saisonnière et la demande est différente selon les saisons et les périodes de productions. Ce qui nécessite une infrastructure considérable en matière de stockage de ces eaux durant la période hivernale.



Chapitre III

Généralités sur le romarin

III.1. Définition

La famille des lamiacées connue également sous le nom des labiées, comporte environ 258 genres pour 6 900 espèces plus ou moins cosmopolites ; mais dont la plupart se concentrent dans le bassin méditerranéen tel que le thym, la lavande et le romarin (Bottineau, 2010).

Elle est divisée en deux principales sous-familles : les Stachyoideae et les Ocimoideaes.



Figure 2: Photo du *Rosmarinus officinalis*

Le Romarin appelé rose de mer vient simplement du fait qu'il pousse spontanément au bord de la mer. C'est un arbrisseau de 50 cm à 1 mètre et plus, toujours vert, très aromatique, très rameux, très feuillé (Makhloufi, 2009). Les fleurs sont d'un bleu pâle ou blanchâtre. Son écorce s'écaille sur les branches les plus âgées et son odeur est extrêmement odorante et tenace (Makhloufi, 2009). La floraison commence dès le mois de février (ou janvier parfois) et se poursuit jusqu'au avril-mai (Mostefai, 2012). Selon Mathias, (2008) le Romarin fait partie à la famille de lamiacée sous le nom scientifique *Rosmarinus*. Son pollen est caractérisé par la couleur blanc grisâtre.

III.2 Historique

Le romarin, chargé de symboles chez les Anciens qui en faisait des couronnes, a servi à l'élaboration d'un remède longtemps réputé, « l'Eau de la reine de Hongrie » qui en fait est un alcoolat : à l'aide de ce remède, la souveraine, âgée de 72 ans, guérit des rhumatismes et de la

podagre. Les médecins arabes utilisaient beaucoup le romarin et ce sont eux qui réussirent les premiers à en extraire l'huile essentielle (Berkane, 2015).

III.3 Appareil végétatif

Selon Mostefai (2012) le romarin est une plante comprendre :

- **Racine** : La racine du *Rosmarinus officinalis* est profonde et pivotante.
- **Tige** : Arbuste ou sous arbrisseau, rameau de 0.5 à 2 mètres cette tige est tortueuse, anguleuse et fragile. L'écorce est linéaire à cyme axillaire plus ou moins simulant des épis.
- **Feuille** : Linéaire, gaufrée, feuilles coriaces, sessiles, opposées, rigides brillantes à bords repliés verdâtre en –dessus plus ou moins hispides blanchâtre en dessous de 18 à 50 x 1.5 à 3 mm Mostefai, (2012)

III.4 Distribution géographique

Plante indigène poussant spontanément dans toute l'Algérie (Quezel et Santa., 1963), le *Rosmarinus officinalis* est originaire du bassin méditerranéen (Iserin *et al.*, 2001). Commun dans les maquis, les garrigues et les forêts claires, il est sub-spontané en plusieurs endroits privilégiant un sol calcaire, de faible altitude, ensoleillé et modérément sec (Schauenberg et Paris, 1977).

En Algérie, le romarin est l'une des sept espèces végétales excédant 50,000 hectares sur le territoire national.

Appellations régionales de *rosmarinus officinallus* Algérie sont comme suivant :

- Région de l'est : Eklil
- Région de l'ouest : Helhal
- Région de centre : Yezir et amezzir

III.5 Composition chimique

La littérature est particulièrement riche sur les huiles essentielles de *Rosmarinus officinallus*, elle en posséderait un rendement de 1 à 2.5%.

En plus de l'huile essentielle, on distingue 2 à 4% de dérivés tritérpéniques tels que : l'acide ursolique, l'acide oléanolique, l'acétate de germanicol ; des lactones diterpéniques : picrosalvine, dérivés de l'acide carnosolique, rosmanol, rosmadial, des acides phénoliques, des

acides gras hydroxylés surtout des dérivés de l'acide décanoïque, des acides gras organiques : l'acide citrique, glycolique et glycérique, des stérols, de la choline, du mucilage et de la résine (Bellakhdar, 1997).

Entre autre, Gonzalez trujano et ses collaborateurs en (2007) ont démontré d'après un criblage photochimique la présence de flavonoïdes, des tanins, des saponines et l'absence des alcaloïdes.

Concernant les éléments minéraux, la spectrométrie d'émission atomique à pue identifié 18 éléments Al : 146.48 mg/kg ; Ca : 7791.80 mg/kg ; Fe : 330.16 mg/kg ; K : 14 916.23 mg/kg ; Mg : 1634.55 mg/kg ; Na : 2711.87 mg/kg ; P : 1474.60 mg/kg ; Cr : 97.36 mg/kg ; Sr : 74 .65 mg/kg (Arslan *et al.*, 2007).

III.6 Utilisation

Le Romarin est souvent cultivé pour son huile essentielle. Dans la médecine traditionnelle ses parties aériennes sont utilisées par voie orale pour soulager la colique rénale, les dysménorrhées et comme antispasmodique. Il est considéré utile pour contrôler l'érosion du sol. L'huile du Romain a été largement répandue pendant des siècles, comme un des ingrédients en produits de beauté, savons, aussi bien pour l'assaisonnement et la conservation des produits alimentaires (Benikhlef, 2014).

III.7 Propriétés antibactériennes

Plusieurs auteurs ont rapporté que certains composés présents dans les extraits du romarin possèdent des propriétés antibactériennes (Georgantelis *et al.*, 2007).

Les effets des extraits aqueux et méthanoliques du Romarin, sur la croissance du *Streptococcus sobrinus* et sur l'activité extracellulaire de l'enzyme glucosyl transférase ont été étudiés par Tsai *et al.*(2007) . Les résultats ont suggéré que les extraits du romarin peuvent empêcher la lésion de la carie en inhibant la croissance du *Streptococcus sobrinus* et peuvent aussi éliminer les plaques dentaires par suppression de l'activité de la glucosyl transférase.

Afin de chercher de nouveaux antibiotiques et des agents antimicrobiens, une autre étude a été élaborée pour examiner les effets antimicrobiens des extraits des composés isolés de certaines plantes, sur l'ensemble de 29 bactéries et levures avec pertinence dermatologiques. L'extrait obtenu par le dioxyde de carbone (CO₂) supercritique du romarin, a présenté un large spectre

antimicrobien. La croissance de 28 sur 29 germes a été empêchée par cet extrait d'acide carnosique (Benikhlef, 2014) .



Partie expérimentale



Chapitre I

Matériels et méthodes

I.1 Cadre d'étude

I. 1.1 Matériel végétales :

Le matériel biologique utilisé pour notre étude : romarin irrigué avec l'eau épurée d'une station d'épurations et le romarin irrigué naturellement .

a. Classification du romarin

A connue par sa systématique suivante :

Règne : Plantae

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Lamiales

Famille : Lamiaceae

Genre : Rosmarinus

Espèce : *Rosmarinus officinalis* (Zeghad, 2008)

I.1.1.1 Echantillonnage du romarin

Le *Rosmarinus officinalis* est constitué des parties aériennes de la plante, prélevé le 21 Juin 2021, un échantillon de 200 à 300 g, uniquement les jeunes tiges sur la partie aérienne de manière aléatoire, l'espèce étudiée a été récoltée dans deux endroits différents, le premier irrigué avec une eau usée épurée de station d'épuration, et l'autre sans irrigation qui sont :

- La STEP Est de Tizi Ouzou située sur la rive gauche de l'oued de Sebaou ;
- A L'UMMTO située à la nouvelle ville de Tizi Ouzou.

Les deux échantillons ont été apportés au laboratoire, ensuite rincés à l'eau pour éliminer les agents pathogènes de la surface puis essuyés avec du papier absorbant séparément puis broyés dans un broyeur à lame de cuisine.



Figure 3 : photo romarin de l'UMMTO



Figure 4 : photo du romarin de la STEP Est Tizi Ouzou

I.1.2 Présentation de la zone d'études

I.1.2.1 Situation géographique

La station d'épuration Est de Tizi-Ouzou est située sur la rive gauche d'Oued Sebaou à 200 m en amont du Pont de Bougie sur le chemin de Wilaya n° 124 reliant Tizi-Ouzou à Bejaïa. La STEP est donc implantée à la sortie Est de la ville de Tizi-Ouzou, en dehors du tissu urbain. D'une superficie de 35591 m² dont 14714 m² bâtis.

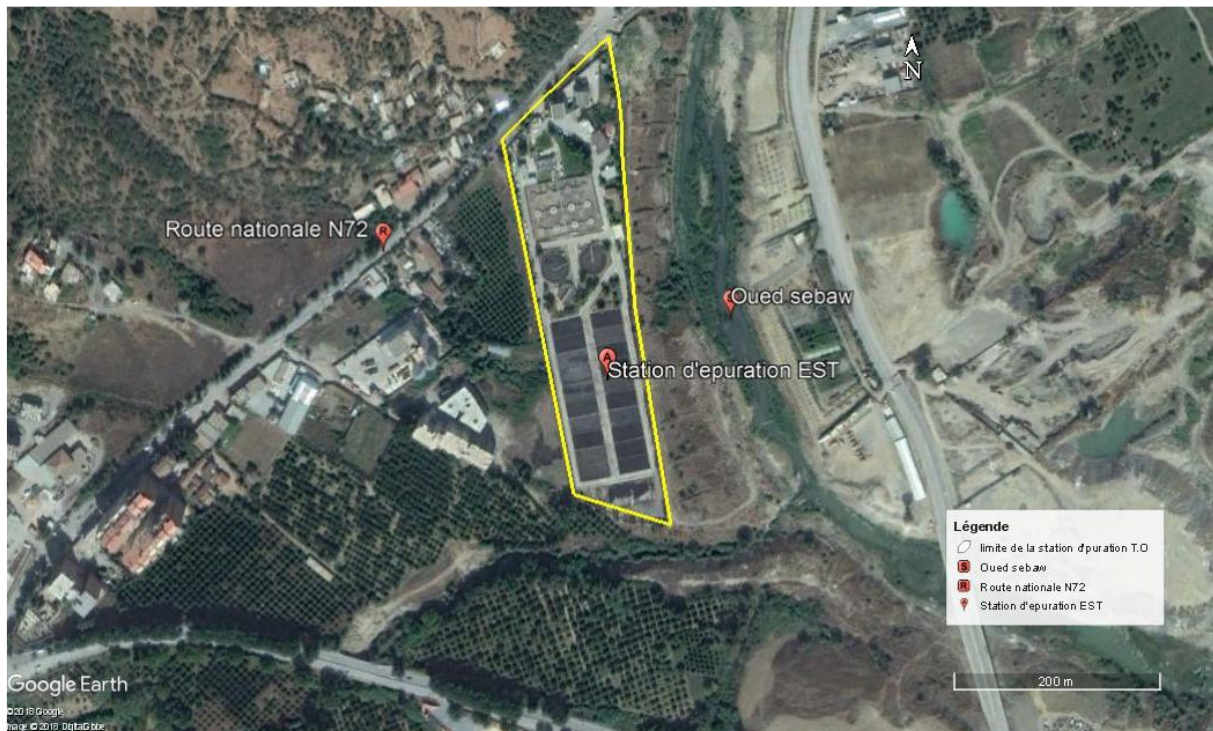


Figure 5: Station d'épuration Est de la ville de Tizi-Ouzou

I.1.2.2 Conception et réalisation

La station d'épuration Est de Tizi-Ouzou a été conçue aux débuts des années 90 et a été mise en marche en août 2000. L'étude du projet a été effectuée par la direction de l'hydraulique de la wilaya de Tizi-Ouzou, en collaboration avec la société française DEGREMONT. Elle a pour but, l'épuration des effluents de la partie Est de la ville de Tizi-Ouzou, selon le procédé « boues activées », pour un volume journalier théorique de 18 000 m³ /jour, et une capacité de 120 000 Eq/hab.

Ces effluents arrivent à la station à travers un réseau unitaire par voie gravitaire. Les eaux usées à traiter sont exclusivement domestiques

I.1.2.3 Caractéristiques techniques de la STEP Est de Tizi-Ouzou

Le tableau suivant résume les différentes caractéristiques techniques de la STEP Est de Tizi-Ouzou.

Tableau 4: Fiche technique de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou (ONA, 2021).

Désignation	Valeurs
Type du réseau	Unitaire
Nature des eaux brutes	Domestiques
Population raccordée	120000 EH
Charge hydraulique	
Débit journalier en temps sec	18 000m ³ /j
Débit moyen journalier	750 m ³ /j
Débit de pointe en temps sec	1620 m ³ /j
Débit de pointe en temps de pluie	2250 m ³ /h
Charge polluante DBO5	
Flux journalier	6500 kg/j
Concentration moyenne	360 mg/l
MES	
Flux journalier	8 400 kg/j
Concentration moyenne	466 mg/l
Température	-25°C
pH	à 8.5

I.1.2.4. Fonctionnement de la station

La STEP Est de Tizi-Ouzou repose sur le principe biologique (boues activées à culture libre et à moyenne charge). La station d'épuration comprend les étapes de traitement suivantes :

I.1.2.4.1 Prétraitement

Le principal objectif de cette étape est d'éliminer les éléments les plus grossiers, et plus généralement pour éliminer tout ce qui pourrait gêner les traitements ultérieurs.

Parmi les étapes de prétraitements on peut citer : le dégrillage, le dessablage, le déshuilage et le dégraissage.

a) Le relevage

La STEP Est de Tizi-Ouzou possède quatre pompes de relevage d'une capacité de 750 m³/h qui fonctionnent en binôme, elles assurent le transport des eaux usées vers la station d'épuration, lorsque ces dernières arrivent à un niveau plus bas que les installations de dépollutions. Les prétraitements servent à éliminer les gros éléments qui pourraient gêner les traitements ultérieurs et endommager les équipements

b) Dégrillage

- **Dégrillage grossier** : les eaux usées passent à travers une grille dont les barreaux retiennent les matières les plus volumineuses supérieures à 5 cm.



Figure 6: Dégrillage grossier

- **Dégrillage fin** : La station comprend deux dégrilleurs fins :
 - Mécanique
 - Manuel

Dans cette étape l'eau subie une seconde filtration par le dégrillage fin (première filtration dégrillage grossier), l'eau circule dans les autres compartiments de la station par gravité.

La récupération des refus de grille se fait par deux modes : automatique et manuel, en mode automatique la récupération des refus se fait grâce à une vis sans fin.



Figure 7 : Dégrillage fin

c) Dessableur déshuileur

▪ Déshuilage et dégraissage

Vise à éliminer la présence de graisses et les huiles dans les eaux usées, Le déshuilage et dégraissage s'effectuent par flottation. L'injection d'air au fond de l'ouvrage permet la remontée en surface des corps gras. Les graisses sont raclées à la surface, puis éliminées



Figure 8 : Ponts de raclage

▪ Dessableur

Débarrasse les eaux usées des sables et des graviers par sédimentation. Ces particules sont ensuite aspirées par une pompe. Les sables sont ensuite récupérés à l'aide d'une vis sans fin et mis en décharge.



Figure 9: Vis d'Archimède

I.1.2.4.2 Traitement biologique

Les eaux usées contenues dans le bassin biologique sont formées de biomasse (eaux + bactéries + boues), on utilise de l'oxygène pour stimuler l'activité bactérienne et les rendre fonctionnelles avec une quantité d'O₂ largement suffisante

a) Bassin d'aération

Cette opération s'effectue dans un bassin d'aération **ou** les eaux usées sont mises en contact avec une biomasse épuratrice. Dans ce réacteur, la pollution dissoute est assimilée par la culture bactérienne en suspension formant des agglomérats. Les floes peuvent alors être séparés de l'eau par décantation. Dans le bassin la fourniture d'oxygène est assurée par des unités électromécaniques : aérateur de surface (turbine).



Figure 10 : Le bassin d'aération

b) Clarificateur

La géométrie la plus courante d'un clarificateur est une forme cylindro-conique. Les boues activées issus du bassin d'aération sont amenées gravitairement via une canalisation verticale au centre de l'ouvrage à la surface. la boue épaissie en fond d'ouvrage est amenée vers un puits à boues depuis lequel elle est soit recyclée vers le bassin d'aération, soit extraite du système vers la filière de traitement des boues. Une fois l'eau épurée est séparée de la boue, l'eau clarifiée est dirigé vers la sortie et rejetée dans l'Oued (Oued Sebou).



Figure 11 : Le clarificateur

c) Traitement des boues

Les boues se présentent au départ sous forme liquide et avec une forte charge en matière organique hautement fermentescible. Ces deux caractéristiques sont gênantes quelle que soit la destination des boues et impose la mise en place d'une filière de traitement.

On distingue trois types de traitement organisé comme suite :

- **La stabilisation (stabilisation aérobie)**

C'est la première étape de traitement des boues, elle se déroule au niveau d'un bassin de stabilisation. Elle permet de diminuer le pouvoir fermentescible des boues et les rend inactifs. Cette opération permet aussi d'éliminer des agents pathogènes présents dans les boues et de limiter les nuisances olfactives.



Figure 12: Le stabilisateur.

- **L'épaississement**

Les boues sont transférées vers l'épaississeur par des groupes de pompes en fosse sèche (une pompe de 25 m³ /H par bassin). Son principe consiste à enlever une partie plus ou moins importante de l'eau contenue dans les boues. L'épaississement peut être gravitaire, ou s'effectuer par flottation, par égouttage ou par centrifugation. Il a pour objectif de réduire le volume des boues brutes et d'augmenter la concentration des matières sèches (résultat 3 à 8 % de siccité selon les techniques utilisées). Cette étape permet aussi l'évacuation d'une eau claire, peu chargée, qui est recyclée en tête de la station.



Figure 13 : L'épaississeur

- **Les lits de séchage**

Les boues stabilisées sur l'épaississeur sont acheminées gravitairement vers les lits de séchage. Le séchage des boues se fait, par filtration et évaporation naturelle. Un ensemble de 20 lits sont prévus, totalisant 450*20= 9000 m³, divisés en deux filets de 10 lits, pour un volume journalier de 180 à 120 m³ et des aires de séchages remplies sur une hauteur de 0,4 m et un temps de séchage moyen de 17 à 20 jours.



Figure 14: Lits de séchage

I.1.2.5 L'échantillonnage de l'eau

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté, car il conditionne les résultats analytiques et leurs interprétations, qui en seront données. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau.

Dans notre cas, le prélèvement concerne uniquement les eaux usées épurées de la station d'épuration. Il a été réalisé à la sortie de bassin de décantation, l'eau épurée est récupérée pendant une période allant de 13 au 21 Juin 2021.

Les analyses Physicochimiques sont réalisées au niveau du laboratoire de la station d'épuration Est de Tizi -Ouzou et les analyses bactériologiques au niveau du laboratoire de traitement des eaux de l'université de Mouloud Mammeri.

- **Prélèvement des échantillons d'eau**

Le prélèvement de l'eau épurée a été effectué une fois durant la journée, les échantillons des eaux usées épurées sont recueillis dans des bouteilles stériles.

Les bouteilles de prélèvement sont identifiées au préalable ; sur chacune, on note la date, l'heure et l'endroit de prélèvement sont mentionnés.

Sur site les bouteilles sont d'abord rincées deux à trois fois par l'eau à analyser, puis elles sont remplies, en les plongeant à une profondeur de 20cm de la surface de l'eau. Durant la période de prélèvement, on évite toute modification des caractéristiques des échantillons (teneur en gaz, composés volatils dissous, contamination biologique...).

Le temps de transport des échantillons doit être minimisé au maximum jusqu'à l'arrivée au laboratoire. Les échantillons doivent être conservés à une température entre (3°C et 5°C) afin de garantir leur intégrité.

NB :

- Pour les analyses bactériologiques : les bouteilles sont remplies à 1/3 de volume total.
- Pour les analyses physico-chimiques : les bouteilles sont remplies jusqu'au bout.

I.2 Analyses physicochimiques et microbiologiques de l'eau épurée de la STEP Est

Dans le but de déterminer la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux usées épurées de la ville de Tizi -Ouzou du traitement de la station d'épuration, deux étapes principales se succèdent : l'étape de l'échantillonnage et l'étape d'analyse, le tout formant une chaîne de mesure.

I.2.1 Les analyses physico-chimiques**I.2.1.1 Matières en suspension (MES)**

La concentration des matières en suspension est mesurée dans des éprouvettes qui sont exprimée en mg/l.

La concentration ne doit pas dépasser 30 mg/l.

a) Mode opératoire

- Prélever 25 ml d'échantillon à analyse (sortie)
- Préparer le spectrophotomètre.
- Entrer le numéro du programme
- Remplir un flacon de 25 ml d'eau distillé (le blanc)
- puis le placer dans l'appareil et procéder à la lecture.
- Placer les échantillons l'un après l'autre après agitation et faire la lecture



Figure 15 : Spectrophotomètre

I.2.1.2 température et pH

La température a un rôle déterminant sur le processus biologique elle doit être de 25 ° à 30° elle est mesurée avec un thermomètre.

Le pH a une influence sur l'activité du micro-organisme responsable de l'épuration biologique le pH doit être 6.5 et 8.5



Figure 16 : pH mètre

a) Mode opératoire du pH

- Préparer le pH mètre
- Verser une quantité d'échantillon (sortie) dans un bécher.
- Allumer le pH mètre.
- Plonger la sonde de température et l'électrode dans l'échantillon.
- Attendre jusqu'à ce que la mesure se stabilise et faire la lecture.

I.2.1.3 Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

La quantité d'oxygène nécessaire au micro-organisme afin d'oxyder les matières organiques biodégradables.



Figure 17: DBO₅ mètre

a) Mode opératoire

- On agite un peu pour homogénéiser et on prélève 432ml d'eau épurée dans une bouteille
- On introduire un barreau magnétique dans le flacon avant de le placer dans l'incubateur pour régler la température à 20°C.
- Ajouter 3 pastilles de KOH dans les couvercles (le KOH permet de fixer le CO₂ dégagé), ensuite placer les oxytypes sur les bouteilles et en les serrant bien.
- On choisit l'échelle qui correspond au volume d'échantillon choisi.
- Les échantillons sont ainsi laissé dans le DBO mètre à température constante 20°C sur des agitateurs magnétiques, et dans l'obscurité pendant 5 jours.
- Après 5 jours, on procède à la lecture.

I.2.1.4 Demande chimique en oxygène (DCO)

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

a) Mode opératoires

On commence d'abord par la préparation :

- D'un échantillon témoin avec 10 ml de la solution d'hydrogenophthalate de potassium (étalon).
- 10 ml d'eau distillée (le blanc).
- 10 ml d'eau épurée (sortie)
- On ajoute à chaque flacon 5 ml de dichromate de potassium, 15 ml d'acide sulfurique -sulfate d'argent
- On ajoute ensuite deux régulateurs d'ébullition dans chaque tube .
- Après refroidissement on ajoute pour chaque flacon 45 ml d'eau distillée .
- Puis on procède a la titration avec le sulfate de fer et d'ammonium.
- On procède a la lecture puis au calcul .

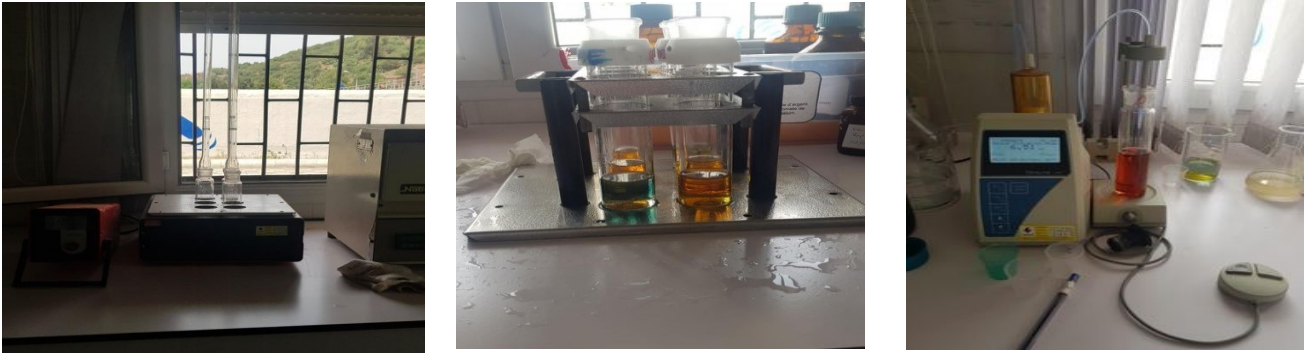


Figure 18 : Analyse de DCO

I.2.1.5 Nitrates (NO_3^-)

a) Mode opératoire

- Préparer 15 ml d'eau brute dans un flacon puis ajouté le réactif nitraver 6
- Agité pendant 3 min et laisse reposé 2 min
- Prendre 10 ml et lui ajouté réactif (NITRAVER3)
- Laisser reposer pendant 15 min
- On procède à la lecture de la valeur de N-NO_3^- avec un spectrophotomètre.

I.2.1.6 Phosphate (PO_4^{3-})

a) Mode opératoire

- Préparer le spectrophotomètre.
- Entrer le numéro du programme «79 ».
- Presser la touche « ENTER » l'affichage indique « mg/l PO4 » et le symbole ZERO
- Remplir un flacon avec 25ml d'échantillon à analyser en le tenant dans un papier Absorbant.
- Ajouter avec précaution le contenu d'une pastille« Phos Ver3 » au flacon puis agiter.
- Mettre la pastille utilisée dans un sachet de stockage.
- Presser « TIMER ENTER », une période de réaction de 2 minutes commence.
- Préparer le blanc en remplissant un flacon colorimétrique avec 25ml d'échantillon.
- Lorsque le minuteur sonne, l'affichage indique : mg/l PO4
- Placer le blanc dans le puit de mesure.
- Presser « Zéro », l'affichage indique 0,00 mg/l PO4

- Essuyer le flacon avec le papier absorbant puis le mettre dans un sachet de stockage.
- Placer l'échantillon préparé dans le puit de mesure, pressé « ENTER », le résultat s'affiche.

I.2.2 Analyses bactériologiques

- **Méthode**

Après le prélèvement et transport des échantillons, on procède à l'analyse bactériologique qui doit être faite dans les 24h suivant l'échantillonnage.

Les analyses bactériologiques ont été effectuées selon les étapes suivantes :

- Isolement et dénombrement des germes des bactéries à partir des échantillons.
- Identification et l'antibiorésistance des bactéries.

Dans le cadre de notre étude, l'analyse bactériologique se restreint à la recherche, dénombrement et isolement des germes suivant :

- Les mésophiles aérobie totaux à 22°C et à 37°C ;
- Coliformes totaux (37°C) et coliformes fécaux (44°C) ;
- Streptocoques fécaux ;
- Les germes anaérobies sulfito-réducteurs (ASR) (44°C) ;
- Staphylocoques à coagulase positive ;
- Salmonelles ;

Dans le cadre de notre étude on a utilisé la méthode par filtration.

- **Principe de la méthode par filtration**

L'échantillon d'eau à analyser est filtré à travers une membrane qui retient les microorganismes recherchés. La membrane est ensuite placée sur milieu gélosé ou sur un tampon absorbant imprégné de bouillon de culture. Durant l'incubation, des colonies se forment à la surface de la membrane.

Cette technique permet de travailler sur des volumes important d'échantillon et donc de concentrer les bactéries présentes en petit nombre sur un support de petit surface (filtration membrane 0,45µm)

I.2.2.1 Dénombrement des microorganismes revivifiables (la norme NF EN ISO 6622 Juillet 1999)

a) Principe de la technique

Il s'agit d'une technique de numération de manière non spécifique non du plus grand nombre de microorganismes après incorporation de volumes d'échantillon ou de ses dilutions dans un milieu gélosé.

b) Mode opératoire

- Agiter soigneusement et de façon prolongée le flacon d'échantillon, de manière à remettre les microorganismes en suspension homogène.
- Prélèvement ensuite, stérilement, 1ml de l'échantillon et procéder aux dilutions adaptées à celui-ci.

c) Ensemencement

- Placer un volume de prise d'essai de 1ml de ses dilutions, de manière stérile, dans le fond d'une boîte de pétri.
- Utiliser une pipette stérile de 1 ml, en débutant par la dilution la plus forte jusqu'à la plus faible.
- Ajouter 15 à 20ml de gélose fondue de PCA TGEA (maintenue en surfusion à 45°C) et mélanger avec précaution par rotation de la boîte de pétrie, sans faire de bulles et sans mouiller les bords extérieurs, afin de répartir les bactéries de manière homogène sur une surface de la boîte. Le temps entre l'addition de la prise d'essai (ou dilution) et l'addition du milieu fondu ne doit pas dépasser 15minute.
- Laisser le milieu solidifier sur la une surface plane, horizontale et fraîche.
- Retourner les boîtes et incuber une série à 37°C pendant 24h et l'autre série à 22°C pendant 24h.
- Dénombrement des colonies apparente à l'aide du compteur de colonies.
- Puis calculer le nombre d'unités formant colonies (UFC) par millilitre d'échantillon à partir du nombre de colonies apparues sur le milieu de culture en respectant le mode de calcul donné par la norme, selon la formule suivante :

$$N = \frac{\sum c}{v(n_1 + 0,1 n_2) d}$$

N : nombre d'UFC par gramme de produit initial

Σ : Colonies : somme des colonies des boites interprétables ;

V ml : volume d'inoculum déposé par boite (1 ml) ;

n₁ : Nombre de boites considéré à la première dilution retenue ;

n₂ : Nombre de boites considéré à la seconde dilution retenue ;

I.2.2.2 Isolement des coliformes

Méthode par filtration sur membrane (la norme ISO9308)

Cette méthode consiste à rechercher et dénombrer des *Escherichia coli* et des coliformes qui sont présentes dans l'eau.

En utilisant une rampe de filtration de 0,45 μm.

a) Mode opératoire

- Stériliser l'entonnoir gradué en verre ainsi que le filtre poreux en les faisant passer à travers la flamme du bec bunsen ;
- Refroidir avec de l'eau ou avec de l'eau distillée
- Flamber la pince et transférer dans des condition d'asepsie la membrane poreuse de 0,45 μm et la mettre entre l'entonnoir et le filtre poreux ;
- Fixer ce dispositif avec la pince correspondante ;
- Verser ensuite aseptiquement entre deux bec bunsen l'échantillon à analyser (l'eau épurée) ;
- Actionner la pompe à vide pour absorber l'eau à travers la membrane ;
- Après avoir filtré toute la quantité d'eau (100ml), arrêter la pompe et retirer l'entonnoir en verre ;
- Retirer la membrane à l'aide d'une pince stérile, et la transférer immédiatement sur la surface d'une plaque de gélose TTC au tergitol préalablement préparé ;

- Incuber les boîtes de pétrie à 37°C pendant 24h (jusqu'à 48h) pour les coliformes totaux, et incuber à 44°C pendant 24h afin d'avoir les coliformes fécaux ;
- Après incubation, considérer les colonies lactose positif comme caractéristique des coliformes, quelle que soit leur taille, si le milieu présente une coloration jaune sous la membrane ;
- Repiquer, de préférence, toutes les colonies caractéristiques, ou un nombre représentatif (au moins 10), sur :
 - Une gélose non sélective comme la gélose Trypto Caséine Soja ; incuber à 37°C pendant 24h ;
 - Un bouillon au Tryptophane, incubé à 44°C pendant 24h ;
- Après incubation, réaliser
 - Le teste d'oxydase sur les colonies isoler sur la gélose ;
 - La recherche de la production d'indole sur le bouillon ;

b) Lecture des résultats

- Colonies ayant une réaction négative à l'oxydase sont considérées comme coliforme.
- Les colonies ayant une réaction négative à l'oxydase mais positive à l'indole sont considérées comme E. coli.

1.2.2.3 Isolement des spores de bactéries anaérobies sulfite réductrices (Clostridium)

• Méthode par filtration sur membrane :

Cette technique consiste en la recherche et le dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfite réductrice sur membrane.

On entend par bactéries anaérobies sulfite réductrices (ARS) des bactéries qui se présentent sous forme de bacille à Gram positif et qui en se développant à température de 37°C pendant 24 à 48 heures en gélose profonde de type gélose viande foie, donnent des colonies caractéristiques qui sont de couleurs blanche entourées d'une auréole noire.

Cette dernière est le témoin de la réduction du sodium (Na_2SO_3) qui se trouve dans le milieu : en surface qui en présence de Fe^{2+} donne FeS (sulfure de fer) de couche noir. La présence de spores de bactéries ARS dans les eaux, constitue généralement un véritable indice de contamination fécale ancienne.

a) Mode opératoire :

- Sélection de la spore en détruisant toutes formes végétatives par chauffage de l'eau à analyser au bain marie à 75°C, pendant 15 minutes à partir du moment où cette température a été atteinte, Ensuite on réalise un choc thermique sous l'eau du robinet.
- Filtrer 100ml de cette eau sur une membrane dont les pores suffisamment petits pour retenir les 0,45 μm .
- Après la filtration, placer la membrane, face supérieure tournée vers le bas, dans le fond d'une boîte de pétrie de 90mm de diamètre, stérile et vide, en s'assurant qu'il ne reste pas de bulles d'air emprisonnés sous le filtre.
- Verser ensuite soigneusement 18ml de milieu de culture liquifier (gélose viande foie), préalablement refroidi à 45°C, sur la membrane en l'immobilisant avec des pinces stériles.
- Après solidification de la gélose, incuber en atmosphère anaérobie dans une jarre à anaérobiose à 37°C pendant 24 à 48 h.

b) Lecture

Compter toutes les colonies noires après incubation et donner le résultat en nombre de Spores de bactéries anaérobies sulfite réductrices en fonction du volume filtré.

1.2.2.4 Recherche des salmonelles (la Norme ISO 6461/2-1986)

Cette méthode consiste à rechercher et identifier les Salmonelles présents dans l'eau, par filtration sur membrane.

On entend par Salmonelles, des bactéries à Gram négatif qui sont anaérobies facultatives asporulés et oxydase négative, ces dernières sont en forment des petites colonies lisses contour réguliers, pigmentées en vert ou en centre noir sur milieu Héктоine à température 36°C +/- 2°C en 24 à 48h.

a) Mode opératoire

- Filtration de 250ml d'eau sur une membrane de 0,45 μm .
- Placer le filtre dans 50ml d'eau pitonnée tamponnée afin d'effectuer le pré-enrichissement et incuber à 37°C pendant 24h.
- Après incubation, transférer 1ml du bouillon d'enrichissement dans 10ml du milieu rapport vassiliadis préalablement chauffé à 42°C, et incuber à 37°C pendant 18 à 24h.

- Repiquer à l'aide d'une anse le milieu Héktoine afin d'effectuer un isolement et incubé à 37°C pendant 24h.

b) Lecture

- Colonies ayant un contour régulier.
- Colonies ayant la couleur du milieu, parfois avec ou sans centre noir sur la gélose Héktoine

La présence de colonies typique de salmonelles sur les milieux gélosés sélectif n'est pas une preuve suffisante de la présence de cette bactérie .il est donc nécessaire d'effectuer une identification biochimique basée essentiellement sur : ONPG, UREF, TSI, indole, LDC.

I.2.2.5 Isolement des staphylocoques à coagulase positive (Norme NF ISO 7218)

Cette méthode de référence, consiste à rechercher et dénombrer des staphylocoques à coagulase positive dans les eaux, par filtration sur membrane.

On entend par staphylocoque à coagulase positive, bactéries qui se présentes sous forme de Cocci à Gram positif ; sphériques, isolées ou regroupées formant ainsi des grappes de raisin, possédant l'enzyme catalase et la coagulase. Ils sont capables de se développer en 24 à 48 heures à 37°C sur un milieu sélectif Chapman au mannitol ou Bird Parker. L'espèce type du genre est *Staphylococcus aureus*, elle est pathogène et fortement redoutée.

a) Mode opératoire

La recherche de ces germes se déroule grâce à une filtration décrite précédemment toute, en transférant la membrane aseptiquement, à l'aide d'une pince stérile, sur la surface d'une plaque de gélose Chapman au mannitol préalablement préparée .Cette dernière est incubée couvercle en bas à 37°C pendant 48h.

b) Lecture

Après l'incubation, les colonies spécifiques de staphylocoque sont représentées sous forme de petites colonies lisses légèrement bombées à contours réguliers, pigmentées soit en jaune (fermente le mannitol) ou blanc (ne fermente pas le mannitol).

Prendre quelques colonies et établir des deux tests complémentaires à l'identification de ses bactéries :

– Test de la catalase

En mettant en contact la colonie avec de l'eau oxygénée si elle est dotée de cette enzyme il y aura apparition des bulles.

– Test de coagulase

Prélever des colonies et les mettre dans le bouillon BHIB et incuber à 37°C pendant 24h. Après incubation, ajouter stérilement 0,1ml de cette culture à 0,3ml de plasma de lapin ou le plasma humain le taux de prothrombine est à 100% contenue dans le tube stérile puis incuber de nouveau à 37°C pendant 2 à 6 heures.

Examiner la coagulation du plasma si non ré-incuber et examiner de nouveau après à 24h considérer que la réaction de coagulase est positive s'il y a formation de coagulase.

I.3 Analyses microbiologiques de la qualité du romarin**I.3.1 Types de germes recherchés**

Pour déterminer la qualité microbiologique de romarin, Les germes recherchés appartiennent aux groupes des germes suivants : flore aérobie mésophile, totale coliforme totaux, Coliformes totaux, Coliformes Fécaux, Clostridium, Staphylococcus aureus, Salmonella, streptocoques, levure moisissure.

I.3.2 Préparation de la suspension mère

Pour cette analyse 25g de romarin. En ajoutant 225ml de EPT, l'homogénéiser 2 à 3 min. (Meftah et Souni,2017)

I.3.3 Préparation des dilutions décimales

- A l'aide d'une pipette stérile 1ml de la solution mère est prélevé puis introduit dans un tube contenant 9 ml de l'eau distillée, c'est la dilution 10^{-1}
- La dilution 10^{-2} sera préparée de la même façon à partir des dilutions précédentes

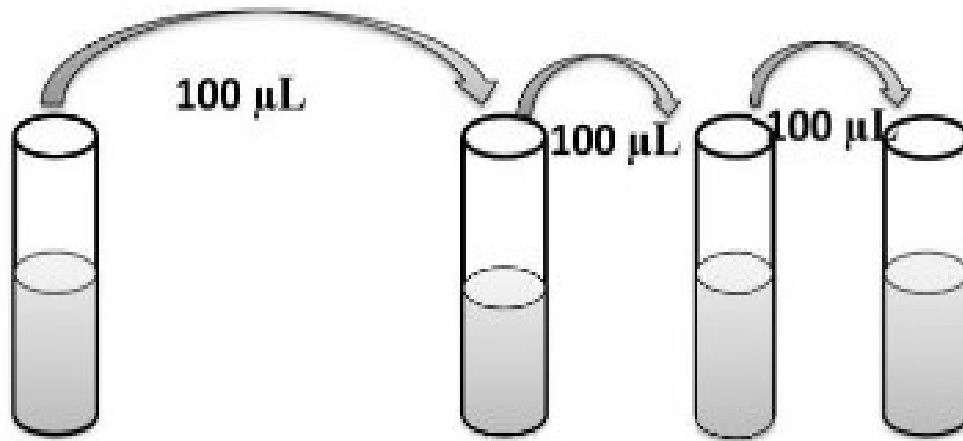


Figure 19 : Préparation de la solution mère et des dilutions décimales.

I.3.4 Dénombrement de la flore aérobique mésophile totale (FAMT):

a) **Milieu de culture :**

- La flore aérobique mésophile totale (FAMT) capable de se multiplier à 37 °C en aérobiose.
- Leur dénombrement s'effectue sur le milieu PCA.

b) **Ensemencement et incubation :**

- On enseme à partir de la solution mère et des dilutions 10^{-1} , 10^{-2} , 1ml de chaque dilutions prélevé puis on introduit dans des boites de pétri stériles. On verse 10 à 15ml de PCA .L'inoculum est soigneusement mélangé au milieu de culture par des mouvements circulaires et en formes de « 8 » sur une surface fraîche et horizontale.
- Après solidification, les boites de pétries ainsi préparées sont incubées dans des étuves réglée à 37°C et 22°C pendant 24H

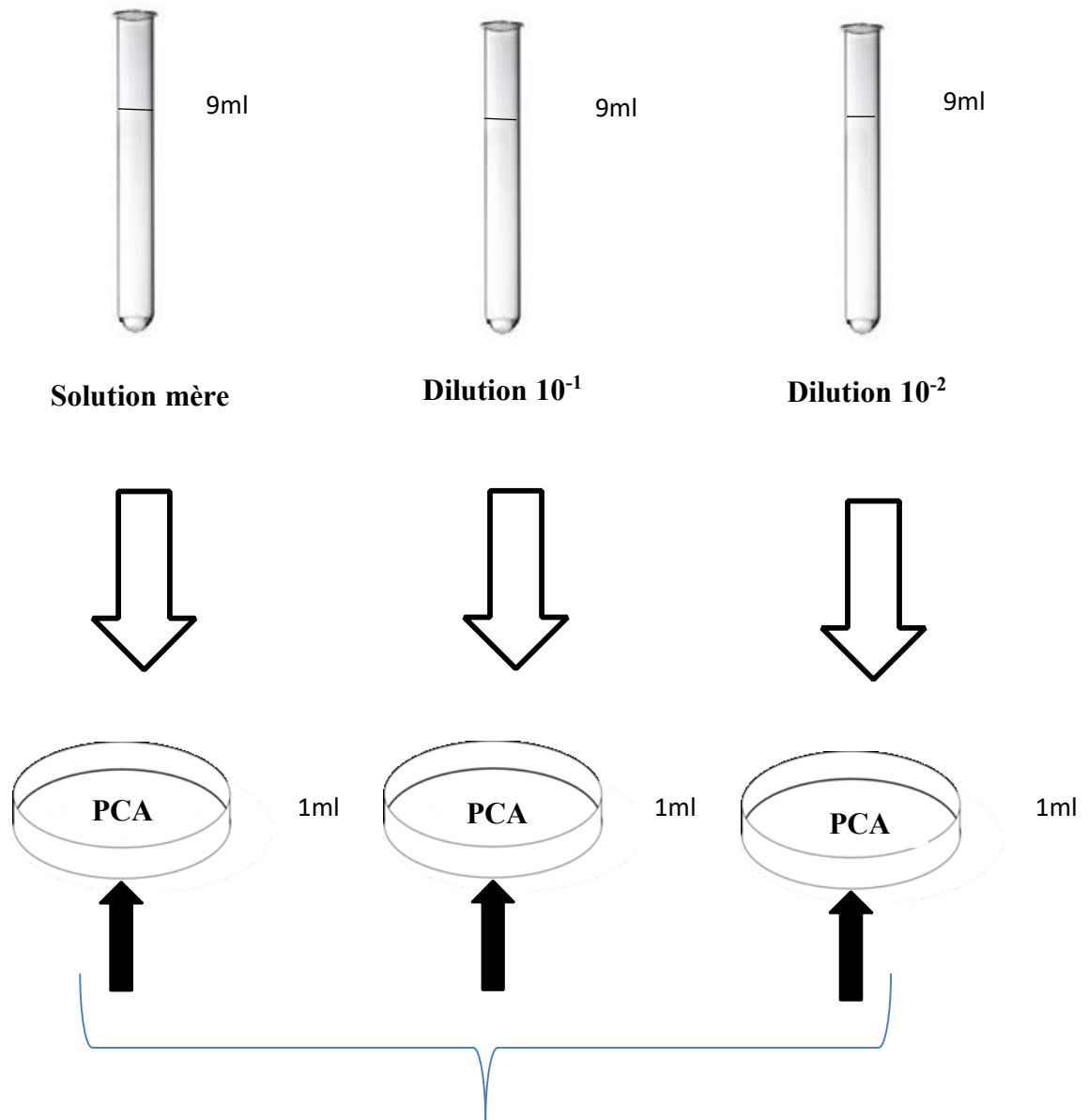


Figure 20 : Dénombrement des Germes Totaux

Incubées à 37°C et 22°C pendant 24H

I.3.5 Dénombrement des Coliformes totaux**a) Milieu de culture**

- Les Coliformes totaux sont thermorésistants forment des colonies caractéristiques dans la gélose VRBL.

b) Ensemencement et incubation

- On ensemence à partir de la solution mère et des dilutions $10^{-1}, 10^{-2}$. 1ml de chaque dilution est prélevé puis introduit dans des boîtes de pétrie stériles à l'aide de pipettes stériles, puis on verse 15ml de milieu VRBL .
- Incubées à 44°C pendent 24 h

I.3.6 Dénombrement des Coliformes Fécaux**a) Milieu de culture**

- Les Coliformes fécaux sont thermorésistants qui forment des colonies caractéristiques dans la gélose VRBL.

b) Ensemencement et incubation

- On ensemence à partir la solution mère et des dilutions $10^{-1}, 10^{-2}$. 1ml de chaque dilution est prélevé puis introduit dans des boîtes de pétrie stériles à l'aide de pipettes stériles, puis on verse 15ml de milieu VRBL

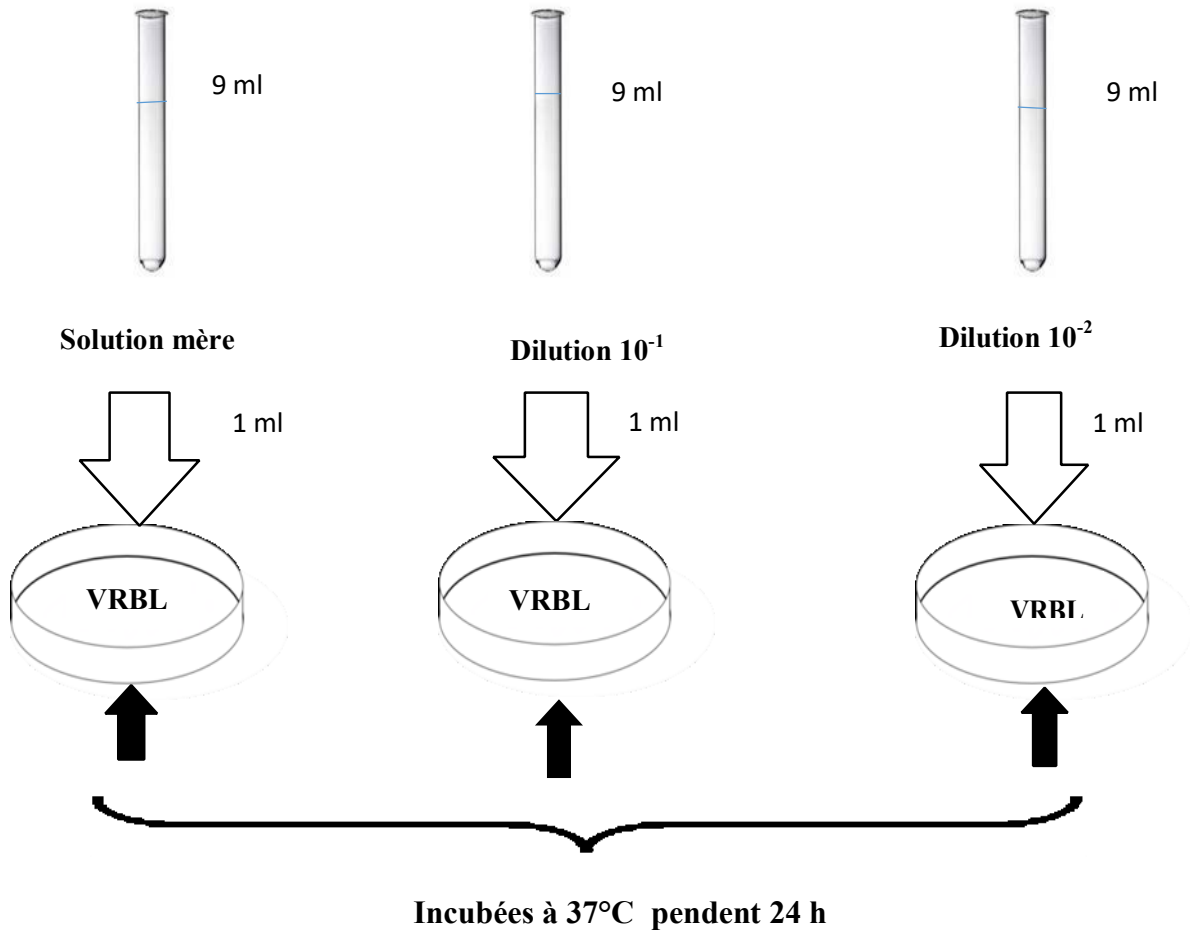


Figure 21 : Dénombrement des Coliformes fécaux

- L'inoculum est soigneusement mélangé au milieu de culture par des mouvements circulaires et en formes de « 8 » sur une surface fraîche et horizontale.
- après solidification les boîtes de pétries ainsi préparées sont incubées dans une étuve réglé à 37C° pendant 24h.

Parmi les Coliformes Fécaux on à rechercher les *E. coli*

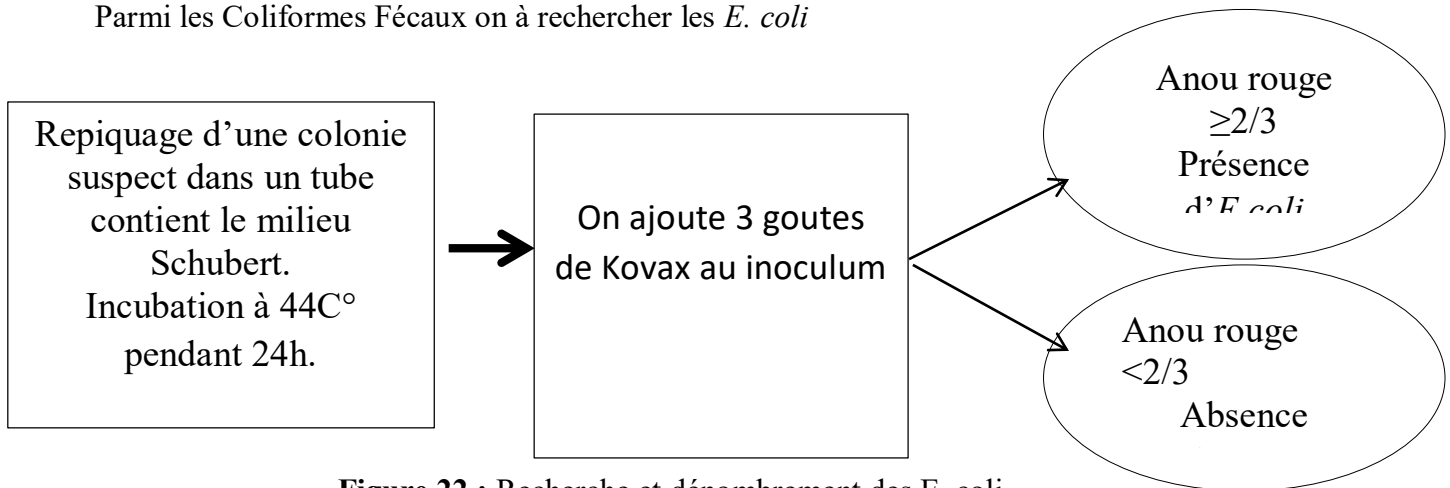


Figure 22 : Recherche et dénombrement des *E. coli*

I.3.7 Dénombrement de Salmonella :

a) Pré-enrichissement :

- 25g romarin, on ajoutant 225ml d'eau peptoné tamponné.
- incubé à l'étuve à 37C° pendant 24h.

b) Enrichissement :

- après 24h, 0,1ml de ce homogénéisa est prélevé puis introduit dans un tube contenant 10ml de bouillon sfb.
- le tube est incubé à 37C° pendant 24h.

c) Isolement :

- 1goutte de ce tube est prélevé à l'aide d'une anse de platine, et puis étalé sur le milieu héctoïne.
- on divise la boite de pétrie sur 3 et on étale la goutte par des stries séries.
- Les boites sont ensuite incubées à 37C° pendant 24h.

I.3.8 Dénombrement de Clostridium

a) Milieu de culture

- Milieu viande foie

b) Ensemencement et incubation

- On place les délutions dans un bain marie à 80°C pendant 5 min, on refroidit ensuite à 45°C (choc thermique) on Complete ensuite chacun des tube avec 15ml de gélose viande foie.
- Incuber à 37°C pendant 48h

I.3.9 Dénombrement de Streptocoques fécaux**a) Milieu de culture :**

- Slanetz et bartle

b) Ensemencement et incubation

- On ensemence à partir des dilutions. 1ml de chaque dilution est prélevé puis introduit dans des boites de pétrie stériles à l'aide de pipettes stériles, puis on verse 15ml de milieu de culture.
- Incuber à 37°C pendant 24 h à 48 h

I.3.10 Dénombrement Levure et moisissure :**a) Milieu de culture :**

- Milieu OGA

b) Ensemencement et incubation :

- On verse 10 à 15ml de gélose OGA dans des boites de pétrie puis étaler 0,1 ml de suspension mère, les boites de pétries ainsi préparées sont incubées dans une étuve réglée à 20-25°C.

I.3.11 Dénombrement de Staphylococcus aureus :**a) Milieu de culture**

- Chapman

b) Ensemencement et incubation :

- On ensemence à partir des dilutions 10^{-1} et 10^{-2} . 0,1ml de chaque dilution est prélevé puis ajoutés au milieu Chapman préalablement coulé dans des boites de pétrie stériles.
- l'inoculum est étalé et les boites sont ensuite incubées à 37°C pendant 48h.



Chapitre II :

Résultats et discussions

II.1 Résultats et discussions d'analyses physico-chimiques

II.1.1 Température

La figure 23 représente les températures mesurées à la sortie de la STEP.

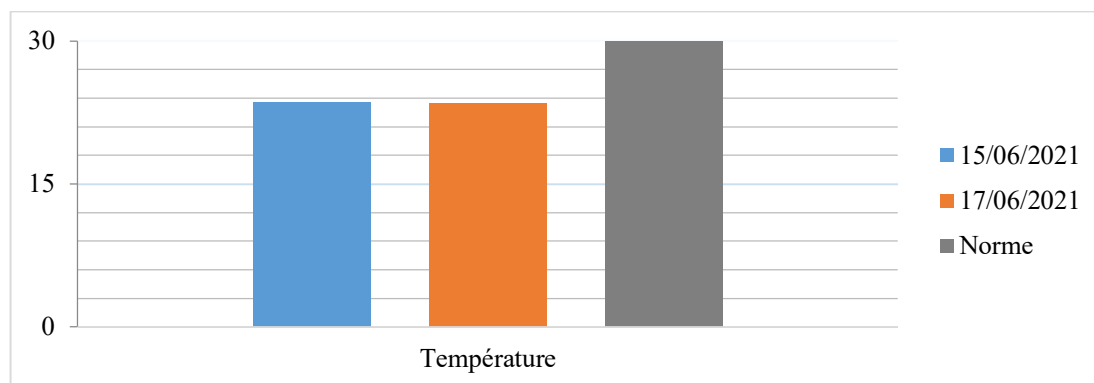


Figure 23: Température de l'eau épurée de la STEP Est de Tizi-Ouzou durant la période d'étude.

Les valeurs des températures obtenues durant notre stage de l'effluent traité représenté dans la figure 23 sont inférieures au seuil maximal tolérable qui est de 30 °C et aucune contre-indication et présente par rapport aux normes algériennes exigées dans la réutilisation des eaux en agriculture. Il est évident de noter que ces analyses ont été effectuées le mois de juin et que la température de l'eau est influencée par les variations saisonnières et la température de l'air.

II.1.2 Potentiel hydrogène (pH)

La figure 24 représente le potentiel hydrogène mesurés à la sortie de la STEP.

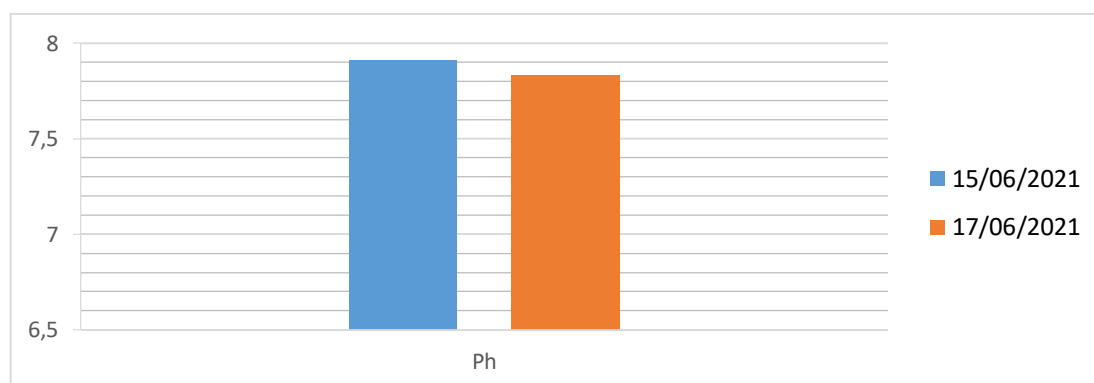


Figure 24 : Variation du pH de l'eau épurée de la STEP Est de Tizi-Ouzou durant la période .

Les valeurs du pH obtenues durant notre stage de l'effluent traité représenté dans la figure 24 et de (7,91 ; 7,83) est qui sont conforme aux normes algériennes (6,5-8,5) des eaux destinées à la réutilisation agricole. Cela explique que le pH des échantillons analysés est propice pour l'activité des microorganismes.

II.1.3 Matières en suspension (MES)

La figure 25 représente les MES mesurées à la sortie de la STEP.

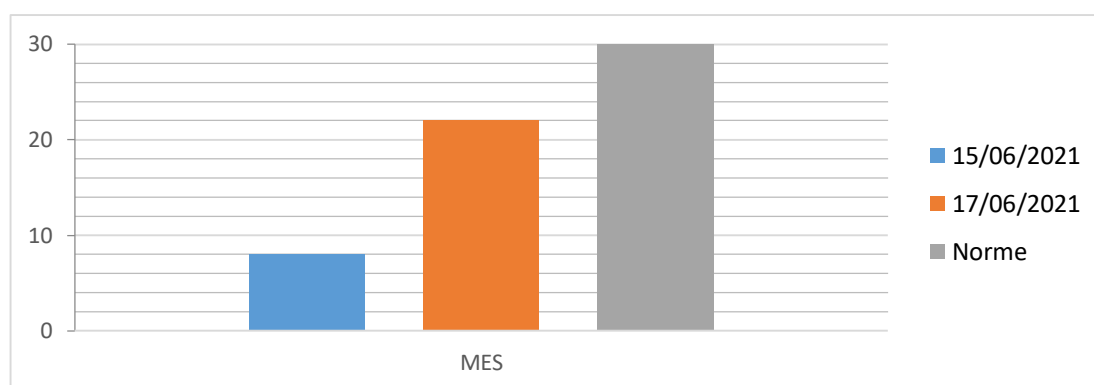


Figure 25 : Valeurs des MES de l'eau épurée de la STEP Est de Tizi-Ouzou durant la période d'étude.

Les valeurs des MES obtenues de l'effluent traité est d'une moyenne de 15mg/l elle est conforme aux normes algériennes qui est de 30 mg/l.

II.1.4 Nitrates et Ortho-phosphate

Le tableau 5 représente la concentration des nitrates et d'orthophosphate mesurés à la sortie de la STEP

Tableau 5: Valeurs des nitrates et de l'ortho phosphate de l'eau épurée de la STEP Est de Tizi-Ouzou durant la période d'étude.

	15/06/2021
Nitrates	0,206 mg/l
Ortho-phosphate	0,4 mg/l

- La valeur enregistrée des nitrates dans la STEP EST Tizi-Ouzou est de 0.206 mg/l Cette valeurs ne dépasse pas les normes L'OMS et les normes algériennes fixées pour l'irrigation ($< 30\text{mg/l}$), ce qui montre l'efficacité é du traitement.
- La teneur en Ortho-phosphate enregistrée dans l'effluent traité reste en dessous de la limite fixée par l'OMS pour les rejets directs et pour l'irrigation ($< 2 \text{ mg/l}$).

II.1.5 Demande chimique en oxygène (DCO)

La figure 26 représente variation de DCO de la STEP Est de Tizi-Ouzou .

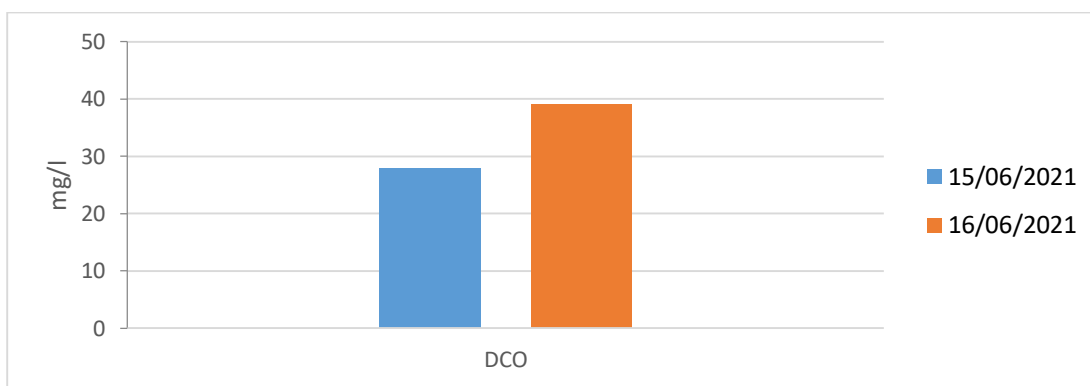


Figure 26 : Variation de DCO de l'eau épurée de la STEP Est de Tizi-Ouzou durant la période d'étude.

Les valeurs obtenues après analyse des eaux traitées représenter dans la figure 26 sont de 27.9 mg/l et 39.06 mg/l, inférieure à la norme du rejet qui est de 90 mg/l. cette diminution est due probablement à une forte oxydation chimiques des matières oxydables ,qui est témoin d'un traitements d'épuration très efficace de la STEP .

II.1.5 Demande chimique en oxygène (DCO)

La figure 26 représente variation de DCO de la STEP Est de Tizi-Ouzou .

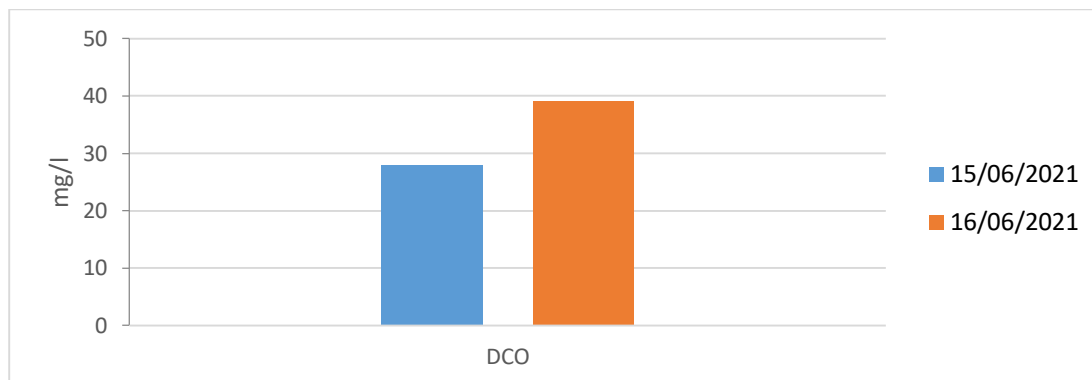


Figure 26 : Variation de DCO de l'eau épurée de la STEP Est de Tizi-Ouzou durant la période d'étude.

Les valeurs obtenues après analyse des eaux traitées représenter dans la figure 26 sont de 27.9 mg/l et 39.06 mg/l, inférieur à la norme du rejet qui est de 90 mg/l. cette diminution est due probablement à une forte oxydation chimiques des matières oxydables ,qui est témoin d'un traitements d'épuration très efficace de la STEP .

II.1.6 Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

La figure 27 représente variation de DBO₅ de la STEP Est de Tizi-Ouzou .

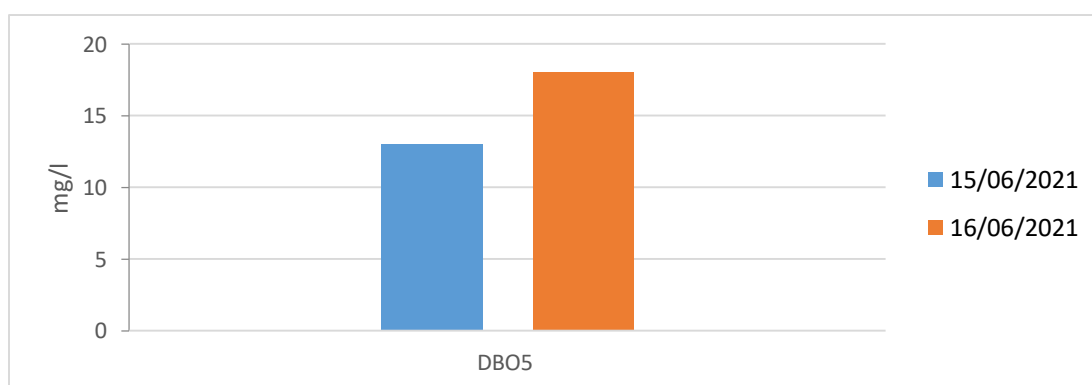


Figure 27 : Variation de la DBO₅ de l'eau épurée de la STEP Est de Tizi-Ouzou durant la période d'étude.

Les valeurs obtenues après l'analyse des eaux traitée représenter dans la figure 27 sont 13mg/l et 18 mg/l inférieur à la norme fixé par L'OMS et la réglementation algérienne qui sont

de l'ordre de 30 mg/l. Cette diminution dues à la dégradation de la matière organique sous l'action des micro-organismes.

II.2 Résultats et discussions d'analyses bactériologiques de l'eau épurées de la STEP Est de Tizi Ouzou

Le tableau (6) montre que pour les dénombrements des micro-organismes et pour l'ensemble des échantillons analysés, une contamination très élevée a été enregistrée au cours des lectures des différents résultats, sur les boites pétries des différentes dilutions.

On constate qu'il y a une charge très élevée des germes totaux dans les eaux usées épurées. En effet, le nombre de germes observé est de 28.10^4 à 22°C UFC et 43.10^4 UFC à 37°C . D'après les résultats illustrés dans le tableau ci-dessous, on remarque que le nombre des coliformes totaux et fécaux sont très élevé. Il dépasse les 300 UFC (non dénombrable), et qu'il y'a une charge importante des germes de type *Staphylococcus aureus* dans les eaux usées épurées, et on remarque l'absence de germe Anaérobies sulfito-réducteurs dans l'eau épurée, et une charge importante des *Salmonella* dans les eaux usées épurées, les résultat qu'on a obtenues sont similaires aux résultats d'analyse qui ont été déjà faites par : Benaouira (2017) et par Chaouia (2017) que les eaux usées épurées sont trop chargés en microorganismes.

D'après les résultats d'analyses bactériologiques des eaux usées épurées, il apparaît également que le traitement biologique utilisé dans la STEP n'est pas efficace pour l'abattement des germes pathogènes. Les résultats obtenus peuvent s'expliquer d'une part, par le fait que le traitement biologique utilisé dans la STEP favorise la croissance bactérienne pour dégrader la pollution carbonée et azotée, et d'autre part par l'absence d'un traitement de désinfection qui permet la destruction des germes pathogènes .

Tableau 6: Les analyses bactériologiques de l'eau de la STEP Est de Tizi-Ouzou.

Paramètres	Unité	Résultats d'analyses
Germes totaux	UFC /100ml	43.10 ⁴ à 37°C
		28.10 ⁴ à 22°C
Coliformes totaux	UFC /100ml	>300
Coliformes fécaux	UFC /100ml	>300
Entérocoques	UFC /100ml	25UFC
Staphylococcus	UFC /100ml	37UFC
Clostridium	UFC /100ml	Abs
Salmonella	UFC /100ml	157UFC

II.3. Résultats et discussions d'analyses microbiologiques du romarin

Lors de l'analyse microbiologique du *Rosmarinus officinalis* (Romarin de la STEP et le romarin sauvage), 8 types de microorganismes recherchée qui sont : germes totaux, coliformes totaux, coliformes fécaux, salmonella, staphylococcus, streptocoques levures et moisissure et les clostridium ,dont E. coli est indicateur de contamination fécale. D'après les résultats obtenus siter dans le (tableau 7), On remarque l'absence total des microorganismes dans les deux échantillons étudié.

Tableau 7: Les analyses microbiologiques du romarin

Paramètres analysés	Unités	Romarin STEP	Romarin UMMTO
Germes totaux	UFC/100ml	Abs	abs
Coliformes totaux	UFC/100ml	Abs	abs
Coliformes fécaux	UFC/100ml	Abs	abs
salmonella	UFC/100ml	Abs	abs
Streptocoques	UFC/100ml	Abs	abs
Staphylococcus	UFC/100ml	Abs	abs
Clostridium	UFC/100ml	Abs	abs
Levures et moisissures	UFC/100ml	Abs	abs

On se référant à des travaux qui sont déjà faits sur le pouvoir antibactérien et antimicrobien et antioxydant du romarin on peut dire que l'absence total de ces microorganismes est dû au pouvoir inhibiteur du romarin, plus exactement l'huile essentielle du romarin qui a été déjà prouvé par :

L'étude d'Elmassouab (2018) a montré un effet inhibiteur des huiles essentielles de Romarin sur les bactéries présentes dans les eaux usées de la station de traitement avec des rendements satisfaisant dans un essai de décontamination, ou une inhibition totale peut être atteinte selon les doses et le temps de contact.

L'étude de Mouas (2017) montre que le romarin possède une activité antimicrobienne sur cinq souches bactérienne : staphylococcus aureus, Entrecoccus faecalis, Bacillus cereus, Escheria coli et Pseudomonas aeruginosa.

Ameur (2017) a prouvé par la méthode de l'aromatogramme qui a révélé un grand pouvoir antibactérien des huiles essentielles du romarin vis-à-vis trois souches bactériennes, soit : Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa.

Les travaux de Boutabia (2016) sur l'évaluation de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles du romarin a montré une efficacité contre les bactéries testés (Staphylococcus aureus, Escherichia coli, Acinetobacter sp.) et ce par la méthode de diffusion en milieu solide.

Les travaux de Ouibrahim (2015) ont montré un pouvoir antimicrobien en utilisant une gamme de microorganismes afin de donner une idée sur l'étendue du champ d'activité antimicrobienne. L'huile essentielle du romarin testée sur vingt-deux souches bactériennes dont six de référence. D'après les résultats de l'aromatogramme, l'huile essentiel de romarin a présenté un pouvoir inhibiteur modéré contre la majorité des souches bactériennes testées.

Aussi prouvé par Berkani (2013) que l'activité antibactérienne d'huile essentielle vis-à-vis des bactéries Gram positif et Gram négatif montre que cette dernière est plus efficace contre le Staphylococcus aureus que Escherichia coli. Il a été remarqué également que l'huile essentiel de romarin est plus efficace que les antibiotiques principalement pour la souche S. aureus.



Conclusion

Dans cette étude, nous avons évaluée la qualité physicochimique et bactériologique des eaux usées épurées de la STEP Est de la ville de Tizi Ouzou et aussi la comparaison de la qualité microbiologique des deux différent Romarin (celui irriguée avec l'eau usée épurée de la STEP et l'autre qui est irriguée avec l'eau de pluie) pour voir si l'eau usée épurée influence sur la qualité microbiologique du romarin.

Les résultats physicochimiques obtenus indiquent que les eaux usées épurées caractérisées par un pH d'une valeur de 7,9, une température qui ne dépasse pas les 30°C, elle se caractérise par un taux moyen en MES de (15 mg /L), et une DBO₅ moyenne de (15mg/l) les teneurs moyenne de ces derniers paramètres sont du probablement à la dégradation de matière organique, pour la DCO on constate que les teneurs avoisinent les 33,5mg /l, Ces paramètres sont en-dessous des normes Algériennes admissibles pour une réutilisation agricole .

Le suivie de la qualité bactériologique des eaux usées épurées consiste à la recherche et le dénombrement des germes suivant : les germes totaux ,les coliformes totaux et fécaux ,les streptocoques ,staphylococcus aureus ,les clostridium ainsi que les salmonella .Les résultats obtenus ont révélé une charge microbiologique très élevées .En effet on a noté l'absence des clostridium et une charge très forte en germes totaux (28 10⁴ UCF) et (43.10⁴ UFC), les coliformes totaux et fécaux(supérieure à 300 UFC), avec la présence des salmonella (157 UFC) et staphylococcus aureus (37 UFC).

Concernant la qualité microbiologique de romarin irrigué avec les eaux usées épurées de la STEP Est de Tizi-Ouzou et celui récolté a l'UMMTO irrigué naturellement avec l'eau de Pluie, on a noté l'absence total de tous les microorganismes étudiés à savoir même si on a observé leurs présences dans l'eau usée épurée. Cette absence est dû au pouvoir antimicrobien et antioxydant du romarin de nombreuse études on démontrer que le romarin inhibe la croissance de ces microorganismes.

En effet les résultats physicochimiques des eaux usées épurées sont compatibles avec les normes Algériennes tandis que les résultats bactériologiques sont très loin. Donc les procédés utilisés par la STEP sont efficace à l'échelle physico-chimiques puisqu'il y a une élimination significative de la matière organique alors que les résultats bactériologiques montrent l'absence des traitements de désinfection au niveau de la station, qui sert à la destruction des germes pathogènes.

A travers les résultats obtenus sur la qualité microbiologique du romarin, on peut dire que le romarin de la STEP est de la même qualité microbiologique que romarin sauvage. On constate que l'eau usée épurée ne contamine pas le romarin irrigué avec, et l'utilisation de ce romarin est sans danger pour la santé.

Perspectives :

- Améliorer la qualité physicochimiques et bactériologiques des eaux usés il est recommander d'utiliser un traitement de désinfection il permet l'élimination des substances toxique.
- Opter à une décontamination des eaux usées épurées avec le romarin plusieurs études on démontrer le pouvoir antibactérien des huiles essentielle du romarin



**Références
bibliographiques**

Références bibliographiques

1. Abouzlam M., 2006. Optimisation d'un procédé de traitement des eaux par ozonation catalytique. Thèse de doctorat en sciences et ingénierie pour l'information Mathématiques, Université de Poitiers. 23-37p
2. kettab A., 2001 les ressources en eau en Algérie Université de bouira ,10P
3. Ameer N et Ammara N et Hammache Y., 2017. Etude des propriétés antimicrobiennes des huiles essentielles d'Artemisia herba alba et de Rosmarinus officinalis Mémoire de Master. Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A , 55p
4. Arslan D and Musa Ozcan M., 2007. Evaluation of drying methods with respect to drying kinetics, mineral content and colour characteristics of rosemary leaves. Energy Conversion and Management
5. Boutabia L et al., 2016 . Composition chimique et activité antibactériennes des huiles essentielles de Rosmarinus officinalis L. de la région de Hammamet. In Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège · January 2016,17p
6. Aviron J., 2001 . la réutilisation des Eaux Usées après traitements ; Cahier du Conseil Général du GREF n°60,8p
7. Berkani I. Hamdi H.Razkallah N., 2013.Détermination de l'effet antibactérien de l'huile essentielle de Rosmarinus officinalis, Mémoire de Master Domaine Sciences de la Nature et de la Vie spécialité Biologie moléculaire et cellulaire. 1945 Guelma université 08 mai , 72p
8. Belakhdar J., 1997. Pharmacopée marocaine traditionnelle, Paris, Édition Ibis Près, 764 p.
9. Belghiti M. L., Chahlaoui A., Bengoumi, D., & El moustaine R., 2013. Etude de la qualité physico-chimique et Bactériologique des eaux souterraines de la Nappe plio-quaternaire dans la région de Meknès (Maroc). Larhyss Journal, (14), 21-36.
10. Benikhlef A., 2014. Comparaison entre les huiles essentielles et leurs effets antibactériens sur Rosmarinus officinalis de la région de Bechar et Ouargla. Mémoire Master. Université Abou bakr Belkaid-Tlemcen, 27p.
11. Benblidia M., 2011. L'efficacité d'utilisation de l'eau et approche économique. Plan Bleu, Centre d'Activités Régionales PNUE/PAM, Etude nationale, Algérie, 2011, 9-12

Références bibliographiques

12. Berkane A., 2015. Détermination des propriétés thermodynamiques d'huile essentielle de *Rosmarinus Officinalis* L. Mémoire Master. Université Djilali Bounaama - Khemis Miliana, 38p.
13. Boari G., Mancini I and Trulli E., 1997. Technologies for water and wastewater treatment. Séminaires Méditerranéens, Sér. A /n037, Università degli Studi della Basilicata Dipartimento di Ingegneria e Fisica dell 'Ambiente Potenza, Italy.
14. Betaouaf Nafissa ,2012 : réutilisation des eaux usées dans l'agriculture Urbaine et périurbaine au Maghreb arabe. Avantages et inconvénients , Université Abou-Bakr Blekaid Tlemcen, 93p
15. Botineau M., 2010. Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs. Ed TEC&DOC, Lavoisier, Paris, 1021-1043p.
16. Dauphin, S., 1998 Connaissance et contrôle du fonctionnement des stations d'épuration, intérêt et limites des moyens métrologiques actuels : application à la gestion hydraulique d'un décanteur secondaire. Thèse de la Faculté des sciences et techniques de l'eau, Université Luis Pasteur de Strasbourg, France.
17. Ecosse D., 2001. Techniques alternatives en vue de subvenir à la pénurie d'eau dans le monde. Mém. D.E.S.S. " Qualité et Gestion de l'Eau ", Fac. Sciences, Amiens, 62 p
18. EL Massouab H. et Essayd S., 2018 .tests préliminaires de traitement des eaux polluées par les dérivées des plantes aromatiques et médicinales, Mémoire de Master Faculté des Sciences et Techniques -Département des Sciences de la Terre Licence Eau & environnement universite cadi ayyad , Maroc ,60P
19. FAO, 2003 .L'irrigation avec des eaux usées traitées – séminaires. Manuel d'utilisation. Série N° 10. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, Bureau Régional Pour le Proche-orient et Bureau sous-régional pour l'Afrique du Nord.
20. Gonzalez-Trujano ME., Pena EI., Martinez AL., Moreno J., Guevara-Fefer P., DecigaCampos M., Lopez-Munoz FJ., 2007. Evalation of the antinociceptive effect of *Rosmarinus officinalis* L. using three different experimental models in rodents. J Ethnpharmacol. 482p
21. Hadj-Sadok M., 1999 Modélisation et estimation dans les bioréacteurs ; prise en compte des incertitudes : application au traitement de l'eau. -Thèse : Faculté des sciences de l'ingénieur, Université de Nice – Sophia Antipolis, France,1-9p

Références bibliographiques

22. Hamimed A., Idder W., 2018. Étude des performances épuratoires de la STEP d'Oued Zine, Mémoire de Master, Spécialité : Chimie de l'environnement, Université Ahmed Draïa Adrar- Algérie.67P
23. Hannachi A.,Gharzouli R.,Djellouli Tabet Y., 2014. Gestion et valorisation des eaux usées en Algérie. Larhyss, 1-12p
24. Haouchine A et al., 2010 . Cartographie de la Recharge Potentielle des Aquiferes en Zone Aride. Cas de la Plaine d'el Outaya, Biskra, Algeria. European Journal of Scientific Research ,594- 607p
25. Iserin P., 2001. Encyclopédie des plantes médicinales, Tome 2. Ed. Larousse. Londres.143-226p.
26. FABY JA., Brssaud F., 1998 . Ministère de l'Agriculture et de la Pêche -Direction de l'Espace Rural et de la Foret, Fonds National pour le Développement des Adductions d'Eau, Office International de l'Eau." L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation ", Partie I et II, France, 1-40p
27. Kenfaoui A., 2008. Economisons l'eau en la préservant de la pollution. Revue HTE,140 : 94- 96. Journal, ISSN 1112- 3680, N : 19, Septembre 2014, 51- 62p
28. Kessi K & Ihadadene S., 2012 .Evaluation des performances d'épuratoires de la STEP est de la ville de Tizi-Ouzou et calcule des taux de participation à la fertilisation des cultures. Mémoire d'ingénieur d'état en science agronomique, UMMTO,83p
29. Kettab Ahmed., 2001 .Les ressources en eau en Algérie : stratégies, enjeux et vision. Désaliénation 136p
30. Khemici Y., 2014. Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique d'une eau usée épurée par un lit de plantes. Mémoire de master professionnel en traitement des eaux, Université Kasdi Merbah Ouargla, 56p
31. Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°19, Septembre 2014, pp. 51-62
32. Lazarova V et Brissaud F., 2007.Intéret, bénéfices et contraintes de la réutilisation des eaux usées en France. L'Eau, l'Industrie, les Nuisances, N° 299, 43-53.
33. Makhoulfi A., 2009.Etude des activités antimicrobienne et antioxydante de deux plantes médicinales poussant à l'état spontané dans la région de bechar (Matricaria pubescens (Desf.) et Rosmarinus officinalis L) et leur impact sur la conservation des dattes et du beurre cru. Mémoire doctorat. Université Aboubaker Belkaid Bechar, 136p

Références bibliographiques

34. Mara D., et Cairncross S.,1991. Guide pour l'utilisation sans risques des eaux résiduaires et des excréta en agriculture et aquaculture. Genève. Organisation mondiale de la santé, 212 p.
35. Mathias M., 2008.Filière plantes aromatique et à parfum. Fiche technique de Lycée Agricole de Rivesaltes, 8p.
36. Meftah B., et Souni S.,2017. Étude comparative de la qualité microbiologique des viandes de Bœuf hachée : (viande hachée fraîche/viande hachée congelée). Mémoire De Fin D'études , Université de Tlemcen .
37. Mohammed B., 2008. Approche méthodologique pour les projets de réutilisation des eaux usées en irrigation, 101p
38. Moulin S., Rozen-Rechels D et Stankovic M., 2013. Traitement des eaux usées. Atelier L'œau qualité vs quantité. CERES: Centre d'Enseignement et de Recherches sur l'Environnement et la Société. ERTI : Environmental Research and Teaching Institute.9-12p
39. Mostefai A., 2012 .Contribution à une étude morphométrique de *Rosmarinus officinalis* L (Lamiacées) dans la région de Tlemcen. Mémoire Master. Université Abou beker Belkaid, 100p
40. MRE., 2012. Ministère des Ressources en Eau, Algérie, 2012.
41. Ouibrahim A., 2015. Evaluation de l'effet ant-microbien et antioxydant de trois plantes aromatiques (*Laurus nobilis* L., *Ocimum basilicum* L. et *Rosmarinus officinalis* L.) de l'Est Algérien. Thèse Doctorat. Université Badji Mokhtar Annaba, 79p
42. Quezel P et Santa S., 1962. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, Tome I. Ed CNRS. Paris. 565p.
43. Ramande F., 2000 .Dictionnaire encyclopédique des pollutions, Livre Ed. Edisciencein temational -Paris, 690p.
44. Remini B., 2004 . Des obstacles émergés pour la lutte contre l'envasement et l'amélioration de la recharge des nappes. Troisième séminaire national sur les ressources en eau, Mascara, Algérie 4-5.
45. Rouha S., 2012 .L'expérience algérienne dans le processus d'assainissement, L'assainissement par les plantes ou la STEP écologique. Le magazine promotionnel de L'Algérie N° 53 - Août 2012.
46. MOUAS Y et al., 2017 .évaluation de l'activité antibacterienne de l'huile essentielle et de l'extrait méthanolique du romarin *rosmarinus officinalis* l.

Références bibliographiques

- Université de Blida1. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Département des Biotechnologies. Laboratoire en Biotechnologie des Productions Végétales, B.P. 270, route de Soumaa, Blida 09000, Algérie, 370p
47. Tamrabet., 2011. Contribution à l'étude de la valorisation des eaux usées en maraichage. Thèse de Doctorat en sciences : Université Hadj Lakhdar – Batna (Algérie),147p
48. Thierrin J et al., 2003 .Guide pratique d'échantillonnage des eaux souterraines.Publications de l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage,83p.
49. Valiron F et Colin et France B., 1983. La Réutilisation des eaux usées. Paris : Editions du B.R.G.M., viii, 207 p.
50. Zeghad N., 2008. Etude du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales d'intérêt économique (Thymus vulgaris, Rosmarinus officinalis) et évaluation de leur activité antibactérienne. Mémoire magister. Université Mentouri Constantine, 96p
51. Zeghoud M., 2014. Etude de système d'épuration des eaux usées urbaines par lagunage naturel de village de Méghibra. Mémoire de master en hydraulique, Université d'El –Oued ,79



Annexes

Annexes

Annexe 1 : Les normes recommandées pour la réutilisation agricole, selon le JORAD (2012) et L'OMS

Normes Algériennes selon le JORAD 2012, et OMS (1989)		
Paramètres	Unité	Normes
Température	(°C)	30
pH		6.5-8.5
Conductivité	µS/cm	3000
MES	(mg/l)	30
Azote total	(mg/l)	50
NO3-	(mg/l)	30
PO43-	(mg/l)	2 (OMS, 89)
DCO	(mg/l)	90
DBO5	(mg/l)	30
Aluminium	(mg/l)	20
Arsenic	(mg/l)	2
Béryllium	(mg/l)	0,5
Bore	(mg/l)	2
Cadmium	(mg/l)	0,05
Chrome	(mg/l)	1
Cobalt	(mg/l)	5
Cuivre	(mg/l)	5
Cyanures	(mg/l)	0,5
Fluor	(mg/l)	15
Fer	(mg/l)	20
Phénols	(mg/l)	0,002
Plomb	(mg/l)	10
Lithium	(mg/l)	2,5
Manganèse	(mg/l)	10
Mercure	(mg/l)	0,01
Molybdène	(mg/l)	0,05
Nickel	(mg/l)	2
Sélénium	(mg/l)	0,02

Annexes

Vanadium	(mg/l)	1
Zinc	(mg/l)	10

Annexes 2 : paramètres microbiologiques dans les eaux usées épurées destinées à l'irrigation (JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE, 2012).

GROUPES DE CULTURES	PARAMETRES MICROBIOLOGIQUES	
	Coliformes fécaux (CFU/100ml) (moyenne géométrique)	Nématodes intestinaux (œufs/1) (moyenne arithmétique)
Irrigation non restrictive. Culture de produits pouvant être consommés crus	<100	Absence
Légumes qui ne sont consommés que cuits. Légumes destinés à la conserverie ou à la transformation non alimentaire.	<250	<0,1
Arbres fruitiers (1). Cultures et arbustes fourragers (2). Cultures céréalières. Cultures industrielles (3). Arbres forestiers. Plantes florales et ornementales (4).	Seuil recommandé <1000	<1
Cultures du groupe précédent (CFU/100ml) utilisant l'irrigation localisée (5) (6).	pas de norme recommandée	pas de norme recommandée

Annexes

- (1) L'irrigation doit s'arrêter deux semaines avant la cueillette. Aucun fruit tombé ne doit être ramassé sur le sol. L'irrigation par aspersion est à éviter.
- (2) Le pâturage direct est interdit et il est recommandé de cesser l'irrigation au moins une semaine avant la coupe.
- (3) Pour les cultures industrielles et arbres forestiers, des paramètres plus permissifs peuvent être adoptés.
- (4) Une directive plus stricte (< 200 coliformes fécaux par 100 ml) est justifiée pour l'irrigation des parcs et des espaces verts avec lesquels le public peut avoir un contact direct, comme les pelouses d'hôtels.
- (5) Exige une technique d'irrigation limitant le mouillage des fruits et légumes.
- (6) A condition que les ouvriers agricoles et la population alentour maîtrisent la gestion de l'irrigation localisée et respectent les règles d'hygiène exigées. Aucune population alentour.

Annexes

Annexes 3 : Normes de rejets selon l'OMS appliqués en Algérie (manuel laboratoire ONA Tizi-Ouzou)

Normes de l'OMS		
Température	° C	30
pH	/	6,5-8,5
DBO5	mg/l	30
DCO	mg/l	90
MES	mg/l	30
Azote total	mg/l	50
NH ₄ ⁺	mg/l	5
NO ₂ ⁻	mg/l	10
NO ₃ ⁻	mg/l	10
PO ₄ ³⁻	mg/l	2
Conductivité	µS/cm	2700
Turbidité	NTU	5

Résumé

Notre étude est menée sur la comparaison de la qualité microbiologique du romarin avec les eaux usées épurées de la STEP Est de la ville Tizi-Ouzou avec le romarin irrigué naturellement et on a soutenu notre étude avec l'analyse physico-chimique et bactériologique des eaux de STEP Est de Tizi-Ouzou. Les résultats des analyses physico-chimiques effectuées tel que la température, pH, les MES, la DCO, la DBO, les nitrites et les ortho-phosphates les valeurs obtenues sont dans la norme algérienne du rejet. Les résultats bactériologiques de l'eau épurées montrent l'absence de clostridium et une forte présence des germe totaux, coliforme fécaux et totaux, les streptocoque , les staphylococcus aureus et les salmonella .Concernant les analyse microbiologique du romarin ,les résultats on révélé une absence totale des microorganismes recherchés qui sont les germes totaux , coliforme totaux et fécaux ,streptocoque staphylococcus aureus ,clostridium , salmonella et levure moisissures cette absences peut être dû au pouvoir antibactérien du romarin qui a inhiber leur croissances .

Mots clés : STEP, eaux usée , romarin , qualité microbiologique

Abstract

Our study is conducted on the comparison of the microbiological quality of rosemary with the purified wastewater of WWST East of the city Tizi-Ouzou with rosemary naturally irrigated with rainwater, we supported our study with the physico-chemical and bacteriological analysis of the waters of STEP East of Tizi-Ouzou. The results of the physico-chemical analyzes carried out such as temperature, ph, MES, COD, BOD, nitrites and ortho-phosphates the values obtained are in the Algerian standard of discharge. Bacteriological results of purified water show the absence of clostridium and a strong presence of total germs, faecal and total coliform, streptococcus, staphylococcus aureus and salmonella. Concerning the microbiological analysis of rosemary, the results reveal a total absence of microorganisms sought which are total germs, total coliform and faecal, streptococcus staphylococcus aureus, clostridium, salmonella and yeast molds this absence is due to the antibacterial power of rosemary that inhibited their growth.

Key words : WWST , wastewater , rosemary , microbiological quality