



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ahmed Ben Yahia El Wancharissi de Tissemsilt

Faculté des Sciences et Technologies

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention de diplôme de Master II

En Écologie et environnement

Spécialité : Protection des Écosystèmes

Thème

Contribution a la valorisation des eaux épurées de la station d'épuration de Tissemsilt

Soutenu le :13./06/2023

Présenté par :

- Melle: Kahlouche El Houaria

- Melle: Laiche Mimouna

Membre de jury :

- President: M. Guemou Laid

-Examination: Mm.Mouaissia wahiba

- Promoter: M. Boukhellout Salah

-Co-Encadrant : M. Djoudi massinissa

Année universitaire: 2022_2023

REMERCIEMENT

Nous remercions tout d'abord ALLAH qui nous a donné le courage et la patience pour terminer ce modeste travail. Ce travail ne serait jamais vu la lumière sans la contribution efficace de tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin, par leur appui en acquisition de documents et de matériels nécessaires, en accès à l'information ou par leur soutien moral et encouragements. A tous, nous sommes redevables et reconnaissants. Néanmoins, dans ce chemin de reconnaissance, il y a des personnes qu'il faut citer. Tout d'abord notre encadrant M BOUKHALLOUT Salah pour avoir consacré une partie de son temps pour nous encadrer et pour leur patience. Nous tenons à remercier particulièrement notre Co-Encadrant M DJOUDI Massinissa , qui nous a toujours encouragé, aidé pendant toute la période de l'expérimentation et pour ses précieux conseils. Nous adressons aussi nos remerciements aux membres du jury : M GUEMOU Laid.et Melle ,Mouaissia Par la même occasion nous remercions : Nos enseignants de filière écologie et environnement Et Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin dans l'élaboration de ce mémoire

Dedicace



Je dédie ce modeste travail du fond du cœur à toutes les personnes que j'aime :

à mes chers parents pour tous leurs sacrifices, leur amour, leurs tendresses, leur soutien, et leurs prières tout au long de mes études.

A mon frère Walide, Abdelhak et mes sœurs dalle, najeh, pour leurs encouragements permanents et leur soutien moral.

À toute la famille kahlouche et benyoucef

Et toute mes amies nacira ; mahdjouba ; manel ; asma ; sawsen ; asma ;
Karima ; Hamed ; H'mida ; Ali bey et ADA

A mon binôme : mimouna

A toute ma promotion de protection des Écosystèmes 2022/ 2023 . Que ce travail soit l'accomplissement de nos vœux tant allégés ; Merci d'être toujours pour moi .

HOUARIA

Dédicace

*A celle qui a attendu avec patience les fruits de sa bonne
éducation et de ses dévouements, A ma chère mère A
celui qui s'est changé la nuit en jour pour m'assurer les
bonnes conditions, A mon trésor papa*

A ma petite sœur Roaya

*A ma famille qui m'a toujours soutenue spécialement
mon oncle Muhammad*

Ma chère amie et vraie sœur Assala

Mon binôme Houaria

*A tous mes collègues et amis (khalida Houria Nadjwa
Hassiba)*

Je dédie ce modeste travail.

MJMU NA

Tableau de matière

Liste des abréviations.

Liste des figures.

Liste des tableaux.

Introduction générale

Chapitre I : Généralité sur les eaux usées.

I.1 Définition des eaux usées.....	04
I.2 Origine des eaux usées	04
I.2.1 Eaux usées domestiques	04
I.2.2 Eaux usées industrielles	04
I.2.3 Eaux usées agricoles	04
I. 2.4 Eaux de ruissellement.....	05
I.3 Les caractéristiques physico-chimiques	05
I.3.1 La couleur	05
I.3.2 l'odeur	05
I.3.3 Température.....	05
I.3.4 Le ph potentiel hydrogène	06
I.3.5 Conductivité	06
I.3.6 Oxygène.....	06
I.3.7 Matière en suspension	06
I.3.8 Demande chimique d'oxygène	06
I.3.9 Demande biologique en oxygène	07
I.3.10 Nitrates	07
I.3.11 Phosphate	07
I.4 Les métaux lourds	07
I.5 Les caractéristiques bactériologiques	08

I.5.1 coliformes.....	08
I.5.2 Escherichia coli	08
I.5.3 streptocoque	08
I.6 Les procède de traitements des eaux usées	08
I.6.1 Prétraitement	08
I.6.1.1 Dégrillage	09
I.6.1.2 Dessablage	10
I.6.1.3 Déshuilage dégraissage	10
I.6.2 Traitement primaire	10
I.6.3 Traitement secondaire	10
I.6.4 Traitement triaire	10
I.7 Les impacts des eaux usées	11
I.7.1 Impacte sanitaire	11
I.7.2 Impacte environnementale	11
I.8 Conclusion.....	11
Chapitre II : Réutilisation de l’eaux épurées	
II.1 Réutilisations des eaux usées épurées	13
II.2 L’objectifs de la réutilisation des eaux usées en Algérie	13
II.3 Dans le monde	13
II.4 Dans Algérie	13
II .5 Les risques liés à la réutilisation agricole des eaux épurées	15
II.5.1 le risque microbiologique	15
II.5. 2.le risque chimique.....	15
II.5. 3.les risques environnementaux	15
II.5.4. Effets Sur le sol	15

II.6 Les culture autorisées pour l'irrigation par des eaux épuré.....	16
II.7 Les normes de réutilisation de l'EE	16
II.8 Conclusion	17

Chapitre III : présentation de la zone d'étude.

III.1 la Zone d'étude	20
III.1.1 Situation de la zone d'étude.....	20
III.1.2 Situation démographique.....	20
III.1.3 Climat.....	20
III.1.4 Le secteur d'agriculture.....	20
III.1.5. Emploi agricole	21
III.1.5.1 foncier agricole.....	21
III.1.5.2 Exploitation agricole	22
III.1.5.3 Potentialités hydriques	22
III.1.5.4 Ressources hydriques	23
III.1.6 L'emplacement de station d'épuration	23
III.1.7 Capacité de traitement des eaux usées.....	24

Chapitre IV: matériel et méthode

IV.2 Matériels et méthodes.....	26
IV.2 .1 Echantillonnage.....	26
IV.2.3 Le prélèvement d'eau.....	26
A-Pour les analyses physico –chimiques	26
B-Pour les analyses bactériologiques.....	26
C-Pour les métaux lourds	26
IV.2.3 Les analyses physico -chimiques.....	27
1. Température	27

2. Le ph	27
3. CE	27
4. V30	27
5. MES	28
6. Oxygène	30
7. DCO	30
8. DBO	31
9. Nitrates.....	32
10. phosphates	33

IV.2.4 Les analyses des métaux lourds..... 33

III.2.4.1 Dosage des métaux lourds par (SAA).....33

IV.2.5 Les analyses bactériologiques..... 34

a- Coliforme	34
b- Escherichia –collie.....	34
c-Streptocoque	36

Chapitre V : résultats et discussions

V. 1 Le moyen des analyses physique chimique 38

1- PH	39
2- La conductivité et la matière en suspension (MES)	40
4- La demande biologique en oxygène (DBO ₅) et demande chimique en oxygène (DCO)	40
5- Les nitrates NO ₃	40
6- phosphate PO ³⁻	41
6 –Oxygène et température.....	42

V.2. Les métaux lourds 44

V. 3 . Les analyses bactériologiques 44

1 -Coliformes totaux	44
2-Streptocoques fécaux.....	44
3 -Escherichia -coli	44
Conclusion générale	46

Références bibliographiques

Résumé :

L'Algérie est considérée comme un pays en situation sujette à la pénurie d'eau. Les ressources en eau non conventionnelles offrent une bonne alternative à la demande d'eau qui ne cesse de croître. Notre étude porte sur la possibilité de la réutilisation des eaux épurées de la station de Tissemsilt en irrigation à travers des analyses physico-chimiques et bactériologiques.

L'analyse des résultats montre que l'eau épurée de la station de Tissemsilt ne présente pas les qualités favorables pour être réutilisée en irrigation notamment pour les paramètres DCO et DBO5 qui présentent des valeurs nettement supérieures aux normes de l'OMS, et les résultats de conductivité électrique et inférieure aux normes donc l'eau est de bonne qualité.

Mots clés : Réutilisation, Eaux épurées, Irrigation. DBO5, DCO, CE

المخلص

تعتبر الجزائر دولة معرضة لنقص المياه وتوفر موارد المياه غير التقليدية بديلاً جيداً للطلب على المياه الذي يستمر في النمو. تركز دأستنا على إمكانية إعادة استخدام المياه المعالجة من محطة تيسمسيلت للري من خلال التحليلات الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية

يظهر تحليل النتائج ان المياه النقية من محطة تيسمسيلت لا تحتوي على صفات مواتية لإعادة استخدامها في الري؛ خاصة بالنسبة لمعايير الطلب البيولوجي للأكسجين خلال خمسة ايام والطلب الكيميائي للأكسجين والتي لها قيم اعلى بكثير من معايير منظمة الصحة العمومية ونتائج التوصيل الكهربائي اقل من المعتاد لذلك المياه ذات نوعية جيدة

الكلمات المفتاحية: إعادة الاستخدام 'مياه نقية' ري'الطلب البيولوجي للأكسجين خلال خمسة ايام' والطلب الكيميائي للأكسجين خلال خمسة أيام.

Summary:

Algeria is considered a country in a situation prone to water scarcity. Unconventional water resources offer a good alternative to the growing demand for water. Our study focuses on the possibility of reusing the purified water of the Tissemsilt station in irrigation through physico-chemical and bacteriological analyses.

Analysis of the results shows that the purified water of the Tissemsilt station does not have the favourable qualities to be reused for irrigation, particularly for the COD and BOD5 parameters, which have values well above the WHO standards, and results of electrical conductivity and inferior to standards so water is of good quality.

Keywords: Reuse, Treated water, Irrigation. BOD5, COD, EC

LISTE DES ABRIVIATIONS :

STEP : station d'épuration des eaux usées.

EE : Eau épurée.

PH : Potentiel Hydrogène.

MES : Matière en suspension.

DBO : Demande biologique en oxygène.

DCO : Demande chimique en oxygène.

T : température.

NO₃ : Nitrate.

O₂ : oxygène.

CE : Conductivité Electrique.

MTH : Maladie a transmission hydrique.

S.A.U : Surface agricoles utile

DPAT : Direction de la planification et de l'aménagement du territoire

SF : Streptocoque fécaux

CT : coliformes totaux

E- coli : Escherichia coli

OMS : organisation mondiale de la santé

REUE : Réutilisation des eaux usées épurées

APE : activité principale exercée

EUT : eaux usées traitées

° : degrés Celsius

UFC : unités formants colonies

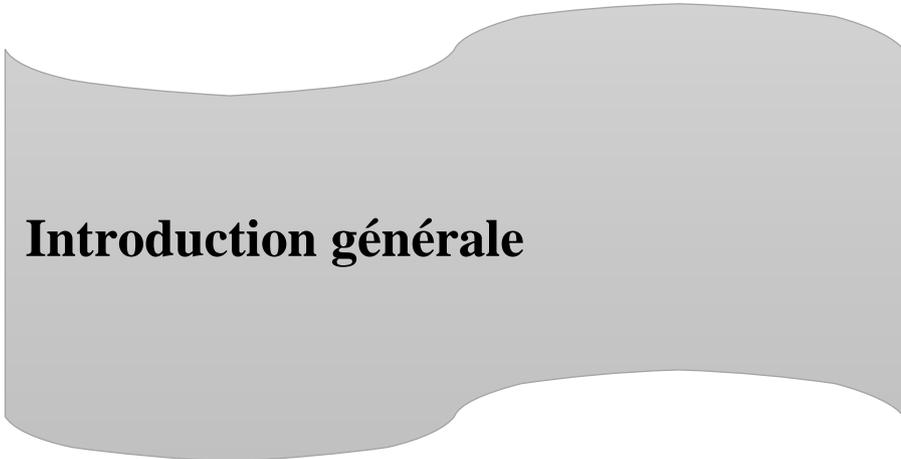
HNO₃ : acide nitrique

Liste des figures :

Figure01 : Schéma général d'une station d'épuration	09
Figure 02 : Schéma d'un dégrilleur.....	09
Figure 03 : La station d'épuration de Tissemsilt (step)	24
Figure 04 : Prélèvement des échantillons d'eau	26
Figure 05 : multi paramètre : mesure lePH. T et a conductivité électrique.	27
Figure 06 : conne Imhof	28
Figure 07 : pompe à vide	29
Figure 08 : étuve	29
Figure 09 : Balance	30
Figure 10 : Dessiccateur.....	30
Figure11 : Oxymètre	30
Figure12 : streptrophotomètre.....	31
Figure13 : Le DBO utilisé dans la station de Tissemsilte.....	32
Figure14 : Spectrométrie d'absorption atomique (SAA).....	34
Figure15 : Dénombrement de coliforme totaux	35
Figure 16 : Dénombrement de streptocoque	36
Figure17 : Variation des valeurs de ph des eaux	39
Figure 18 :variation de valeur de la MES	40
Figure 19 : variation de valeurs de la conductivité électrique	40
Figure20 : évaluation de taux DBO ₅ et DCO (mg/l) eau traitée après 5 jours	41
Figure 21 : évolution de taux phosphate et nitrate (mg/l) de l'eau épurée ..	42
Figure22 : Evolution des taux de O ₂ dissous (mg/l) dans eau sortie	42
Figure 23 : Evaluation de taux de température des eaux	43

Liste des tableaux :

Tableau 01 : Cultures autorisées pour l'irrigation par les eaux épurées	16
Tableau 02 : Les normes de réutilisation des eaux épurées	17
Tableau 03 : Répartition de la population par dispersion	21
Tableau 04 : Répartition générale des terres de la wilaya de Tissemsilt	22
Tableau 05 : Répartition du foncier agricole	22
Tableau 06 : Ressources hydriques dans la wilaya de Tissemsilt	23
Tableau 07 : quelques données statistiques sur le secteur	23
Tableau 08 : Facteur de conversion de la DBO5	32
Tableau 09 : Résultats de traitement des eaux usées dans la STEP Tissemsilt	38
Tableau 10 : la concentration moyenne des métaux lourds des eaux épurées de la station d'épuration de wilaya Tissemsilt	43
Tableau 11 : résultat d'analyse bactériologique (eau sortie)	44



Introduction générale

Introduction générale

Personne n'ignore que l'eau est un élément majeur pour toute la planète. Elle est une ressource vitale pour l'homme et pour tous les êtres vivants. Elle doit être classée comme un patrimoine universel et donc protégée ; défendue et traitée comme tel ; alors sa rareté deviendra une préoccupation pour l'humanité (Lagouil.2020).

L'eau est une ressource vitale pour la santé humaine et le développement dans ses projets industriels et agricoles, mais en raison de sa consommation accrue par les individus et des problèmes de pollution, qui est engendrée principalement par le rejet des eaux usées d'une manière anarchique et sans traitement, cette pollution contribue considérablement à la contamination des eaux de surface et souterraines, on doit obligatoirement penser à une épuration de ces eaux. C'est pour cela que, depuis l'antiquité, les hommes ont mis en place, dans les villes des systèmes d'assainissement.

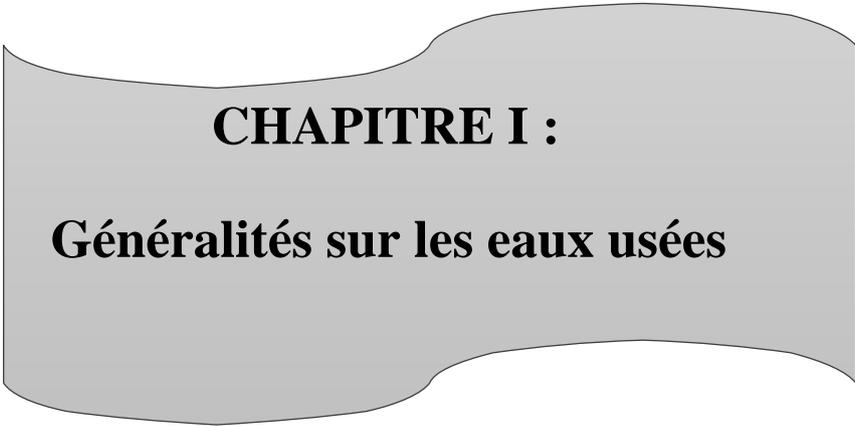
Et face à tous les problèmes que connaît notre pays en matière d'assainissement et de gestion des stations d'épuration, le recours à d'autres techniques d'épuration, moins coûteuses et plus simples à gérer est devenu incontournable, si l'on veut protéger les ressources en eau, la santé publique et sauvegarder les milieux récepteurs (Hamadou .2020).

La réutilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation à long terme peut avoir des effets spécifiques sur les propriétés du sol tel que le ph, la conductivité électrique. Le sol irrigué avec des eaux traité contenait 4,1%en poids de particules organique jusqu'à 47,8%d'azote et 41,7% du carbone total ,ce qui constitue un important réservoir d'énergie et nutriments pour les microbes de sol (Filip et al.2000) .

C'est dans ce contexte que notre étude a été orientée à fin d'évaluer la qualité deseaux usées de la station d'épuration de wilaya de Tissemsilt en vue de sonréutilisation dans le secteur agricole à travers l'analyse des paramètres physico-chimique et bactériologique. Ce travail est présenté en trois parties :

- La première partie constitue une analyse bibliographique portant sur les différents aspects abordés dans ce mémoire, à savoir, des généralités sur les eaux usées, le procédé de traitement, ainsi que la réutilisation des eaux épuré traitées dans le domaine d'agriculture.

- La deuxième partie est consacrée au contexte expérimental qui englobe le matériel et les méthodes utilisées.
- La troisième partie apporte les résultats et discussion relatives aux paramètres étudiés et enfin une conclusion et perspectives de ce travail.



CHAPITRE I :
Généralités sur les eaux usées

I.1 Définition des eaux usées :

Une eau usée ; appelée encore eau résiduaire ou effluent est une eau qui a subi une détérioration après usage. LA pollution des eaux dans le sens le plus large est définie comme « Tout changement défavorable des caractéristique naturelles ”biologique ou physico-chimique ” dont les causes sont directement ou indirectement en relation avec les activités humaines »(Attab. 2011).

I. 2 Origine des eaux usées :**I.2.1. Eaux domestiques :**

Les effluents domestiques sont un mélange d’eaux contenant des déjections humaines urines ; eau vanne et eaux de toilette.

Ces eaux sont généralement constituées de matières organiques dégradables et de matières minérales, ces substances sont sous forme dissoute ou en suspension (Rjesk.2002).

I.2.2 Les eaux industrielles :

Toutes les eaux usées provenant d'usages non domestiques sont classées comme suit :

Déchets industriels. Cette définition concerne aussi bien les émissions des activités que les émissions des usines.

Utilisation artisanale ou commerciale ces eaux se déclinent en plusieurs variétés et peuvent être toxiques pour les humains.

Pour usage aquatique ou humain(Edline. 1979).

I.2.3 Les eaux agricoles :

Les eaux usées des établissements agricoles désignent toutes les eaux impropres à la consommation qui ont été utilisées où transformées et qui proviennent directement ou indirectement de ses activités.

Dans le cas d'un établissement d'élevage ; ces eaux comprennent :

- Les eaux de lavage du matériel de traite et du réservoir à lait.
- Les eaux de lavage du pis (vache, chèvre, brebis).

- Les eaux d'évier.
- Les eaux utilisées lors du nettoyage des planchers, des installations, des instruments et des camions de transport.

I.2.4 Les eaux pluviales :

L'eau de pluie ruisselle dans les rues, où s'accumulent les polluants atmosphériques, les poussières, les déchets, les suies de combustion et les hydrocarbures des véhicules. Les eaux pluviales sont généralement collectées avec les eaux usées puis rejetées dans le réseau d'égouts et envoyées vers des stations d'épuration, mais souvent directement dans les rivières, causant une grave pollution du milieu aquatique (Desjardins.1997).

I.3. Les caractéristiques physico-chimiques :

I.3.1 La couleur :

C'est un paramètre sensoriel lié à la présence d'éléments dissous ou colloïdaux tels que des composés humiques, des métaux ou des déchets de toute sorte. L'eau naturelle est généralement bleue ou verte ou brune en raison des particules en suspension qui réfléchissent la lumière. Lorsque l'eau contient une quantité importante de matière organique, elle a tendance à jaunir légèrement (Nahem. 2014).

I.3.2 L'odeur :

Emanation volatile qui se dégage de quelque chose et que l'on perçoit par l'odorat.

I.3.3. Température :

Il est important de connaître la température d'une eau puisque les équilibres physiques et chimiques en solution aqueuse en dépendent : la solubilité des sels et surtout des gaz, la dissociation des sels dissous et par là même la conductivité électrique, le pH l'eau ne se répand pas dépasser 25°C. Au-delà, il existe un risque de contamination bactérienne et virale gagné.

1.3.4 Le potentielle d'hydrogène :

Le ph et l'un des paramètres chimiques importants qui déterminent la qualité d'eau, il utilisé pour le contrôle eaux brutes et purifiées de la station d'épuration (Step).

I .3.5. Conductivité électrique (CE) :

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau(Rejsek,2002).

I.3.6. Oxygène au dissous :

L'oxygène dissous est un composant essentiel de l'eau parce qu'il soutient la vie de la faune et qu'il facilitait les réactions biologiques qui se produisent dans les écosystèmes aquatiques. La solubilité de l'oxygène dans l'eau dépend de nombreux facteurs différents, notamment la température, la pression et la force ionique du milieu. La concentration en oxygène dissous est exprimée en (mg/l) (Rjsek.2002).

I .3.7 Matières en suspension :

Les MES sont des particules en suspension dans l'eau, d'origine organique ou minérale. Elles se subdivisent :

- ✓ Les matières volatiles en suspension(MVS) représentent la fraction organique de matières en suspension.
- ✓ Les matières minérales (MM);elle représentent donc le résidu de la calcination et correspondent la présence des sels slices ; poussières par exemple (Boukhari.2020).

$$\text{MES (mg/l)} = \text{MM (mg/l)} + \text{MVS (mg/l)}$$

I.3.8 Demande chimiques en oxygène (DCO) :

La DCO est une mesure de la quantité d'oxygéné nécessaire à la décomposition chimique de toute la matière organique biodégradable ou non biodégradable présente dans l'eau à l'aide de bichromate de potassium à 150C°. Elle est exprimée en mg/l (Boukhari.2020).

I. 3.9 Demande biologiques en oxygène (DBO 5) :

La DBO5 est un paramètre global qui représente la quantité d'oxygène présente dans la biomasse qu'un épurateur va consommer pour décomposer les substances organiques présentes dans les eaux usées. Il représente donc la quantité totale de matière organique biodégradable. La consommation d'oxygène dans les conditions de test est mesurée après une période de 5 jours, d'où le nom de DBO5 (Gadami.2012).

I.3.10. Nitrate (NO₃) :

Les produits chimiques entrent naturellement dans le cycle de l'azote. Les nitrates sont largement utilisés dans les engrais inorganiques et dans les explosifs, comme conservateurs alimentaires et comme produits chimiques bruts dans divers procédés industriels. Le nitrate est la plus stable des deux formes d'azote, mais sous l'influence de micro-organismes, il peut être réduit en nitrite (NO₂) la forme la plus toxique.

I.3.11. Phosphate :

Dans les eaux urbaines, environ la moitié du phosphore provient des déchets personnels et la moitié de l'utilisation de détergents. Nous distinguons :

✓ **Organophosphorés** : résidu de matière vivante, organophosphorés (ATP, ADP, AMP, phospholipide)

✓ **Phosphore minéral** : composé principalement d'ortho phosphate (PO₄ qui représente 50% de la quantité totale contenue dans les eaux usées municipales (Boukhari.2020).

I.4 Les métaux lourds :

Cuivre, plomb, Argent, Chrome, Arsenic et Bore les cations sont-ils toxiques pour les micro-organismes ils viennent des égouts industriels. Certains anions toxiques, dont le cyanure et le chromate, sont présents dans certaines eaux industrielles peuvent également affecter les stations d'épuration. Par conséquent, leur présence doit être prise en compte dans la conception installation de traitement biologique.

I.5 Les caractéristiques bactériologiques :**I.5.1 Les coliformes :**

La colimétrie consiste à déceler et à dénombrer les germes coliformes ; dont les coliformes fécaux, notamment d'origine fécale. Elle se réalise en deux étapes :

- La recherche présomptive des coliformes.
- La recherche confirmative des coliformes totaux, et éventuellement des autres coliformes.

I.5.1 Escherichia coli :

Cette espèce est associée à une origine fécale et considérée comme un bon indicateur d'une contamination récente. E. Coli est une espèce particulière ; capable d'exprimer l'enzyme β -D glucoronidase (ISO. 2014). Cette souche est très sensible aux agents de désinfection, donc il ne suffit pas de garantir l'efficacité de l'étape de désinfection sur les autres organismes pathogènes. Mais le fait que certaines souches de coliformes sont plus résistantes permet de vérifier l'efficacité de traitement de désinfection (Harwood et al. 2005).

I.5.1 Streptocoque :

Streptocoques fécaux ou streptocoques du groupe D classés par Lancefield ; sous forme de cocci Gram + : formant des chaînes sphériques à ovoïdes ; sans catalase ; mais avec des antigènes du groupe D.

Elles ont pu se développer sur des milieux sélectifs contenant de l'azoture de sodium en 24 à 48 heures à 37°C, donnant naissance à des colonies caractéristiques qui ont réduit le TTC, et de plus, après repiquage des colonies sur la bile d'escine, Hydrolyser l'agar d'escine en 48 h à 44 °C.

I.6 Les procédés d'épuration des eaux usées :**I.6.1. Prétraitement :**

Le prétraitement est un ensemble d'opérations physique et mécanique destinées à extraire de l'eau brute. ils ont pour objectif d'éliminer les éléments les plus grossiers qui sont susceptibles de gêner les traitements ultérieurs. S'il s'agit de déchets

volumineux (dégraissage); des sables et graviers (dessablage) et des graisses (dégraissage- déshuilage) (Badia.2003).

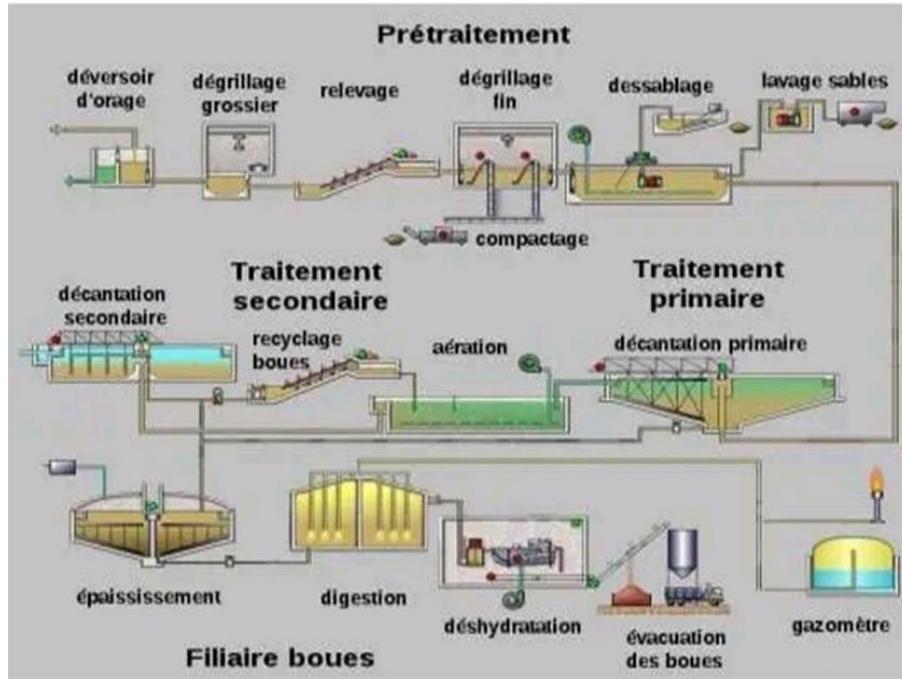


Figure 01 : Schéma général d'une station d'épuration(Bentamra.2020).

I.6.1.1 dégrillage :

Le dégrillage consiste à séparer les plus gros tracs transportés par l'eau brute, faire passer les eaux usées d'entrée à travers les barreaux avec une distance raisonnablement calculée (Figure 02). L'efficacité du blindage dépend de la distance entre les lignes (mécaniques et manuelles) ont des distances bien calculées(Kesbi.2016).



Figure 02 : Schéma d'un dégrilleur(Satin.2010).

I.6.1.2. Dessablage :

Le dessablage consiste à enlever le sable présent dans les eaux usées brutes pour éviter leur dépôt dans les canalisations induisant leur bouchage, ils se déposent dans les canalisations provoquant un colmatage et peuvent réduire la production de boues et éviter les interférences avec d'autres étapes de traitement, en particulier Bioréacteurs (Bentamra.2020).

I.6.1.3. Déshuilage dégraissage :

Elle consiste en l'extraction d'objets flottants moins denses que l'eau qu'elle a toujours été dans le but d'éliminer les embouteillages. Généralement associé au dessablage, le but est de recueillir les matières huileuses qui ont été recueillies à la surface des eaux usées.

I.6.2. Traitement primaire :

La décantation est un procédé utilisé dans pratiquement toutes les stations d'épuration et de traitement de l'eau. Son but est d'éliminer les particules de densité supérieure à la gravité de l'eau (Bentmra.2020).

Combiner des procédés physiques ou physico-chimiques visant à éliminer la sédimentation d'une forte proportion de matière inorganique ou organique en suspension à la fin du prétraitement, seules 50 à 60 particules en suspension dans l'air sont éliminées.

I.6.3.T traitement secondaire :

Ce traitement s'effectue en condition d'anaérobiose c'est à dire en absence d'oxygène. Les bactéries anaérobies assurent la décomposition métabolique des composées biodégradables par des processus de fermentatin (Bentamra .2020).

I.6.4. Traitement tertiaire :

Le traitement tertiaire permet ainsi l'élimination des substances indésirables pour atteindre un objectif de qualité défini. Par exemple, lors du mouillage pendant le recyclage ; l'horticulture commerciale (production de fruits et légumes sans traitement thermique industriel) doit être abolie hiérarchiser les agents pathogènes et conserver les nutriments lors de la réutilisation en milieu urbain ou lors de la récupération des eaux

souterraines, l'azote et le phosphore doivent être éliminés afin d'éviter le risque d'eutrophisation. Dans la plupart des cas, la qualité de l'eau requise est des eaux traitées.

I.7. Les impacts des eaux usées :

La rejet direct des eaux usées au milieu naturel à un impact négatif sur plusieurs plans :

I.7.1. Impact sanitaire :

Les eaux usées sont un lieu de transport, de croissance et de développement de certaines maladies et agents pathogènes connus sous le nom de maladies à transmission hydrique (MTH) (Fièvre Intestinale, Choléra, Leptospirose) due à une contamination biologique bactérienne et virale et au zoo parasitaire (Hamadou.2020).

I.7.2. Impact environnemental :

Le rejet direct des eaux usées dans le milieu naturel perturbe l'équilibre aquatique, transforme les rivières en égouts à ciel ouvert, entraîne une perte de biodiversité et dégrade la qualité de l'eau (Hamadou.2020).

I.8 Conclusion :

Les conséquences de la pollution des eaux usées sont diverses, qu'elles soient directes ou indirectes à la personne ou à l'environnement dans lequel elle vit. La Purification de l'eau est utilisée il aborde donc ces deux importantes mesures de conservation des ressources les eaux et l'habitat. Les eaux usées sont toutes les eaux susceptibles d'être contaminées les environnements dans lesquels ils sont intégrés. Ces eaux usées sont traitées (collecté par le réseau d'égouts). Ces derniers enlèvent leur plus gros déchets générés lors du prétraitement, même les plus petites impuretés lors du traitement troisième niveau Les traitements secondaires biologiques, les boues activées, les lagunes naturelles et gazéifiées sont les traitements les plus utilisés en Algérie (DSAT).

CHAPITRE II :

Réutilisation des eaux épurées

II.1 Réutilisation des eaux usées épurées :

La réutilisation des eaux usées épurées « REUE » est une mesure volontaire et délibérée visant à produire plus d'eau à des fins diverses. Aujourd'hui, la stratégie nationale algérienne de développement durable s'incarne dans un plan stratégique qui regroupe entre autres trois volets : Socialement, économiquement et écologiquement (Bouzidi.2020).

II.2 Objectifs de la réutilisation des eaux usées en Algérie

L'objectif principal de la réutilisation des eaux usées est d'économiser une grande quantité d'eau potable, qui à son tour sera pour les besoins des personnes dans l'AEP et peut ainsi réduire la pression de mobilisation agissant sur la nappe phréatique sans désavantager les agriculteurs. D'autre part, il permet de protéger l'environnement au premier degré, de plus, la production de plus d'eau pour différents usages palliera la pénurie d'eau et mobilisera la demande croissante en eau avec des sources alternatives eau d'irrigation (Bouzidi.2020).

II.3 Dans le monde :

La réutilisation des eaux usées est une pratique courante dans les régions du monde touchées par la pénurie d'eau. Par exemple, l'agriculture est très développée aux États-Unis, au Mexique et dans plusieurs pays d'Amérique du Sud, en Australie, en Afrique du Sud, au Japon, en Chine et dans les pays du Golfe Persique. Le bassin méditerranéen est l'une des régions les plus développées sur le plan agricole au monde, la réutilisation des eaux usées urbaines est la plus pratiquée la Tunisie constitue un autre exemple de la politique nationale de réutilisation (Ouled Mokhtar.2019).

II.4 En Algérie :

En Algérie, la couverture des services d'assainissement est moins importante et moins d'importance est mis sur le traitement par rapport à la couverture des services d'eau Environ 85% du réseau d'assainissement est couvert et seulement 20% des eaux usées collectées en Algérie sont traitées. Le volume annuel des eaux usées est estimé à environ de 600 millions m³, d'environ de 550 millions m³ correspondent à un bassin de plus de 50000 Habitants (Ouled Mokhtar.2019) .

II.5 Les risques liés à la réutilisation des eaux épurées en agriculture :

L'association entre les eaux épurées et les risques sanitaires est essentielle, car elle concerne les polluants qui peuvent provoquer soit un contact direct avec les eaux usées pures, soit l'ingestion de produits alimentaires qui sont en contact avec EUE, et ces risques de contamination bactérienne ou chimique.

Les risques liés aux REUE agricoles sont :

- ❖ Dangers microbiologiques.
- ❖ Dangers chimiques.
- ❖ Dangers environnementaux .

II.5.1 Les risques Microbiologiques

En agriculture, il est prouvé depuis longtemps que les micro-organismes pathogènes d'origine animale ne peuvent pas envahir ou survivre aux plantes (FAO.2003) les micro-organismes se retrouvent donc à la surface des plantes et dans le sol. Les feuilles et les plantes créent un environnement frais et humide (par évaporation) qui est protégé du soleil. Par conséquent, une contamination peut se produire pendant la croissance et la récolte des plantes. Les agents pathogènes survivent plus longtemps dans le sol que les plantes.

II.5.2 Les risques Chimiques :

En plus de l'impact global de certains composants des eaux usées, comme les sels, sur les cultures irriguées, les eaux épurées peuvent être toxiques en raison de fortes concentrations de certains éléments, comme les métaux lourds.

II.5.3 Les risques Environnementaux :

L'utilisation des eaux épurées pour l'irrigation a également des effets néfastes sur l'environnement et la santé humaine. Les principaux risques environnementaux associés aux eaux usées traitées sont :

- L'introduction de produits chimiques dans les écosystèmes sensibles (Principalement le sol, l'eau et les plantes).
- La propagation de micro-organismes pathogènes.

II.5.4 Effets sur le sol :

L'irrigation par les eaux épurées a des impacts très importants pour les agriculteurs ; car elles réduisent la productivité, la fertilité et le rendement des terres (FAO.2003).

Les sols doivent maintenir leur fertilité chimique et physique pour une utilisation durable à long terme et une agriculture rentable.

Les problèmes prévisibles sur le terrain comprennent :

- La salinisation.
- L'alcalinité et la réduction de la perméabilité du sol.
- L'accumulation d'éléments potentiellement toxiques.
- L'accumulation de nutriments.

II.6 Les cultures autorisées pour l'irrigation par les eaux épurées :

(Extrait de Journal Officiel n°41 du décret exécutif n°07-149, publiés en Janvier 2012)

Tableau 01 : Les cultures autorisées pour l'irrigation par les eaux usées épurées

Groupes de cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées	Liste des cultures
Arbre fruitiers (*)	Dattiers, vigne, pomme, pêche, poire, abricot, nêfle, cerise, prune, nectarine, grenade, figue, rhubarbe, noix, olive.
Agrumes	Pamplemousse, citron, orange, mandarine, tangerine, lime, clémentine
Cultures fourragères (**)	Bersim, maïs, sorgho ; vesce et luzerne.
Cultures industrielles	Tomate, industrielle, haricot à rames petit pois à rames, betterra vesucrière
Cultures céréalières	Blé, orge, triticales et avoine.
Arbustes fourragers	Acacia et a triplex.
Plante florales à sécher ou à usage industrie	Rosier, iris, jasmin, marjolaine et romarin
Cultures de production des semences	Pomme de terre, haricot et petit pois

(*) 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 Les normes de réutilisation de l'EE :

En Algérie des normes nationales physico-chimiques et bactériologiques ont été établies selon le journal officiel délivré le 05/07/2012 relatives à la réutilisation des eaux usées épurées en irrigation ces normes sont récapitulées dans le tableau suivant :

Tableau 02: Les normes de paramètre physico-chimique de réutilisation des eaux usées

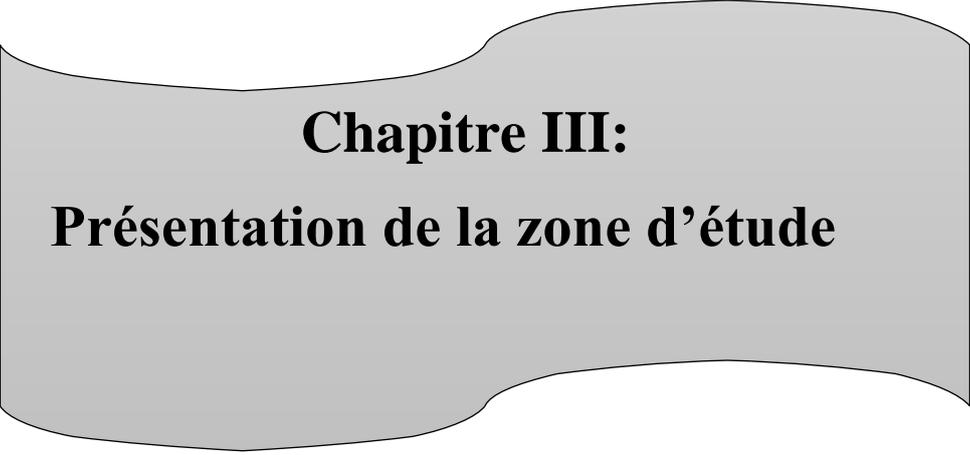
Paramètre	Unité	Les normes
PH	-	6.5-8.5
MES	Mg /l	30
DBO5	Mg /l	30
DCO	Mg /l	90
Phosphate	Mg /l	2
Nitrate (NO ₃)	Mg /l	30
CE	ds/m	3

II.8 Conclusion :

L'intérêt de la réutilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation est évident. Les eaux usées épurées procurent à l'agriculture une ressource précieuse et renouvelable et libèrent un volume supplémentaire d'eau de bonne qualité pour des utilisations prioritaires telle que l'eau potable. Par ailleurs, le contenu de ces eaux en éléments fertilisants permet de diminuer les frais de fertilisation des sols. Néanmoins, cette eau pourrait constituer une source de pollution. Son contenu en microorganismes pathogènes et métaux peuvent présenter un risque pour la santé la création de périmètres irrigués par les EUT et la recharge des nappes surexploitées sont les principales options à adopter. Il importera également que les techniques de la réutilisation des eaux usées soient bien maîtrisées et qu'elles soient soumises à des contrôles réguliers.

Partie II :

Expérimentale



Chapitre III:
Présentation de la zone d'étude

III.1 La zone d'étude :

III.1.1 Situation de la zone d'étude :

La wilaya de Tissemsilt, née du découpage territorial de 1984, a été tracée autour de l'imposant massif de l'Ouarsenis qui s'étend sur plus de la moitié Nord de son territoire. L'ensemble des conditions de vie est tributaire de la géographie physique. Le relief et Partant la géologie, l'hydrographie, le climat déterminent le régime des eaux et expliquent, dans une large mesure, l'évolution démographique, les conditions de vie, les rapports humains, l'importance de l'agriculture et de l'élevage, dans cette wilaya. Il faut donc s'arrêter quelque peu sur la situation générale de la wilaya de Tissemsilt , son relief, sa géologie, son hydrographie, son climat, sa pédologie et sa végétation, afin de pouvoir dresser l'état des lieux en matière de ressources en eau et dessiner les perspectives en ce domaine (Derbal.2019).

III. 1.2 Situation démographique :

La population totale de la wilaya est de 294476 habitants, soit une densité de 93 habitants par km²

- Taux de croissance de la population : 1,1%
- Population active : 86 316hab
- Population occupée : 71642hab. (Bntmra.2020)

III.1.3 Le climat :

La région de Tissemsilt fait partie de l'étage bioclimatique du semi-aride, particularité du climat méditerranéen, Caractérisé par un hiver froid humide et un été chaude et sec, la température moyenne hivernale est comprise entre 0° est 6° C et celle estivale oscille entre 32° C et 36°C quant à la pluviosité moyenne annuelle elle oscille entre 300 et 600 mm de pluies avec cependant un pic de 800mm enregistrée aux monts de l'Ouarsenis ou ont également la chute neige.(Bntamra.2020)

III.1.4 Secteur d'agriculture :

Les Principaux indicateurs du secteur de l'Agriculture le secteur agricole est considéré comme l'un des aspects les plus importants du développement du pays, et de l'état de Tissemsilt en particulier, à travers la diversité des reliefs et de son couvert

végétal, et ce parce que l'agriculture constitue une richesse véritablement renouvelable pour sa nécessité dans l'atteinte de l'autonomie (Dsats 2021).

III.1.4.1 Emploi agricole :

Le secteur d'agriculture est considéré comme des volets les plus importants dans le développement national. En effet, le secteur a bénéficié d'un intérêt particulier des autorités locales pour la seule raison que l'agriculture constitue une richesse renouvelable qui devait être utilisée et orientée pour atteindre l'autosuffisance et réduire par conséquent la dépendance alimentaire. C'est dans cet esprit que l'état a déployé d'immenses efforts notamment dans le cadre des programmes financés par les différents fonds institués et qui ont donné des signes prometteurs de point de vue de la diversification des spéculations tels que le développement de l'agriculture de montagne (arboriculture fruitière) et les cultures maraîchères par l'introduction des nouvelles techniques d'irrigation.

Ce soutien massif de l'état a contribué particulièrement à la relance de l'économie locale dont le développement repose essentiellement sur ce secteur stratégique que la wilaya aspire à un développement équilibré.(DSA T,2020). L'effectif de la population occupée par le secteur de l'agriculture adopte la troisième place après les services, le secteur des Bâtiments et travaux publics, soit 19.86% (DPAT, 2019)

Tableau 03: Répartition de la population par dispersion (source : DPAT, 2019)

Population urbain	157478
Population rurale	204482
Population agricole	127327
Population agricole active	40678
Population agricole occupée	24622

III.1.4.2 Foncier agricole :

La consistance foncière est montrée dans le tableau 03 : La wilaya de Tissemsilt constitue une source diverse et très remarquable en matière de production végétale. La superficie agricole totale couvre un espace de 189 749 hectares avec une surface agricole utile (S.A.U) de 145.456 ha. D'autre part, on rencontre les pacages et parcours

d'une superficie égale à 22.297 ha, parallèlement, des terres improductives occupent 21.997ha organisés à l'intérieur des exploitations agricoles

Tableau 04 : Répartition générale des terres de la wilaya de Tissemsilt (DSA, 2021)

Désignation	Superficie en(ha)
Superficie totale	315137
Superficie Agricole totale (SAT)	189749
Superficie Agricole utile (SAU)	145. 456
Pacage et parcours	22.297
Terres improductives des exploitations	21.997

III.1.4.3 Exploitations Agricoles :

Dans la wilaya de Tissemsilt, on compte 11 180 exploitations tout type confondus qui se répartissent comme suit :

Tableau 05: Répartition du foncier agricole (Dsa, 2021).

Désignation	Nombre	SAT	SAU (ha)
EAC	190	35297. 34	33050.02
EAI	471	6867.18	6404.96
Ferme pilote	01	146326	104799.02
Agriculteurs privés	10518	1259	1202
Total	11180	189750.27	145456

III.1.4.4 Potentialités hydriques :

Le réseau hydrographique se situe en majeure partie au nord de la wilaya, constituant un réservoir d'eau pour la vallée du Cheliff. Du point de vue découpage hydraulique, le territoire de la wilaya est situé principalement dans le grand bassin versant du Cheliff. Il est traversé par de nombreux oueds tels que l'Oued Nahr Ouassel au sud, Oued Sly, Oued Fodda et Oued Rhiou au nord (DSA T, 2021).

III.1.4.5 Ressources hydriques :

Le stockage d'eau disponible de Wilaya à Tissemsilt est estimé à 38 millions de m³. Les principaux barrages sont ; Barrage de Koudiat Errosfa (groupe Benie chaib). Barrage de Mghila (Groupe Layoun). Bougarra (municipalité de Tissemsilt). Barrage de Bou zegueezeg (collectif Sidi Lanteri). La wilaya de Tissemsilt a une mission pastorale agricole. Réserve à la Production céréalière, fourragère et animale, la production maraîchère est faible. La superficie agricole est estimée à 189 750 ha dont 145 456 ha, et la forêt occupe environ 62.120 ha (DSA T, 2021).

Tableau N°06: Ressources hydriques dans la wilaya de Tissemsilt. (DRE.2021)

Ouvrage		Capacité
Barrages	02	Capacité de 90.8 millions m³
Petits barrages	02	1 capacité de 14.9 millions m³
Forages	1315	Un débit de 3268 l s
Puits	2007	Un débit 892 l s
Sources	216	
Retenues	10	Capacité de 1812000 m³

Tableau 07: quelques données statistiques sur le secteur .(DSAT ; 2020)

Désignation	Superficie en(ha)
Superficie agricole utile (SAU) dont irriguée	145.456
Pacage et parcours	7.498
Terres improductives des exploitations	22.297

III.1.5 L'emplacement de la station d'épuration :

Localisée dans la commune de Tissemsilt et Oued Bessem, la station de traitement et d'épuration des eaux usées (S.T.E.P) de Tissemsilt est située à 07 Km de la ville de Tissemsilt sur la route d'Alger. Caractérisée par une activité agricole due à la présence de barrage de bougara , cette station s'étale sur une superficie de 7 hectare avec une altitude de 850 m³, dotée d'un équipement de dernière génération, cette structure est destinée en premier lieu à préserver les eaux du barrage de Bougera situé à

8 km au sud de Tissemsilt. La station contribue également à l'irrigation des terres agricoles environnantes sur une superficie estimée à 1 000 ha (Andi. 2013).



Figure03 : La station d'épuration de TISSEMSILT (STEP)

III.1.6 Capacité du traitement des eaux usées :

La station d'épuration des eaux usées de Tissemsilt a été conçue, en 2009 par le ministère de l'hydraulique, pour traiter un débit moyen de 1 125,00 m³/h avec une capacité maximale de 150000 EH. C'est une station d'épuration à boues activées, prévue pour 850000 habitants équivalents. En service réel depuis 2013, elle traite aujourd'hui la moitié des rejets des eaux usées déversées par la ville de Tissemsilt(Massinissa . 2017).

Chapitre IV

Matériels et méthodes

IV.2 Matériel et méthodes :**IV.2.1. Echantillon :**

L'échantillonnage de l'eau doit être effectué dans des conditions sanitaires générales strictement ; pour éviter la contamination des échantillons d'eau prélevés et la contamination l'environnement externe.

IV.2.2. Prélèvement des échantillons d'eaux :**A- Pour les analyses physico –chimiques :**

Un échantillon d'eau est place dans des récipients en plastique soigneusement laves et rincés pour examen. L'échantillon est prélevé à la sortie pour être soumis à une série d'analyses au laboratoire de la station.



Figure 04: Prélèvement des échantillons d'eaux

B-Pour les analyses bactériologiques :

Prenez un « échantillon d'eau de sortie ; dans un flacon en verre corsé complexe ; il est placé dans une glacière à 4 degrés Celsius et est transféré directement au laboratoire pour analyser dans les 24heures.

C-pour les Métaux lourds :

L'échantillon a été prélevé de l'eau dans deux bouteilles en plastique ; chacune d'une capacité de 2litres et transférée directement au laboratoire pour analyse.

IV.2.3 Les analyses physico-chimiques :

1. Température

2. Le potentiel hydrogène

3. Conductivité électrique

Tous sa a mesuré a l'aide de multi paramètre

Mode opératoire :

- ❖ Exploiter l'appareil multi paramètre.
- ❖ Rincer l'électrode de l'instrument avec l'eau distillée.
- ❖ Prolonger l'électrode dans le récipient qui contient l'échantillon à examiner.
- ❖ Effectue la lecture après stabilisation.



Figure 05 : multi paramètre : mesure lePH .T et a conductivité électrique.
(Originale).

4. Volume après 30min de décantation :

Le v30 présente une mesure de la qualité des décantation de la boue biologique :

- ❖ Prélever 100ml de boues liquides du bassin biologique dans un flacon.
- ❖ Mélanger bien l'échantillon puis remplir le conne Imhof de 1000ml.
- ❖ Laisser décompter pendant 30min.
- ❖ Enregistrer le volume de boue décantée dans la conne Imhof.



Figure 06: conne Imhof. (originale)

5. Matières en suspension :

Mode opératoire :

- ❖ Couper le papier filtre.
- ❖ Peser le papier filtre.
- ❖ Placer le filtre dans la rampe de filtration et vider 100ml de l'échantillon.
- ❖ Laisser jusqu'à filtration complet.
- ❖ Retirer le papier filtre à l'aide d'une pince plate.
- ❖ Peser le papier filtre dans la balance avec l'eau et les matières en suspension.
- ❖ Placer le filtre dans une étuve à température ambiante (105c°) pendant 2heures jusqu'à ce quel filtre soit sec.
- ❖ Sortir le filtre et le laisser refroidir.
- ❖ Peser le filtre



07:pompe à vide .(originale)

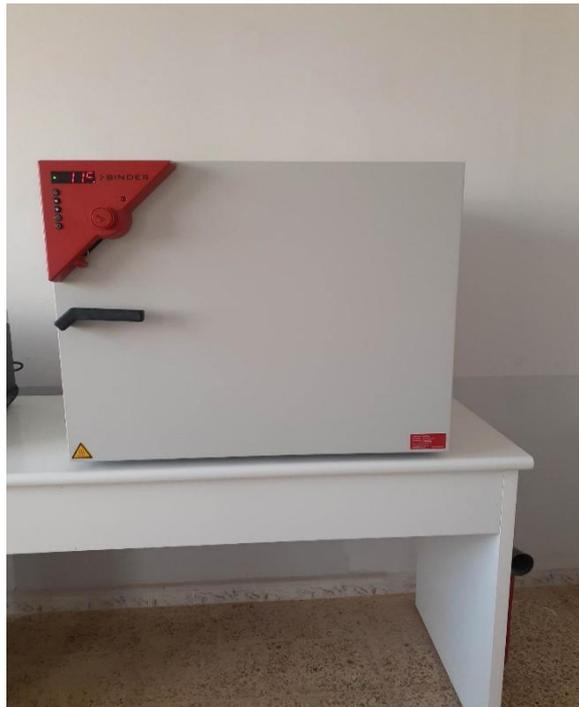


Figure08 : étuve .(originale)

Figure



Figure09 : balance (original) .



Figure 10: dessiccateur . (originale)

6. Oxygène au dissous :

Appareil de mesure oxymètre

Mode opératoire :

- ❖ Rincer l'électrode avec l'eau d'sillée.
- ❖ Prolonger l'électrode dans l'eau.
- ❖ Effectue la lecture après la stabilisation.



Figure 11 : Oxymètre (originale).

7. Demande chimique d' oxygéné (DCO) :

Mesure par le spectrophotomètre

Mode opératoire :

- Bien mélanger le contenu du tube pour obtenir un résultat homogène
- Ajouter 2ml de l'échantillon à examiner, le refermer hermétiquement et bien mélanger.
- Laisser reposer deux heures à une température de 48 C.
- Bien essuyer tube.
- Mètre dans un spectrophotomètre.



Figure12 : streptrophotomètre (originale)

8. La demande biologique d'oxygène (DBO5)

Mode opératoire :

- La prise d'essai est de 250ml.
- Introduire 250ml dans un flacon brun en verre contenant un Baro magnétique.
- Mettre deux pastilles de soude NaOH dans un ruban en caoutchouc dans le goulot de la bouteille.
- Fermer les flacons par les tests et mettre à 0.
- La température est équilibrée par un thermostat réglé à 20°C.
- Les échantillons sont incubés à l'obscurité dans une armoire thermorégulatrice fermée z clefs pendant cinq jours.
- La lecture des résultats se fait selon la formule suivante :

$$(DBO5 \text{ mgO}_2 \setminus I) = \text{valeur lue. Facteur}$$

Valeur lue : afficher sur la tête de flacon.

Facteur : un coefficient en relation avec le volume incubé.

Tableau 08 : Facteur de conversion de la DBO5 en fonction du volume de prise

Mesure DBO (ml 1)	estime	Volume d'échantillon (ml)	Facteur dilution	N- Aly goutte
0-40		432	1	9
0-80		365	2	8
0-200		250	5	5
0-400		164	10	3
0-800		97	20	2
0-2000		42 ; 5	50	1
0-4000		22 ; 7	100	1



Figure 13 : Le DBO utilisé dans la station de tissemsilt.

9.Nitrate :

Mesure par le spectrophotomètre

Mode opératoire :

- ❖ Avec une pipette, prélever lentement 1 ml de l'échantillon.
- ❖ Avec une pipette, prélever 0,2 de la solution LcK350A.
- ❖ Fermer le tube et agiter plusieurs fois le mélange pour homogénéiser la solution.
- ❖ On laisse reposer 15 minutes ; on ferme bien le tube.
- ❖ On le met dans un spectrophotomètre.

10. Phosphate:

Mesure par le spectrophotomètre

Mode opératoire :

- ❖ Ajouter 0.4 ml de l'échantillon et fermez – le hermétiquement.
- ❖ Bien agiter le tube 2 ou 3 fois.
- ❖ Attendre 15min ; agiter à nouveau.
- ❖ Ajouter Lck350 B.
- ❖ Fermer le tube et le fixer a un dosi boucher et bien agiter.
- ❖ Attendre 10minutes et nettoyer.
- ❖ Placer dans un spectrophotomètre.

IV.2.4 Analyse des métaux lourds :**IV.2.4.1 Dosage des métaux lourds par la Spectrophotométrie d'absorption atomique (SAA):**

Le dosage s'effectuait selon la méthode de SAA (photo), cette méthode basée sur la propriété d'absorption atomique qui est une méthode utilisée pour l'analyse quantitative d'un grand nombre d'éléments chimiques, elle se produit lorsqu'un atome appartenant à l'état fondamental passe à l'état excité par l'absorption. D'une énergie, sous la forme d'un rayonnement électromagnétique, qui correspond à une longueur d'onde spécifique. (Pradyt, 2004)

Le principal avantage de cette approche est la limite inférieure de détection. Les valeurs représentées par ces valeurs de testé les méthodes analytiques peuvent démontrer la concentration à laquelle un élément est présent dans l'échantillon. Ce rayonnement émis par la lampe correspond aux lignes de résonance envoyée l'élément à déterminer au groupe atomique du même élément à l'état gazeux. La décroissance de l'intensité lumineuse est mesurée dans certaines conditions, la fonction la concentration de l'élément analyte.(Burgot et Burgot, 2002)

Le résultat est exprimé en ppm ou mg/



Figure14 : Spectrométrie d'absorption atomique (SAA) (Boufedech.2019)

III.2.4 Les Analyses bactériologiques :

IV.2.4.1 Principe de la méthode par filtration

Les bactéries présentes dans l'échantillon à analyser sont retenues sur un filtre dont les pores sont inférieurs à la taille des bactéries (pore de 0,45 μm de diamètre). Le filtre qui a retenu les bactéries contenues dans l'eau, est ensuite déposé sur un milieu de culture approprié où les bactéries puisent les éléments nécessaires à sa croissance et se développent. Après incubation, les UFC (unités formants colonies) sont comptées pour évaluer la qualité microbiologique de l'eau. Selon le milieu de culture où est déposé le filtre, on met en évidence la présence de différents types de micro-organismes.

IV.2.4.2 Coliformes :

- Méthode par filtration sur membrane (la norme ISO9308-1)

Cette méthode consiste à rechercher et à dénombrer des *Escherichia coli* et des coliformes qui sont présentes dans tout type d'eau. En utilisant une rampe de filtration et des filtres de 45 μm

.Mode opératoire :

- ✓ Stériliser l'entonnoir gradué en verre ainsi que le filtre poreux en les faisant passer à travers la flamme du bec bunsens ;
- ✓ Refroidir avec de l'eau à analyser ou avec de l'eau distillée ;
- ✓ Flamber la pince et transférer dans des conditions d'asepsie la membrane poreuse de 45 μ m et la mettre entre l'entonnoir et le filtre poreux ;
- ✓ Fixer ce dispositif avec la pince correspondante ;
- ✓ -Verser ensuite aseptiquement entre deux becs bunsens les échantillons à analyser
- ✓ 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 CCA préalablement préparée ;
- ✓ Incuber les boîtes de pétri couvercle en bas à 37°C ; pendant 24h (jusqu'à 48h) pour les coliformes totaux,
- ✓ Après incubation, les colonies lactose positif sont la caractéristique des coliformes, quelle que soit leur taille, si le milieu présente une coloration jaune sous la membrane.

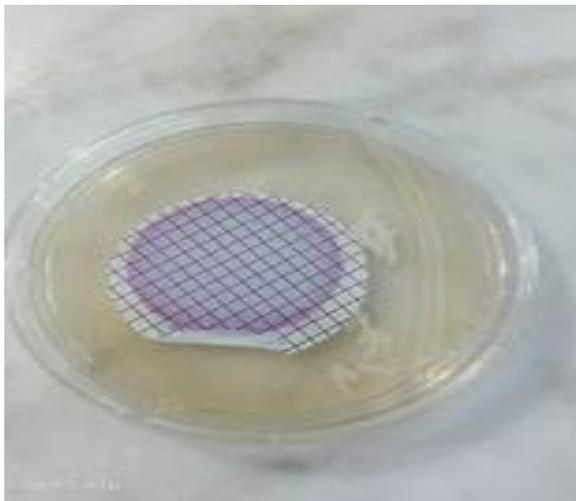


Figure 15 : Dénombrement des coliformes totaux (originale)

III.2.4.3 Streptocoques fécaux

Les streptocoques fécaux ont été déterminés en utilisant la filtration, qui est une méthode rapide, simple et normalisée, mais elle nécessite la disponibilité d'une rampe de filtration.

- Tout d'abord, il faudrait stériliser un entonnoir à l'aide d'un bec bunsen.
- Le refroidir avec de l'eau distillée stérile ;
- Mettre en place de façon aseptique une membrane de 0.45µm entre la membrane poreuse et l'entonnoir à l'aide d'une pince stérile.
- Fixer ce dernier avec la pince.
- Remplir de façon aseptique l'entonnoir avec 100ml d'eau à analyser.
- Actionner la pompe à vide pour permettre le passage de l'eau à travers la membrane ;
- Retirer en suite la membrane à l'aide d'une pince stérile et la placer dans une boîte de Pétrie de 45mm de diamètre contenant de la gélose SLANETZ .
- Cette membrane a été incubée à 44°C pendant 24heures.
- Après 24heures d'incubation
- Les streptocoques fécaux apparaissent sous forme de petites colonies rouges, marron ou roses, lisses et légèrement bombées

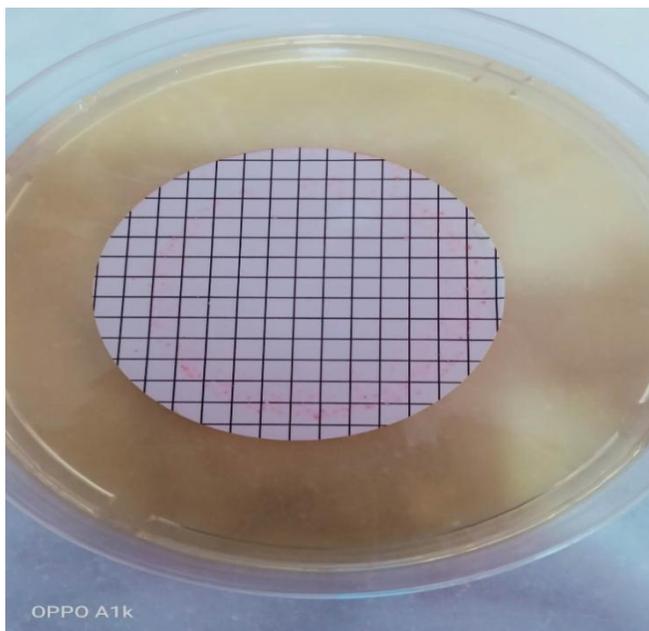
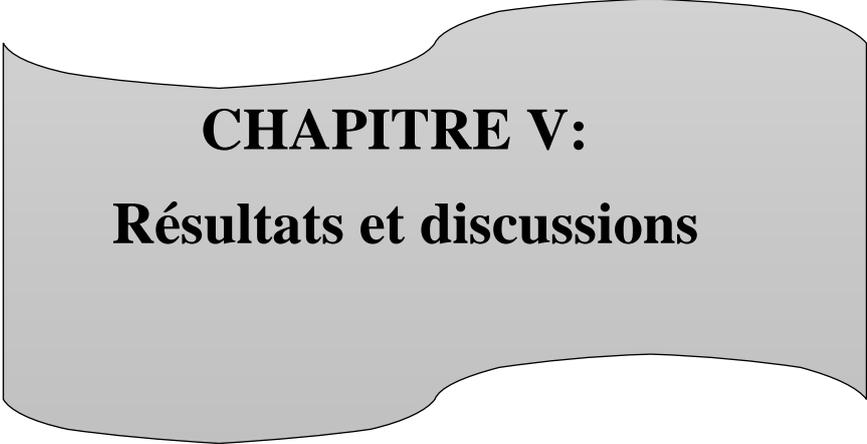


Figure 16 : Dénombrement de streptocoque fécal(original)



CHAPITRE V:
Résultats et discussions

Dans cette partie nous analysons les résultats obtenus au cours de la phase expérimentale durant la période de trois mois de février jusqu'au avril 2023.

La qualité de l'eau épurée de la station d'épuration des eaux usées de la wilaya de Tisssmsilt a été estimée à travers des analyses physico-chimiques qui sont : le PH, la conductivité (CE), la matière en suspension (MOS), la demande biochimique en oxygène (DBO₅), la demande chimique en oxygène (DCO) , la nitrate (NO₃) phosphate (PO⁻³₄) et les métaux lourds (chrome , cuivre , fer plomb , nickel, zinc) et des analyse bactériologiques (les coliforme , streptococcus , e-coli).

V.1 La moyenne des analyses physique chimique :

Tableau 09 : Résultats de traitement des eaux usées dans la STEP Tisssmsilt

Les mois	T °	C (Mg/l)	MES (Mg/l)	DBO₅ (Mg/l)	PH	DCO (Mg/l)	NO³ (Mg/l)	O	PO₄⁻³ (Mg/l)
Février	11.59	3021	26.82	118.8	5.97	316	0.49	0.93	1.9
Mars	13.75	2846	30.42	72.87	6.01	285	0.42	1.11	2.94
Avril	17.3	2040	48	17	8.35	24.8	4.64	5.5	-
La moyen	14.21	2635.6	35.08	59.55	6.77	208.6	1.85	2.51	1.61

1-Le ph

Les résultats de la température et le PH obtenus durant notre investigation, sont représentés dans la figure17

Dans le cas de la STEP de Tissemsilt la moyenne du ph de l'eau épurée est 6.77 ; ces valeurs ne dépassent pas les normes de rejet recommandées par l'OMS ; et ne présentent donc aucun risque pour la réutilisation des eaux usées épure

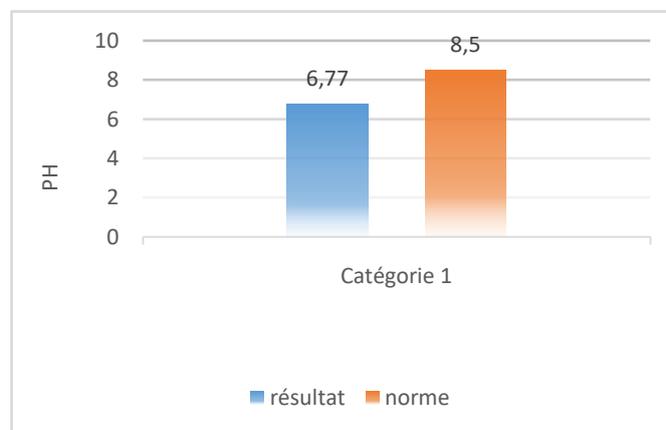


Figure 17 : variation des valeurs du ph des eaux

2- La conductivité et matières en suspension (MES) :

Les résultats de la conductivité électrique et la MES, obtenus lors notre expérience, sont représentés dans la figure 18

MES :

La perméabilité du sol peut être affectée par le MES dans l'eau d'irrigation qui peut colmater en surface les pores des sols.

Nous avons remarqué que la valeur de ce paramètre est en moyenne 35.08 (mg/l) qui dépasse légèrement les normes fixes par l'OMS

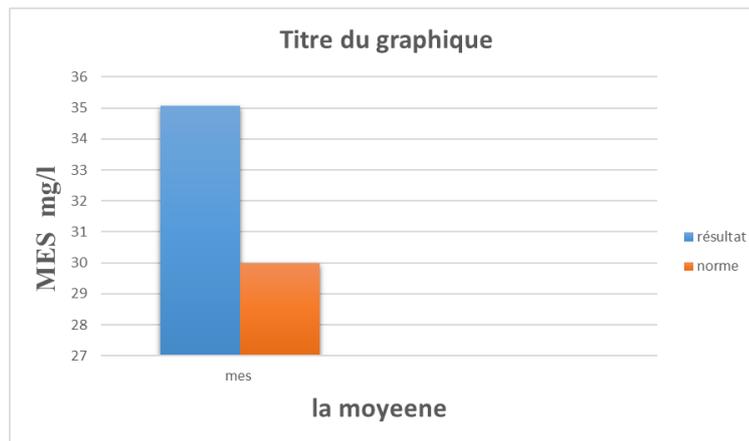


Figure 18 : variation des MES de l'eau épurée de la STEP.

CE :

L'analyse de la conductivité électrique a montré des valeurs inférieure aux norme de la réutilisation des eaux épurées dans l'irrigation .

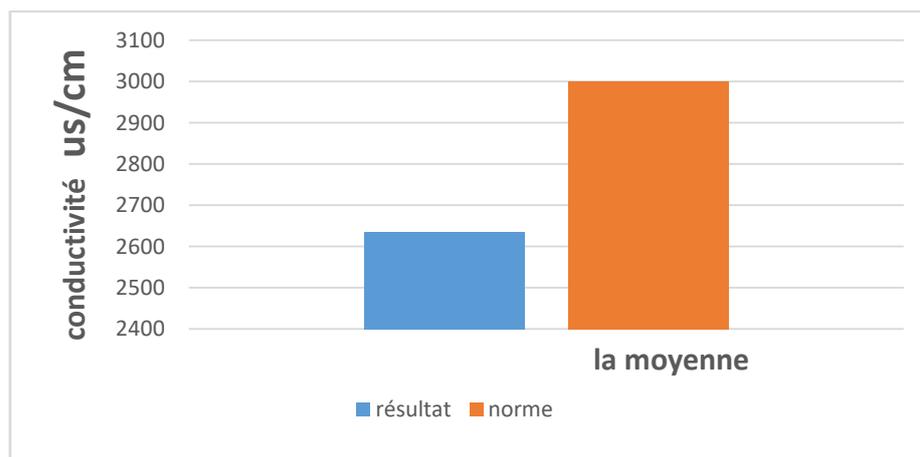


Figure 19 : variation de la conductivité de l'eau épurée de la STEP

3-La demande biologique en oxygène (DBO₅) et demande chimique en oxygène (DCO) :

Les résultats de la demande biologique en oxygène (DBO₅) et demande chimique en oxygène (DCO) sont illustrés sur la figure (20).

DBO :

Nous remarquons d'après les résultats que la demande biologique en oxygène est supérieure a la valeur de la norme, cela révèle une forte charge en matière organique de l'eau épurée qui a notre avis ne présente pas des inconvénients contre son utilisation pour l'irrigation

DCO :

Nous observons dans la figure. 20 montre des valeurs de la DCO très importante le double de la norme de la réutilisation fixée par l'OMS. Cela révèle que cette eau est de mauvaise qualité qui peut être utilisé avec précaution.

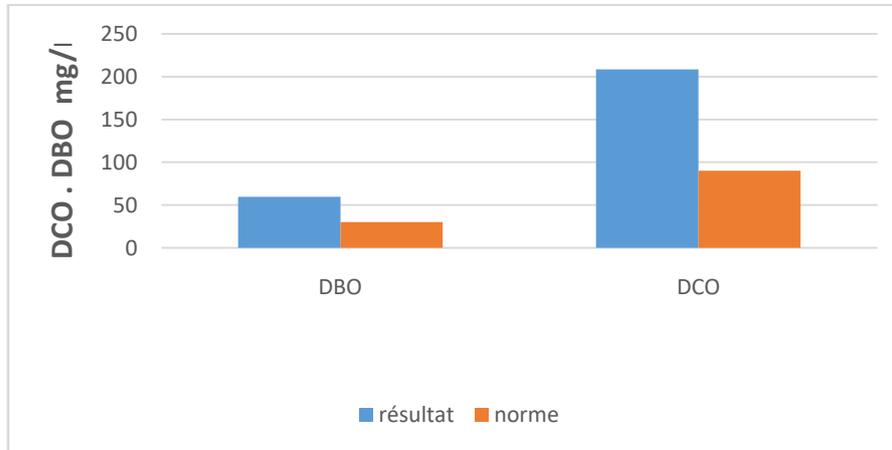


Figure 20 : évaluation de taux DBO₅ et DCO (mg/l) eau traitée après 5 jours

4-Les phosphate PO₃ et le nitrates NO₂ :

Les résultats de phosphate et le nitrates et les normes sont représentés dans la figure

Les nitrates :

Les résultats d'analyse de la concentration de l'eau épurée en nitrate dévoilent des valeurs spectaculaires qui dépasse largement les valeurs de l'OMS, a notre avis la richesse de cette eau en nitrate présente un avantage pour sa réutilisation pour irrigation car sa conduit à la réduction des coûtsdes engrais azotés

Phosphate :

Les résultats de dosage de PO₄ dans l'eau de sortie montre des valeurs faibles par à pour à la norme de réutilisation cela signifie une pauvreté en phosphates et que cette eau peut eau peut être utilises sont crêté.

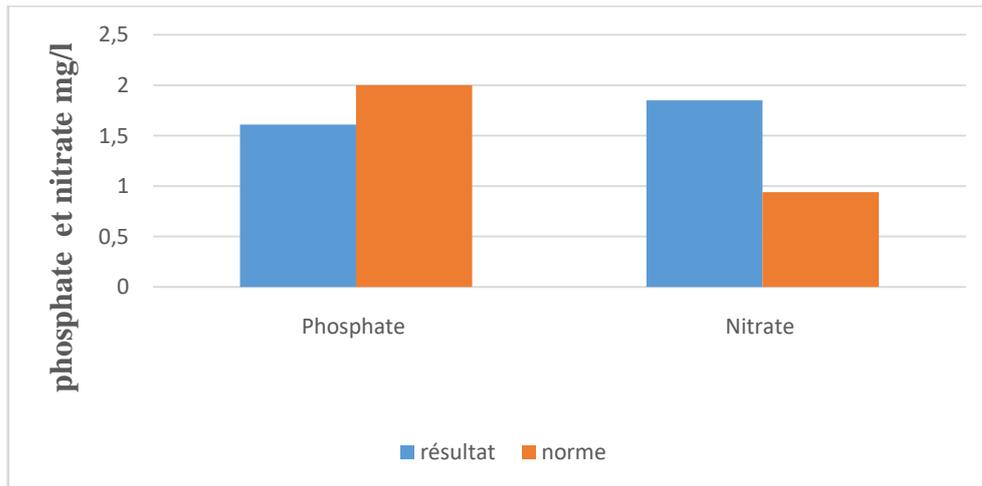


Figure 21 : évolution de taux de et phosphate nitrate (mg/l)

5-L'oxygène dissous et température :

Les résultats de l'oxygène dissous et la température sont représentés dans figure 22 :

O₂ :

Nous remarquons que la moyenne de l'oxygène dissous augmente durant les trois mois. Augmentation des taux de l'oxygène dans l'eau traitée correspondant à l'absence de l'activité des micro-organismes.

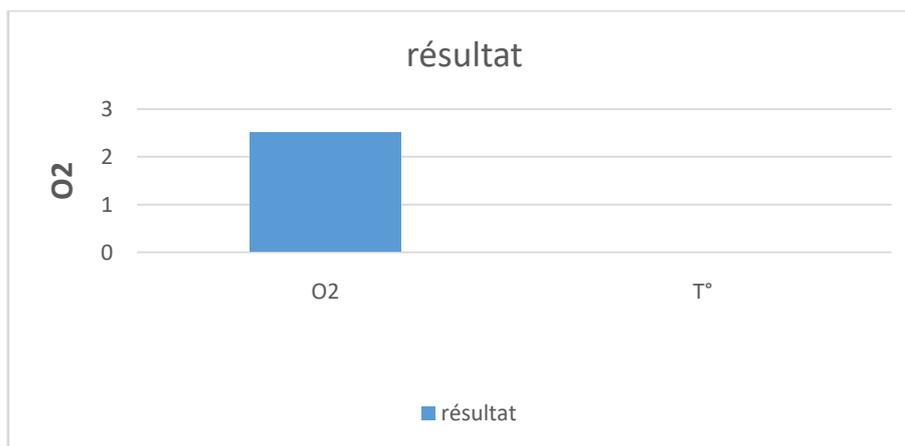


Figure 22 : Evolution des taux de O₂ dissous (mg/l)

T° :

Grace aux résultats présentés dans la figure 22 nous avons remarqué que la température des échantillons prélevés d'EE de la station d'opération de la wilaya de Tissemsilt a été estimées à 14.21 C°.

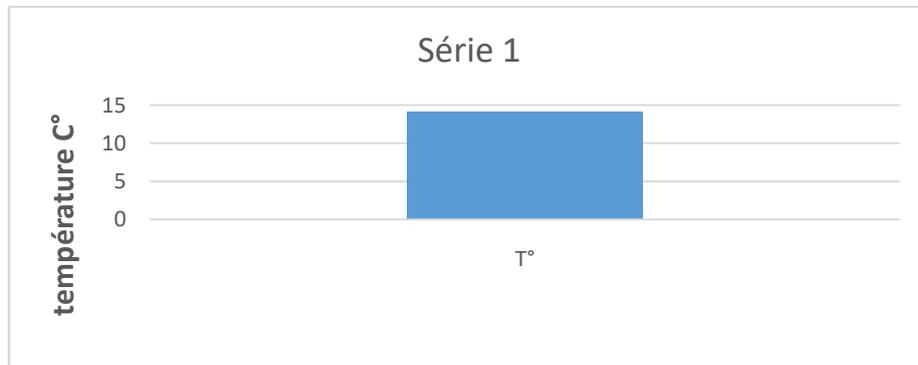


Figure 23 : évaluation de température C°

V.2 Métaux lourds :

Tableau 10 : la concentration moyenne des métaux lourds des eaux épures de la station d'épuration de wilaya Tissemsilt.

Paramètres	Unités	Résultats	Valeurs limites (j ;o. 2006)
Chrome	Mg /l	0.2	0.5
Cuivre		0.21	0.5
Fer		0.2	3
Plomb		0.31	0.5
Nickel		0.2	0.5
Zinc		0.15	3

Les résultats des analyses des métaux lourds on montrés que tous les paramètres mesurer présentent des valeurs inférieurs aux limites recommandées par le journal officiel de la république algérienne ; 2006 pour la réutilisation de ces eaux épurée; à la lumière de ces résultats nous déduisent que l'utilisation de cette eaux pour l'irrigation des cultures est sont danger que soit les plante acculturer ou salinité des sols.

V.3 Les Analyses bactériologiques :

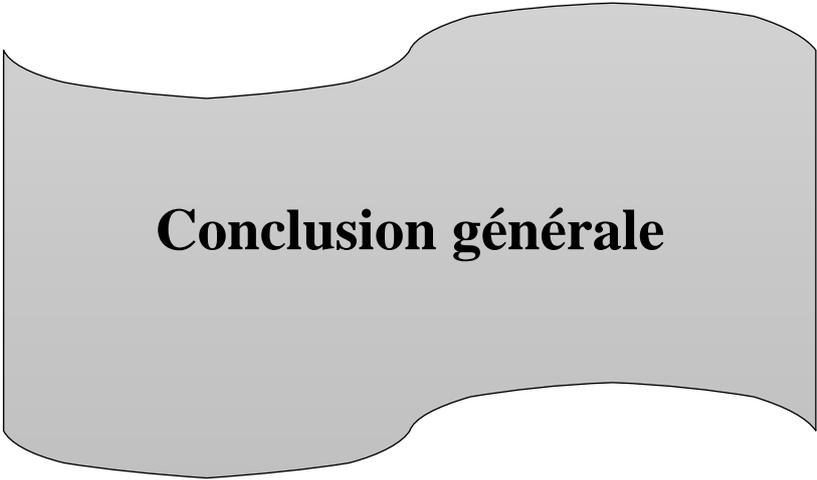
Les résultats de notre travail sur la partie bactériologie sont regroupés sous forme de Tableau ci-dessous.

Tableau11 : résultat d'analyse bactériologique (eau sortie).

	Genre recherché	La charge bactérienne
Eau de sortie	Coliforme totaux	+++
	Streptocoques fécaux	++
	Escherichia coli	+

D'après les résultat des analyses effectuées figurant dans le tableau ci-dessus ; nous avons observé une charge très important des eaux épurée en coliforme totaux (+++), une charge légèrement élevait une streptocoques fécaux une faible charge de Escherichia coli.

Ces valeurs indiquent que l'eau épurée de la station qui est versée dans le bassin (barrage) contient des taux élevés de coliforme totaux, et Streptocoques fécaux cette eau doit être surveillée et elle ne peut pas être utilisées pour l'irrigation sauf si elle reçoit un traitement complémentaire pour réduire ça charge bactérienne et limité son degré de nocivité du principalement à la présence des bactéries pathogènes pour l'homme et ses animaux.



Conclusion générale

Conclusion générale :

En raison de la pénurie d'eau, en particulier l'eau d'irrigation agricole et de sécheresse accrue, la réutilisation des eaux épurées constitue aujourd'hui en Algérie une stratégie nationale de développement durable, c'est une démarche volontaire et planifiée qui vise à produire des quantités d'eau supplémentaires pour divers usages, pour répondre aux besoins en eau qui ne cessent d'augmenter à cause principalement de la croissance démographique (Bouzidi.2020).

L'utilisation des eaux épurées pour l'irrigation est très bénéfique pour les cultures, car elles contiennent beaucoup d'éléments fertilisants tels que l'azote, le phosphore, le potassium et divers oligoéléments, mais cette utilisation est associée à de nombreux risques d'ordre sanitaire et environnemental lié à la présence d'organismes pathogènes et des dévers polluants organiques et inorganiques.

Le principe de base de la réutilisation des eaux usées pour l'irrigation est qu'elle soit adéquatement traitées jusqu'à un niveau de qualité spécifique qui répondre aux normes fixées par les différentes organisations mondiales.

C'est dans ce contexte que s'inscrit le présent travail qui vise à évaluer l'efficacité de traitement des eaux usées de la station d'épuration de la wilaya de Tissemsilt et leur aptitude à être réutilisées pour l'irrigation à travers des analyses physico-chimique et bactériologique effectuées sur les eaux épurées à la sortie de station sur une période qui s'étale de février à avril.

Les résultats de nos analyses montrent une richesse de l'eau épurée en nitrate ce qui constitue un avantage pour son utilisation pour l'irrigation, car ça diminue les apports des engrais azotés. Par contre les concentrations en phosphate est beaucoup plus moins et les valeurs se trouvent au-dessus des normes fixées par l'OMS

Les résultats de la DBO et DCO dévoilent des taux élevés en matière organique, supérieur aux normes de l'OMS, mais qui s'avèrent sans dangers considérés pour l'irrigation.

Les résultats de l'analyse de la conductivité électrique montrent des valeurs inférieure aux normes. De ce fait cette eaux peuvent utiliser sans risques de provoquer une salinisation des sols.

Le dosage des métaux lourds dans les eaux épurées montre des valeurs acceptables qui se trouvent en dessous des normes de l’OMS pour la réutilisation des eaux épurées pour l’irrigation.

Quant aux analyses microbiologiques, les eaux épurées étaient trop chargées en streptocoques et en les coliformes totaux. Ces résultats ne suffisent pas pour déterminer avec justesse la qualité de l’eau épurée en raison de manque d’autres analyses complémentaires notamment pour certains micro-organismes pathogènes, des virus et des protozoaires dangereux.

À la lumière de nos résultats, on conclut que l’eau épurée de la station d’épuration de tissemsilt présente les qualités appropriées pour être réutilisé en irrigation sauf pour certains paramètre dont les valeurs dépasse les norme de l’OMS et cela est dû principalement au manque d’efficacité du traitement suit à de nombreux défauts techniques dans l’équipement de la station.

En termes de ce travail, nous recommandons strictement l’intervention immédiate dans les bassins biologiques et assurer l’entretien des équipements de la station pour pouvoir améliorer la qualité des eaux traitées.

Reference :

ATTAB.S 2011 .amélioration de la qualité microbiologique des eaux épurées par boues activées de la station d'épuration haoud berkaoui.

ANDI .2013 agence national de développement et investissement Année 1979.

BOUKHARI.H.(2020) étude physico-chimique des eaux usées traité de step de Dra el mizane.

Burgot G.,BurgtJ.L(2002).Méthodes instrumentales d'analyse chimique et application. Method schromatographiques, electrophoreseet methods spectrales. Tec& doc, 306p.

Boufedeché .f (2019) .Contribution à la caractérisation physico –chimique des eaux de la step de ville de Jijel.

BENTAMRA. B. (2020) . contrôle suivie de la qualité des eaux usées de la station d'épuration de la ville de wilaya de Tissemsilt.

BADIA. GONDARD.2003. L'assainissement des eaux usées. Edition techni. cités, 231p

BOUZIDI .Y. (2020). Réutilisation des eaux usées épuré en Algérie.

DSAT .direction service agricole Tissemsilt.

DARBAL.K (2019) contribution à l'étude du traitement des eaux usées au niveau de la station d'épuration de tissemsilte.

D SA (2020) ; d'après Direction des services agricoles

DSAT (2021-2022) ; D'après Direction des services agricoles de Tissemsilt

DSA. (2013) ; D'prés Direction des services agricoles

DPAT (2019) ; Direction de la planification et de l'aménagement du territoire

Desjardins R(1997). Le traitement des eaux. 2ème édition. Ed. Ecole polytechnique.

Edline F. (1979). L'épuration biologique des eaux résiduaires. Ed. CEBEDOC, Paris,

306p.

Filip Z ; kanzawa S ; Berthelin J. 2000 .Distribution of Microorganisms ; biomass

ATP ; and Enzyme Activities in Organic and Mineral Particles of a long – term Wastewater

Irrigated soil JournalplantNutr soil sc .163(2000) 143 .

F.A.O. (2003). Irrigation avec les eaux usées traitées ; Organisation des nations Unies

pour l'Alimentation et l'Agriculture .Bureau Régional pour le Proche Orient et Bureau sous

Regional pour l'Afrique du Nord .73.P.

GHADAMI .H(2012) contribution à l'évaluation performances épuratoires d'un bassin

de filtration des eaux usées.

Harwood, V. J., Levine, A. D., Scott, T. M., Chivukula, V., Lukasik, J., Farrah, S. R., &

Rose, J. B. (2005). Validity of the indicator organism paradigm for pathogen réduction in reclaimed

water and public Health protection. Applied and environmental microbiology, 71(6), 3163-3170.

HAMADOU.H. (2020) Analyse physicochimique et bactériologique des eaux usées de

step boumerdas.

ISO. (2014). Qualité de l'eau; dénombrement de Escherichia coli et des bactéries

coliformes.

KESBI.RAFIKA (2016). étude des performances épuratoires d'une step de l'ouest

algérien cas de la nouvelle step d'ain- tmouchente.

Lagouil .H (2020). Effet de l'utilisation des eaux usées épurées en irrigation sur les

propriétés microbiologiques du sol dans la région d'Ouargla

MASSINISA .D étude de possibilité de l'utilisation des eaux usées traitée parra V

Pour l'irrigation des geosystèmes dans les zones steppique dans la région de tissemilte.

Messabih in mémoire Soufi.M (2022). Analyse de la diversité pédologique et leur impact

socioéconomique sur l'agriculture Cas de la wilaya de Tissemsilt.

Nahem ; N (2014). Evaluation de la qualité de l'eau du bassin inférieure de la rivière du litani ; likan : approche environnemental .thèse de doctorat ; université de lorraine ; paris ; 359p .

Ouled mokhtar. F (2019). etude de la possibilité d'utilisation des eaux épurées pour l'irrigation (cas de station d'EL Goléa)

Pradyt P., (2004). Dean's Analytical Chemistry Handbook (McGraw-Hill Hand books).Second Edition, 111p

Ramel .I .L'évolution de matière volatile sèche (MVS) dans les différentes étapes de traitement de station d'épuration de la ville de Bouira

REJSEK. F. 2002 Analyse des eaux aspects réglementaires et techniques, Edition Centre régional de documentation pédagogique d'aquitaine France.

Rejsek ;F ;2002 analyse des eaux ; aspecte réglementaires et technique.scéren coll. Biologiques technique . Sciences et techniques de l'environnement .360p.

Rejsek ;F ;2002 analyse des eaux ; aspecte réglementaires et technique . Ed canopé CRDP de bordeaux ; France .

SATINE, M, BOURRIER, R, SELMI, B (2010), guide technique de l'assainissement, 4^{ème}édition, Edition le moniteur référence.

Annexe

Tableau 02: Les normes de paramètre physico-chimique de réutilisation des eaux usées

Paramètre	Unité	6
PH	-	6.5-8.5
MES	Mg /l	30
DBO5	Mg /l	30
DCO	Mg /l	90
Phosphate	Mg /l	2
Nitrate (NO ₂)	Mg /l	30
CE	ds/m	3

Tableau 08 : Facteur de conversion de la DBO5 en fonction du volume de prise

Mesure DBO ₅ estime (ml l)	Volume d'échantillon (ml)	Facteur dilution	N- Aly goute
0-40	432	1	9
0-80	365	2	8
0-200	250	5	5
0-400	164	10	3
0-800	97	20	2
0-2000	42 ; 5	50	1
0-4000	22 ; 7	100	1

Tableau01 : Les cultures autorisées pour l'irrigation par les eaux usées épurées

Groupes de cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées	Liste des cultures
Arbre 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.
Cultures industrielles	Tomate ; industrielle, haricot à rames, petit pois à rames, betterra vesucrière, coton, tabac, lin
Cultures céréalières	Blé, orge, triticales et avoine.
Arbustes fourragers	Acacia et a triplex.
Plante florales à sécher ou à usage industrie	Rosier, iris, jasmin, marjolaine et romarin
Cultures de production de semenc	Pomme de terre, haricot et petit pois