



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المركز الجامعي أحمد الونشريسي بتسمسيت

Centre Universitaire El Wancharissi de Tissemsilt

Institut des Sciences et Technologies

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Spécialité : Ecologie et Environnement

Option: Protection des Ecosystèmes

Thème

**ÉTUDE COMPARATIVE DE DEUX SYSTÈME
D'ÉPURATION DES EAUX USÉES PAR BOUE
ACTIVÉE (STEP TISSEMSILT) ET LAGUNAGE
(AMMARI)**

Présenté par :

M^{elle} :BARED Imane

M^{elle} :DAABAL Djamilia

Devant les membres de jury :

Mr:GUEMOU.L

MAA C.U. Tissemsilt

President

Mr :CHOUHIM.K

MAA C.U. Tissemsilt

Examineur

Mr :BOUKHELLOUT.S

MAA C.U. Tissemsilt

Encadreur

Mr :DJOUDIM

Ingénieur ONA.Tissemsit

Co-Encadreur

Année universitaire: 2018-2019

Table de Matières

Introduction générale

Chapitre I : les eaux usées

I.1.Introduction	03
I.2.Définition des eaux usées	03
I. 3.Les différents types des eaux usées	03
I.3.1. Les eaux usées domestiques	03
I.3.2. Les eaux pluviales	03
I.3.3. Les eaux usées industrielles	03
I.3.4.Les eaux usées agricole	04
I. 4. Composition des eaux usées	04
I.4.1.Les matières en suspension (MES)	05
I.4.2. Microorganismes	05
I.4.2.1. Les bactéries	05
I.4.2. 2. Les virus	05
I.4.2.3.Les protozoaires	06
I.4.2.4. Les helminthes	06
I.4.3.Les éléments traces, minéraux ou organiques	06
I.4.3.1.Les métaux lourds	07
I.4.3.2. Les éléments toxiques organiques	07
I.4.4.Les substances nutritives	08
I.4.4.1. L'azote	08
I.4.4.2. Le phosphore	08
I.4.4.3. Le potassium (K+)	09
I.4.4.4. Chlore et sodium	09
I.5.Définition de la pollution	09
I.6.Types de pollution.....	09
I.6.1. La pollution physique.....	09
I.6.2. La pollution chimique	09

I.6.3. La pollution biologique	10
I.7.Normes de rejets.....	10
I.7.1. Normes internationales.....	10
I.7.2. Normes de rejets Algérienne	10
I.8.La réutilisation des eaux usées	11
I.8.1.Bilan mondial	11
I.8.2.Cas de l'Algérie	12
I.8.3.Les modes de réutilisation des eaux usées	13
I.8.3.1.Réutilisation agricole	13
I.8.3.1.1.Les risques liés à la réutilisation agricole.....	14
I.8. 3.2.Réutilisation industrielle	14
I.8.3.2.1.Les risques liés à la réutilisation industrielle	15
I.8.3.3.Réutilisation en zone urbaine	15
Chapitre II : Traitement des eaux usées	
II.1.Introduction	16
II.2. Les déversements des eaux usées dans le milieu naturel	16
II.3. Les stations d'épuration (STEP)	16
II.4.L'objectif de la station d'épuration	17
II.5.Rôle des stations d'épuration	17
II.6.Traitement des eaux usées : diversité, coût et rendements	17
II.6.1.Traitements physico-chimiques	17
II.6.1.1.traitements primaires.....	17
II.6.1.1.1. Dégrillage	17
II.6.1.1.1.1.Un dégrillage grossier	18
II.6.1.1.1.2.Grilles fines	18
II.6.1.1.2.Puits de pompages.....	18
II.6.1.1.3.Dessablage	19
II.6.1.1.4.Déshuilage	19
II.6.2.Traitements biologiques : traitements secondaires	20
II.6.2.1. la voie anaérobie	20
II.6.2.2. la voie aérobie	21

II.6.2.2.1. Boues activés	22
II.6.2.2.3.Bassin d'aération.....	23
II.6.2.2.4.Les avantages et inconvénients des boues activées	24
II.6.2.2.4.1.Avantages.....	24
II.6.2.2.4.2.Inconvénients	24
II.6.2.2.4. Lit bactérien	24
II.6.2.2.5.Les avantages et inconvénients du Lit bactérien.....	25
II.6.2.2.5.1.Avantages du Lit bactérien	25
II.6.2.2.5.2.Inconvénients du Lit bactérien.....	25
II.6.2.2.6.Le lagunage.....	25
II.6.2.2.6.1.Définition	25
II.6.2.2.6.2.Principe de fonctionnement	26
II.6.2.2.6.3.Les différents types de lagunage.....	27
II.6.2.2.6.3.1. Le lagunage naturel	27
II.6.2.2.6.3.2. Le lagunage aéré	28
II.6.2.2.6.3.3. Le lagunage anaérobie	29
II.6.2.2.6.4.Avantages et inconvénients du lagunage naturel	30
II.6.2.2.6.4.1. Avantages	30
II.6.2.2.6.4.2.Inconvénients	30
II.6.2.2.6.5.Influence des conditions climatiques sur les performances du lagunage	30
II.7.Traitement tertiaire.....	31

Chapitre III : Matériel et Méthodes

III.1.Introduction	31
III.2. Caractéristiques générales de la wilaya de TISSEMSILT	31
III.2.1. Situation géographique.....	31
III.2.3. Climat	32
III. 2.3.1. Evapotranspiration	32
III.2.4.Le relief.....	32
III.2.5. Hydrographie	32
III.3. Les ressources en eau de la wilaya de TISSEMSILT	33
III.3.1. Les Ressources en eau souterraines	33

III.3.2.Les Ressources en eau superficielles.....	33
III.4.Présentation de Secteur d'Agriculture dans la wilaya de TISSEMSILT	34
III.5.STEP TISSEMSILT	34
III.5.1.Localisation De la Station	34
III.6.Procède du traitement	35
II.6.1.Description des ouvrages de la station	35
III.6.2.Caractéristiques Technique De L'eau De Rejet A L'entrée De La STEP	36
III.7.Le prétraitement.....	36
III.7.1.Le dégrillage	36
III.7.2.Le tamisage.....	36
III.7.3.Le dessablage.....	37
III.7.4.Le dégraissage	37
III.8.Le traitement biologique.....	37
III.8.1. Réacteur biologique	37
III.8.2. Bassin d'aération	37
III.8.3. La zone oxique.....	37
III.9.Décanteur Secondaire	38
III.10.Le traitement des boues	38
III.11.Caractéristiques générales de la commune d'AMMARI.....	39
III.11.1. Situation géographique	39
III.11.2.Potentialités de la commune	39
III.11.2.1.Activités industrielles	39
III.11.2.2.Activités Agricoles	39
III.11.3. Caractéristiques du milieu naturel	40
III.12.Lagunes	40
III.12.1.Consistance physique des travaux	40
III.12.2.Caractéristiques techniques de la station d'AMMARI	40
III.12.3.Dimensionnement de la lagune	41
III.12.3.1.prétraitement.....	41
III.12.3.2. Traitement biologique	41
III.12.4.Impact du projet.....	41

III.12.5.Organes constituant le corps de la station de lagunes	41
III.12.5.1.Déversoir d'orage	41
III.12.5.2.Prétraitement	42
III.12.5.3.Traitement secondaire	42
III.12.5.3.1.1 ^{er} lagune Bassin anaérobique	42
III.12.5.3.2.2 ^{em} e lagune Bassin facultatif	43
III.12.5.3.3.3 ^{em} e lagune Bassin maturation	43
III.13.Les analyses effectués	44
III.13.1.Les Paramètres physico-chimiques	44
III.13.1.1.Le débit	44
III.13.2.Analyses à effectuer	44
III.13.2.1.Température	45
III.13.2.2.Le pH	45
III.13.2.3.Conductivité	45
III.13.2.4.Oxygène dissous	45
III.13.2.5.La DBO ₅	46
III.13.2.6.La DCO	47
III.13.2.7.Les matières en suspension (MES)	49
III.13.2.7.Les matières azotées	49
III.13.2.7.1.Azote Ammoniacal	49
III.13.2.7.2.Le nitrate (NO ₃)	50
III.13.2.7.3.Le nitrite (NO ₂)	50
III.13.2.8.Les matières phosphorées	51

Chapitre IV : Résultats et Discussions

IV.1.Introduction	52
IV.2.Les résultats des paramètres physico-chimiques des eaux usées étudiées	52
IV.2.Les diagrammes des paramètres physico-chimiques des eaux usées étudiées	53
IV.3 Discussion des résultats	58

Conclusion général

Références bibliographiques

Annexe

INTRODUCTION

CONCLUSION

INTRODUCTION

CONCLUSION

CHAPITRE I:

Les eaux usées

I. Chapitre I : les eaux usées

I.1.Introduction

Les eaux usées regroupent les eaux résiduaires domestiques (les eaux vannes et les eaux Ménagères), les eaux de ruissellement et les effluents industriels (eaux usées des usines). Ils constituent un effluent pollué, et qui sont rejetées dans un émissaire d'égout vers le milieu naturel (BAUMONT *et al*, 2004)

I.2.Définition des eaux usées

Les eaux résiduaires, sont des eaux chargées de résidus, solubles ou non provenant de l'activité humaine industrielle ou agricole. Une eau est considérée comme « eau usée » lorsque son état, sa composition sont modifiés par les actions anthropiques dans une mesure telle qu'elle se prête moins facilement à toutes ou certaines des utilisations auxquelles elle peut servir à l'état naturel. Aujourd'hui on parle de plus en plus des notions d'eaux claires. (THOMAS,1955)

I. 3.Les différents types des eaux usées : On distingue quatre types des eaux usées :

I.3.1. Les eaux usées domestiques

Les eaux usées domestiques comprennent les eaux ménagères (eaux de toilette, de lessive, de cuisine) et les eaux vannes (urines et matières fécales). Ces eaux contiennent des matières minérales (chlorures, phosphates, sulfates, etc.), et des matières organiques constituées de composés ternaires, tels que les sucres et les graisses (VAILLANT, 1974).

I.3.2. Les eaux pluviales

Ce sont les eaux de ruissellement (eaux pluviales, eaux d'arrosage des voies publiques, eaux de lavage des caniveaux, des marchés et des cours).

Les eaux qui ruissellent sur les toitures, les cours, les jardins, les espaces verts, les voies publiques et les marchés entraînent toutes sorte de déchets minéraux et organiques : de La terre, des limons, des déchets végétaux, etc., et toute sortes de micropolluants (hydrocarbures, pesticides, détergents...etc. (DESJARDINS, 1997).

I.3.3. Les eaux usées industrielles

Tous les rejets résultant d'une utilisation de l'eau autre que domestique sont qualifiés de rejets industriels. Cette définition concerne les rejets des usines, mais aussi les rejets d'activités

artisanales ou commerciales .Ces eaux ont une grande variété et peuvent être toxiques pour la vie aquatique, ou pour l'homme.

Les eaux usées industrielles sont celles qui ont été utilisées dans des circuits de réfrigération, qui ont servi à nettoyer ou laver des appareils, des machines, des installations, des matières premières ou des produits d'une usine, elles peuvent contenir des substances chimiques utilisées au cours des fabrications. (BAUMONT *et al*, 2005)

I.3.4. Les eaux usées agricole

Le secteur agricole reste le plus grand consommateur d'eau (SALEM, 1990). Les pollutions des eaux sont dues aux activités agricoles qui sont en relation avec l'utilisation des engrais et des pesticides (RICHARDE, 1996).

I. 4. Composition des eaux usées

La composition des eaux usées (Tableau.1), est extrêmement variable en fonction de leur origine. Elles peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute, ainsi que de nombreux microorganismes. En fonction de leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques et du danger sanitaire qu'elles représentent, ces substances peuvent être classées en quatre groupes : les matières en suspension, les micro-organismes, les éléments traces minéraux ou organiques, et les substances nutritives (BAUMONT *et al*. 2004).

Tableau N° 01: Composants majeurs typique d'eau usée domestique.

Constituants	Concentrations (mg/l)		
	Fort	Moyen	Faible
Solides totaux	1200	700	350
Solides dissous(TDS)	850	500	250
Solides suspendus	350	200	100
Azote(en N)	85	40	20
Phosphore(en P)	20	10	6
Chlore l	100	50	30
Alcalinité en (caco ₃)	200	100	50
graisses	150	100	50

I.4.1. Les matières en suspension (MES)

Ce sont des matières biodégradables pour la plupart. Les microorganismes sont le plus souvent adsorbés à leur surface et sont ainsi « transportés » par les MES. Elles donnent également à l'eau une apparence trouble, une mauvaise odeur. Cependant, elles peuvent avoir un intérêt pour l'irrigation des cultures (**BAUMONT et al, 2005**). Les particules en suspension peuvent, par définition, être éliminées par décantation. C'est une étape simple et efficace pour réduire la charge organique et la teneur en germes pathogènes des eaux usées. Toutefois, un traitement beaucoup plus poussé est généralement requis pour faire face aux risques sanitaires (**BELAID, 2010**).

I.4.2. Microorganismes

Les eaux usées contiennent tous les microorganismes excrétés avec les matières fécales. Cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes. L'ensemble de ces organismes peut être classé en quatre grands groupes : les bactéries, les virus, les protozoaires et les helminthes (**BELAID, 2010**).

I.4.2.1. Les bactéries

Les bactéries sont des organismes unicellulaires simples et sans noyau. Leur taille est comprise entre 0,1 et 10 μm . Le taux moyen de bactéries dans les fèces est d'environ 10¹² bactéries/g (**ASANO, 1998**). Les bactéries sont les microorganismes les plus communément rencontrés dans les eaux usées (**TOZE, 1999**). Les eaux usées urbaines contiennent environ 10⁶ à 10⁷ bactéries/100 ml dont la plupart sont des proteus et des entérobactéries, 10³ à 10⁴ streptocoques et 10² à 10³ clostridium. La concentration en bactéries pathogènes est de l'ordre de 10⁴ germes/l. Parmi les plus détectées sont retrouvées, les salmonelles, dont celles responsables de la typhoïde, des paratyphoïdes et des troubles intestinaux. Les coliformes thermotolérants sont des germes témoins de contamination fécale communément utilisés pour contrôler la qualité relative d'une eau (**BELAID, 2010**).

I.4.2. 2. Les virus

Ce sont des organismes infectieux de très petite taille (10 à 350 nm) qui se reproduisent en infectant un organisme hôte. Les virus ne sont pas naturellement présents dans l'intestin, contrairement aux bactéries. Ils sont présents soit intentionnellement (après une vaccination contre la poliomyélite, par exemple), soit chez un individu infecté accidentellement (**BAUMONT et al, 2005**). On estime leur concentration dans les eaux usées urbaines comprise

entre 103 et 104 particules par litre. Leur isolement et leur dénombrement dans les eaux usées restent difficiles, ce qui conduit vraisemblablement à une sous estimation de leur nombre réel.

Les virus entériques sont ceux qui se multiplient dans le trajet intestinal. Parmi les virus entériques humains les plus nombreux, nous nous citerons les entérovirus (exemple : polio), les rotavirus, les retrovirus, les adénovirus et le virus de l'Hépatite A. Il semble que les virus soient plus résistants dans l'environnement que les bactéries (AULICINO *et al*, 1996).

I.4.2.3. Les protozoaires

Les protozoaires sont des organismes unicellulaires munis d'un noyau, plus complexes et plus gros que les bactéries. La plupart des protozoaires pathogènes sont des organismes parasites, c'est-à-dire qu'ils se développent aux dépens de leur hôte. Certains protozoaires adoptent au cours de leur cycle vital une forme de résistance, appelée kyste qui peut être véhiculé par les eaux résiduaires. Cette forme peut résister généralement aux procédés de traitements des eaux usées (BAUMONT *et al*, 2005). Ainsi, selon les conditions du milieu, ces organismes peuvent survivre plusieurs semaines voir même plusieurs années. En revanche, 10 à 30 kystes, est une dose suffisante pour causer des troubles sanitaires (CAMPOS, 2008).

I.4.2.4. Les helminthes

Les helminthes sont des vers multicellulaires. Tout comme les protozoaires, ce sont majoritairement des organismes parasites rencontrés dans les eaux résiduaires. Le nombre d'œufs d'helminthes peut être évalué entre 10 et 103 germes/l (FABY *et al*, 1997). Le stade infectieux de certains helminthes est l'organisme adulte ou larve, alors que pour d'autres, ce sont les œufs. Les œufs et les larves sont résistants dans l'environnement et le risque lié à leur présence est à considérer pour le traitement et la réutilisation des eaux résiduaires. En effet, la persistance de ces organismes à différentes conditions environnementales ainsi que leur résistance à la désinfection permet leur reproduction, ce qui constitue leur risque potentiel (CAMPOS, 2008). Les helminthes pathogènes rencontrés dans les eaux usées sont : *Ascaris lumbricades*, *Oxyuris vermicularis*, *Trichuris trichuria*, *Taenia saginata*. L'analyse des risques sanitaires liés aux agents pathogènes susceptibles d'être transportés par les eaux usées est le fondement des recommandations proposées par l'Organisation Mondiale de la Santé en 1989 (OMS, 1989)

I.4.3. Les éléments traces, minéraux ou organiques

Les micropolluants organiques et non organiques résultent d'une pollution multiple et complexe. Les micropolluants sont des éléments présents en quantité infinitésimale

dans les eaux usées. La voie de contamination principale, dans le cas d'une réutilisation des eaux usées épurées, est l'ingestion. C'est la contamination par voie indirecte qui est généralement préoccupante. Ainsi, certains micropolluants, comme les métaux lourds ou les pesticides, peuvent s'accumuler dans les tissus des êtres vivants, et notamment dans les plantes cultivées. Il peut donc y avoir une contamination de la chaîne alimentaire et une concentration de ces polluants dans les organismes. La crispation actuelle de l'opinion publique à leur sujet, et le manque de connaissances sur leurs effets à long terme incite à analyser avec soin la nature et la présence de ces micropolluants dans les eaux usées (BAUMONT *et al*, 2005).

I.4.3.1. Les métaux lourds

Les métaux lourds que l'on trouve dans les eaux usées urbaines sont extrêmement nombreux (de l'ordre de quelques $\mu\text{g/l}$). Les plus abondants sont le fer, le zinc, le cuivre et le plomb.

Les autres métaux (manganèse, aluminium, chrome, arsenic, sélénium, mercure, cadmium, molybdène, nickel, etc.) sont présents à l'état de traces. Leur origine est multiple : ils proviennent « des produits consommés au sens large par la population, de la corrosion des matériaux des réseaux de distribution d'eau et d'assainissement, des eaux pluviales dans le cas de réseau unitaire, des activités de service (santé, automobile) et éventuellement de rejets industriels » (CAUCHI *et al*, 1996). Les éléments cités dans la littérature comme étant les plus dangereux sont le plomb (Pb), l'arsenic (As), le mercure (Hg), le cadmium (Cd) et le nickel (Ni) (VILAGINES, 2003).

I.4.3.2. Les éléments toxiques organiques

Les micro-polluants d'origine organique sont extrêmement nombreux et variés, ce qui rend difficile l'appréciation de leur dangerosité. Ils proviennent de l'utilisation domestique, des rejets industriels et des eaux de ruissellement sur les terres agricoles, sur le réseau routier etc... Parmi ces composés chimiques toxiques très persistants et qui ont une grande lipophilicité, on peut citer les hydrocarbures polycycliques aromatiques, les alkylphénols, chlorophénols, phtalates, les pesticides et les résidus pharmaceutiques actifs. Certains composés ont un pouvoir de perturber le système endocrinien tels que les hydrocarbures polycycliques aromatiques et les alkylphénols (BELGIORNO *et al*, 2007).

En effet, plusieurs environnements aquatiques ont été pollués par ces composés en plus des autres substances pharmaceutiques dont la principale source est les eaux usées (KIMURA *et*

al, 2004). Il s'est avéré que les stations d'épuration sont des sources potentielles de ces produits toxiques (BELGIORO et al, 2007 ; ANDREOZZI et al, 2003). Cependant, en raison de la faible solubilité de ces éléments organiques, on les retrouvera concentrés dans les boues plutôt que dans les eaux résiduaires (FAO, 2003).

I.4.4. Les substances nutritives

Les nutriments se trouvent en grande quantité dans l'eau usée, et constituent un paramètre de qualité important pour la valorisation de ces eaux en agriculture et en gestion des paysages (HAMODA, 2004). Les éléments les plus fréquents dans les eaux usées sont l'azote, le phosphore et parfois le potassium, le zinc, le bore et le soufre. Ces éléments se trouvent en quantités appréciables, mais en proportions très variables que ce soit, dans les eaux usées épurées ou brutes. En outre, la présence de matière organique sous différentes formes dans l'eau usée (solides en suspension, éléments colloïdaux et matières dissoutes) peut, par son effet à long terme sur la fertilité du sol, contribuer également à la stabilité structurale du sol (FAO, 2003).

I.4.4.1. L'azote

L'azote se trouve dans l'eau usée sous forme organique ou ammoniacale dissoute. Il est souvent oxydé pour éviter une consommation d'oxygène (O_2) dans la nature et un risque de toxicité par l'ammoniaque gazeux dissous (NH_3), en équilibre avec l'ion ammoniac (NH_4^+) (MARTIN, 1979). La nitrification est une transformation chimique de l'azote organique par l'intermédiaire de bactéries et passe par les étapes :

- N organique à NH_4^+ : ammonification NH_4^+ NO_2^- : nitratisation par *Nitrosomonas*
- NO_2^- NO_3^- : nitratisation par *Nitrobacter* (CHELLE et al. 2005).

I.4.4.2. Le phosphore

La concentration en phosphore dans les effluents secondaires varie de 6 à 15 mg/l (soit 15 à 35 mg/l en P_2O_5). Cette quantité est en général trop faible pour modifier le rendement agricole. Mais s'il y a excès, il est pour l'essentiel retenu dans le sol par des réactions d'adsorption et de précipitation; cette rétention est d'autant plus effective que le sol contient des oxydes de fer, d'aluminium ou du calcium en quantités importantes. On ne rencontre pas en général de problèmes liés à un excès de phosphore (ASANO, 1998).

I.4.4.3. Le potassium (K^+)

Le potassium est présent dans les effluents secondaires à hauteur de 10 à 30 mg/l (12 à 36 mg/l de K_2O) cette teneur permet donc de répondre partiellement aux besoins des agriculteurs en matière de ferti-irrigation (FABY, 1997).

I.4.4.4. Chlore et sodium ; Leur origine est multiple (GAUJOUS, 1995).

* Naturelle (mer : 27g/l NaCl , et terrains salés).

* Humaine (10à 15g/l NaCl dans les urines/j).

* Industrielle (potasse, industrie pétrolière, galvanoplastie, agroalimentaire)

Les chlorures et le sodium peuvent poser problème, notamment en bord de mer, quand les réseaux d'égout drainent des eaux phréatiques saumâtres (FABY, 1997).

I.5.Définition de la pollution

La pollution est une dégradation d'un milieu naturel par des substances chimiques et des déchets industriels. Une eau polluée est une eau qui a subi, du fait de l'activité humaine, directement ou indirectement ou sous l'action d'un effet biologique ou géologique. Une modification de son état ou de sa composition qui a pour conséquence de la rendre impropre à l'utilisation à laquelle elle est destinée (BOUASSABA, 2013).

I.6.Types de pollution

On peut distinguer plusieurs types de pollution à savoir:

I.6.1. La pollution physique

On parle de ce type de pollution quand le milieu pollué est modifié dans sa structure physique par divers facteurs. Elle regroupe la pollution mécanique (effluents solides), la pollution thermique (réchauffement de l'eau par des usines) et la pollution atomique (retombées de radioéléments issus des explosions d'armes nucléaires, résidus des usines atomiques et accidents nucléaires). (BOUASSABA, 2013).

I.6.2. La pollution chimique

Elle est due au déversement des rejets industriels apportant de grandes quantités de substances chimiques dont certaines sont non dégradables. (. BOUASSABA, 2013).

I.6.3. La pollution biologique

Il s'agit de la pollution par des micro-organismes (bactéries, virus, parasites, champignons, efflorescences planctoniques, etc.) (BOUASSABA, 2013).

I.7. Normes de rejets

Les normes de rejet sont des valeurs des paramètres polluants d'une eau usées à ne pas dépasser. On distingue:

I.7.1. Normes internationales

Les normes internationales selon l'organisation mondiale de la santé pour les eaux usées sont présentées dans le tableau .2.

Tableau № 02 : Normes de rejets internationaux.

Caractéristiques	Unité	Normes Utilisées (OMS)
PH	-----	6,5-8,5
DBO ₅	mg/L	< 30
DCO	mg/L	< 90
MES	mg/L	< 20
NH ⁺ ₄	mg/L	< 0,5
NO ₂	mg/L	1
NO ₃	mg/L	< 1
P ₂ O ₅	mg/L	< 2
Température	C°	< 30
Couleur	-----	Incolore
Odeur	-----	Incolore

Source (KESBI, 2016).

I.7.2. Normes de rejets Algérienne

Selon les normes Algériennes les valeurs limites maximales de rejet d'effluents sont regroupées dans le tableau.3.

Tableau N°03 : Normes de rejets dans un milieu récepteur.

Paramètres	Unités	Valeurs limites	Paramètres	Unités	Valeurs limites
Température	C°	30	Aluminium	mg/L	03
PH	-----	6,5 à 8,5	Cadmium	mg/L	0,2
MES	mg/L	35	Fer	mg/L	03
DBO ₅	mg/L	35	Manganèse	mg/L	01
DCO	mg/L	120	Mercure total	mg/L	0,01
Azote Kjeldahl	mg/L	30	Nickel total	mg/L	0,5
Phosphates	mg/L	02	Plomb total	mg/L	0,5
Phosphate total	mg/L	10	Cuivre total	mg/L	0,5
Cyanures	mg/L	0,1	Zinc total	mg/L	03
Huiles et graisses	mg/L	20	(*) Chrome III +	mg/L	03
Hydrocarbures totaux	mg/L	10	(*) Chrome VI +	mg/L	0,1
Indice phénols	mg/L	0,3	(*)Solvants organiques	mg/L	20
Composés organiques chlorée	mg/L	05	(*)Chlore actif	mg/L	1,0
Chrome total	mg/L	0,5	(*)Détergents	mg/L	2

Source:(HAOUA ,2007).

I.8.La réutilisation des eaux usées

I.8.1.Bilan mondial

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 al*, 2007).

La figure 1 illustre l'ampleur de la valorisation des eaux usées dans différents pays du monde.

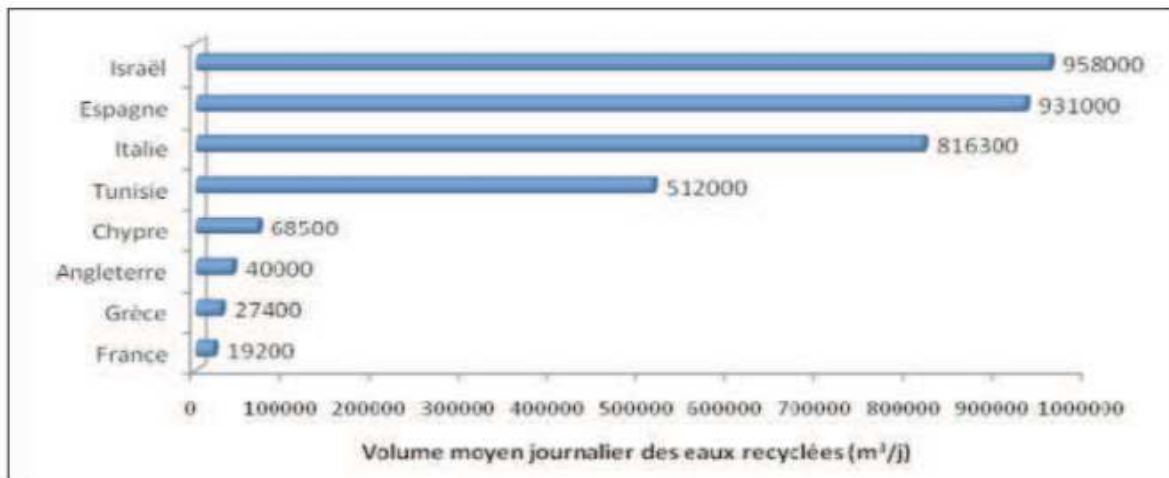


Figure N°01: Volume moyen journalier des eaux usées recyclées dans quelques pays de la Méditerranée (JIMENEZ et al, 2007).

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. (Bixio et al, 2005).

I.8.2.Cas de l'Algérie

En Algérie, 60 % des eaux usées traitées sont rejetées soit loin des périmètres d'irrigation et des barrages soit en mer, ce qui rend leur réutilisation en irrigation peu rentable. Ainsi, seulement 240 millions de m³ sont potentiellement utilisables en irrigation en raison de la localisation des points de rejet (HARTANI, 2004).

Un programme de réalisation et de modernisation d'ouvrages de traitement destinés à la réutilisation des eaux usées en irrigation est actuellement mis en œuvre (MRE, 2003). Le ratio entre la réutilisation des eaux usées et l'affectation des ressources permet d'estimer la contribution de la réutilisation des eaux usées en irrigation. Cette contribution est de 13,37 % dans le cas de la région hydrographique Chelif Zahrez, de 21,4 % dans la région hydrographique Constantine-Seybousse-Mellegue, et de 34,92 % dans la région hydrographique Oranie Chott Chergui. Cette dernière est nettement déficitaire en pluviométrie par rapport aux autres régions du Nord algérien (400mm/an environ). La composante réutilisation des eaux usées en irrigation

devient même prépondérante avec un ratio de 45%, voire 100% dans le cas du périmètre de Mléta dans la région de l'Oranie de l'Ouest algérien (HARTANI, 2004).

I.8.3. Les modes de réutilisation des eaux usées

La réutilisation des eaux usées (figure 2) est répandue dans le monde entier avec plusieurs types de valorisations. Il existe des milliers de projets de réutilisation des eaux usées (BOXIO *et al*, 2008). On peut distinguer cinq catégories de réutilisation:

- Réutilisation pour l'irrigation : cultures fourragères ou maraîchères, céréales, prairies, ...
- Réutilisation industrielle : circuit de refroidissement, construction, papeteries, textiles,
- Réutilisation en zone urbaine: lutte contre l'incendie, lavage de voirie, recyclage des eaux usées d'un immeuble, arrosage de parcs, golfs, cimetières, etc...
- La production d'eau potable.
- La recharge de la nappe phréatique (DEGREMONT, 2005).

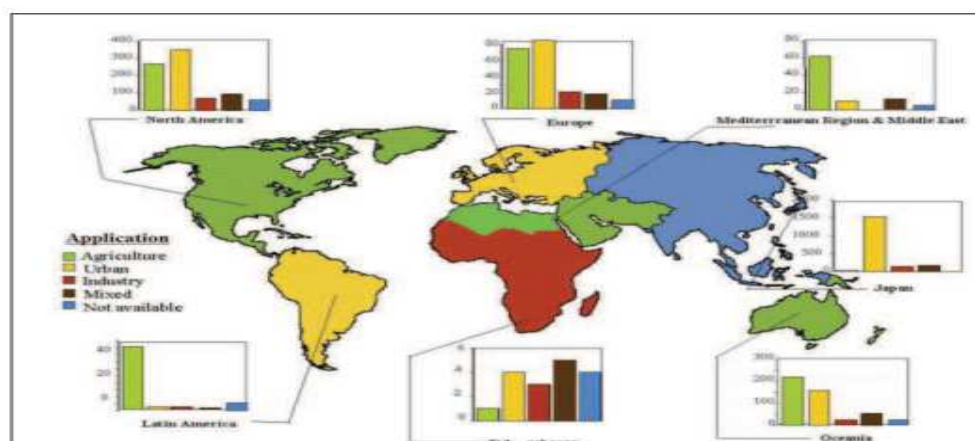


Figure N°02: Aspects de réutilisation des eaux usées dans les différentes régions du monde (BOXIO *et al*, 2005).

I.8.3.1. Réutilisation agricole

La réutilisation agricole des eaux épurées comme moyen d'économiser la ressource a donc été une des premières voies de développement des projets de réutilisation des eaux usées épurées (REUE) (BAUMONT *et al*, 2005). La réutilisation pour l'irrigation est essentiellement présente dans les pays réputés agricoles mais dont les ressources hydriques sont faibles, comme le bassin méditerranéen et le Sud des Etats Unis. Les plus grands projets de réutilisation ont été développés dans les régions de l'Ouest et de l'Est des Etats Unis, l'espace méditerranéen, l'Australie, l'Afrique du Sud et dans les zones semi-arides de l'Amérique du Sud et de l'Asie du Sud (LAZAROVA, 1998).

I.8.3.1.1. Les risques liés à la réutilisation agricole

D'après (CAUCHI, 1996), les populations humaines exposées à une pathologie, associée de manière certaine à une utilisation agricole d'effluents bruts ou traités sont de quatre ordres :

- Les consommateurs de légumes crus : le risque est statistiquement plus élevé pour les helminthes (par rapport à la population générale), par contre il ne l'est pas pour le risque bactériologique.
- Les consommateurs de viande bovine insuffisamment cuite : la contamination par le ver solitaire (*Tænia*) est possible car les bovins sont des hôtes intermédiaires de cet helminthe.
- Les travailleurs agricoles : le risque est plus élevé pour les helminthes. En laboratoire, il a été mis en évidence que l'exposition aux entérovirus est plus élevée, même si sur le terrain il n'y a pas eu d'augmentation de cas cliniques. Des études listées par (DEVAUX, 1999) montrent que les travailleurs agricoles sont légèrement plus exposés que la population normale ou que les personnels de station d'épuration et les égoutiers. Les nouveaux travailleurs sont plus sensibles que les anciens : il semble y avoir une adaptation immunitaire aux bactéries et aux virus (CLARK *et al*, 1981).
- Les populations avoisinantes, surtout dans le cas d'irrigation par aspersion qui forme des aérosols.
- Le risque est légèrement plus élevé pour les helminthes et *Shigella* (CAUCHI, 1996).

I.8. 3.2. Réutilisation industrielle

La réutilisation industrielle des eaux usées et le recyclage interne sont désormais une réalité technique et économique. Pour certains pays, l'eau recyclée fournit 85 % des besoins globaux en eau pour l'industrie (OMS, 1989). D'après (ASANO, 1998), un des premiers cas dans le monde est une papeterie du Japon qui est fournie en eaux épurées depuis 1951.

La REUE industrielle peut donc être intéressante dans le secteur de l'énergie, dans les circuits de refroidissement fermés ou ouverts. Les autres applications possibles concernent les laveries industrielles, les stations de lavage de voiture, l'industrie du papier, la production d'acier, de textiles, les industries d'électroniques et de semi-conducteurs, etc. (ASANO, 1998).

I.8.3.2.1. Les risques liés à la réutilisation industrielle

La qualité requise est spécifique à chaque industrie parce que sa composition chimique peut avoir des répercussions sur les processus industriels. Les préoccupations concernent principalement les phénomènes d'entartrage, de corrosion, de développement de bactéries, d'encrassement, de formation de mousse, et d'inhalation d'aérosols par les travailleurs. Il n'y a pas de problème sanitaire spécifique à l'industrie et on retrouve les mêmes contaminants que pour les autres usages (**ASANO, 1998**).

I.8.3.3. Réutilisation en zone urbaine

Les pays à la pointe de la REUE en milieu urbain sont en majorité des pays développés et fortement urbanisés : Etats-Unis, Japon, Corée du Sud, Allemagne. Les utilisations possibles d'eaux épurées en zone urbaine sont extrêmement nombreuses, et il en existe de multiples exemples à travers le monde. Ces projets concernent :

- L'arrosage de parcs, de terrains de sport, de terrains de golf, d'aires de jeux.
- Les bassins d'agrément, piscines, bassins pour la pêche et la navigation de plaisance.
- Les eaux des sanitaires d'un immeuble ou d'un groupe d'immeubles.
- Le lavage de voiries, réservoirs anti-incendie, etc....

La REUE en zone urbaine nécessite un réseau double qui permet de distribuer séparément les eaux épurées et l'eau potable. Les premiers systèmes de ce genre ont été développés aux États-Unis, le premier a été construit à Grand Canyon Village (Arizona) en 1926, pour fournir aux habitants de l'eau épurée pour l'arrosage et de l'eau potable (**ECOSSE, 2001**).

CHAPITRE II:

Traitement des eaux usées

Chapitre II : Traitement des eaux usées

II.1.Introduction

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. On a donc tout d'abord commencé à la traiter pour des raisons sanitaires

Nous verrons tout d'abord la diversité des modes de traitements des eaux usées, des traitements les plus basiques aux plus innovants. Puis nous étudierons les contextes socio-politiques et les régulations qui pèsent sur le traitement des eaux usées. (MOULIN, *et al* 2013).

II.2. Les déversements des eaux usées dans le milieu naturel

Le rejet direct des eaux usées dans le milieu naturel perturbe l'équilibre aquatique en transformant les rivières en égouts à ciel ouvert. Cette pollution peut aller jusqu'à la disparition de toute vie. Il faut retirer des eaux usées un maximum de déchets, avant de les rejeter dans l'environnement, pour que leur incidence sur la qualité de l'eau, en tant que milieu naturel aquatique, soit la plus faible possible (CHELLE *et al.* 2005). Quand les eaux usées ou les eaux résiduaires industrielles ne sont pas épurées avant le rejet dans le milieu naturel, l'altération de ce dernier et les déséquilibres qui s'y produisent ont non seulement des effets immédiats sur les utilisations de l'eau, mais aussi des effets à long terme, parfois irréversibles dans le domaine de la vie humaine (VAILLANT, 1974).

II.3. Les stations d'épuration (STEP)

Une STEP, est une usine de traitement des eaux usée destinée à rendre propre à être rejetée sans inconvénient dans le milieu naturel.

Station du traitement des eaux usées des usages raccordé au réseau d'assainissement, la station rejette une eau épurée dans le milieu naturel qui doit être conforme aux valeurs limites définies par arrêté préfectoral. Les résidus de traitement sont récupérés sous forme de boue.

Les caractéristiques d'une station d'épuration et le degré de traitement doivent être tels que l'effluent n'altère pas l'état du milieu récepteur dans une mesure incompatible avec les exigences de l'hygiène et de la salubrité publique et d'une façon générale, avec les exigences des diverses utilisations ou activités (alimentation en eau des hommes et des animaux, utilisation agricole ou industrielles, production piscicole ou production de coquillages, navigation, baignades et autres activités sportives) (HAMSA ,2006).

II.4.L'objectif de la station d'épuration

L'objectif de la station d'épuration n'est pas de rendre l'eau potable mais acceptable par la nature. Les eaux sales provenant des égouts sont tout d'abord filtrées pour éliminer les débris. En les laissant ensuite reposer, on peut facilement récupérer les graisses qui flottent et les particules solides qui coulent. Il ne reste qu'à introduire des bactéries dans les bassins. Elles vont se nourrir des derniers déchets avant de couler. L'eau, enfin propre, peut retourner à la nature.

L'objectif ciblé et requis en sortie de station doit être conforme aux caractéristiques de l'effluent final après chloration, qui sont : **(COMSA, 2012)**.

$$\begin{array}{ll} \text{DBO5} \leq 20 \text{ mg/L} & \text{N-Total} \leq 15 \text{ mg/L} \\ \text{N-NH}_4 \leq 5 \text{ mg/L} & \text{N-NO}_3 \leq 10 \text{ mg/L} \end{array}$$

II.5.Rôle des stations d'épuration

Ce Rôle peut être résumé dans les points suivants :

- Traiter les eaux.
- Protéger l'environnement.
- Protéger la santé publique.
- Valoriser éventuellement les eaux épurées et les boues issues du traitement

(BANZAOUIN et al, 2009).

II.6.Traitement des eaux usées : diversité, coût et rendements

II.6.1.Traitements physico-chimiques

II.6.1.1.traitements primaires

Nous traiterons ici à la fois des prétraitements et des traitements primaires au sens strict. Les prétraitements sont une phase d'épuration grossière. On élimine tous les éléments solides volumineux et grossiers (sables, corps gras) qui pourraient d'ailleurs endommager les installations par la suite. Notons qu'on retire alors environ 35% des éléments polluants. **(BONTAUX ,1994)**. Tout d'abord on réalise:

II.6.1.1.1. Dégrillage

Le dégrillage et le tamisage permettent de retirer de l'eau les déchets insolubles tels que les branches, les plastiques, serviettes hygiéniques, etc. En effet, ces déchets ne pouvant pas être

éliminés par un traitement biologique ou physico-chimique, il faut donc les éliminer mécaniquement. Pour ce faire, l'eau usée passe à travers une ou plusieurs grilles dont les mailles sont de plus en plus serrées. Celles-ci sont en général équipées de systèmes automatiques de nettoyage pour éviter leur colmatage, et aussi pour éviter le dysfonctionnement de la pompe (dans les cas où il y aurait un système de pompage). (LEGUBE, 1996).

II.6.1.1.1. Un dégrillage grossier

Espacement entre barreau : 60-100mm ; au dégrillage de grossiers nous réalisons un premier enlèvement des solides qui arrivent à la STEP, il y a installées deux grilles de grossières automatique de type vertical.

II.6.1.1.2. Grilles fines

Espacement entre barreau : 10-25mm. Assuré par une grille mécanique éliminant les matières que la première grille n'a pas pu retenir. (LADJEL, 2006).



Figure №03: une cuillère bivalve (originale).

II.6.1.1.2. Puits de pompages

Après le dégrillage de grossiers de la STEP, nous pouvons trouver le puits de pompages. Dans ce puits nous avons installé sept pompes centrifuges submersibles 6+1. Ces pompes fonctionnent en deux lignes de pompages 01-psc-01/02/03 et 01-psc-04/05/06 et une pompe de réserve 01-psc -07. Le fonctionnement de ces pompes réglé en fonction du niveau d'eau dans le puits.(COMSA,2012).



Figure №04 : puits de pompages(**originale**).

II.6.1.1.3.Dessablage

Le dessablage a pour but d'extraire les graviers, sables et autre particules minérales de diamètres supérieures à 0,2 mm contenus dans les eaux usées, de façon à éviter les dépôts dans les canaux et conduits, à protéger les pompes et autres appareils contre l'abrasion. L'écoulement de l'eau à une vitesse réduite dans un bassin appelé « dessableur » entraîne leur dépôt au fond de l'ouvrage. Ces particules sont ensuite aspirées par une pompe. Les sables extraits peuvent être lavés avant d'être mis en décharge, afin de limiter le pourcentage de matières organiques, sa dégradation provoquant des odeurs et une instabilité mécanique du matériau (**DEGREMENT, 1972**).

II.6.1.1.4.Déshuilage

C'est généralement le principe de la flottation qui est utilisé pour l'élimination des huiles. Son principe est basé sur l'injection de fines bulles d'air dans le bassin de déshuilage, permettant de faire remonter rapidement les graisses en surface (les graisses sont hydrophobes). Leur élimination se fait ensuite par raclage de la surface. Il est important de limiter au maximum la quantité de graisse dans les ouvrages en aval pour éviter par exemple un encrassement des ouvrages, notamment des canalisations (**BONNIN, 1977**).



Figure N°05: pompe à sable et racleur (**originale**).

II.6.2. Traitements biologiques : traitements secondaires

Le traitement biologique des eaux usées est le procédé qui permet la dégradation des polluants grâce à l'action de micro-organismes. Ce processus existe spontanément dans les milieux naturels tels que les eaux superficielles suffisamment aérées. Une multitude d'organismes est associée à cette dégradation selon différents cycles de transformation. Parmi ces organismes, on trouve généralement des bactéries, des algues, des champignons et des protozoaires. Cette microflore, extrêmement riche, peut s'adapter à divers types de polluants qu'elle consomme sous forme de nourriture (substrats). Il est ainsi possible d'utiliser systématiquement cette microflore dans un processus contrôlé pour réaliser l'épuration des eaux résiduaires. **(HATEM ,2006)**.

La dégradation peut se réaliser par voie aérobie (en présence d'oxygène) ou anaérobie (en l'absence d'oxygène).

II.6.2.1. la voie anaérobie

Si les réactions s'effectuent à l'abri de l'air, en milieu réducteur. Le carbone organique, après dégradation, se retrouve sous forme de CO₂, méthane et biomasse. Ce type de traitement appelé « digestion anaérobie » n'est utilisé que pour des effluents très concentrés en pollution carbonées, de type industriel (basserie, sucrerie, conserverie ...). **(DEGREMONT, 1972)**.

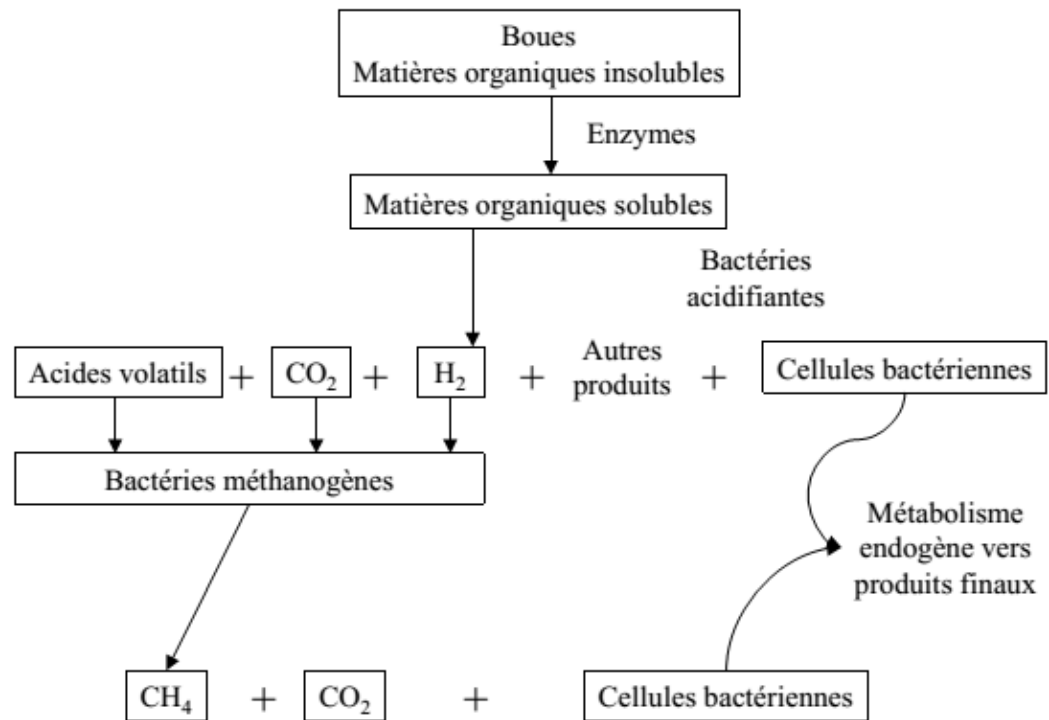


Figure N°06 : Mécanisme de la digestion anaérobie des boues.

II.6.2.2. la voie aérobie

Si l'oxygène est associé aux réactions. Cette voie est celle qui s'instaure spontanément dans les eaux suffisamment aérées. Le carbone organique se retrouve sous forme de CO₂ et de biomasse (DEGREMONT, 1972).

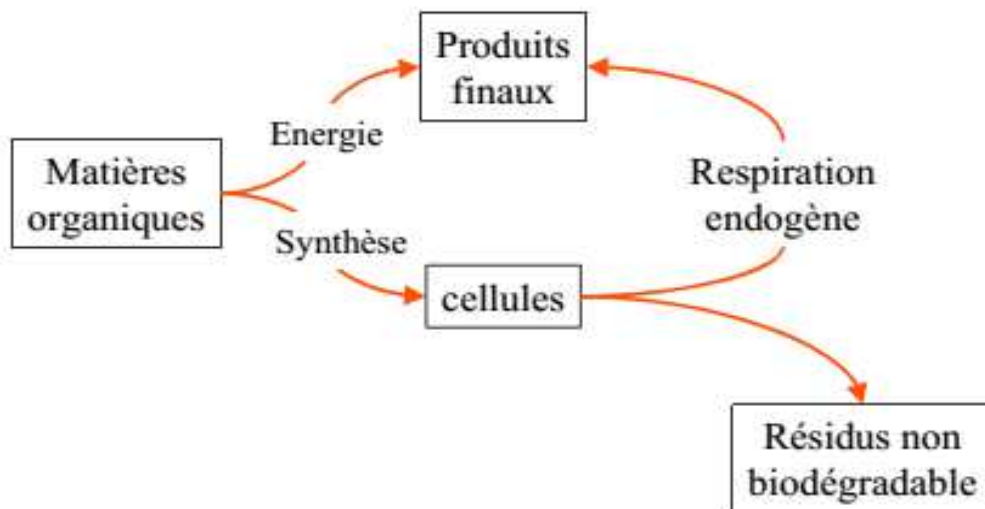


Figure N° 07: Mécanisme de l'oxydation biologique aérobie.

Les traitements aérobies sont les plus répandus, les traitements anaérobies restant réservés, aux cas de pollution fortement concentrée pour laquelle l'apport d'O₂ en quantité suffisante pose un problème. (HATEM, 2008). On en distingue différents types :

II.6.2.2.1. Boues activés

Les traitements réalisés en station d'épuration consistent à dégrader et séparer les polluants de l'eau (particules, substances dissoutes, microorganismes) par des procédés physiques, chimiques et biologiques pour ne restituer au milieu aquatique qu'une eau de qualité suffisante au regard du milieu récepteur. Le résultat de ces opérations est la production de boues qui est le principal sous-produit du cycle de traitement de l'eau. Donc les boues d'épuration urbaines résultent du traitement des eaux usées domestiques qui proviennent de l'activité des particuliers et éventuellement des rejets industriels dans les réseaux des collectivités après avoir suivi un prétraitement obligatoire (CELINE, 2003). Le principe du procédé à boues activées consiste donc à provoquer le développement d'un floc bactérien dans un bassin alimenté en eau usée à traiter (bassin d'activation). Afin d'éviter la décantation des floccs dans ce bassin, un brassage vigoureux est nécessaire. La prolifération des micro-organismes nécessite aussi une oxygénation suffisante. (HATEM, 2008).



Bassin d'aération



Décanteur secondaire

Figure N°08 : Eléments de base d'une station d'épuration par boues activées(**originale**).

- Le bassin d'activation peut être précédé d'un décanteur primaire dans le but d'éliminer les matières décantables et suivi d'un clarificateur pour la séparation de

l'effluent épuré et des boues. Plusieurs configurations de bassins d'aération dans le cas du procédé par boues activées peuvent être mis en œuvre :

- Conventiennel (le plus fréquemment utilisé)
- Contact stabilisation
- Alimentation étagée
- Mélange intégral (complet). (HATEM, 2008).

II.6.2.2.3. Bassin d'aération

Les bassins d'aérations sont par définition les réacteurs biologiques dans les quels s'effectue la transformation de la matière organique par les microorganismes aérobie. (STEP TISSEMSILT le 22-03-2012).



Figure N°09: Agitateur (originale).

Le bassin d'aération constitue le cœur même du procédé dans lequel s'effectue le métabolisme bactérien à l'origine de l'épuration.

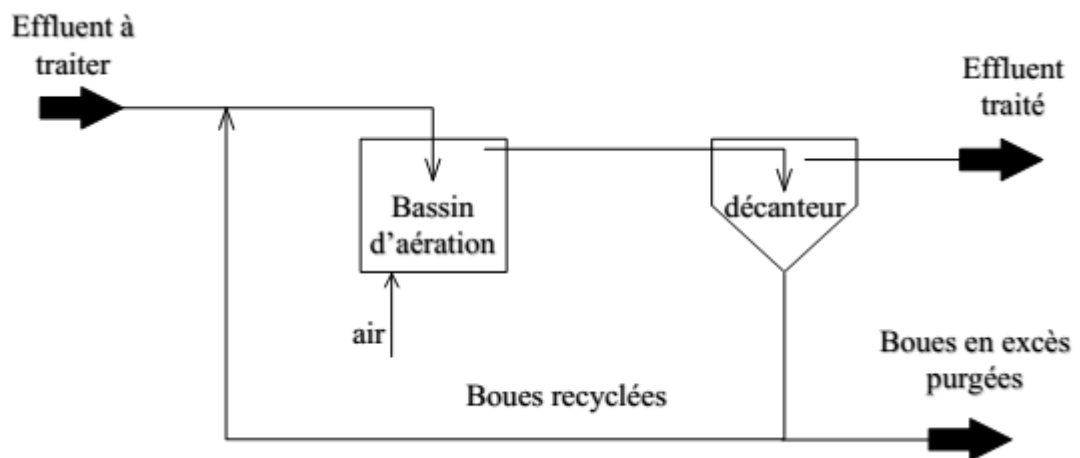


Figure N° 10 : Schéma de base du procédé de boues activées.

C'est dans ce bassin que la majeure partie des réactions biochimiques de transformation de la pollution carbonée (voire azotée et phosphorée) a lieu. On y maintient généralement 3 à 4g L⁻¹ de biomasse active en état d'aérobiose à une concentration de 2 à 2.5 ppm en oxygène dissout. (HATEM, 2008).

II.6.2.2.4. Les avantages et inconvénients des boues activées

II.6.2.2.4.1. Avantages

- Emprise au sol réduit.
- Grande performance d'élimination de la DBO, la DCO et des MES.

II.6.2.2.4.2. Inconvénients

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

II.6.2.2.5. Lit bactérien

Le principe de fonctionnement d'un lit bactérien consiste à faire ruisseler les eaux usées, préalablement décantées sur une masse de matériaux poreux ou caverneux qui sert de support aux micro-organismes (bactéries) épurateurs. Une aération est pratiquée soit par tirage naturel soit par ventilation forcée. Il s'agit d'apporter l'oxygène nécessaire au maintien des bactéries aérobies en bon état de fonctionnement. Les matières polluantes contenues dans l'eau et l'oxygène de l'air diffusent, à contre-courant, à travers le film biologique jusqu'aux micro-organismes assimilateurs. Le film biologique comporte des bactéries aérobies à la surface et des bactéries anaérobies près du fond. Les sous-produits et le gaz carbonique produits par l'épuration s'évacuent dans les fluides liquides et gazeux. Le rendement maximum de cette technique est de 80 % d'élimination de la DBO₅ (RODART et al, 1989). La hauteur du lit bactérien est de 1 à 3 m pour un garnissage classique et de 6 à 12 m pour des garnissages plastiques. Une aération permanente s'établit de bas en haut (lit plus chaud que l'air ambiant, effet de cheminée). La distribution régulière de l'effluent est réalisée par des éléments fixes (rigoles, rampes fixes) ou mobiles (sprinklers rotatifs). (HATEM, 2008).



Figure N°11: Lit bactérien

II.6.2.2.5. Les avantages et inconvénients du Lit bactérien

II.6.2.2.5.1. Avantages du Lit bactérien

- Occupation au sol relativement faible.
- Bonnes performances en terme de réduction de la DBO, de la DCO et des MES.
- Faible consommation en énergie.

II.6.2.2.5.2. Inconvénients du Lit bactérien

Les inconvénients majeurs des lits bactériens sont les suivants :

- Tendance au colmatage, surtout avec les supports traditionnels.
- Variation des rendements d'épuration, par une création de zones mortes et de chemins préférentiels.
- Très sensible au gel, car il faut que le haut et le bas du lit soient bien ouverts afin de permettre une aération naturelle suffisante. (**HATEM, 2008**).

II.6.2.2.6. Le lagunage

II.6.2.2.6.1. Définition

Est une technique biologique d'épuration des eaux usées, où le traitement est assuré par une combinaison de procédés aérobies et anaérobies, impliquant un large éventail de micro-organismes (essentiellement des algues et des bactéries). Les mécanismes épuratoires et les micro-organismes qui y participent sont, fondamentalement, les mêmes que ceux responsables du phénomène d'autoépuration des lacs et des rivières (**PEARSON, 2005**).

Le principe général consiste à recréer, dans des bassins, des chaînes alimentaires aquatiques le rayonnement solaire est la source d'énergie qui permet la production de matières

vivantes par les chaînes trophiques. Les substances nutritives sont apportées par l'effluent alors que les végétaux sont les producteurs du système en matière consommables et en oxygène. (HATEM ,2008).

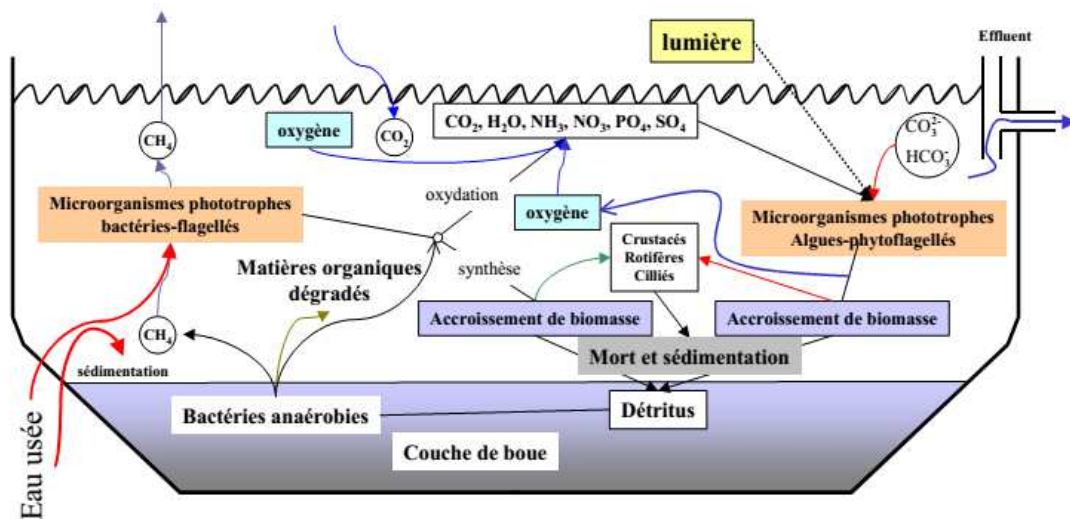


Figure.N° 12: Cycles Biologiques d'une lagune.

II.6.2.2.6.2.Principe de fonctionnement :

Le lagunage se présente comme une succession de bassins (minimum 2 et généralement 3) peu profonds (le plus souvent rectangulaires) dits lagunes. La surface et la profondeur de ces lagunes influencent le type de traitement (aérobie ou anaérobie) et confèrent un rôle particulier à chacune d'entre-elles. L'épuration par lagunage consiste à faire passer des effluents d'eau usée par écoulement gravitaire de lagune en lagune où la pollution est dégradée par (VALIRON, 1983) :

- L'activité bactérienne.
- L'activité photosynthétique et l'assimilation des substances minérales.
- Le pouvoir germicide de la lumière et de certaines algues.

Les matières en suspension de l'eau brute décantent dans le bassin de tête. Les bactéries assimilent la pollution dissoute, et l'oxygène nécessaire à cette dépollution, est assuré par l'action chlorophyllienne de végétaux qui participent aussi à la synthèse directe de la matière organique :

- Les microphytes ou algues microscopiques ; ce sont essentiellement des algues vertes ou bleues difficilement séparables

- Les macrophytes ou végétaux macroscopiques, qui comprennent des formes libres (ex. lentilles d'eau) ou fixées (ex. roseaux). Les jacinthes d'eau peuvent s'enraciner ou non. Les végétaux supérieurs jouent un rôle de support et doivent normalement permettre d'augmenter la quantité de bactéries et d'algues épuratrices ce qui autorise l'étagement des phénomènes épuratoires (DEGREMONT, 1989). Le processus épuratoire qui s'établit dans une lagune est particulièrement intéressant, car c'est un phénomène vivant, un cycle naturel qui se déroule continuellement.

II.6.2.2.6.3. Les différents types de lagunage

II.6.2.2.6.3.1. Le lagunage naturel

Les eaux usées sont stockées dans des plans d'eau peu profonds : les lagunes. L'activité microbienne se fait naturellement : échange avec l'atmosphère, photosynthèse. . . Des aérateurs peuvent être utilisés pour brasser l'air et optimiser l'activité des bactéries. Ces processus induisent la formation de boues de lagunage au fond des bassins qui sont récupérées (ADEME, 2013).

Le lagunage naturel: est un procédé d'épuration naturelle qui a pour principe d'utiliser la lumière, les algues et les bactéries comme agent épurateur des eaux polluées stockées dans des bassins artificiels pendant plus de 60 jours.

Les algues, grâce au phénomène de photosynthèse, apporte l'oxygène nécessaire à l'épuration par les bactéries. C'est la raison pour laquelle les bassins sont peu profonds (1,20 mètres). Le procédé permet d'éliminer les polluants, mais avec un rendement plus faible que les deux autres procédés (70 à 80 % au lieu de 90 %). Il favorise par contre le bon abattement de la pollution bactérienne. Ce procédé demande beaucoup de surface : une station de 1000 habitants par exemple demande plus d'1 hectare de lagune.

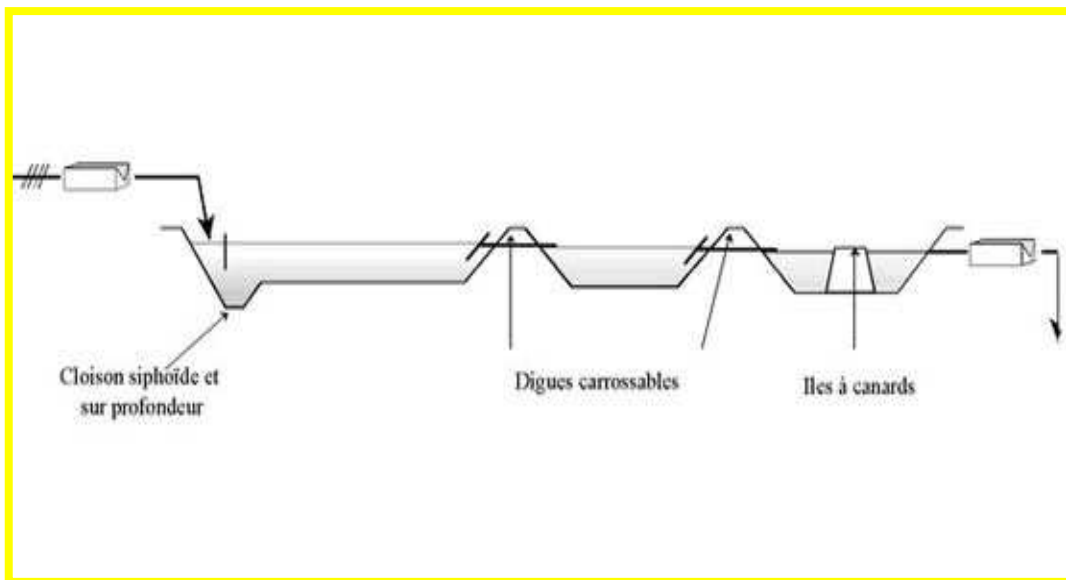


Figure N°13: Schéma du lagunage naturel.

Le lagunage naturel peut être utilisé, en traitement complet des effluents ou en traitement tertiaire, pour affiner la qualité de l'eau traitée par une boue activée (ex. la désinfection) (DEGREMONT, 1978).

II.6.2.2.6.3.2. Le lagunage aéré:

En fournissant l'oxygène par un moyen mécanique, on réduit les volumes nécessaires et on peut accroître la profondeur de la lagune. La concentration en bactéries est plus importante qu'en lagunage naturel. Le temps de séjour est de l'ordre de 1 semaine et la profondeur de 1 à 4 m. Le rendement peut être 80 % et il n'y a pas de recyclage de boues. L'homogénéisation doit être satisfaisante pour éviter les dépôts.



Bord d'une lagune aérée

aérateurs de surface amarrés

Figure N°14 : Lagunes aérées.

Certains rejets industriels sont traités par ce procédé qui reste valable pour les produits organiques très lentement biodégradables. Ces rejets sont caractérisés par de faibles teneurs en MS et avec des DBO_5 dans la gamme 300 - 1500 ppm (Conserverie, Industrie Chimique (Phénols)). Le brassage est effectué par des turbines fixées sur des flotteurs amarrés au centre du bassin. (HATEM,2008).

II.6.2.2.6.3.3. Le lagunage anaérobie

Il n'est applicable que sur des effluents très concentrés et, le plus souvent comme pré-traitement avant un étage aérobie. La couverture de ces lagunes et le traitement des gaz produits sont nécessaires vu les risques de nuisances élevés (odeurs).

**Figure N°15:** Lagune anaérobie.

Les temps de séjour sont souvent supérieurs à 50 jours. Les charges organiques appliquées sont de l'ordre de 0.015-3 -1 kg m j DBO. Une profondeur importante (5 à 6 m) est en principe un élément favorable au processus.

Dans la réalité, la classification aéro-anaérobie des lagunes n'est pas superflue, car dans les zones amont ou profondes des lagunes aérobies, on observe souvent un fort déficit en oxygène. Un curage des bassins tous les 10 ans est nécessaire du fait de la production des boues. **(HATEM,2008).**

II.6.2.2.6.4.Avantages et inconvénients du lagunage naturel

II.6.2.2.6.4.1. Avantages

Le lagunage naturel présente de nombreux avantages par rapport aux procédés classiques

- Excellente élimination de la pollution microbiologique.
- Faibles coûts d'investissement et de fonctionnement.
- Raccordement électrique inutile.
- Très bonne intégration paysagère.
- Valorisation aquacole et agricole de la biomasse planctonique produite et des effluents épurés.
- Boues peu fermentescibles.
- Bonne élimination de l'azote (70 %) et du phosphore (60 %). **(HATEM,2008).**

II.6.2.2.6.4.2.Inconvénients

A l'inverse, le lagunage naturel présente les inconvénients suivants :

- Variation saisonnière de la qualité de l'eau en sortie.
- En cas de mauvais fonctionnement, risque d'odeurs, de moustiques, de rongeurs.
- Emprise au sol importante.
- Difficultés d'extraction des boues.
- Pas de réglage possible en exploitation.
- Sensibilité aux effluents septiques et concentrés. **(HATEM, 2008).**

II.6.2.2.6.5.Influence des conditions climatiques sur les performances du lagunage

Le microclimat est le climat local auquel sont soumises les lagunes, il résulte de l'action de plusieurs facteurs qui jouent un rôle important dans l'implantation du lagunage naturel ; ce sont principalement :

- La durée du jour et l'intensité de l'ensoleillement.
- La température.
- Le régime des vents dominants dans la région et leur orientation.
- L'évaporation.
- La pluviométrie. (**HATEM, 2008**).

II.7.Traitement tertiaire

A l'issue des procédés décrits précédemment, les eaux sont normalement rejetées dans le milieu naturel. Dans le cadre d'une réutilisation des eaux usées épurées (REUE), les eaux usées nécessitent des traitements supplémentaires, essentiellement pour éliminer les microorganismes qui pourraient poser des problèmes sanitaires. Ce ne sont pas des traitements d'épuration « classiques » (mis à part le lagunage) ; par contre ils sont fréquemment utilisés dans les usines de production d'eau potable (**EDLINE, 1996**).

CHAPITRE III:

Matériel et

Méthodes

III.1. Introduction

La wilaya de TISSEMSILT présente une grande partie montagneux a une vocation Agricole est dominée par l’arboriculture méditerranéenne. La céréaliculture et l’élevage rustique constituent des appoints non négligeables pour les montagnards de l’Ouarsenis.

La population totale de la wilaya est de 294 476 habitants, soit une densité moyenne de 93 habitants par Km² (Ministère d’agriculture et développement rural et de la pêche).

Notre rapport de stage a pour but d’évaluer la qualité des eaux usées d’une STEP TISSEMSILT et lagunage d’AMMARI et efficacité des paramètres physique chimique on va commencer cette travaille dans période (01/04/2019_20/05/2019).

III.2. Caractéristiques générales de la wilaya de TISSEMSILT

III.2.1. Situation géographique

La wilaya de TISSEMSILT est située au Nord Ouest de l’Algérie ; à 250 Km de la capitale Alger. Elle couvre sur une superficie de 3 151,37 km² et s’étend au nord autour de l’imposant massif de l’Ouarsenis sur plus de la moitié nord de son territoire (60%).

Elle est limitée par :

- Au Nord, par les Wilaya d’AIN DEFLA et CHLEF.
- A l’Est, par la wilaya de MEDEA.
- A l’Ouest, par la wilaya de RELIZANA.
- Au sud –ouest, par la wilaya de TIARET. (Direction des Ressources en Eau de la Wilaya de TISSEMSILT).



Figure №16: Carte situation géographique de la Wilaya de TISSEMSILT Source : Plan d’Aménagement du Territoire de la Wilaya de TISSEMSILT.

III.2.3. Climat

Le climat est de type continental, la moyenne annuelle des températures est de 18°. Le degré hygrométrique de l'air accuse une variation diurne de 15 à 20 %, ainsi qu'une variation annuelle sur la moyenne qui va de 60 % en été à 80 %. En hiver les pluviométries moyennes annuelles croissent avec l'altitude de 300 à 600 mm. Il pleut de 60 à 90 jours par an, surtout d'octobre à mars.

De fortes précipitations sur les versants sud de l'OUERSENIS où se situent les bassins versants des Oued DEURDEUR, ZEDDINE et FODDA, représentent une moyenne de 541 mm observée à la station de THENIET EL HAD et 472 à BORDJ BOUNAMA. La moitié sud de la Wilaya est faiblement arrosée, avec des totaux moyens annuels compris entre 300 et 400 mm. **(Ministère d'agriculture et développement rural et de la pêche ; 2019).**

III.2.3.1. Evapotranspiration

L'évapotranspiration est comprise entre 1200 et 1400 mm, avec un maximum de 1410 mm à KHEMISTI, et un minimum de 1259 mm enregistré à THENIET EL HAD. **(Ministère d'agriculture et développement rural et de la pêche ; 2019).**

III.2.4. Le relief

Le territoire de la wilaya est constitué des zones montagneuses qui représentent 65 % de sa surface globale, le reste est occupé par les hauts plateaux 25% et dans une moindre mesure les steppes 10%.

La wilaya abrite le Parc national de THENIET EL-HAAD, connu par sa forêt de cèdres, le domaine forestier couvre 20 % du territoire de la wilaya. **(Direction général des forêts ;2019).**

III.2.5. Hydrographie

Conséquence d'un relief montagneux et très accidenté, un réseau hydrographique chevelu couvre la wilaya de TISSEMSILT. On y dénombre neuf bassins versants principaux avec cette particularité, qu'aucun d'eux n'est inclus intégralement sur son territoire et chacun s'étend à une des wilayas environnantes. **(Direction des Ressources en Eau de la Wilaya de TISSEMSILT ; 2019).**

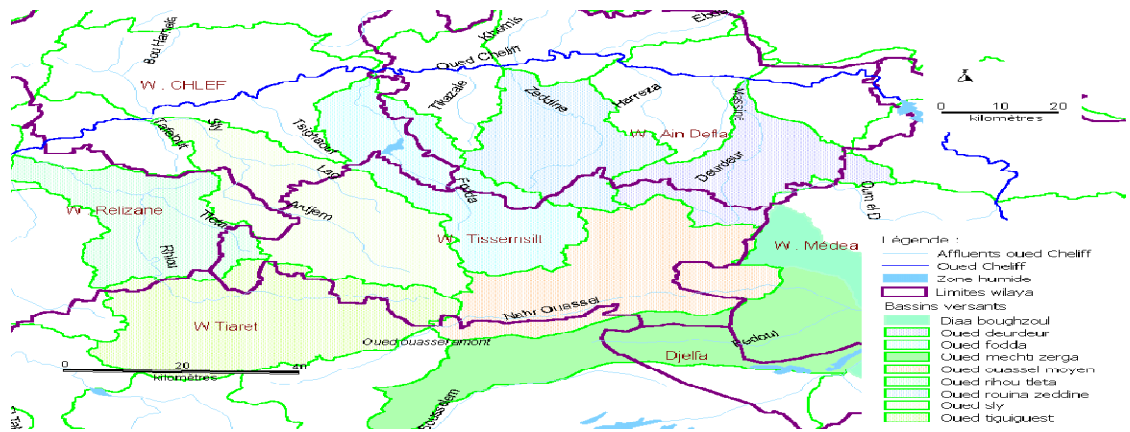


Figure №17 : Carte réseau hydrographique de la wilaya de TISSEMSILT.

III.3. Les ressources en eau de la wilaya de TISSEMSILT

III.3.1. Les Ressources en eau souterraines

Le volume d'eau exploité est évalué à $18,30 \text{ Hm}^3/\text{an}$ dont: $10 \text{ Hm}^3/\text{an}$ est affecté à l'agriculture et $8,30 \text{ Hm}^3/\text{an}$ pour l'AEP de la wilaya à partir de 29 forages, 141 puits et sources. La moitié de ce volume exploité ($04,30 \text{ Hm}^3/\text{an}$ proviennent de la nappe du SERSOU, wilaya de TIARET). (**Direction des Ressources en Eau de la Wilaya de TISSEMSILT,2019**).

III.3.2. Les Ressources en eau superficielles :

Le volume mobilisé des cinq barrages et des sept retenues collinaires dont la wilaya dispose est de $95,29 \text{ Hm}^3$.

Le volume destiné à l'alimentation en eau potable est de $24 \text{ Hm}^3/\text{an}$ répartis comme suit : $16 \text{ Hm}^3/\text{an}$ à partir du barrage de KODIET ROSFA ; $1,5 \text{ Hm}^3/\text{an}$ à partir du BARRAGEBOUZEGZA et $6,5 \text{ Hm}^3/\text{an}$ à partir du barrage DEURDEUR.

- Le volume actuellement exploité pour l'alimentation en eau potable est $13,5 \text{ Hm}^3/\text{an}$.
- Le volume destiné à l'irrigation est de $18,05 \text{ Hm}^3$ dont seulement $0,33 \text{ Hm}^3/\text{an}$ est exploité actuellement.
- Le volume exploitable des ressources en eau superficielles peut atteindre $34,5 \text{ Hm}^3/\text{an}$, après l'achèvement de la réalisation de 04 retenues collinaires et la mise à niveau de la station de traitement de DEURDEUR. (**Direction des Ressources en Eau de la Wilaya de TISSEMSILT,2019**).

III.4.Présentation de Secteur d'Agriculture dans la wilaya de TISSEMSILT :

La Wilaya de TISSEMSSILT est à vocation agrosylviculture, elle dispose d'une SAU de 145.465 has et d'une superficie irriguée de près 2850 has sur un potentiel en sol irrigable de 15.000 has. (Ministère d'agriculture et développement rural et de la pêche,2019).



Figure №18: Secteur agricole(Originale ;2019).

III.5.STEP TISSEMSILT

III.5.1.Localisation De la Station

La station de traitement et d'épuration (S.T.E.P) de TISSEMSILT La station de traitement des eaux est localisée dans la commune de TISSEMSIL et OUELD BESSEM.



Figure№ 19 : STEP TISSEMSILT(Originale ; 2019).

Cette zone est caractérisée par une activité agricole due à la présence de barrage de BOUGARA (STEP TISSEMSILT).

Wilaya de : TISSEMSILT

Daïra de : TISSEMSILT.

Communes : TISSEMSILT ET OULED BESSEM

Notre zone d'étude située entre $1^{\circ}51.5' 1.49''$ Est et $35^{\circ}37.2' 7.48''$ Nord avec une altitude de 850 m Sur une superficie de 7 Hectare (STEP TISSEMSILT).

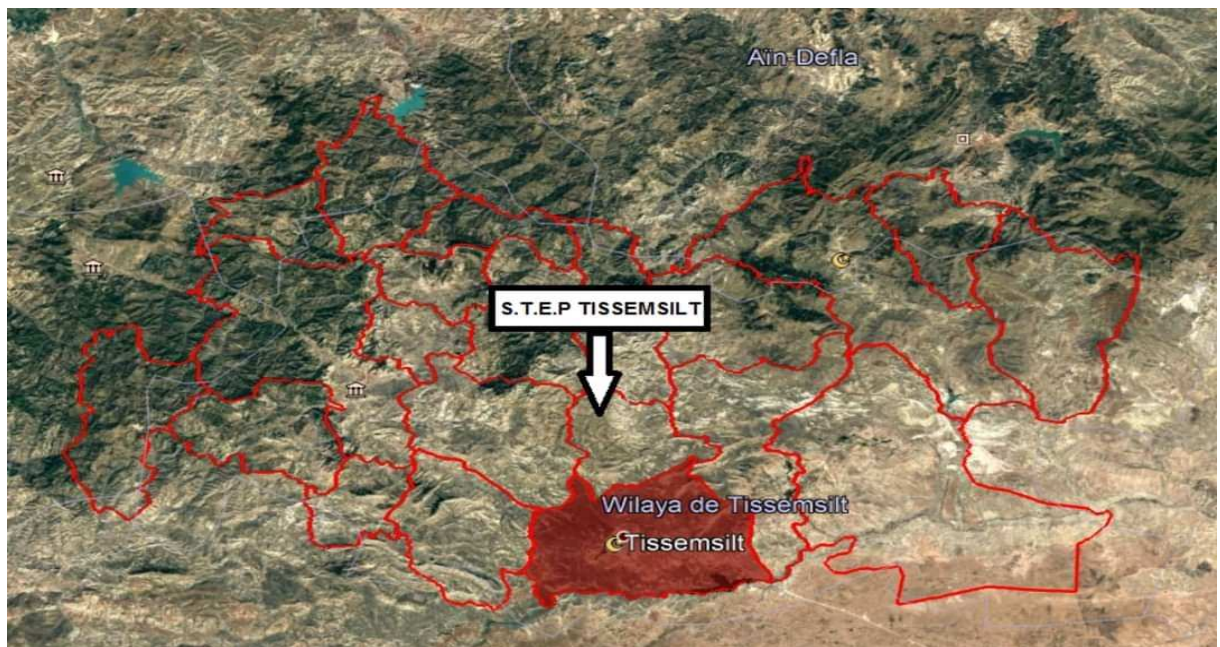


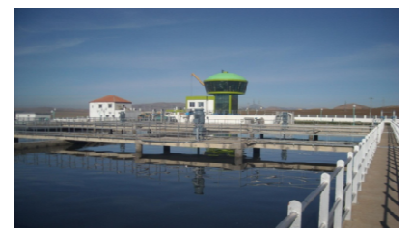
Figure N°20 : Localisation De La S.T.E.P (Google earth).

III.6.Procédé du traitement: Boue activée.

II.6.1.Description des ouvrages de la station :

Station de relevage

- **Prétraitement :** Dégrilleur, Dessabler-déshuileur
- **Traitement biologique :** Bassin biologique.
- **Traitement secondaire :** Décanteur secondaire.
- **Traitement des boues :** Epaisseur - Déshydratation mécanique - lits de séchage.



- **Ouvrages annexes :** Bâtiment d'exploitation-Log gardien-Local poste de transformation d'énergie. (**STEP TISSEMSILT**).

III.6.2. Caractéristiques Technique De L'eau De Rejet A L'entrée De La STEP :

Tableau №04: Caractéristiques Technique De L'eau De Rejet A L'entrée De La STEP.

Paramètres	Unité	Avril 2019	Horizon 2025
Procédé d'Oxydation	PROCEDE PAR BOUE ACTIVEES		
Nombre d'E.H	EQ/H	110 000	150 000
Volume Moyen Journalier des Eaux Usées	M ³ /J	15 840	27 000
Dotation D.B.O.5	Mg/l	54	54
D.B.O.5 Journalière	Kg/j	5940	8100
Dotation M.E.S	mg/l	70	70

III.7. Le prétraitement.

On peut citer par ordre d'apparition des prétraitements :

III.7.1. Le dégrillage : arrêt des déchets volumineux. (**STEP TISSEMSILT**).



Figure№21 : Le dégrillage.

III.7.2. Le tamisage : plus fin que le dégrillage. (**STEP TISSEMSILT**).



Figure N°22: Le tamisage.

III.7.3. Le dessablage : piégeage des sables lourds. (STEP TISSEMSILT).



Figure N°23: Le dessablage (Originale ;2019).

III.7.4. Le dégraissage : piégeage des graisses légères. (STEP TISSEMSILT).

III.8. Le traitement biologique

Le traitement biologique est réalisé dans un ensemble qui comprend un procédé anoxie (sans aération) suivie d'un autre aérobie avec apport d'oxygène grâce à des aérateurs (STEP TISSEMSILT).

III.8.1. réacteur biologique :

- **Nitrification** : La liqueur mixte est maintenue dans un régime turbulent par les douze aérateurs de surface (trois par bassin).
- **Dénitrification** :
Dans cette étape les aérateurs s'arrêtent pour que de produire la réduction des nitrates en l'absence d'oxygène et pour maintenir les solides en suspension nous installons quatre agitateur submersibles (1par bassin). (STEP TISSEMSILT).

III.8.2. bassin d'aération

Les bassins d'aérations sont par définition les réacteurs biologiques dans les quels s'effectue la transformation de la matière organique par les microorganismes aérobie. (**STEP TISSEMSILT**).

III.8.3. La zone oxique

- Quantité nécessaire d'oxygène journalière: 23.959,41 Kg O₂/h.
- Temps de fonctionnement des aérateurs: 24 heures.
- Température de fonctionnement zone aérée: 15°C.
- Ages des boues: 12 jours. (**STEP TISSEMSILT**).



Figure №24: un aérateur, zone oxique (Originale ;2019).

III.9.Décanteur Secondaire :

Dans une STEP le décanteur secondaire est l'ouvrage fondamental qui assure la séparation gravitaire de deux phases liquide solide (l'eau et la boue) rejeté dans le milieu récepteur. (**STEP TISSEMSILT**).



Figure №25: le décanteur (Originale ;2019).

III.10.Le traitement des boues

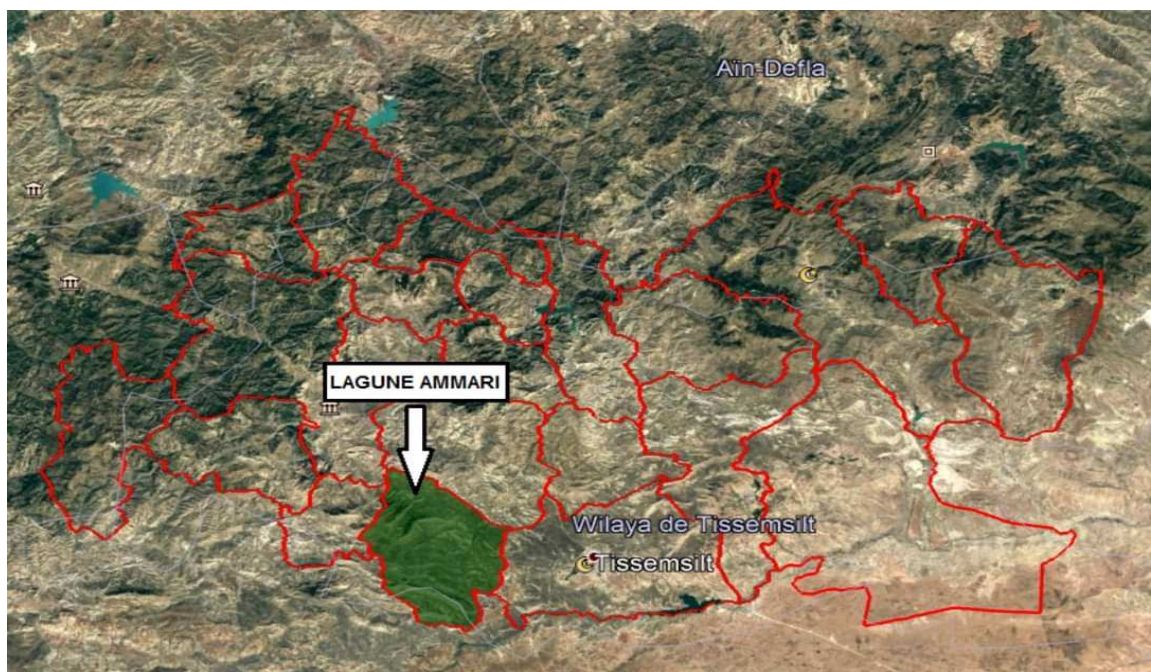
Les boues sont envoyées directement vers l'ouvrage d'épaississement pour un séjour de ne doit pas dépasser 24 heures, puis vers la déshydratation dont le but est de éliminé l'eau à la boue par un procédé mécanique ou naturelle dans des lits sableux de séchage (**STEP TISSEMSILT**).

III.11.Caractéristiques générales de la commune d'AMMARI

III.11.1. Situation géographique

La commune d'AMMARI située à l'ouest du chef lieu de la wilaya de TISSEMSILT à 18 Km, s'étend sur une superficie de 145,57Km². Elle est voisine :

- Au Nord : par SIDI ABED_ LARDJEM.
- Au Sud : par SABEEN_ MAHEDIYA.
- Al' Est : par TISSEMSILT.
- A l'ouest : par MEASEM_SIDI HASSNI. (**Lagunage d'AMMARI**).



Figure№26: Localisation d'AMMARI (Google earth).

III.11.2.Potentialités de la commune

III.11.2.1. Activités industrielles : Aucune Activités industrielles. (Source APC).

III.11.2.2. Activités Agricoles : L'agriculture de la région est portée sur :

- Céréale 90%.
- Maraichage 10%.

La surface agricole utile (SAU) de la commune d'AMMARI est estimée à environ 11911Ha.

La surface agricole totale de la commune est 16941Ha, ces surfaces sont exploitées par EAC-EAP qui se dénombrent comme suite :

- 12 exploitants agricoles collectifs.
- 00 exploitants agricoles individuels (néant).
- 227 exploitants agricoles privés.
- Elevage ovin 20500 têtes. (Source Subdivision agriculture).

III.11.3. Caractéristiques du milieu naturel

La zone d'étude ne recèle pas une richesse floristique importante ,la superficie des forets dégradé de AMMARI est de 7000 ha , l'ensemble sous forme de chêne vert et de pin d'Alep (foret domaniale de Taza) .La faune susceptible d'être présente comprend des espèces sauvages caractéristiques des champs (étourneaux ,moineaux , rats des champs).(Direction générale des forets).

III.12. Lagunes

Le traitement des eaux usées par les procédés de lagunage se caractérise d'abord par sa grande simplicité. Une autre caractéristique importante est son grand pouvoir tampon face aux variations de charges organiques ou hydrauliques, en raison du temps de rétention hydraulique qui est beaucoup plus élevé que dans les autres procédés. (Direction générale des forets).

III.12.1. Consistance physique des travaux: réalisation d'une station de lagunage des eaux usées de la ville de AMMARI.

III.12.2. Caractéristiques techniques de la station d'AMMARI : lagunage naturel. (Lagunage d'AMMARI).



Figure N°27 : station de lagunage des eaux usées de la ville d'AMMARI. (Originale ; 2019).

III.12.3. Dimensionnement de la lagune

III.12.3.1. prétraitement :

- Degrilleur.
- dessableur – deshuileur. (Lagunage d'AMMARI).

III.12.3.2. Traitement biologique :

Tableau N°05 : Les dimensions de lagune AMMARI. (Lagunage d'AMMARI).

	Bassin anaérobie 02 unités	Bassin facultatif 01 unité	Bassin de maturation 01 unité
volume de bassin	2701,64 m ³	29388 m ³	2761,86 m ³
surface totale	675,41 m ²	19592 m ²	2301,55 m ²
longueur x largeur	24,65 m x 13,70 m	248 m x 79 m	31,58 m x 72,88 m
Hauteur	4 m	1,50 m	1,20 m

III.12.4. Impact du projet:

- Réutilisation des eaux épurées pour l'irrigation des terres agricoles: environ 62 Hect.
- La protection du milieu récepteur. (Lagunage d'AMMARI).

III.12.5. Organes constituant le corps de la station de lagunes

III.12.5.1.Déversoir d'orage : A l'aide de seuil de déversement permet de réguler le débit qui rentre dans la station. (**Lagunage d'AMMARI**).

III.12.5.2.Prétraitement



Figure.Nº28 : Etape de Prétraitement. (**Originale ; 2019**).

- **Dégrilleur** : permet de retenir les matières grossiers tel que (les bouteilles en plastiques, les sachets d'emballageetc.)

- **Dessableur** : Les sables seront extraits de l'ouvrage de prétraitement, séparés de leur eau par classificateur, puis stockés dans une benne enlevable. Ils seront acheminés périodiquement vers la décharge publique.

- **Déshuileur** : permet évacué les matières grâce en surface vers l'extérieur. (**Lagunage d'AMMARI**).

III.12.5.3.Traitement secondaire : Est constitué de trois lagunes :

III.12.5.3.1.1^{er} lagune Bassin anaérobique :

Les étangs anaérobies permettent de stabiliser les boues (**DABIGENGESERE, A ,1997**) en plus de traiter l'eau usée. La dégradation des matières organiques est assurée par des bactéries anaérobies où le milieu est pauvre en oxygène dissous. (**GAID, 1984**).



Figure N°29: les deux bassins anaérobiques(Originale ;2019).

III.12.5.3.2.2^{ème} lagune Bassin facultatif : Les étangs facultatif correspondant à des lagunes où il se développe une relation symbiotique entre les divers microorganismes aquatiques en particulier les algues et les bactéries hétérotrophes (NDABIGENGESERE, A 1997), les matières dissoutes et colloïdales sont oxydées par des bactéries aérobies ou facultatives utilisant O_2 provenant de l'absorption naturelle et O_2 produit par les algues qui se développent dans la couche superficielle (NDABIGENGESERE A ,1997). Le gaz carbonique résultant de l'oxydation des matières organiques sert de source de carbone pour les algues(NDABIGENGESERE A ,1997) .



Figure N°30: le Bassin facultatif (Originale;2019).

III.12.5.3.3.3^{ème} lagune Bassin maturation : La dégradation des matières organiques est réalisée par des bactéries aérobies et des algues en utilisant les facteurs physiques tels que le vent et la lumière. (GAID, 1984).



Figure.Nº31:le Bassin maturation(Originale;2019).

III.13.Les analyses effectués au cour de cette étude

On a vu que dans l'eau, les polluants pourraient être nombreux et variés. Pour déterminer le degré de pollution, on ne peut pas identifier la totalité des composés chimiques Présents. On fait plutôt appel à des paramètres globaux, applicables sur tous les types d'eau selon l'information souhaitée.

- Eaux usées : importance de la pollution.
- Eaux traitées : efficacité de l'épuration.
- Eaux naturelles : qualités et usages possibles. (STEP TISSEMSILT; 2013).

III.13.1.Les Paramètres physico-chimiques

Le cas du laboratoire de la STEP de TISSEMSILT, il existe un manuel du laboratoire avec toutes les méthodes d'analyses.

L'exploitant doit avoir le souci constant d'obtenir en permanence le meilleur rendement de la station dont il a la charge. Il peut s'assurer de son bon fonctionnement par un simple examen de l'effluent a l'entrée et a la sorti, de la qualité de la boue et du comportement des différents ouvrages. (ONA ; 2013).

III.13.1.1.Le débit

C'est le volume d'eau usée rejeté par unité de temps, il est nécessaire d'estimer un débit moyen, ainsi qu'un débit de pointe, ces mesures permettent de fixer un temps de séjour optimum dépendant de la charge et de la dépollution souhaitée.

Le débit à considérer pour le dimensionnement des bassins de lagunage et en général le débit journalier moyen (Q_m exprimé en m^3/j), quant au débit de pointe horaire (Q_p exprimé en m^3/h), il est réservé au dimensionnement des équipements hydrauliques. (**STEP TISSEMSILT ; 2013**).

III.13.2. Analyses à effectuer

Dans une station d'épuration, les mesures à effectuer sont :

- Température.
- PH.
- Conductivité.
- Oxygène dissous.
- DBO₅.
- DCO.
- MES (matières en suspension).
- Azote ammoniacal.
- Azote nitrique (nitrates).
- Azote nitreux (nitrites).
- Phosphates. (PO₄).

Dans la STEP de TISSEMSILT, nous avons un manuel avec toutes les méthodes à utiliser. Ici on va montrer les exemples : (**COMSA ; 2013**).

III.13.2.1. Température

La température est mesurée à l'aide de thermomètres intégrés dans les sondes de PH et d'oxygène. (**STEP TISSEMSILT; 2013**).

III.13.2.2. Le pH

Le pH ou "potentiel hydrogène" est l'indice d'acidité du milieu. Sa valeur, exprimée sans unité, varie de **0** à **14**. (**STEP TISSEMSILT; 2013**).

III.13.2. 3. Conductivité

La mesure de la conductivité se ramène à celle de la résistance d'une colonne d'eau. A cet effet on utilise un conductivimètre qui n'est en fait qu'un résistivimètre un peu particulier. La conductivité est fonction de la température. Toute mesure de conductivité doit donc se faire à température connue et stabilisée. en général les résultats sont mesurés à 20°C.(**STEP TISSEMSILT; 2013**).

III.13.2.4.Oxygène dissous

Le système de mesure courant pour l'oxygène dissous consiste en un instrument de mesure et d'une sonde polarographique.(**STEP TISSEMSILT; 2013**).

Protocole expérimentale

- L'analyse s'effectue sur un prélèvement d'eau dont le volume doit être suffisant pour plonger la sonde de conductivité.
- L'étalonnage étant réalisé et l'appareil ayant acquis son régime de marche;
- Allumer l'instrument en poussant le bouton ON/Off. lorsque l'afficheur indique zéro, l'instrument est prêt pour la mesure de l'oxygène dissous (**ONA; 2013**).

III.13.2.5.La DBO₅

La DBO₅ (demande biochimique en oxygène sur 5 jours) est la mesure de la quantité d'oxygène dissous consommée par les micro-organismes pour dégrader les matières biodégradables, dans des conditions précises : à l'obscurité, à 20°C pendant 5 jours. (**COMSA ; 2013**)

Matériels et réactif

- Equipe DBO système :
- Têtes mesureurs (DBO senseurs).
- Ampoules de mesures marron.
- Agitateurs magnétiques.
- Pince.
- Carcasse de gomme pour les goulots des ampoules.
- Lentilles de NaOH.
- Armoire thermostatique de température constante à 20C°.

-Inhibiteur de la nitrification.

- Récipients et pipettes de plusieurs mesures.
- Eau distillée.
- Tablettes de calibration pour les contrôles des systèmes OXITOP : D(+) glucose $C_6H_{12}O_6$ et acide L-glutamique $C_5H_9NO_4^-$. (COMSA ; 2013)

Protocole expérimentale

- Pour bien profiter de la carcasse de mesure, il faut sélectionner un volume d'échantillon correspondante à la DBO qui on espère obtenir :

Tableau №6: Table de dilutions selon le type d'oxytop.

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

- Nettoyer les ampoules et éclaircir avec de l'eau distillée.
- Eclaircir l'ampoule de mesure marron avec l'eau résiduaire d'échantillon.
- Ajuster une quantité du échantillon homogénéisée.
- Ajuster pour chaque ampoule avec échantillon un agitateur magnétique.
- Pour les échantillons d'effluent (eau dépurée) ajuster un inhibiteur de nitrification selon le rapport suivant : On dissout 200 mg de N-Alyltiourea($C_4H_8N_2S$) en eau, on dilue 200ml et il se mélange. La solution est stable pendant au moins deux semaines l'équivalence de1 goutte/50ml s'ajoutera à la solution.

- Poser sur le goulot de l'ampoule une carcasse de gomme. dans son intérieure , ajuter avec le pince des lentilles de NaOH et remplire le bouchon jusqu'à la limite sans se dépasser.
- Fermer l'ampoule de mesure avec la tête du senseur DBO.
- Colloquer les ampoules dans l'agitateur.
- Introduire l'équipe d'agitation dans l'incubateur avec la température choisie par l'échantillon de DBO (20C°).Connecter le câble du réseau à la prise intérieure de l'incubateur et appuyer sur l'interrupteur de courant interne.(COMSA ; 2013)

III.13.2.6.La DCO

La DCO (demande chimique en oxygène) est la mesure de la quantité d'oxygène apportée par un réactif chimique (oxydant) pour détruire toutes les matières organiques biodégradables et non biodégradables. (COMSA ; 2013)

Matériels et réactif

- Kits mesure DCO exemple : LCK 31 415-150 ppm/LCK11 4150-1000ppm.
- Eaux distillé.
- Digesteur DRB-200.
- Spectrophotomètre DR 3900.
- Gradette Support.
- Pipette graduée 2ml.
- Aspirateur pipette 2ml. (COMSA ; 2013)

Protocole expérimentale

- Sélectionnez le programme de la DCO.
- Préparer les cuves.
 - Mélanger le contenu kit pour avoir une solution homogène.
 - Pipeter 2ml d'échantillon avec précaution.
 - Fermer la cuve et nettoyer l'extérieur de celle-ci.
 - Mélanger.
- Le thermostat chauffe jusqu'à atteindre la température définie : deux signaux sonores indiquent que la température requise est atteinte.

- Placez les cuves dans un bloc de chauffage et refermez le couvercle de protection.

(Cuffer dans le digesteur DCO: 2 h à 148-150 C°)

La durée est automatiquement décomptée jusqu'à 0. La température réelle et le temps restant sont visibles en permanence sur l'affichage.

Trois signaux sonors indiquent la fin du programme de température. Le thermostat refroidit.

- Enlever la cuve chaude et invertir avec prudence 2 fois.
- Laisser refroidir à température ambiante dans le support de cuve.
- Bien nettoyer l'extérieure de la cuve et mesurer avec programme spectrophotomètre. (COMSA ; 2013)

III.13.2.7. Les matières en suspension (MES)

Pour déterminer les matières en suspension, nous avons utilisé la méthode par filtration sur fibre de verre selon **RODIER (2005)**. L'eau est filtrée et le poids de matières retenues par le filtre déterminé par pesée différentielle.

Matériels et réactif

- Creuset de céramique.
- Dessiccateur.
- Balance analytique.
- Pince. (COMSA ; 2013)

Protocole expérimentale

- Colloquer l'échantillon dans le Creuset.
- Peser le creuset dans la balance.
- Placer le creuset dans l'étuve pendant au moins 2 heures.
- Laisser refroidir dans le Dessiccateur et peser. (COMSA ; 2013)

III.13.2.7. Les matières azotées

III.13.2.7.1. Azote Ammoniacal

Mesure spectrométrique du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylates et hypochlorites en présence de nitropruciate de sodium. (COMSA ; 2013)

Matériels et réactif

- Kits mesure nitrate (LCK302 /303).
- Eau distillé (nettoyage ou dissolution).
- Espectro DR 3900.
- Pipette graduée 2 ml.
- Aspirateur pipette 2 ml. (COMSA ; 2013)

Protocole expérimentale

- Enlevez délicatement la feuille de protection du DosiCap Zip détachable.
- Dévissez le DosiCap Zip.
- Pipetter 2ml d'échantillon.
- Vissez immédiatement le DosiCap Zip. dirigeant cannelage vers le haut.
- Secouer énergiquement jusqu'à dissolution du lyophilisat.
- Attendre 15min, mélanger de nouveau, bien nettoyer l'extérieure de la cuve et mesurer.

III.13.2.7.2. Le nitrate (NO_3)

Dans une solution d'acide sulfurique et phosphorique, les ions nitrate réagissent avec le 2.6-diméthylphénol pour donner du 4-nitro-2.6diméthylphénol. (COMSA ; 2013)

Matériels et réactif (NO_3)

- Kits mesure nitrate (LCK339 /340).
- Eau distillé (nettoyage ou dissolution).
- Espectro DR 3900.
- Pipette graduée 2 ml.
- Aspirateur pipette 2 ml. (COMSA ; 2013)

Protocole expérimentale(NO_3)

- Pipetter lentement 1 ml d'échantillon.
- Pipetter lentement 0,2 ml de la solution LCK 339A.
- Fermer la cuve et mélanger la contenu en la retournant plusieurs fois de suite jusqu'à ce que le mélange soit complet.

- Attendre 15 min, bien nettoyer l'extérieure de la cuve et mesurer. (COMSA ;2013)

III.13.2.7.3.Le nitrite (NO₂)

Les nitrites réagissent en solution acide avec les amines primaires et aromatiques pour donner des sels diazonium. (COMSA ; 2013)

Matériels et réactif (NO₂)

- Kits mesure nitrite (LCK341 /342).
- Eau distillé (nettoyage ou dissolution).
- Colorimètre DR 2800.
- Pipette graduée 2 ml.
- Aspirateur pipette 2 ml. (COMSA ; 2013)

Protocole expérimentale(NO₂)

- Enlevez délicatement la feuille de protection du DosiCap Zip détachable.
- Dévissez le DosiCap Zip.
- Pipetter 2ml d'échantillon.
- Vissez immédiatement DosiCap Zip dirigeant le cannelage vers le haut.
- Secouer énergiquement jusqu'à dissolution du lyophilisat.
- Attendre 10min mélanger de nouveau bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer. (COMSA ; 2013)

III.13.2.8.Les matières phosphorées

L'ensemble des formes phosphorées représente le PHOSPHORE TOTAL noté PT, Dans l'eau usée urbaine, le phosphore total provient pour une partie des rejets humains et pour l'autre partie des phosphates contenus dans les lessives. (COMSA ; 2013)

Matériels et réactif

- Kits mesure orto/phosphate total LCK 348.
- Eau distillé (nettoyage ou dissolution).
- Colorimètre DR 3900.
- Pipette graduée 2 ml.

- Aspirateur pipette 2 ml. (COMSA ; 2013)

Protocole expérimentale

- Enlevez délicatement la feuille de protection du DosiCap Zip détachable.
- Dévissez le DosiCap Zip.
- Pipetter 0,5 ml d'échantillon.
- Pipetter dans la cuve une fois refroidie 0,2ml de réactif B(LCK348B). fermer immédiatement le réactif B après emploi.
- Visser DosiCap C (LCK 348 C) gris sur la cuve.
- Mélanger le contenu de la cuve en la retournant plusieurs fois de suite. Attendre 10 min, mélanger de nouveau, bien nettoyer l'extérieure de la cuve et mesurer. (COMSA ; 2013).

CHAPITRE IV

Résultats et

Discussions

IV.1.Introduction

Dans cette partie nous étudierons la qualité de l'eau brute et épurée par la station d'épuration de la ville de TISSEMSILT (eaux usées traitées par boue activée) et lagunage des et la commune AMMARI, pour cela nous avons effectué des analyses de différents paramètres physico-chimique a savoir ; la température, le pH, la conductivité électrique, l'oxygène dissous, les matières en suspension (MES), la demande biochimique en oxygène (DBO₅), la demande chimique en oxygène (DCO), l'azote ammoniacal (NH₄), le nitrate (NO₃), la nitrite (NO₂), et le phosphate (PO₄).

IV.2.Les résultats des paramètres physico-chimiques des eaux usées étudiées

Les résultats de différentes analyses obtenues sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau N°07: Caractéristique physico-chimique des eaux usées étudiées.

Paramètres	Unités	STEP		Lagune		Valeurs maximales (OMS)
		Entrée eau brute	Sortie eau épurée	Entrée eau brute	Sortie eau épurée	
Débit	(m ³ /j)	17653,78	17187,37	413	372	-
Temperature	(°C)	13	13	10	10	<30
MES	(mg/l)	808,4	20	164	30	<30
DBO ₅	(mg/l)	293,33	18,75	80	29	<30
DCO	(mg/l)	548,42	84,08	230	92	<90
O ₂ dissous	(mg/l)	1,1	3,49	7,73	10,03	-
PH	-	7,95	7,49	8,35	8,44	6,5à 8,5
Conductivité électrique	(µS/cm)	3060,52	2668,15	2054	1525	1200
N-NO ₂	(mg/l)	0,29	0,07	0,69	0,376	1
N-NO ₃	(mg/l)	1,51	0,31	9,32	0,7	<1
N-NH ₄	(mg/l)	32,8	7,7	19,2	8,38	<0,5
Phosphates	(mg/l)	27,4	2	11,8	6,25	<2

IV.3. Les diagrammes des paramètres physico-chimiques des eaux usées étudiées

Les résultats figurants dans le tableau (N°07) montrent que la station de STEP reçoit un débit journalier très important des eaux usées par rapport à la station d'AMMARI, ça s'explique par le nombre d'habitants très inégal entre les deux communes.

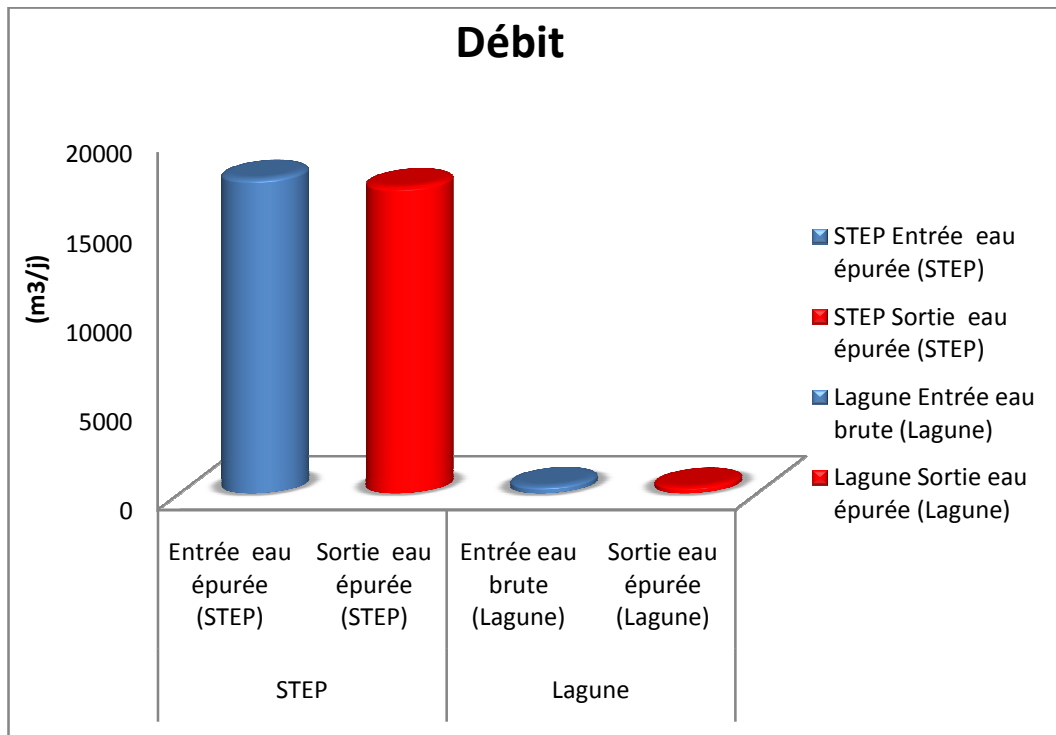


Figure N°32: variation de la teneur de débit à l'entré et à la sortie de STEP TISSEMSILT et lagune d'AMMARI.

Pour les paramètres de pollution de caractère organique qui sont la MES, DCO et DBO₅, on remarque que le traitement de l'eau usée par le procédé boue activée au niveau de la STEP a permis une diminution importante qui s'élève à plus de 97% de la matière en suspension, alors qu'elle est au voisinage de 80% pour la station de AMMARI

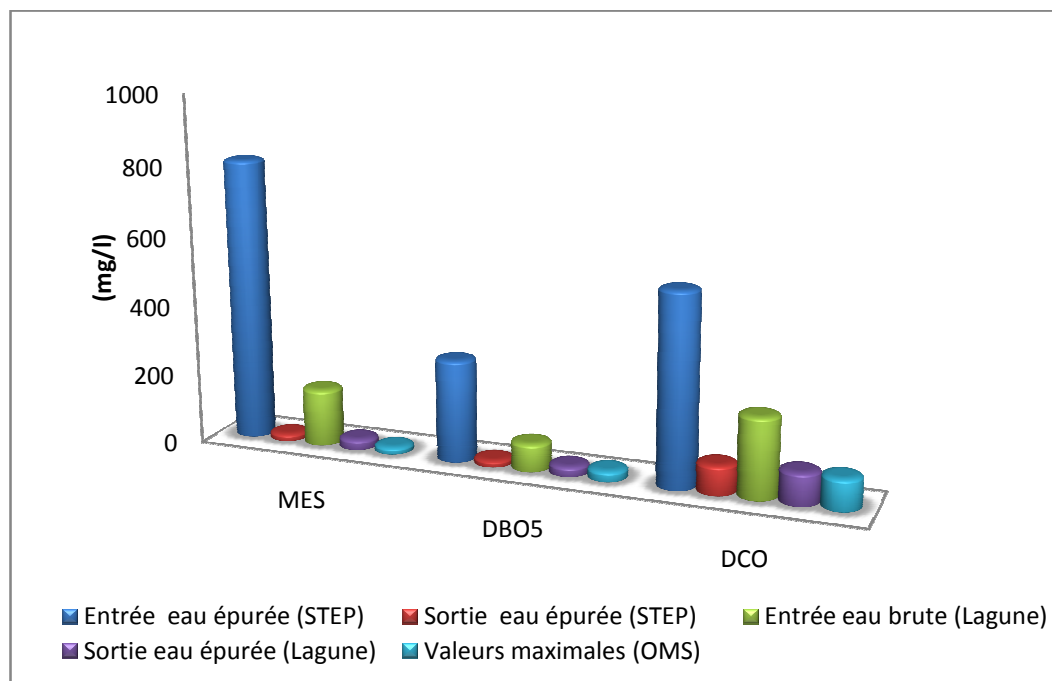


Figure №33: variation de la teneur de (MES, DBO₅, DCO) en (mg/l) à l'entrée et à la sortie de STEP TISSEMSILT et lagune d'AMMARI avec les valeurs maximales(OMS).

Les valeurs de la DBO₅ et la DCO des eaux épurées diminuent d'une manière remarquable dans les deux stations, cette diminution est spectaculaire (plus de 90%) engendré par le procédé de traitement par boue activée par rapport à celles enregistrées au niveau de la station de AMMARI (60%). Cela montre l'efficacité du premier procédé par rapport au second. D'autre part les rejets en matière d'eau épurées des deux stations restent dans les normes fixés par l'OMS.

Pour qui est de l'oxygène, au niveau de la station de AMMARI, on a pu constater que les eaux traitées présentent une richesse étonnante en oxygène; (entre 7,73mg/l pour l'eau brute et 10,3mg/l pour l'eau épurées), cependant l'eau brute de la commune de TISSEMSILT affiche une teneur faible en oxygène (1,1mg/l), qui après traitement s'élève à (3,34mg/l).

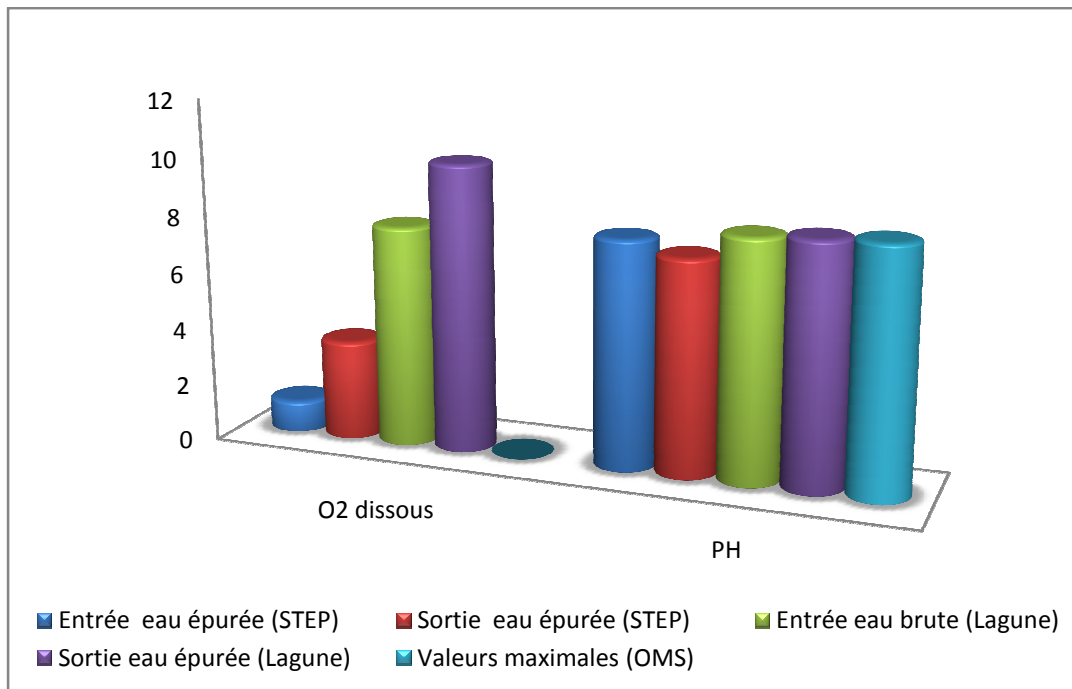


Figure №34: variation de la teneur de (O₂ en mg/l et PH) à l'entré et à la sortie de STEP TISSEMSILT et lagune d'AMMARI avec les valeurs maximales(OMS).

En ce qui concerne le PH, malgré que les valeurs enregistrées dans les différents points de prélèvement d'échantillons restent dans les normes des rejets (5.5 à 8.5), celles de la station d'AMMARI sont à la limite, elles sont plus alcalines que les eaux de la STEP (plus au moins neutre).

Ce qui concerne la conductivité électrique, les échantillons analysés ont montré une charge surprenante en sels minéraux. Malgré que les deux procédés de traitement ont contribué à un abaissement de la CE. Pour les deux stations, les valeurs restent au dessus des normes de rejets de l'OMS.

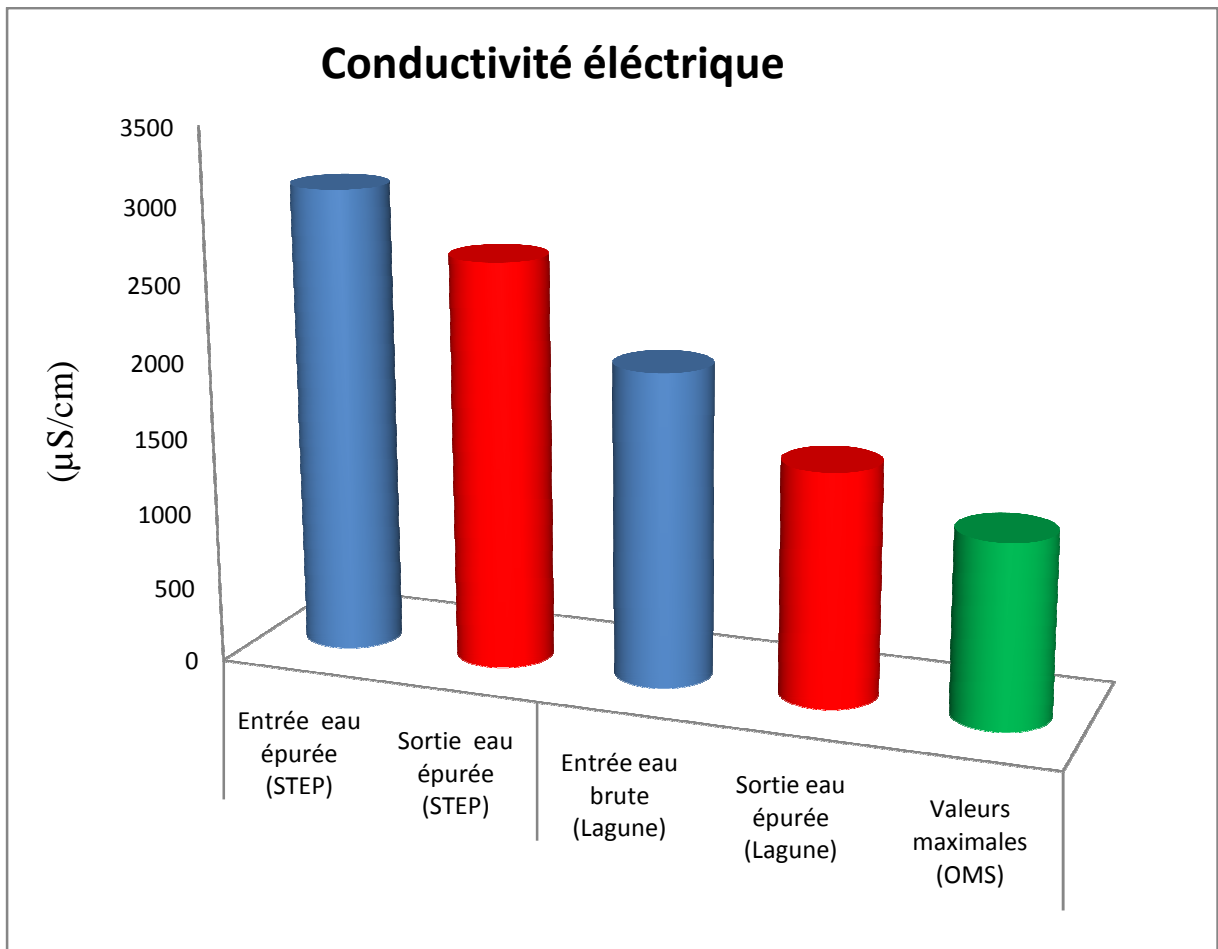


Figure №35: variation de la teneur de CE en ($\mu\text{S}/\text{cm}$) à l'entré et à la sortie de STEP TISSEMSILT et lagune d'AMMARI avec les valeurs maximales(OMS).

D'après le résultat obtenu au cours de cette étude, on a constaté que les deux procédés de traitement des eaux usées ont abaissé remarquablement les concentrations en azote à des valeurs largement inférieures aux normes de l'OMS.

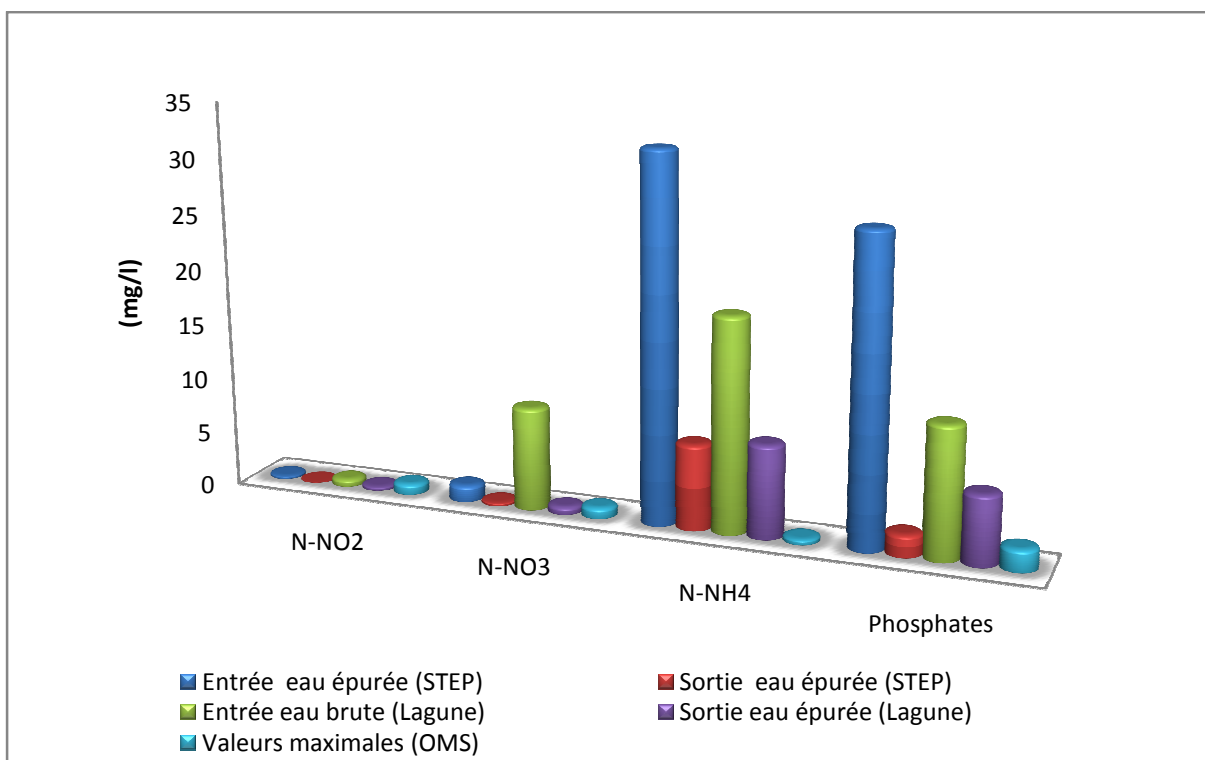


Figure №36: variation de la teneur de l'azote (NO_2 , NO_3 , NH_4) en mg/l et phosphate en mg/l à l'entré et à la sortie de STEP TISSEMSILT et lagune d'AMMARI avec les valeurs maximales(OMS).

L'azote des échantillons d'eau épurée est représenté principalement par l'azote ammoniacal (produit notamment lors de la dégradation de la matière organique), 7,7mg/l pour la STEP est de 8,4mg/l pour la lagune. La concentration des nitrates est très faible 0,31 mg/l et 0,7 mg/l respectivement dans l'eau épurée de STEP et la lagune tandis que la concentration des nitrites est insignifiante dans les eaux épurées de STEP 0,07mg/l et 0,376 pour la lagune.

L'analyse des résultats prouve l'efficacité de traitement par boue activée à éliminer des quantités importantes de phosphate des eaux traitées avec un abattement de 95% (27,4mg/l jusqu'à 2 mg/l). Tandis que le système de lagune n'est arrivé qu'à éliminer presque la moitié de la concentration en phosphate dont elle reste au dessus des normes.

IV.4. Discussion des résultats

Les résultats des analyses physico-chimiques obtenues sont présentés dans le tableau 07. Les valeurs de pH des eaux usées avant traitement sont comprises entre 7.95 pour STEP TISSEMSILT et 8,35 pour lagune AMMARI est une caractéristique des eaux résiduaires. Ce pH est le plus favorable à l'action bactérienne, pour les processus d'épuration aérobie et anaérobie. (FRANCK, 2002). D'après SEVRIN REYSSAC *et al* (1995), le pH alcalin et la température modérée constituent des conditions de milieu idéale pour la prolifération des microorganismes qui établissent un parfait équilibre biologique, permettant la dégradation de la matière organique ce qui conduit à la décontamination de l'eau.

En ce qui concerne les eaux traitées, le pH, les valeurs gravitent autour de la neutralité avec une tendance vers l'alcalinité, 7,49 et 8,44, respectant enregistrer dans STEP TISSEMSILT et la lagune AMMARI. Ces valeurs de pH sont à la limite des norme de rejet délimitée par l'OMS entre 6,5 et 8,5 (JORA, *et al* 1993).

La faible teneur d'O₂ dissous enregistré à l'entrée des eaux usées, est due à une richesse importante en matières organiques et inorganiques dissoutes, ainsi qu'à la perturbation des échanges atmosphériques à l'interface due à la présence des graisses, de détergents...etc.).(HAZOURLI *et al*, 2007). Tandis que cette teneur est élevée après le traitement suite à la dégradation de la matière organique par les micro-organismes et grâce à la bonne aération des eaux au niveau du bassin d'aération, nécessaire pour le développement des microorganismes aérobies assurant l'oxydation des matières organiques.

Les matières en suspension (MES) sont en fonction de la nature du rejet est elles sont en majeure partie, de nature biodégradable (FAO, 2003). Les valeurs enregistrées au cours de notre étude révèlent une réduction importante des MES entre les eaux brutes et traitées, de 808,4 mg/l à 20 mg/l pour la station STEP TISSEMSILT et de 164 mg/l à 30 mg/l dans la lagune AMMARI. La quantité de (MES) dans les eaux épurée est largement inférieure à la norme de rejet de l'OMS (30 mg/l) et à celle du journal officiel algérien limitée à 40 mg/l (JORA.1993).

La diminution de MES dans l'eau épurée est due à la décantation des matières décantables, qui sont élaborée sous forme de boue.

La demande chimique en oxygène DCO, qui est une indication sur les quantités de substances organiques chimiquement oxydables, présentes dans l'eau (**BLIEFERT et al, 2001**). Concernant l'effluent traité, les valeurs enregistrées de la DCO sont largement inférieure à celle de l'eau brute, elles varient entre 84,08 mg /l dans sorti STEP et 92 mg/l a la sortie de la lagune, la diminution des valeurs de ce paramètre diminuée dans l'eau épurée est du aux quantités importante de boue récupérées après traitement.

Les valeurs de la DBO₅ dans l'eau brute est assez importantes surtout au niveau de la STEP TISSEMSILT cela peut s'expliquer par la charge importante en matières organiques biodégradables, d'après **BLIEFERT et al, (2009)**, cette charge en Mo, est associée a un maximum de développement des micro-organismes et une diminution de la teneur en oxygène suite à sa consommation par ces derniers. Les valeurs de la DBO₅ baisses dans les eaux traitées de (293,33 mg/l et 18,75 mg/l) pour STEP TISSEMSILT et (80 mg/l et 29 mg/l) pour lagune respectivement cela est due a la diminution de la matière organique décomposée par les micro-organismes.

Les faibles teneurs en nitrates au niveau des eaux brutes sont probablement dues au fait que l'azote contenu dans les eaux résiduaires domestiques a essentiellement une origine humaine. (**CHOCAT ; 1997**). C'est donc sous les formes organiques et ammoniacales que l'azote est présent dans les eaux usées. Ainsi, le transfert dans l'égout, véritable réacteur biologique, entraîne la réduction de ces nitrates, essentiellement en azote gazeux (**CHOUBERT, 2002**). La teneur des nitrates, varient entre 1,51mg/l et 9,32 mg/l à l'entrée et de 0.31mg/l à 0,7mg/l au rejet respectivement dans STEP TISSEMSILT et la lagune d'AMMARI. On a constaté une chute impressionnante de la dose des nitrates dans les eaux traitées par rapport aux eaux brutes. La concentration d'Ammonium NH₄ (mg/l), des Nitrate NO₃ (mg/l) et des Nitrite NO₂ (mg/l) diminue dans les eaux épurées suite a la consommation de ces formes d'azote par les micro-organismes pendant l'épuration.

La réduction des dises de (PO₄³⁻) dans les eaux épurées, par rapport aux eaux brutes est due probablement à l'activité des microorganismes. Ces valeurs sont élevées et dépassent les normes OMS des rejets (<2 mg/l) surtout pour la station de AMMARI ou on a enregistré des valeurs de 6,25 mg/l.

La conductivité électrique (CE) est de 2668,15 µs/cm, a la sorti STEP TISSEMSILT et de 1525 µs/cm a la sorti de lagune. Ces valeurs dépassent largement les normes fixées par

l'OMS de ce fait ces eaux sont de mauvaise qualité pour être réutilisées dans le domaine d'agriculture ou rejetées dans la nature à cause de problèmes de salinisation que peuvent causer.

Au terme de cette évaluation du degré de pollution physico-chimique, les résultats montrent que les procédés de traitement des eaux usées de la STEP TISSEMSILT plus efficace que celui la lagune d'AMMARI de point de vue ; qualité d'eau épurée et quantité d'eau rejetée.

Conclusion générale

Les eaux usées sont extrêmement hétérogènes. Leur quantité et leur qualité varient en fonction du procédé mis en œuvre, dans l'environnement et grâce aux procédés de traitements, il est possible d'obtenir toute une gamme d'eau de qualités différentes. A chacune de ces qualités peut correspondre un usage particulier. Il est clair que les traitements qui existent peuvent réduire les concentrations des polluants sous toutes leurs formes, à des niveaux qui sont actuellement considérés comme non dangereux.

L'étude a permis en premier lieu de caractériser les effluents de la station d'épuration de STEP TISSEMSILT et lagune AMMARI et en seconde lieu de faire une petite comparaison entre deux procédés de traitements des eaux usées installés dans chaque station.

Les résultats présentent des rendements épuratoires satisfaisants pour l'élimination des matières en suspension en accord avec les normes de rejet. Les eaux épurées sont caractérisés par un PH légèrement alcalin. Les paramètres de pollution organique, La DCO et la DBO₅ des eaux traitées sont satisfaisantes. L'élimination des nutriments, en NO₃⁻ et en PO₄³⁻ est très faible. Les concentrations résiduelles restent très élevées dans l'eau épurée, avec une CE importante. Cependant, ils constitueront un apport intéressant de fertilisation en nutriments azotés et phosphorés dans le cas d'une réutilisation en agriculture avec un risque de salinisation des sols irrigués avec cette eau.

Afin de débarrasser une eau de sa charge polluante, notamment en matière organique soluble, il faut au préalable s'assurer de sa nature et de sa concentration en différent éléments. Le procédé de coagulation-floculation, doit être mené à une température convenable avec une faible agitation, tout en optimisant les autres paramètres tels que : le pH, les doses du coagulant et du floculant. En somme, il est impératif d'effectuer le traitement de toute eau usée avant son rejet dans la nature.

Au terme de cette évaluation du degré de pollution physico-chimique, les résultats montrent que le procédé de traitement des eaux usées de la STEP TISSEMSILT est plus efficace que celui adopté au niveau de la lagune d'AMMARI de point de vue ; qualité d'eau épurée ainsi que de point de vue quantité d'eau rejetée.

Liste des abréviations

ADE : L'algérienne des eaux.

APC : Activités potentialités de la commune.

COMSA : Empresa constructora , Hydrotraitement.

DBO : Demande biochimique en oxygène carbonée.

DBO₅ : La demande biochimique en oxygène à 20°C pendant 5 jours.

DCO : Demande chimique en oxygène.

E.H : l'équivalent habitant.

EAC-EAP : Exploitants agricoles collectifs_ Exploitants agricoles privés.

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.

Hm³ :Hectomètre cube.

H₂SO₄ : Acide sulfurique.

MES : Les matières en suspension.

MS : Matière sèche.

NH₃ : Ammoniaque.

NH₄⁺ : Ion ammonium.

NO₃⁻ : Nitrate.

NO₂⁻ : Nitrite.

OMS : L'Organisation Mondiale de la Santé.

ONA : Office national d'Assainissement.

P₂O₅ : Pentoxyde de phosphore.

PO₄:phosphate.

REUE : Réutilisation des eaux usées épurées.

STEP : Station d'épuration.

SAU : La surface agricole utile.

Liste des figures

Figure N°01 : Volume moyen journalier des eaux usées recyclées dans quelques pays de la méditerranée.	12
Figure N°02: Aspects de réutilisation des EU dans les différentes régions du monde.....	13
Figure N° 03 : Une cuillère bivalve.....	18
Figure N° 04 : Puits de pompages.	19
Figure N° 05: Pompe à sable et racleur.	20
Figure N°06 : Mécanisme de la digestion anaérobie des boues.	21
Figure N° 07: Mécanisme de l'oxydation biologique aérobie.	21
Figure N°08 : Eléments de base d'une station d'épuration par boues activées.	22
Figure N°09 : Agitateur.	23
Figure N° 10 : Schéma de base du procédé de boues activées.	23
Figure N° 11 : Lit bactérie.....	25
Figure N° 12 : Cycles biologiques d'une lagune.	26
Figure N° 13 : Schéma du lagunage naturel.	28
Figure.N°14 : Lagunes aérées.....	29
Figure.N°15: Lagune anaérobie.....	29
Figure.N°16: Carte situation géographique de la wilaya de TISSEMSILT.	31
Figure.N°17: Carte réseau hydrographique de la wilaya de TISSEMSILT.	33
Figure.N°18: Secteur agricole.	34
Figure.N°19: STEP TISSEMSILT.	34
Figure.N°20: Localisation de la S.T.E.P.	35
Figure.N°21: Le dégrillage.	36
Figure.N°22: Le tamisage.....	36
Figure.N°23: Le dessablage.....	37
Figure.N°24: Un aérateur, zone oxique.	38
Figure.N°25: Le décanteur.	38
Figure.N°26: Localisation d'AMMARI.	39
Figure.N°27: Station de lagunage des eaux usées de la ville d'AMMARI.	40

Figure№28: Etape de prétraitement.	42
Figure№29: Les deux bassins anaérobiques.	42
Figure№30: Le bassin facultatif.....	43
Figure№31: Le bassin maturation.....	43
Figure№32: Variation de la teneur de débit à l'entrée et à la sortie de STEP TISSEMSILT et lagune d'AMMARI.	53
Figure№33: Variation de la teneur de (MES, DBO ₅ , DCO) en mg/l à l'entrée et à la sortie de STEP TISSEMSILT et lagune d'AMMARI avec les valeurs maximales(OMS).....	54
Figure№34: Variation de la teneur de (O ₂ en mg/l et PH) à l'entrée et à la sortie de STEP TISSEMSILT et lagune d'AMMARI avec les valeurs maximales(OMS).	55
Figure№35: Variation de la teneur de CE en (µS/cm) à l'entrée et à la sortie de STEP TISSEMSILT et lagune d'AMMARI avec les valeurs maximales(OMS).	56
Figure№36: Variation de la teneur de l'azote (NO ₂ , NO ₃ , NH ₄) en mg/l et phosphate en mg/l à l'entrée et à la sortie de STEP TISSEMSILT et lagune d'AMMARI avec les valeurs maximales(OMS)	57

Liste des tableaux

Tableau N° 01 : Composants majeurs typique d'eau usée domestique.	04
Tableau N° 02 : Normes de rejets internationaux.....	10
Tableau N° 03 : Normes de rejets dans un milieu récepteur.	11
Tableau N° 04 :Caractéristiques technique de l'eau de rejet a l'entrée de la STEP.....	36
Tableau N° 05 : Les dimensions de lagune AMMARI.	41
Tableau N° 06 : Table de dilutions selon le type d'oxytop.	47
Tableau N° 07 : Caractéristique physico-chimique des eaux usées étudiées.	52

- ADEME,2013.** Organisation et fonctionnement d'une station d'épuration. ademe.fr.
- AMY G, DEBROUX J.F, ARNOLD R et WILSON L.G. (1996)**-Preozonation for enhancing the biodegradability of wastewater effluent in a potable-recovery soil aquifer treatment (SAT) system. *Rev. Sci. Eau*, 9, pp 365-380
- ALLOUCHE F, LAMRI.D, .ET ZAHF, F, (1999).** « Surveillance de la qualité bactériologique et physico-chimique des eaux de contamination niveau des trois communes : ALIBOUSSID, SABY, BEN BADIS, wilaya de SIDI BEL ABBES », mémoire de fin d'étude d'ingénieur d'état en biologie, université de SIDI BEL ABBES.
- AULICINO E A, ASTRANTONIO A, ORSINI E, BELLUCCI C, MUSCILLOM. AND LAROSA G. (1996).** Enteric viruses in a wastewater treatment plant in rome.water, air, and soil pollution 91, pp 327-334.
- ANONYME 1. (2004)**- Dictionnaire Larousse
- ANDREOZZI R, RAFFELE M and NICKLAS P. (2003)**-pharmaceuticals in stp effluents and solar photodegration in aquatic environment, *chemosphere*. pp 1319–1330.
- ASANO T, (1998).** wastewater reclamation and reuse. *water quality management library*,1475p.
- BANZAOUI N ET ELBOUZ F, (2009).**
- BAUMONT S, CAMARD J-P, LEFRANC A, FRANCONIE A, (2004),** réutilisation des eaux usées: risques sanitaires et faisabilité en île-de-france. *rapport ors*, 220p.
- BAUMONT S, CAMARD J-P, LEFRANC A, FRANCONI A. (2005)**-réutilisation des eaux usées épurées : risques sanitaires et faisabilité en île-de-france. *Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région ile-de-france*.
- BELAID N. (2010).** évaluation des impacts de l'irrigation par les eaux usées traitées sur les plantes et les sols du périmètre irrigué d'el hajeb-sfax: salinisation, accumulation et phytoabsorption des éléments métalliques. *thèse doctorat de l'université de sfax*, pp 1-39.
- BELGIORNO V, LUIGI R, DESPO F, CLAUDIO D R, GIUSY L, NIKOLAOU A, VINCENZO N, AND SUREYYA M. (2007).** review on endocrine disruptingemerging compounds in urban wastewater: occurrence and removal by photocatalysis and ultrasonic irradiation for wastewater reuse. *desalination* 215, pp 166–176.
- BIXIO D, DE HEYDER B, CHIKUREL H, MUSTON M, MISKA V, JOKSIMOVIC D, SCHÄFER A I, RAVAZZINI A, AHARONI A, SAVIC D. AND THOEYE C. (2005)**-municipal wastewater reclamation: where do we stand? an overview of treatment technology and management practice. *wat. sci. tech.: wat. supply*, 5(1), pp 77–85.

BONNIN J, (1977), « hydraulique urbain », 5^{ème} édition Eyrolle Paris, 228p.

BONTAUX J,(1994) « introduction à l'étude des eaux résiduaires industrielles » 2^{ème} édition Lavoisier technique et documentation p 225.

BOUASSABA F, (2013) : « étude et dimensionnement d'une station d'épuration des eaux usées de l'agglomération urbaine de Sfisif (wilaya de Sidi Bel Abbès) ». projet de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de master en hydraulique, université Abou Bakr Belkaid-Tlemcen.

BASSOMPIERRE CINDY. (2007). Procédé à boues activées pour le traitement d'effluents papetiers : de la conception d'un pilote à la validation de modèles. Thèse Doctorat Institut National Polytechnique De Grenoble, pp 25-42.

BLIEFERT C, PERRAUD R. (2001)-Chimie de l'environnement : Air, Eau, Sols, Déchets. Edition de Boeck , pp 317 à 477.

CAMPOS C. (2008)-new perspectives on microbiological water control for waste water reuse. desalination. 218, pp 34-42.

CAUCHI , HYVRARD, NAKACHE, SCHWARTZBROD, ZAGURY, BARON, CARRE, COURTOIS, DENIS, DERNAT, LARBAIGT, DERANGERE, MARTIGNE, ET SEGURET. (1996)-dossier : la réutilisation des eaux usées après épuration. Techniques, sciences et méthodes 2 pp 81-118.

CHELLE F., DELLALE M., DEWACHTER M., MAPAKOU F., VERMEY L,(2005). L'épuration des eaux : pourquoi et comment épurer office international de l'eau, 15p.

CHOUBERT J-M. (2002)- Analyse et optimisation du traitement de l'azote par les boues activées à basse température. Thèse Doctorat de l'Université Louis Pasteur – Strasbourg I, pp 29-32.

CHOCAT. B. (1997)-Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et assainissement. Edition Techniques et documentations, Paris, pp 1124.

DESJARDINS R, (1997). le traitement des eaux. 2^{ème} édition. ed. école polytechnique.

NDABIGENGESERE A, 1997. Traitement des eaux usées industrielles .Université de Sherbrooke, Cours GCH 545.

DEGREMONT, (1989). mémento technique de l'eau : vol. 1, 9^{ème} édition. Edition technique et documentation Lavoisier, 592p.

DEGREMONT MEMENTO, (1972), « technique de l'eau ». Paris : dégriment.

DEGREMONT. (2005)-mémento technique de l'eau. tome 1, 2^{ème} édition cinquantenaire, Paris, pp 109-599.

DEVAUX I. (1999)-intérêts et limites de la mise en place d'un suivi sanitaire dans le cadre de la réutilisation agricole des eaux usées traitées de l'agglomération clermontoise. thèse doctorat « sciences de la vie et de la santé », univ. joseph fourier, grenoble, pp 257.

Direction des Ressources en Eau de la Wilaya de TISSEMSILT.

Direction général des forêts.

EDLINE F,(1979). L'épuration biologique des eaux résiduaires. ed. cebedoc, paris, 306p.

EDLINE F, (1996). l'épuration physico-chimique des eaux.3eme édition. ed. cebedoc.

ECOSSE D. (2001)-techniques alternatives en vue de subvenir à la pénurie d'eau dans le monde. mémoire d.e.s.s. « qualité et gestion de l'eau », fac. sciences, amiens. pp 62.

FABY J.A., BRISSAUD F, (1997). l'utilisation des eaux usées épurées en irrigation. office. international de l'eau, pp76

FAO. (2003). l'irrigation avec des eaux usées traitées : manuel d'utilisation, pp 73.

FRANCK.R. (2002)-Analyse des eaux, Aspects réglementaires et techniques. Edition Scérén CRDP AQUITAINE. Bordeaux, pp165-239.

GAUJOUS D,(1995). La pollution des milieux aquatiques. Edit Lavoisier Techniques et documentation .Paris .217p.

GAID A, (1984), « Épuration biologique des eaux usées urbaines tome I », édition OPU, Alger.

HAMODA M.F. (2004)-water strategies and potential of water reuse in the south mediterranean countries. desalination 165. pp 31-41

HAOUA, A (2007) : «modélisation de séchage solaire sous serre des boues de station d'épuration urbains». thèse de doctorat, université louis pasteur- strasbourg i discipline: sciences pour l'ingénieur.

HAKIMA EL HAITE(2010). Traitement des eaux usées par les réservoirs opérationnels et réutilisation pour l'irrigation. Sciences de l'ingénieur [physics]. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne,. Français.

HARTANI T. (2004). La réutilisation des eaux usées en irrigation : cas de la Mitidja en Algérie. Institut national agronomique, Alger, Algérie, pp 3.

HAMSA D, (2006). « Utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbains», mémoire de fin d'étude de magistère en écologie et environnement université de CONSTANTINE.

HATEM DHAOUADI. (2008). les procédés biologiques d'épuration.

HAZOURLI S., BOUDIBA L., ZIATI M. (2007)-Caractérisation de la pollution des eaux résiduaires de la zone industrielle d'El-Hadjar, Annaba. Larhyss Journal, ISSN 1112- 3680, n° 06, pp. 45-55.

JORA. JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE (1993)-Annexe des valeurs limites maximales des paramètres de rejet des installations de déversement industrielles, n°46, pp 7.

JMENEZ B. et ASANO T. (2007)- international survey of wastewater reclamation and reuse practice, eds. iwa publishing.

KESBI, R (2016) : «étude des performances épuratoires d'une STEP de l'ouest algérien cas de la nouvelle STEP d'AIN TEMOUCHENT». Projet de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de master en hydraulique, université ABOU BAKR BELKAIDTLEMEN.

KLUTSE A. et B. BALEUX. (1995)-Élimination des œufs de nématodes et des kystes de protozoaires des eaux usées domestiques par lagunage à microphytes en zone soudano sahélienne. Rev. Sci. Eau, 8, pp 563-577.

KIMURA K., TOSHIMA S., AMY G., WATANABE Y. (2004)-rejection of neutral endocrinedisrupting compounds (edcs) and pharmaceutical active compounds (phacs) by ro membranes. journal of membrane science 245. pp 71–78

LAZAROVA V. et BRISSAUD F. (2007)-intérêt, bénéfices et contraintes de la réutilisation des eaux usées en FRANCE, l'eau, l'industrie, les nuisances n° 299, 11 pages.

LADJEL FARID, (2006), Exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau 02. Centre de formation au métier de l'assainissement. CFMA-Boumerdes. 80p.

Lagunage d'AMMARI.

L'ONA: mémoire (manuel d'exploitation STEP TISSEMSILT (COMSA2012).

LEGUBE B, (1996) « le traitement des eaux superficielle pour la production d'eau potable », agence de l'eau loir –bretagne.

MARTIGNE, ET SEGURET. (1996)-dossier : la réutilisation des eaux usées après épuration. Techniques, sciences et méthodes 2 pp 81-118.

MARTIN G. (1979)., le problème de l'azote dans les eaux. ed technique et documentation, paris, 279p.

Ministère d'agriculture et développement rural et de la pêche.

MRE. (2003)-synthèse sur la situation de l'assainissement et évaluation des besoins en station de traitement et d'épuration en vue de protéger les ressources en eau. Séminaire sur le secteur de l'eau en ALGERIE. Ministère des ressources en eau, ALGER, ALGERIE. pp 11.

OMS.(1989)-l'utilisation des eaux usées en agriculture et aquaculture : recommandation avisées sanitaires. Organisation mondiale de la santé, GENEVE, pp 17 60.

PEARSON H., (2005). microbiology of waste stabilisation ponds. in: a. shilton (ed.) : pp.14-48. pond treatment technology. LONDON : iwa publishing.

PAPAIACOVU I. (2001)-Case study- wastewater reuse in Limassol as an alternative water source, Desalination 138, pp 55-59.

RRICHARDE C, (1996), les eaux; les bactéries; les hommes et les animaux; Edition elsevier; PARIS, p138.

REJESK, F, (2002), « analyse des eaux ; aspects réglementaires et techniques » ; centre régional de documentaire techniques pédagogique d'aquitaine.

RODART ET AL, (1989). « Modélisation statistique d'une usine de traitement de l'eau potable ». Rencontres internationales eau et technologies avancées. montpellier.

SALEM A, (1990), rapport national de l'algérie , stratégie de la gestion des eaux dans le bassin méditerranéen, bureau d'étude d'ingénierie et de services beis alger, p11-147.

SEVRIN-REYSSAC J., DE LA NOÛE J., PROULX D. (1995)-Le recyclage du lisier de porc par lagunage. Edition Technique et Documentation Lavoisier, pp118.

STANKOVIC, MILENA (2013). Sol ne moulin, david rozen-rechels.

STEP TISSEMSILT.

SOROR DEKHIL WAHIBA (2012) Traitement des eaux usées urbaines par boues activées au niveau de la ville de Bordj Bou Arreridj en Algérie effectué par la station d'épuration des eaux usées ONA.

STEP TISSEMSILT le 22-03-2012.

THOMAS O, (1955), météorologie des eaux résiduaires, tec et doc, ed lavoisier, cedeboc ,135-192 p.

TOZE S. (1999)-pcr and the detection of microbial pathogens in water and wastewaters. water res 33, pp 3545–3556.

VAILLANT J.R. (1974), perfectionnement et nouveautés pour l'épuration des eaux résiduaires: eaux usées urbaines et eaux résiduaires industrielles. ed. eyrolles. PARIS, 413p .

VALIRON F, (1983). la réutilisation des eaux usées. Edition technique et documentation la voisier, 207p.

VILAGINES ,R (2003)-eau, environnement et santé publique. Introduction à l'hydrologie. 2è édition, éditions tec&doc, pp198.

ANNEXES



Figure N°01: Multi paramètre (Originale ; 2019).

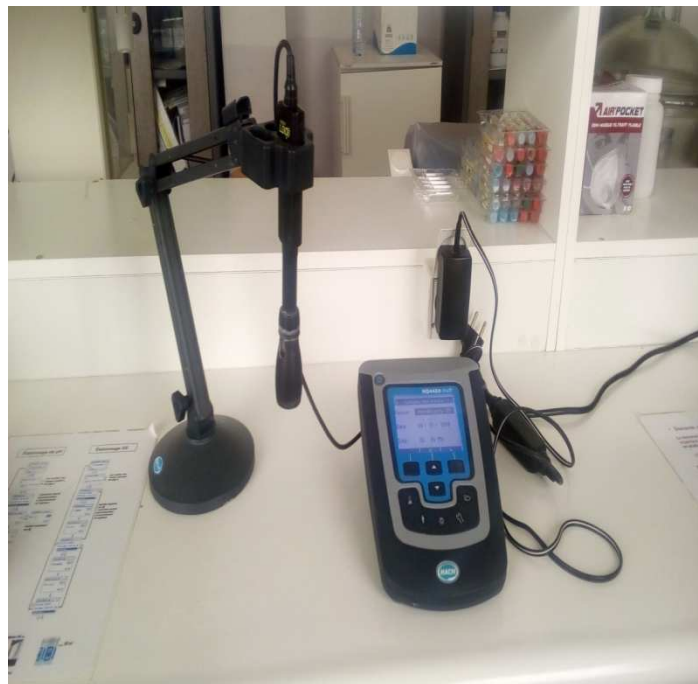


Figure N°02: Oxymétrie (Originale ; 2019).



Figure№03: Spectrophotomètre (Originale ; 2019).



Figure№04: Balance analytique (Originale ; 2019).



Figure№05: Dessiccateur (Originale ; 2019).



Figure№06: Oxitop (Originale ; 2019).

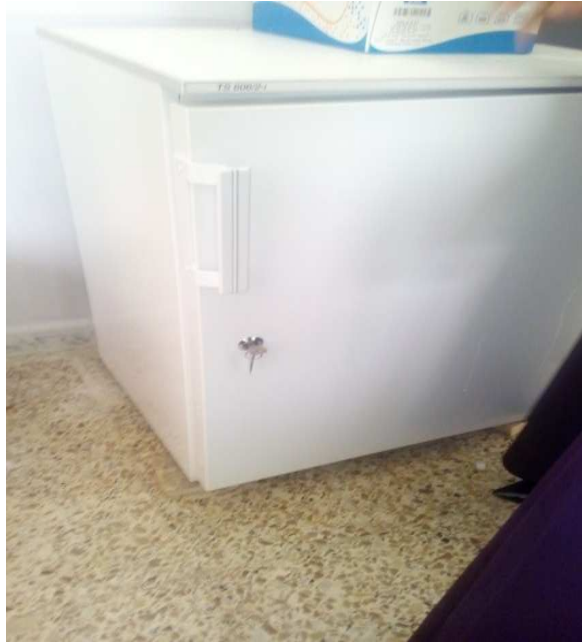


Figure.Nº07: Digesteur (Originale ;2019).



Figure.Nº08: Cuve (Originale ; 2019).



Figure№09: Kits de mesure (Originale ; 2019).



Figure№10: Corn mofle (Originale ; 2019).

المخلص

المياه العادمة المعرفة بأنها كل مياه تعرضت إلى تغيير خصائصها الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية, وهذه التغيرات مرتبطة بصفة مباشرة أو غير مباشرة بالأنشطة البشرية .

يمكن أن تصبح المياه العادمة أداة موت حقيقية لحملها كائنات حية دقيقة و مسببة لعدة أمراض مثل الكوليرا الإسهال الالتهابات ...الخ و في حالة طرحها في الوسط الطبيعي على حالتها يمكن أن تؤدي هذه المياه إلى اختفاء عدة كائنات حية نباتية و حيوانية .

الهدف من معالجة مياه الصرف الصحي هو الحصول على مياه نقية تلبى معايير التصريف المنصوص عليها في التشريعات والتي يمكن التخلص منها بأمان في البيئة الطبيعية أو إعادة استعمالها.

أظهرت النتائج كفاءة علاج جد مرضية بنسبة 97 % من و على التوالي 95% و 90% وخفض ضئيل لغاز الأمونيا و نترات و النتريت و الفسفور.

توضح دراستنا أن تقنية الحماة المنشطة بمحطة تصفية المياه المستعملة في تيسمسيلت تعمل بفعالية كبيرة مقارنة ببحيرة عماري.

Résumer

Une eau usée est définie comme ; « Tout eau qui a subit des changements défavorables de ses caractéristiques naturelles (biologiques ou physico-chimiques) dont les causes sont directement ou indirectement liées aux activités humaines ».

L'eau polluée peut devenir un variable instrument de la mort, car elle peut véhiculer des micro organismes pathogènes capable de cause des maladies très graves telles que le choléra, la typhoïde, les diarrhées,... Cette eau présente un danger énorme sur les milieux naturels ou elle peut entrainée la disparition de la faune et de la flore aquatique

L'objectif du traitement des eaux usées est l'obtention d'une eau épurée qui satisfait aux normes de rejet édictées par la législation et pouvant par la suite être évacuée sans danger dans le milieu ou être réutilisées.

Les résultats présentent des rendements épuratoires satisfaisants de 97% des (MES). Le taux d'abattement de (DCO) et la (DBO₅) sont respectivement de 90% et de 95%. L'élimination du NO₂⁻, NO₃⁻, NH₄ et PO₄³⁻ est très faible.

Les résultats montrent que le procédé de traitement des eaux usées de la STEP TISSEMSILT (boue activée) est plus efficace que celui adopté au niveau de la lagune d'AMMARI.

