



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 بتسمسilt

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

**Contribution à l'étude du traitement des eaux
usées au niveau de la station d'épuration de
Tissemsilt.**

Soutenue le :...../07/2019.

Présenté par :

- M^{elle}DERBAL Khadîdja.
- M^{elle}MOHAMED-CHRIF Nassima.

Membre de jury :

- | | | |
|---------------------------|---------------------|------------|
| -Mr. OUABEL Habib. | MAA C.U. Tissemsilt | Président. |
| -Mr. TALAB Mohamed Amine. | MCB C.U. Tissemsilt | Examineur. |
| -Mr. MELIANI Kaddour. | MAA C.U. Tissemsilt | Encadreur. |

Année universitaire: 2018_2019

Remerciement

En premier lieu, nous remercions Allah le tout puissant de j'avoir aide à réaliser et terminer ce travail.

Ma première pensée est à nos encadreurs Mr « Meliani. Kaddour » qui suit fidèlement nos travaux. Un grand merci pour son encadrement, son confiance, et pour avoir consacré une partie de son temps pour nous encadrer et pour leur patience. Nous apprécions sa disponibilité quotidienne.

Nous tenons également à remercier membre de Jury le président Mr OUABEL Habib et TALAB Mohamed Amine Examineur.

Nous remercions aussi:

Nos parents et nos familles pour leur appui surtout durant nos études.

Un grand merci pour Le directeur d'office national d'assainissement « Mr Nassim »

Nos collègues « Rabia Yousef, et Adli Raghda » pour leur contribution en aidant à ce mémoire.

Les enseignants de filière Ecologie et Environnement.

Nous remercions aussi tous qui aident nous durant la période de la réalisation de ce mémoire, et Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin dans l'élaboration de ce mémoire.

DEDICACE

Dédie ce mémoire à :

Ma mère : source de tendresse et d'amour pour son soutien durant toute ma vie scolaire et qui a oeuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

Et à l'esprit de mon père.

Mes frères Hamid, Mahfoud et Nasr Eddine, et mes sœurs, Fadila et senia, qui ont toujours là à m'encourager et me secours.

Mes tantes et mes oncles.

Tout ma famille Mohammed cherif et la famille samer.

Mon binôme Khadidja; qui a toujours était là à m'encourager et me pousser pour une bonne continuation.

ET a tout mes collègues de l'université de filière « protection des écosystèmes » la promotion 2019.

A mes chères amies: Raghda, Nassima, Khadîdja, Naima, Amina, Fatima et Zohra.

Et tout qui me connaît.

Nassima.

DEDICACE

Dédie ce mémoire à :

*J'ai le grand honneur de dédier ce travail a celui qui ma fait de moi un homme,
mon père.*

A létre le plus cher de ma vie, ma mère.

*A mes frères « Yousef, Abd el Kader, hadj, younes qui n'ont cessé d'être pour moi
des exemples de persévérance, de courage et de générosité et mes sœurs kheira et
ces anfant : nour ikram, Yousef ,Abd el nour, Abd el ouhab.*

Tout ma famille derbal et la famille gadoum.

*Mon binôme Nassima ; qui a toujours était là à m'encourager et me pousser pour
une bonne continuation.*

*A tous mes amis qui m'ont toujours encouragé, et à qui je souhaite plus de succès.
ET a tout mes collègues de l'université de filière « protection des écosystèmes » la
promotion 2018/2019.*

KHADIDJA

Liste des figures

Figure№1: Image satellitaire de La wilaya de Tissemsilt.....	30
Figure№ 2: Situation géographique de la wilaya de Tissemsilt.....	31
Figure№ 3: Diagramme représentatif des précipitations mensuelles.....	34
Figure№ 4: Diagramme ombrothermique de la wilaya de Tissemsilt.	35
Figure№ 5: Climagramme d’Emberger pour la période 2006-2016.	36
Figure№ 6 : Localisation de la station d’épuration Tissemsilt.	38
Figure №7: Image satellitaire de La station d’épuration de Tissemsilt (STEP).	38
Figure№ 8: une cuillère bivalve.	41
Figure№ 9: les grilles grossières.	42
Figure№ 10: puits de pompages.....	42
Figure №11: les grilles fins.	43
Figure№ 12: pompe à sable et racleur.....	43
Figure№ 13: agitateur	44
Figure№ 15: le décanteur.....	45
Figure №14: un aérateur.....	45
Figure№ 16: les épaisseurs.	46
Figure№ 17: les lits de séchages.....	47
Figure№ 18: sortie des eaux épurée	47
Figure№ 19 : les sites de prélèvements.....	48
Figure№ 20: Multi paramètres : mesurer le PH, T°C, et la conductivité électrique.	49
Figure№ 21: Balance analytique	50
Figure№ 22: Étuve.	50
Figure№ 23: Décicateur	50
Figure№ 24: Spectrophotomètre	52
Figure №25: Mesure de la DBO.....	53
Figure№ 26: Armoire thermostatique de température constante à 20°C.....	53
Figure№ 27: Oxymétrie	55
Figure№ 28: Variation des valeurs de la Température des eaux usées dans les quatre saisons ...	59
Figure№ 29: Variation des valeurs de la conductivité électrique dans l’eau brute et l’eau épurée durant les quatre saisons	60

Figure№ 30: Evolution de taux de MES (mg/l) dans eau brute et eau traitée au cours quatre saisons.....	62
Figure№ 31: Evolution de taux de DBO5 (mg/l) Eau brute et eau épurée dans les quatre saisons.	61
Figure№ 32: Variation des valeurs du pH dans l'eau brute et l'eau épurée au cours les quatre saison.....	60
Figure№ 33: Evolution de taux de DCO (mg/l) dans Eau brute et eau épurée au cours les quatre saison	62
Figure№ 34: Evolution de taux de O ₂ dissous (mg/l) dans Eau brute et eau épurée au cours les quatre saisons.....	63
Figure №35: Evolution de taux de l'azote (mg/l) dans et eau épurée au cours le quatre mois...	64
Figure№ 36: Evolution de taux de nitrates (mg/l) dans Eau brute et eau épurée au cours quatre mois	64
Figure№ 37: Evolution de taux de nitrites (mg/l) dans Eau brute et eau épurée dans les quatre mois	65

Liste des tableaux

Tableau.Nº 1: normes de rejets internationales.....	16
Tableau.Nº 2: normes de rejets appliquées en Algérie	16
Tableau.Nº 3: quelques données statistiques sur le secteur.....	32
Tableau.Nº 4: Principales industries dans la wilaya de Tissemsilt	33
Tableau.Nº 5: Répartition mensuelle de la température (2006-2016).....	34
Tableau.Nº 6: Humidité relative en %	36
Tableau.Nº 7: Table de dilutions selon le type d'oxytop.	53

Liste des abréviations :

(STEP) : Station de Traitement d'Eau Polluée ou la Stations d'épurations.

(ERU) : Les eaux résiduaires urbaines.

(PH) : Potentiel Hydrogène.

MES : Matières En Suspension.

(DBO5) : Demande Biologique en Oxygène après 5 jours.

(°C) : degré Celsius.

(DCO) : Demande Chimique en Oxygène.

(NO²⁻) : Nitrites.

(NO³⁻) : Nitrates.

(Hg) : le mercure.

(Cd) : le cadmium.

(pb) : le plomb.

(Ag) : l'argent.

(Cu) : le cuivre.

(Cr) : le chrome.

(Ni) : le nickel.

(Zn) : le zinc.

(nm) : nanomètre.

(µm) : micromètre.

(g) : gramme.

(OMS) : l'Organisation Mondiale de la Santé.

(L'USEPA): (United States Environmental Protection Agency).

(L'USAID): (United States Agency of International Development).

(REUE) : réutilisées eaux usées épurées.

(NTU) : Nephelometric Turbdity Unit

(mg/L) : milligramme par litre.

(CF): Coliformes Fécaux.

(ml) : millilitre.

(CSHPF) : la recommandation du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France.

(E.U.T) : Les Eaux Usées Traitées.

(EUE) : eaux usées épurées.

(MRE) : le ministère des ressources en eau.

(DREW) : les directions des ressources en eau de wilaya.

(ONA) : l'Office national de l'assainissement.

(JO) : journal officielle de la République Algérienne.

(IANOR) : l'Institut Algérien de Normalisation.

(CEE): cadre d'eau européenne

(P2O5): phosphaté.

(NH4): l'azote.

(CET) : centre d'enfouissement technique.

(O2) : l'oxygène.

(CO2) : Dioxyde de carbone.

(UV) : rayonnement.

(PCB) : Polychlorobiphényle

(HAP) : hydrocarbures Aromatiques polycycliques.

(NH3) : Ammoniac.

(H2S) : hydroxyde de soufre.

(SOx) : oxydes de soufre.

(NOx) : L'azote.

(Km) : kilomètres.

(RN) : route national.

(RGPH) : Recensement général de la population et d'habitat.

(SAU) : Superficie agricole utile.

(Q2) : Quotient d'EMBERGER.

(P) : précipitation annuelle.

(µS/cm) : microsimece par centimètre.

Sommaire :

Remerciements.

Dedicace.

Résumé.

liste des abreviations.

liste des figures.

liste des tableaux.

INTRODUCTION GENERALE.

Partie A:

CHAPITRE I : GENERALITE SUR LES EAUX USEES

I.1 Introduction	5
I.2 Définition des eaux usées	5
I.3 Originale des eaux usée	5
I.3.1. Eaux usée domestique	5
I.3.2. Eaux usées industrielles	6
I.3.3.Eaux usées agricoles	6
I.4. Caractéristiques des eaux usées	7
I.4.1. Caractéristiques physiques	7
I.4.1.1. Matières en suspension (MES).....	7
I.4.1.3. Conductivité	7
I.4.1.4. Turbidité.....	7
I.4.2. Caractéristiques chimiques.....	7
I.4.2.1. Oxygène dissous.....	7
I.4.2.2. Demande biologique en oxygène (DBO5).....	8
I.4.2.3. Demande chimique en oxygène (DCO)	8
I.4.2.4. Nitrites (NO ₂ ⁻)	8
I.4.2.5. Nitrates (NO ₃ ⁻)	8
I.4.1.6. Le potentiel Hydrogène (pH)	8
I.5.Types de la pollution.....	8
I.5.1.Pollution organique.....	8
I.5.2.Pollution minérale	9
I.5.3 .Pollution microbiologique	9

I. 6 Les différentes réglementations dans le monde	10
I. 6. 1. La recommandation de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS).....	10
I. 6 .2. Les recommandations de l'USEPA.....	11
I. 6.3. La législation française et la recommandation du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF).....	11
I. 6.4. Cadre juridique de la Tunisie	12
I. 6. 5. Contexte juridique Marocain.....	13
I.6. 6 Cadre réglementaire en Algérie	14
I.6.7-Directive cadre sur l'eau	15
I.7-Les normes de rejets des eaux usées	16
I.7.1-Les normes internationales	16
I.7 .2 Normes de rejet appliquées en Algérie	16
Conclusion	17

CHAPITRE II : PROCÉDES D'ÉPURATION DES EAUX USEES.

II-1 Introduction	20
II -2 L'objectif d'épuration des eaux usées	20
II-3 les Stations d'épurations (STEP)	21
II-4 traitement des eaux usées	21
II -4-1 Traitement préliminaire	21
II -4-2 Le traitement primaire.....	22
II -4-3 Traitement secondaire (traitement biologique)	23
II -4-4 Traitement tertiaire	24
II-5-Impacts des eaux usées	25
1-Sur l'environnement	25
2-sur la santé humaine	26
Conclusion	27

Partie B.

CHAPITRE I: PRESENTATION ET DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE

I. localisation et description de la zone d'étude	30
I. 1. Introduction	30
I.2. principaux indicateurs de la wilaya	30
A. Situation géographique de la zone d'étude :.....	31
B. Situation démographique	31
C .Activités socio-économiques	32

I.4 climatologie	33
I.4.1 Climat	33
A.Pluviométrie	33
B.Température	34
C.Synthèse climatique	34
1. Diagramme ombrothermique.....	35
2-Quotient pluviothermique d'EMBERGER	35
D. L'humidité relative	36
E.Vent	37
F. Relief (cadre physique)	37
I. 5Implantation de station d'épuration	37
I.6 Capacité du traitement des eaux usées	38
I.7choix du site de la station d'épuration	38
Conclusion	39

CHAPITRE II: Matériels et méthode

II-1 Les Procédés du traitement des eaux usées urbaines	41
Introduction	41
1- le Relevage	41
2-le prétraitement	42
3.Traitement biologique	44
4.Le traitement des boues	46
II-2-L'analyse physico-chimique des eaux usées au niveau de la station d'épuration	
Tissemsilt	48
II-2-1-Introduction	48
II-2-2 Le but général de la manipulation	48
II-2-3 Les Sites de prélèvements	48
II-2-4 Technique de prélèvement des échantillons d'eau	48
II-2-5 Matérielle et méthode	49
A-Analyse physique	49
1.Température	49
2.Conductivité électrique	49
3.Détermination de la matière en suspensionMES.....	50
B-Analyse chimique	51
1- Le potentiel Hydrogène (pH)	51
2-Détermination de la demande chimique en oxygène(DCO)	51

3-Détermination de la demande biologique en oxygène pendant cinq jours(DBO5)	52
4-Détermination d'Oxygène dissous (O2).....	54
5-Détermination d'Azote (NH4)	55
6- Détermination les teneurs en nitrates (NO3-)	55
7- Détermination des teneurs en Nitrites (NO ²⁻)	56
Conclusion	57

CHAPITRE III: Résultats et discussion.

III.Résultats de traitement des eaux usées dans la STEP Tissemsilt:	59
III. 1. Caractéristiques physiques	59
III.1.1. Température	59
III.1 .2.Conductivité	59
III.1. 3 Les matières en suspension (MES)	60
III.2. Caractéristiques chimiques	61
III.2.1.La demande biologique en oxygène (DBO5)	61
III .2.2 . Potentiel hydrogène pH	61
III.2 .3.Demande chimique en oxygène (DCO)	62
III.2 .4.L'oxygène dissous	63
III 3..5 .L'azote (N-NH4)	63
III.2.6 .Les nitrates (N-NO3)	64
III.2.7.Le nitrite(N-NO2).....	65

Conclusion générale.

Références bibliographique.

Résumé :

Afin de préserver les ressources en eau, et de protéger l'environnement, l'Algérie à adopté un programme riche en termes de traitement des eaux usées.

Dans cette recherche nous avons mené à une contribution à l'étude de traitement physico-chimique des eaux usées au niveau de la station d'épuration des eaux usées de la wilaya de Tissemsilt pour connaître la qualité de l'eau destinée à l'irrigation.

Le traitement d'eaux usées dans la station d'épuration de Tissemsilt fait à une série de procédés. Ces procédés se divisent en quatre étapes; le relevage, prétraitement, traitement biologique, et en fin le traitement des boues.

Les échantillons prélevés ont fait l'objet d'une mesure in situ des paramètres comme (température et pH) et des analyses pour d'autre paramètre fait au niveau du laboratoire comme (MES, DBO5, DCO, conductivité électrique, NO₂, NH₄, NO₃, et l'oxygène dissous).

Les résultats obtenus montrent qu'il y a une variabilité pour chaque paramètre durant les quatre saisons et la teneur des polluants varient pour chaque saison. En fin nous en déduisons que cette eau traitée n'est pas potable mais destinée à l'irrigation.

Mots clés : Eaux usées, pollution, traitement, station d'épuration, wilaya de Tissemsilt.

الملخص:

اعتمدت الجزائر برنامجاً تحنياً فيما يتعلق بمعالجة مياه الصرف من أجل الحفاظ على الموارد المائية وحماية البيئة وفي هذه المذكرة ، ساهمنا في دراسة المعالجة الفيزيائية والكيميائية لمياه الصرف الصحي في محطة معالجة مياه الصرف الصحي بولاية تيسمسيلت لمعرفة نوعية مياه الري قوماً بسلسلة من العمليات تنقسم هذه العمليات إلى أربع مراحل : رفع ، المعالجة ، العلاج البيولوجي ، وأخيراً علاج الحمأة تم دراسة المعالجة الفيزيائية والكيميائية للعينات التي تم أخذها مثل (درجة الحرارة ، درجة الحموضة ، الناقلية الكهربائية ، الأوكسجين الذائب بيولوجياً لأوكسجين خلال خمسة أيام ، طلبة كيميائية للأوكسجين ، مواد عالقة ، نترات ، نيتريت و ازوت) على مستوى المختبر تظهر النتائج أن هناك تقلبات لكل عناصر خلال الفصول الأربعة وأن محتوى الملوثات يختلف في كل موسم. في النهاية نستنتج أن المياه معالجة في محطة معالجة مياه الصرف الصحي بولاية تيسمسيلت غير صالحة للشرب ولأنه مخصص للري.

الكلمات المفتاحية: مياه الصرف الصحي، تلوث ، معالجة، محطة معالجة مياه الصرف الصحي ، ولاية تيسمسيلت ،

Introduction Générale

INTRODUCTION GENERALE:

L'eau est une ressource vitale pour l'homme et sa santé et son développement, mais à cause de l'accroissement de sa consommation par les individus et des problèmes de pollution, celle-ci est engendrée principalement par le rejet des eaux usées d'une manière anarchique et sans traitement, ce qui contribue considérablement à la contamination de l'eau on doit obligatoirement pensé à une épuration de ces eaux. C'est pour cela que, depuis l'antiquité, les hommes ont mis en place, dans les villes des systèmes d'assainissement. (**AGENCE DE L'EAU « France » 1994.**).

En Algérie, du fait de la rareté d'une eau de bonne qualité et du développement économique et social désordonné. Cela entraîne une suite de problèmes de gestion au sens large : pertes, gaspillages, traitements aléatoires, dégradations et manque de protection de la ressource, qui s'ajoute aux conditions naturelles défavorables. (**FAO, 2003**).

La pollution de l'eau est une dégradation physique, chimique, biologique ou bactériologique de ses qualités naturelles, provoquée par l'homme et ses activités. Elle perturbe les conditions de vie pour l'ensemble des êtres vivants.

La dégradation des ressources en eau, sous l'effet des rejets d'eaux polluées, peuvent non seulement détériorer gravement l'environnement mais aussi entrainer des risques de pénurie, d'où la nécessité de traiter ces eaux usées avant de les rejeter dans le milieu récepteur. Cette pollution est provoquée par le rejet d'eau salie par nos activités domestiques, et par de diverses activités industrielles et agricoles, nécessaires pour nous fournir les aliments et biens dont nous avons besoin. (**ZEGHOUD M (2013-2014)**).

L'assainissement est une technique qui consiste à évacuer par voie hydraulique aux plus bas prix, le plus rapidement possible et sans stagnation des eaux usées de diverses origines provenant d'une agglomération, en but de préserver l'environnement et la santé publique. (**GHOMRI A(2014)**).

La gestion durable de l'eau est l'un des principaux axes du développement durable, dans la mesure où l'eau doit répondre aux besoins des générations actuelles et satisfaire les générations futures. L'agriculture constitue le plus gros consommateur des ressources hydriques, vu la diminution des apports en eau constatée depuis plusieurs décennies. Les agriculteurs, s'intéressent à l'utilisation des eaux usées(**MAYNARD ET HOCHMUTH, 1997**). L'épuration de l'eau usée et son utilisation en irrigation est une option attrayante, en particulier dans les zones arides et semi-arides, car elle représente une source d'eau et d'engrais additionnels renouvelables et fiables. (**FAO,2003**).

Introduction Générale

Le traitement ou l'épuration des eaux usées a donc pour objectif de réduire la charge polluant qu'elles véhiculent par conséquent elles devraient être dirigées vers des stations d'épuration dont le rôle est de concentrer la pollution contenue dans les eaux usées sous la forme d'un petite volume de résidu, les boues et de rejeter une eau épurée répondant à des normes bien précises, Selon la nature et l'importance de la pollution, différents procédés peuvent être mis-en œuvre pour l'épuration des eaux résiduaires en fonction des caractéristiques de celles-ci et du degré d'épuration souhaité(**AGENCES DE L'EAU & MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT**).

Les procédés biologiques présentent des rendements assez bons et sont très avantageux du point de vue coût, du moment qu'ils n'utilisent que la seule force épuratrice des microorganismes présents dans l'eau, l'oxygène de l'air et la température les rayons solaires.**ZEGHOUD M(2013-2014)**.

A cet effet seront développées dans la suite de cette mémoire qui contient deux parties:

La première partie réservée à l'étude bibliographique traitera dans le premier chapitre généralité sur les eaux usées et dans le deuxième chapitre traitera les procédés de traitement.

La deuxième partie concerné à l'étude expérimentale, traitera trois(03) chapitre le premier chapitre concernant la présentation du zone d'étude, des composantes et la localisation de la station d'épuration (STEP), le deuxième chapitre matériels et méthode, et le troisième chapitre est les résultats et Discussion.

Et en fin une conclusion général.

PARTIE 01 :

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I :

Généralité sur les eaux usées

I.1 Introduction :

L'eau est une denrée de plus en plus rare en Algérie et de moins en moins renouvelable. Elle fait actuellement l'objet d'une exploitation concurrentielle entre les besoins de la population, ceux de l'agriculture et de l'industrie qui se disputent une disponibilité limitée.

La pollution des eaux de surface et souterraines est possible par les rejets d'eaux usées tant domestiques qu'industrielles ainsi que par l'utilisation d'engrais et de pesticides en agriculture. La pollution risque de constituer, à court terme, un risque de pénurie d'eau accentué imposant la nécessité de protéger cette ressource contre toute altération et utilisation irrationnelle. L'intérêt porté par les pouvoirs publics algériens au traitement des eaux usées s'est manifesté par l'allocation de crédits importants à la réalisation de stations d'épurations qui sont en nombre d'une centaine déjà réalisées ou en voie de réalisation. **(HAMZA D, 2006)**

Une eau usée, appelée encore eau résiduaire ou effluent est une eau qui a subi une détérioration après usage. La pollution des eaux dans son sens le plus large est définie comme tout changement défavorable des caractéristiques naturelles (biologiques ou physicochimiques) dont les causes sont directement ou indirectement en relation avec les activités humaines. **(ATTAB S, 2013)**

I.2 Définition des eaux usées:

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 donc un effluent pollué, et qui sont rejetées dans un émissaire d'égout vers le milieu naturel **(BAUMONT ET AL, 2004)**.

I.3 Originale des eaux usée:

Origines des eaux usées On peut classer comme eaux usées, les eaux d'origine urbaines constituées par des eaux ménagères (lavage corporel et du linge, lavage des locaux, eaux de cuisine) et les eaux vannes chargées de fèces et d'urines; toute cette masse d'effluents est plus ou moins diluée par les eaux de lavage de la voirie et les eaux pluviales. Peuvent s'y ajouter suivant les cas les eaux d'origine industrielle et agricole. L'eau, ainsi collectée dans un réseau d'égout, apparaît comme un liquide trouble, généralement grisâtre, contenant des matières en suspension d'origine minérale et organique à des teneurs extrêmement variables. En plus des eaux de pluies, les eaux résiduaires urbaines sont principalement d'origine domestique mais peuvent contenir des eaux résiduaires d'origine industrielle d'extrême diversité.

Les eaux résiduaires urbaines (ERU) sont constituées par: **(SOLENE M et al, 2013)**

I.3.1. Eaux usée domestique:

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont

essentiellement porteuses de pollution organique. Elles se répartissent en eaux ménagères, qui ont pour origine les salles de bains et les cuisines et sont généralement chargées de détergents, de graisses, de solvants, de débris organiques,... etc. et en eaux 'vannes' sont les rejets des toilettes, chargés de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux (**BENMOUSSA S et GASMI I 2015**).

I.3.2. 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 liquides résiduels sont des liquides résultant des fabrications; c'est le cas des solutions de produits chimiques, des solutions de sous-produits, ou le cas des liquides acides provenant de la vidange des cuves de décapage des métaux. Les rejets industriels peuvent suivre trois voies d'assainissement:

- Soit directement rejetés dans le réseau domestique.
- Soit prétraités puis rejetés dans le réseau domestique.
- Soit entièrement traités sur place et rejetés dans le milieu naturel (**ZEGHOUD M 2014**)

I.3.3.Eaux usées agricoles:

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

Il s'agit principalement:

- Des fertilisants (engrais minéraux du commerce ou déjections animales produites ou non sur l'exploitation);
- Des produits phytosanitaires (herbicides, fongicides, insecticides...) (**CATHERINE B et, al 2008**).

I.3.4. Eaux de pluie et de ruissellement:

Les eaux pluviales et de ruissellement sont pris en compte dans le cas où le système de collecte des eaux usées est unitaire, ceci lors du traitement en station d'épuration. Les eaux de pluie sont susceptibles d'entraîner les polluants atmosphériques et de contaminer par infiltration et ruissellement les eaux superficielles et souterraines. Les principaux polluants en cause sont le SO₂, le NO et ses dérivés, les poussières (**Yao Akpo, 2006**).

I.4. Caractéristiques des eaux usées :

I.4.1. Caractéristiques physiques :

I.4.1.1. Matières en suspension (MES)

Les matières en suspension sont en majeure partie de nature biodégradable. La plus grande part des microorganismes pathogènes contenus dans les eaux usées est transportée par les MES. Elles donnent également à l'eau une apparence trouble, un mauvais goût et une mauvaise odeur. Cependant, elles peuvent avoir un intérêt pour l'irrigation des cultures (**Faby J, Brissaud F, 1997**).

I.4.1.2. Température :

La température est un facteur écologique important du milieu. Elle permet de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à cette dernière (conductivité notamment).

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision, en effet celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH. Elle agit aussi comme un facteur physiologique agissant sur le métabolisme de croissance des micro-organismes vivant dans l'eau. (**RODIER et al. 1996**).

I.4.1.3. Conductivité

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau (**DEKHIL S , ZAIBET M, 2013**)

I.4.1.4. Turbidité

La turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matière non dissoutes. Elle est causée, dans les eaux, par la présence des matières en suspension (MES) fines, comme les argiles, les grains de silice et les micro-organismes. Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence des matières colloïdales d'origine organiques ou minérale (**Rejsek, 2005**).

I.4.2. Caractéristiques chimiques :

I.4.2.1. Oxygène dissous :

Une eau très aérée est généralement sursaturée en oxygène, alors qu'une eau chargée en matières organiques dégradables par des micro-organismes est sous-saturée. En effet, la forte

présente de matière organique, dans un plan d'eau par exemple, permet aux micro-organismes de se développer tout en consommant de l'oxygène (**Rodier et al. 1996**).

I.4.2.2. Demande biologique en oxygène (DBO5) :

La demande biochimique en oxygène devrait permettre d'apprécier la charge du milieu considéré en substances dégradables (**Rodier, 2005**).

I.4.2.3. Demande chimique en oxygène (DCO) :

La demande chimique en oxygène (DCO) est la quantité d'oxygène consommée par les matières existantes dans l'eau. En effet cette mesure correspond à l'estimation des matières oxydables présentes dans l'eau quel que soit leur origine organique ou minérale (**Rodier, 2005**).

I.4.2.4. Nitrites (NO²⁻) :

Les nitrites sont considérés comme étant des ions intermédiaires entre les nitrates et l'azote ammoniacal, ce qui explique les faibles concentrations rencontrées en milieu aquatique. (**Rodier, 1984**).

I.4.2.5. Nitrates (NO³⁻) :

Présents à l'état naturel et soluble dans le sol, les nitrates pénètrent dans le sol et les eaux souterraines et se déversent dans les cours d'eau. Mais ils sont aussi apportés de manière synthétique par les engrais (**CHAPMAN D, KIMSTACH V, 1996**).

I.4.1.6. Le potentiel Hydrogène (pH) :

Le pH est un paramètre qui permet de mesurer l'acidité, l'alcalinité ou la basicité d'une eau.

I .5.Types de la pollution:

I .5.1.Pollution organique:

C'est les effluents chargés des matières organiques fermentescibles (biodégradables), fournis par les industries alimentaires et agroalimentaires (laiteries, abattoirs, sucreries...), et par les effluents domestiques (déjections humaines, graisses...etc.). La première conséquence de cette pollution est la consommation d'oxygène dissous de ces eaux. Les polluants organiques sont principalement les détergents, les pesticides et les hydrocarbures.

-Les détergents: Sont des composés tensioactifs synthétiques dont la présence dans les eaux est due aux rejets d'effluent urbains et industriels. Les nuisances engendrées par l'utilisation des détergents sont:

- L'apparition de goût de savon.
- La formation de mousse qui freine le processus d'épuration naturelle ou artificielle.
- Le ralentissement du transfert et de la dissolution de l'oxygène dans l'eau.

-Les pesticides: On désigne généralement comme des produits utilisés en agriculture les conséquences néfastes dues aux pesticides sont liées aux caractères suivants:

- Rémanence et stabilité chimique conduisant à une accumulation dans les chaînes alimentaires.
- Rupture de l'équilibre naturel.

-Les hydrocarbures: Provenant des industries pétrolières et des transports, qui sont des substances peu solubles dans l'eau et difficilement biodégradables, leur densité inférieure à l'eau les fait surnager. En surface, ils forment un film qui perturbe les échanges gazeux avec l'atmosphère (**Encyclopédie. 1995**).

I .5.2.Pollution minérale :

La pollution minérale des eaux peut provoquer le dérèglement de la croissance végétale ou trouble physiologique chez les animaux. Le polluant minéral ce sont principalement les métaux lourds et les éléments minéraux nutritifs (**MAYET., 1994**).

-Les métaux lourds :

Sont essentiellement le mercure (Hg), le cadmium (Cd), le plomb (pb) l'argent (Ag), le cuivre (Cu), le chrome (Cr), le nickel (Ni) et le zinc (Zn). Ces éléments, bien qu'ils puissent avoir une origine naturelle (roches du sous-sol, minerais), proviennent essentiellement de la contamination des eaux par des rejets d'activités industrielles diverses (traitements de surface, galvanoplastie, hydrométallurgie, industries minières, chimique, pétrochimique, pharmaceutique,...etc.). Ils ont la particularité de s'accumuler dans les organismes vivants ainsi que dans la chaîne trophique (**Keck et al, 2000**). -

-Les éléments minéraux nutritifs :

(Nitrates et phosphates) : provenant pour l'essentiel de l'agriculture et des effluents domestiques (**Mayet., 1994**), il est à l'origine du phénomène d'eutrophisation c'est-à-dire la prolifération excessive d'algues et de plancton dans les milieux aquatiques.

I .5. 3 .Pollution microbiologique :

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, par ordre croissant de taille: les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes (**BAUMONT et al. 2004**).

-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. L'infection

se produit par l'ingestion dans la majorité des cas, sauf pour le coronavirus où elle peut aussi avoir lieu par inhalation (CSHPF, 1995).

On estime leur concentration dans les eaux usées urbaines comprise entre 10^3 et 10^4 particules par litre. Leur isolement et leur dénombrement dans les eaux usées sont 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 importants, il faut citer les entérovirus (exemple: polio), les rotavirus, les rétrovirus, les adénovirus et le virus de l'Hépatite A (ASANO, 1998).

-Les bactéries:

Les bactéries sont des organismes unicellulaires simples et sans noyau. Leur taille est comprise entre 0,1 et 10 μm . La quantité moyenne de bactéries dans les fèces est d'environ 10¹² bactéries/g (ASANO, 1998). Les eaux usées urbaines contiennent environ 10⁶ à 10⁷ bactéries/100 ml dont 10⁵ proteus et entérobactéries, 10³ à 10⁴ streptocoques et 10² à 10³ clostridiums. Parmi les plus communément rencontrées, on trouve les salmonelles dont on connaît plusieurs centaines de sérotypes différents, dont ceux responsables de la typhoïde, des paratyphoïdes et des troubles intestinaux. Des germes témoins de contamination fécale sont communément utilisés pour contrôler la qualité relative d'une eau ce sont les coliformes thermo tolérants(Faby J, Brissaud F, 1997).

- 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 de vie une forme de résistance, appelée kyste. Cette forme peut résister généralement aux procédés de traitements des eaux usées (BAUMONT et al, 2004)

I. 6 Les différentes réglementations dans le monde:

I. 6. 1. La recommandation de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS):

Les recommandations de l'OMS sont source d'inspiration pour de nombreux pays à travers le monde. Depuis 1982, l'OMS effectuait des recherches afin de fournir une base scientifique pour établir ses recommandations. Est une recommandations sanitaires pour l'utilisation des eaux usées en agriculture et en aquaculture".

Elles ont été révisées en 2000, en intégrant les résultats de nouvelles études épidémiologiques (Ursula J. Blumenthal, et al. 2000).

Pour établir les nouvelles normes, deux approches ont été utilisées: d'une part, des études épidémiologiques empiriques complétées par des études microbiologiques concernant la

transmission des germes pathogènes et d'autre part, une évaluation quantitative du risque basée sur un modèle applicable aux germes pathogènes choisis. Cette approche combinée a permis d'obtenir un outil puissant pour établir des recommandations, avec un rapport coût/efficacité avantageux et une garantie de protection de la santé publique.

Les normes concernent uniquement les quantités de micro-organismes.

Elles représentent la limite au-delà de laquelle la santé publique n'est plus assurée.

(Blumenthal et al, 2000).

I. 6.2. Les recommandations de l'USEPA:

L'USEPA (United States Environmental Protection Agency) a publié en 1992, en collaboration avec l'USAID (United States Agency of International Développement), ses propres recommandations sur la REUE, intitulées "Guidelines for Water Reuse" (USEPA, 1992).

Contrairement à l'OMS, ces normes ne sont pas basées sur des études épidémiologiques et une estimation du risque, mais sur un objectif de zéro pathogène dans les eaux réutilisées.

Les normes microbiologiques sont donc beaucoup plus strictes.

Ces normes concernent tous les usages envisageables des eaux usées épurées (usage urbain, agricole, industriel, recharge de nappe, etc.) ce qui en fait un outil important.

Les recommandations de l'USEPA portent sur plusieurs paramètres notamment: le pH, la demande biologique en oxygène, la turbidité ou les matières en suspension et les coliformes fécaux. Il faut retenir que seul le facteur "coliformes fécaux" permet de juger de la qualité microbiologique. Le pH est toujours fixé entre 6 et 9. La turbidité ne doit pas dépasser en général 2 NTU. La DBO5 maximale est fixée soit à 10 mg/L, soit à 30 mg/L, selon les usages. Les coliformes fécaux doivent être soit en concentration inférieure à 200 CF/100 mL (pour l'irrigation avec restriction, les usages paysagers, industriels et environnementaux), soit à un niveau de non-déteçtabilité (pour l'irrigation sans restriction, la baignade et la réutilisation indirecte pour l'eau potable). Enfin, ce qui est un des aspects les plus drastiques des normes de l'USEPA, est qu'il est imposé dans la plupart une norme en chlore résiduel de 1 mg/L. Retenons enfin que les recommandations concernant l'industrie et la réutilisation indirecte pour l'eau potable ne font pas état de normes précises, mais expliquent que les niveaux de qualité exigés doivent être fixés au cas par cas. Aux États-Unis, l'USEPA fixe un cadre réglementaire, qui a été ensuite décliné avec des variations plus ou moins importantes dans les différents Etats.

I. 6.3. La législation française et la recommandation du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF) :

La réglementation française sur la réutilisation des eaux usées épurées ne concerne que la réutilisation agricole. Les recommandations établies par le Conseil Supérieur d'Hygiène

Publique de France (CSHPF) en 1991 sont largement inspirées de celles de l’OMS, avec quelques précautions supplémentaires (**BRISAUD, 2003**).

La réglementation française est assez succincte concernant la réutilisation des eaux usées épurées. Les textes de Lois relatifs à l’eau et à l’assainissement sont:

L’article 24 du décret n° 94-469 du 3 juin 1994 fait entièrement référence à la réutilisation agricole des eaux usées: « Les eaux usées peuvent, après épuration, être utilisées à des fins agronomiques ou agricoles, par arrosage ou par irrigation, sous réserve que leurs caractéristiques et leurs modalités d’emploi soient compatibles avec les exigences de protection de la santé publique et de l’environnement.».

Au vu de l’état actuel des connaissances, le CSHPF Donne un avis favorable à la réutilisation des eaux usées épurées destinée à l’agriculture et à l’arrosage, sous réserves du respect de certaines consignes concernant les points suivants:

- La protection des ressources en eau souterraine et superficielle;
- Le contrôle des règles d’hygiène applicables aux installations d’épuration et d’irrigation;
- La formation des exploitants et des contrôleurs.

Afin de veiller à la protection des ressources en eau souterraines et superficielles, l’autorisation préfectorale doit être requise pour tout projet d’utilisation d’eaux usées urbaines (décret n° 73-218 du 23 février 1973, puis circulaire n° 51 du 22 juillet 1991 et du 3 août 1992 du ministère chargé de la Santé). Ce document, destiné à guider les autorités locales et les équipes chargées d’élaborer des projets de réutilisation, s’appuie sur les recommandations relatives à la réutilisation des eaux usées de l’OMS(**Hakima El Haité2010**).

I. 6.4. Cadre juridique de la Tunisie:

Les Eaux Usées Traitées (E.U.T) présentent toujours une charge microbienne et virale non négligeable qui limite leur champ de réutilisation notamment en irrigation. L’expérience tunisienne dans ce domaine a commencé en 1958 par l’irrigation des orangers dans la région de Soukra (Tunis) pendant la sécheresse. Depuis, le secteur s’est bien organisé par la promulgation d’un certain nombre de textes le réglementant: Décret n°1047 du 28/7/1989 fixant les conditions d’utilisation des eaux usées traitées à des fins– agricoles; Arrêté du 18/5/1990, portant homologation de la norme tunisienne relative aux spécifications

– D’utilisation des eaux usées traitées à des fins agricoles; Arrêté du 21/6/1994, fixant la liste des cultures qui peuvent être irriguées par les EUE;

En Tunisie, si la demande en eau ne devait théoriquement rejoindre les disponibilités qu’en 2015, on constate déjà que certains endroits souffrent d’une pénurie (**Puil, 1998**). De plus, les ressources en eau témoignent souvent d’un degré notable de salinité. Dans ce pays, la

réutilisation entre dans le cadre d'une politique nationale. Les eaux usées de Tunis sont utilisées depuis le début des années 60 pour l'irrigation à la Soukra de culture de citrons. Ainsi, la réutilisation a permis de sauver 600 hectares de cultures. Basé sur l'expérience de La Soukra, une ambitieuse politique de réutilisation des eaux usées à été mise en place depuis les années 80. La Tunisie est le premier pays de l'Ouest Méditerranéen à avoir adopté des réglementations en 1989 pour la réutilisation de l'eau. Ce sont le Ministère de l'Agriculture et l'Office Nationale d'Assainissement (ONA), l'autorité sanitaire, qui ont en charge la recherche de moyens pour améliorer l'efficacité de la politique nationale de réutilisation de l'eau.

La réglementation de 1989 spécifie que l'utilisation des effluents secondaires traités est autorisée pour irriguer tous les types de cultures mis à part les légumes, qu'ils soient consommés cuits ou crus. Les eaux usées traitées sont donc utilisées pour irriguer les arbres fruitiers (citrons, olives, pêche, pommes...), les fourrages (sorgho, luzerne), les céréales, les terrains de Golf (Tunis, Monastir, Sousse) et des jardins d'hôtel à Jerba et Zarzis.

Le contrôle de la qualité des eaux réutilisées concerne les paramètres physico-chimiques une fois par mois, les éléments traces tous les six mois et les œufs d'helminthes toutes les deux semaines. En 1992, le taux d'utilisation des eaux usées traitées en Tunisie est relativement bas. En effet, seulement 40 % de l'espace susceptible de concerner la réutilisation est irrigué. De plus, l'irrigation n'a lieu que pendant six mois par an et le stockage de l'eau est extrêmement peu utilisé. (Hakima El Haité2010).

I. 6. 5. Contexte juridique Marocain :

Conscient de l'importance du potentiel hydraulique dans le processus du développement, le Maroc s'est donné pour tâche prioritaire d'assurer la préservation des ressources en eau, il s'est engagé dans la politique de gestion de l'eau depuis des décennies, et a créé une nouvelle réglementation des eaux par la promulgation de la loi 10/95 sur l'eau du Dahir No 1 - 95 - 154 du 16.08.1995. Cette loi vise l'instauration d'une politique de l'eau basée sur l'implication des différents intervenants dans le secteur de l'eau et énonce les Principes de la gestion intégrée de la ressource.

La loi 10/95 constitue un cadre légal et réglementaire pour la gestion et la planification des ressources en eau, elle comprend divers articles relatifs à la protection et à la préservation des ressources hydriques, l'assainissement des eaux usées ainsi que la réutilisation des eaux usées épurées dans l'irrigation.

L'article 51, fixe les normes de qualité auxquelles une eau doit satisfaire selon l'utilisation qui en sera faite, ont pour objet de définir les procédures, les modes opératoires d'essai, d'échantillonnage et d'analyse ainsi que la grille des eaux définissant les classes de

qualité des eaux permettant de normaliser et d'uniformiser l'appréciation de la qualité des eaux (caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques notamment de l'eau usée destinée à un tel usage).

L'article 57, stipule que l'administration définit notamment les conditions d'utilisation des eaux usées et d'obtention de l'autorisation de la réutilisation de ces eaux usées.

La Loi 10-95, stipule dans son article 84, que la réutilisation des eaux usées à des fins agricoles est interdite lorsque ces eaux ne respectent pas les normes fixées par voie réglementaire.

Les normes marocaines concernant les eaux usées destinées à l'irrigation, limitent à 2.103 CF /100mL, le nombre de germes dans l'eau (nombre ramené à 1000CF/100mL pour les cultures consommées crues). (**Hakima El Haité2010**).

I.6. 6 Cadre réglementaire en Algérie :

Consciente des défis à relever dans la gestion des ressources en eau et de la nécessité de mettre en oeuvre une nouvelle politique dans ce secteur, l'Algérie organise pour la première fois des Assises nationales de l'eau en 1995. Suite à cette rencontre, un état des lieux et un diagnostic des systèmes de distribution et d'assainissement d'eau (vétusté des réseaux, fuites, branchements illégaux).

Le ministère des ressources en eau (MRE) est l'autorité centrale responsable de l'élaboration et de la mise en oeuvre de la politique nationale de l'eau et dispose de relais déconcentrés au niveau local avec les directions des ressources en eau de wilaya (DREW).

En 2001 des réformes institutionnelles ont modifié en profondeur les établissements publics à compétence nationale qui sont sous la tutelle du MRE :

- gestion et le développement des infrastructures d'assainissement urbain sont la prérogative de l'Office national de l'assainissement (ONA). (**Coopération UE – Algérie2013**)

La loi n°05-12 du 04 Août 2005, relative à l'eau, a institué la concession de l'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation (**JO n°60-année 2005**)

- **Le décret n°07-149 du 20 mai 2007** fixe les modalités de concession de l'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation ainsi que le cahier des charges-type y afférent.

(**JO n°41.2004**) Ces arrêtés fixent :

- Les spécifications des eaux usées épurées utilisées à des fins d'irrigation et notamment en ce qui concerne les paramètres microbiologiques et les paramètres physico-chimiques
- La liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées.

- **La norme Algérienne N°17683** « Réutilisation des eaux usées épurées à des fins agricoles, municipales et industrielles - Spécifications physico-chimiques et biologiques » est disponible au niveau de l'Institut Algérien de Normalisation IANOR ;
- La **REUE** sollicite une coordination étroite entre les différentes structures impliquées dans les opérations de réutilisation à tous les niveaux.

I.6.7-Directive cadre sur l'eau :

Les composés organiques déversés dans le milieu aquatique peuvent apporter les impacts négatifs sur l'écosystème aquatique par des effets toxiques directs et indirects sur les organismes (**W. S. Hughes 1922**) Les contaminants organiques sont une cause majeure de préoccupation de l'environnement en raison de leur persistance, longue portée transportabilité et leurs effets potentiellement néfastes sur les organismes vivants. En outre, la plupart des contaminants organiques sont liposolubles et peuvent conduire à une bioaccumulation, affectant ainsi non seulement les écosystèmes aquatiques, mais aussi la santé humaine via les ressources en eau potable et la chaîne alimentaire (**KHAOULANI, S. 2015 -W.E. Morf 1981**).

Pour la protection de l'écosystème et pour maintenir les ressources en eau propre, il est important d'identifier la nature des substances, leurs niveaux de contamination ainsi que leurs sources.

Le conseil du parlement européen adoptait des mesures particulières contre la pollution de l'eau par certains polluants présentant un risque majeur pour l'environnement aquatique, notamment des risques qui peuvent polluer l'eau potable. Les États membres mettent en oeuvre une politique sur les mesures nécessaires depuis les années 1970, afin de réduire progressivement la pollution due aux substances prioritaires (**M. Bruns et al 1999**).

Ainsi, toute une diversité réglementaire a été élaborée. En effet, dans les années 1990 plusieurs directives ont fait de l'eau potable leur objet de contrôle, elles ont été développées pour protéger les ressources en eaux et pour produire une eau potable (directive 98/83/CE), des eaux de baignade (directive 2006/7/CE remplace la directive 76/160/CEE) et des eaux piscicoles (directive 78/659/CEE est remplacé par 2006/44/CE). Par ailleurs, il y a d'autres directives qui obligent à protéger l'eau contre la pollution, par exemple :

- la directive 91/271/CEE liée à la directive eaux résiduaires urbaines recommandant aux États-membres la collecte et le traitement des eaux usées des agglomérations.
- la directive 91/676/CEE qui oblige à réduire la pollution de l'eau par les nitrates, due aux rejets agricoles.

- la directive 96/61/CE qui vise à la prévention et à la réduction de la pollution, en intervenant en priorité à la source, ainsi qu'à assurer une gestion prudente des ressources naturelles. (**KHAOULANI, S. 2015**).

I.7-Les normes de rejets des eaux usées :

I.7.1-Les normes internationales :

La norme est représentée par un chiffre qui fixe une limite supérieure à ne pas dépassée ou une limite inférieure à respecter. Un critère donné est rempli lorsque la norme est respectée pour un paramètre donné. Une norme est fixée par une loi, une directive ou un décret de loi. Les normes internationales selon l'organisation mondiale de la santé (OMS) pour les eaux usées (**RAHOU K 2014**).

Tableau№ 1: normes de rejets internationales (RAHOU K 2014).

Caractéristiques	Normes utilisées (OMS)
pH	6,5-8,5
DBO5	<30mg/L
DCO	<90mg/L
MES	<20mg/L
NH4	<0.5mg/L
NO2	<1mg/L
NO3	<1mg/L
P2O5	<2mg/L
Température	<30°C
Couleur	Incolore
Odeur	Inodore

I.7 .2 Normes de rejet appliquées en Algérie :

selon Journal Officiel de la République Algérienne réglementant les rejets d'effluents liquides, définit un rejet comme tout Déversement, écoulement, jets, dépôts directs ou indirects d'effluents liquides dans le milieu naturel le Décret Exécutif n° 36 du 27 jourmada ethania 1430 correspondant au 21 juin 2009 valeurs limiter maximales de la teneur en substances nocives des eaux usées autres que domestique au moment de leur déversement dans un réseau public d'assainissement ou dans une station d'épuration (**JON°36 2009**).

Tableau.N° 2: normes de rejets appliquées en Algérie (JON°36 2009).

Paramètres	Unités	Valeurs limites
Température	°C	30
Hydrocarbures totaux	mg/l	10
La demande biologique en oxygène(DBO5)	mg/l	500
Demande chimique en oxygène (DCO)	mg/l	1000
Azote global	mg/l	150
Phosphore total	Mg /l	50
pH	-	6,5 à 8,5
MES	mg/l	35
aluminium	mg/l	5
Argent	mg/l	0,5
Arsenic	mg/l	0 ,1
Matières en suspension (MES)	mg/l	600

Conclusion :

Les eaux usées urbaines peuvent être rejetés directement dans le milieu naturel aboutissant à des stations d'épuration dont ils ne doivent pas perturber le fonctionnement.

Pour cela on est appelé à préciser des normes de rejet pour protégé l'environnement contre impacts négative. Les normes doivent tenir compte des sensibilités des méthodes de dosage et des possibilités techniques de traitement. La connaissance de la composition des eaux résiduaires et leur paramètre essentiel pour assurer la pertinence du choix et du dimensionnement des filières de traitement appropriées. Bien que les gammes de concentrations des paramètres typiques des eaux usées soient globalement connues.

(BELBACHIR S, HABBEDDINE S,2017).

CHAPITRE II :

Procédés d'épuration des

eaux usées

II-1 Introduction :

Le traitement des eaux résiduaires urbaines représente la moitié des activités de traitement de l'eau dans le monde. Avec l'évolution démographique, le développement économique, ou encore l'extension et l'intensification de l'urbanisme, le volume des eaux résiduaires ne cesse de croître.

Le rejet direct des eaux usées domestiques 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.

Conjugué à une exigence renforcée en matière de respect de l'environnement au travers de la réglementation et de confort de vie, le traitement des eaux usées représente un véritable défi environnemental pour les collectivités. Epurer des eaux usées de plus en plus polluées représente également un défi technologique et économique dont l'objectif commun est de préserver la biodiversité et protéger les ressources en eau, tout en garantissant le confort des riverains.

(BELBACHIR S, HABBEDDINE S. 2017).

II -2 L'objectif d'épuration des eaux usées :

L'épuration des eaux est un ensemble de techniques qui consistent à purifier l'eau soit Pour recycler les eaux usées dans le milieu naturel, soit pour transformer les eaux naturelles en eau potable.**(Zeghoud M ,2014).**

L'objectif d'épuration des eaux usées est l'obtention d'une eau épurée qui satisfait aux Normes de rejets édictés par la législation, et pouvant par suite être évacuée sans danger du Point de vue du risque pour la santé humaine et l'environnement. **(Hamsa ,2006).**

L'objectif du traitement des eaux usées pour l'irrigation des cultures pour la consommation humaine ou l'arrosage des espaces verts n'est pas le même que les objectifs classiques de traitement des eaux usées. Dans ce cas, les objectifs principaux de traitement des eaux usées sont l'élimination des microorganismes pathogènes dans le but de protéger la santé des agriculteurs, des consommateurs ou de la population fréquentant les espaces irrigués par les eaux usées épurées d'une part et d'autre part garantir la disponibilité de l'eau avec une qualité adéquate lors de sa réutilisation. Ceci signifie que l'élimination des matières organiques qui contiennent de précieux nutriments agricoles n'est, dans ce cas, ni nécessaire, ni souhaitable et le stockage des eaux usées épurées est à réfléchir pour la satisfaction des besoins de réutilisation.

(Hakima El Haité2010).

II-3 les Stations d'épurations (STEP) :

Elles constituent une autre voie d'élimination des eaux usées dans la mesure où celles-ci y subissent toute une batterie de traitements avant leur déversement dans le milieu naturel.

Une STEP, généralement placée à l'extrémité aval d'un réseau est conçue pour épurer les eaux usées et limiter l'apport en excès de matière organique et dans certains cas, de substances minérales telles les nitrates et les phosphates dans les milieux récepteurs, sachant que certaines substances contenues dans un effluent, à partir d'une certaine concentration, peuvent constituer un danger pour la communauté aquatique, l'épuration des eaux usées diminue l'impact sur les écosystèmes aquatiques. **(Brière, 1994).**

II-4 traitement des eaux usées :

Un système type de traitement d'eaux usées fait appel à une série de procédés unitaires. Ces procédés se divisent en quatre catégories : les préliminaires, les traitements primaires, les traitements secondaires et les traitements tertiaires.

L'épuration des eaux usées le plus approprié est celui qui fournit, avec certitude, des effluents de qualité chimique et microbiologique exigée pour un certain usage spécifique, à bas prix et des besoins d'opération et d'entretien minimaux. **(Allaoui K, 2009).**

II -4-1 Traitement préliminaire :

Enlèvement des solides grossiers et d'autres grands fragments de l'eau usée brute. **(FAO, 2003).**

En tête d'une station d'épuration, ces procédés permettent de retenir les matières volumineuses grâce à des grilles (dégrillage), les sables (dessablage), les matières flottantes grossières (écumage) et les liquides moins denses que l'eau (désuilage). Les déchets solides peuvent être déchiquetés (dilacération) par des « pompes dilacératrices », cette opération facilitant leur dispersion **(DESJARDINS, 1997)**. Ces opérations sont : le dégrillage, le dessablage et le désuilage.

▪ Le dégrillage :

L'opération de dégrillage permet de protéger la station contre l'arrivée des gros objets susceptibles de provoquer des bouchages au niveau de différentes unités de l'installation et d'éliminer les matières volumineuses charriées par l'eau brute, qui pourraient nuire à l'efficacité des traitements ultérieurs.

En fonction de l'espacement des barreaux on peut distinguer :

- Le dégrillage fin : écartement de 3 à 10 mm.
- Le dégrillage moyen : écartement de 10 à 45 mm.
- Le dégrillage grossier : écartement de 50 à 100 mm.

Les dégrillages peuvent être verticale; ou inclinées de 60° à 80° sur l'horizontale

(MIMECHE L, 2014).

- **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).

- **Déshuilage :**

Les graisses, huiles et autres matières flottantes : elles sont récupérées dans un dégraisseur, ouvrage dans lequel, par diffusion de fines bulles d'air, les huiles et les graisses remontent à la surface où elles sont raclées. Les graisses peuvent soit être traitées sur la station soit être évacuées en CET (réglementairement interdit à partir de 2002) ou en incinération. Les graisses perturbent les traitements biologiques en limitant la diffusion de l'oxygène dans l'eau et en gênant la décantation des boues. Par leurs propriétés chimiques, elles peuvent également être source d'odeurs nauséabondes et de colmatage des canalisations. Elles diminuent aussi les performances de la déshydratation des boues. Enfin, les substances lipidiques favorisent le développement des bactéries filamenteuses, sources de graves perturbations sur les stations (CANLER, 2001).

II -4-2 Le traitement primaire :

- **Décantation :**

Le traitement primaire consiste en une étape de décantation. Cette phase permet d'éliminer une fraction des matières en suspension, jusqu'à 60 %, et de la matière organique, de l'ordre du tiers de la DBO5 entrante (DEGREMONT, 1989). Cette pollution constitue alors les boues primaires, fortement organiques et fermentescibles qui sont envoyées vers la chaîne de traitement des boues. Le traitement primaire permet de réduire la charge polluante arrivant au traitement secondaire mais génère un volume de boues important. Cette étape ne permet pas d'atteindre les seuils de rejets réglementaires. La fosse Imhoff, particulièrement bien adaptée aux petites STEP, est un procédé qui cumule la décantation primaire, la digestion et le stockage des boues (ALEXANDRE, 1998).

▪ Flottation :

Par opposition à la décantation, la flottation est un procédé de séparation solide-liquide ou liquide-liquide qui s'applique à des particules dont la masse volumique est inférieure à celle du liquide qui les contient. Dans les eaux à forte charge en matières organiques, les matières solides sont rassemblées à la surface par insufflation d'air, sous forme d'écume qui est ensuite retirée par raclage à la surface de l'eau. Les bulles d'air fines s'accrochent aux particules fines à éliminer **(BOUCHENAK K et RACHA M, 2015)**.

II -4-3 Traitement secondaire (traitement biologique) :

Il s'agit d'un traitement biologique dont l'objectif est l'élimination de la pollution carbonée, azotée et phosphorée. Le traitement biologique utilise la capacité auto-épuratrice de microorganismes **(DEGREMONT, 1989)**. Ces traitements sont biologiques et permettent d'éliminer les polluants dissous. Pour cela on utilise des populations de micro-organismes capables de les consommer. Dans les cas étudiés, le principe général est de favoriser la croissance de communautés de bactéries aérobies, c'est-à-dire qui prélève l'O₂ pour leur métabolisme **(SOLENE M et al 2013)**.

Les procédés d'épuration secondaire (ou biologique) comprennent des procédés biologiques, naturels ou artificiels, faisant intervenir des microorganismes aérobies pour décomposer les matières organiques dissoutes ou finement dispersées **(DESJARDINS, 1997)**. La dégradation peut se réaliser par voie aérobie (en présence d'oxygène) ou anaérobie (en l'absence d'oxygène).

- **a- 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 ...)
- **b- 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)**.

Boues activées :

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. (CELINE P, 2003).

Les boues activées constituent le traitement biologique aérobie le plus répandu. Le procédé consiste à provoquer le développement d'une culture bactérienne dispersée sous forme de flocons (boues activées), dans un bassin brassé et aéré (bassin d'aération) et alimenté en eau à épurer. Dans ce bassin, le brassage a pour but d'éviter les dépôts et d'homogénéiser le mélange des flocons bactériens et de l'eau usée (liqueur mixte) (PNUE / OMS, 1979).

Dans le décanteur secondaire, la boue activée est séparée de l'eau purifiée. Une partie des boues activées séparée est réintroduite dans le bassin d'aération (boues de retour). La partie non réintroduite (boues en excès) est un résidu de ce procédé (GERÄTEBAUG).

II -4-4 Traitement tertiaire :

Les traitements tertiaires permettent donc d'éliminer les substances non voulues pour répondre à un objectif de qualité prédéfini. Par exemple, lors d'une réutilisation en irrigation maraîchère (production de fruits et légumes sans traitement thermique industriel) il faut éliminer en priorité les pathogènes et garder des éléments nutritifs, alors que lors d'une réutilisation en milieu urbain ou pour une recharge de nappe, l'azote et le phosphore doivent être éliminés afin d'éviter tout risque d'eutrophisation. Dans la plupart des cas, la qualité d'eau requise pour une réutilisation des eaux usées traitées (BRICE B et al 2014-2015).

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.

Les traitements tertiaires comprennent les procédés destinés à enlever les matières résiduelles non extraites lors des traitements précédents. Les principaux traitements tertiaires sont le dé phosphatation chimique, la filtration et la désinfection (ALLAOUI K, 2009).

➤ Traitement bactériologique par rayonnement UV :

La désinfection aux ultraviolets tend à se développer de façon plus intense car elle présente un certain nombre d'avantages comme des temps de contacts très courts, pas d'utilisation de produits chimiques, une bonne efficacité sur les bactéries et sur les virus. Le principe d'action des UV repose sur le fait que les rayons ultraviolets sont des ondes électromagnétiques qui correspondent à une gamme de longueur d'onde comprise entre 100 et 400 nm. L'absorption de ces rayons par les micro-organismes provoque une modification de leur ADN qui bloque toute réplication du matériel génétique et engendre leur mort. (SOLENE M et al 2013).

➤ Traitement par voie physico-chimique :

Le traitement tertiaire inclut un ou plusieurs des processus suivants:

- ❖ Désinfection par le chlore ou l'ozone (pour éliminer les germes pathogènes).
- ❖ Neutralisation des métaux en solution dans l'eau : en faisant varier le pH de l'eau dans certaines plages, on obtient une décantation de ces polluants (**ALLOUCHE F et al 1999**).

➤ **Traitement des odeurs :**

Les eaux usées, chargées en matières organiques particulaires et dissoutes, en composés azotés et phosphorés, peuvent dégager des odeurs désagréables suivant un processus biologique bien connu qui se déclenche en milieu réducteur. Par ailleurs, certains rejets industriels contiennent des composés très volatils utilisés dans les procédés de fabrication comme des sulfures, des aldéhydes, des alcools ou encore de l'ammoniaque. Les principaux composés odorants rencontrés dans les stations d'épuration font partie essentiellement des familles des produits soufrés et azotés, ainsi que des composés organiques tels les acides gras volatils (**GAÏD A, 2008**).

II-6 Impacts des eaux usées :

1-Sur l'environnement :

L'épuration des eaux usées peuvent conduire à la contamination du sol et des eaux souterraines, de l'air et peut être fait par des fuites qui peuvent se produire en raison de l'absence de murs de protection contre les intempéries et les installations de revêtement de sol et la prolifération des bactéries dans la station en raison de la propagation de la pulvérisation par le vent, qui à son tour va atteindre dans le sol en raison de l'analyse de l'eau de pluie. (**Zeghoud M(2013-2014)**).

A /La pollution des milieux naturels et des écosystèmes :

Les activités domestiques et industrielles rejettent des polluants qui peuvent dénaturer les écosystèmes. Les stations d'épuration touchent principalement les milieux aquatiques et les sols agricoles via l'épandage des boues. Deux phénomènes peuvent affecter les milieux naturels : l'eutrophisation et la pollution écotoxique. Ces pollutions dégradent la qualité des milieux naturels et en menace par conséquence les usages. (**SEBASTIEN RENOU, 2006**).

B/ L'eutrophisation :

L'eutrophisation d'un milieu aquatique se caractérise par l'enrichissement en matières nutritives qui entraîne une série de perturbations sur l'écosystème, tels que l'accroissement de la production d'algues et de macrophytes, la baisse de la concentration en oxygène, la dégradation de la qualité de l'eau... L'eutrophisation est conditionnée par deux types de facteurs :

- des conditions physiques : température, luminosité, turbidité,

- des facteurs nutritionnels : azote, phosphore.

L'eutrophisation amplifie les variations quotidiennes du pH qui peut atteindre des valeurs très élevées en milieu de journée (supérieures à 10). Or pour des pH supérieurs à 8,5, une grande partie de l'ammonium est sous la forme non ionisée (ammoniac) et donc particulièrement toxique pour la faune(**RYDING, 1993**).

C/L'écotoxicité :

La pollution écotoxique affecte la faune et la flore de la même manière que le font les substances toxiques sur la santé humaine. Les mêmes molécules sont concernées : métaux lourds, composés traces organiques, pesticides... D'autres composés, qui ne sont pas nécessairement directement toxiques pour la faune ou la flore, peuvent fortement perturber le milieu. Par exemple, le rejet de sels (chlorures...) dans un cours d'eau peut en modifier l'équilibre ionique, entraînant des problèmes de régulation osmotique chez les poissons.

Le transfert des polluants : il aboutit à des évolutions importantes de la concentration du polluant de la source d'émission à la cible. Ainsi on observe des phénomènes de bioaccumulation dans les organismes, ou de dilution des toxiques dans le milieu. Les substances peuvent aussi être stockées puis être relarguées quand les conditions du milieu changent. C'est le cas des métaux lourds qui s'accumulent dans les sédiments et dans les sols.

L'évolution du toxique : les molécules peuvent subir des transformations dans le milieu, ce qui augmente ou diminue leur toxicité. Par exemple, les substances organiques ont une durée de vie au bout de laquelle elles se dégradent. La toxicité des métaux dépend de leur état d'oxydoréduction.

A l'échelle d'un écosystème, les composés toxiques vont surtout modifier la biodiversité : les espèces sensibles vont laisser la place aux espèces résistantes à la pollution (**GAUJOUS, 1995**).

2-sur la santé humaine :

Les eaux d'égout contiennent une multitude d'organismes vivants apportés par les excréments d'origine humaine ou animale. L'eau peut contenir des micro-organismes pathogènes (virus, bactéries, parasites). Ils sont dangereux pour la santé humaine, et limitent donc les usages que l'on peut faire de l'eau. (**BENMOUSSA S et GASMI I, 2015**).

Les activités humaines peuvent être à l'origine d'impacts sur la santé. Les effets nocifs de substances sur les populations sont très variés. Ils sont présentés à la suivantes :

-infectieux : par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, les microorganismes peuvent se développer dans le corps sans provoquer d'effet délétères, ou en provoquant une maladie (pathogènes). La pathogénicité d'un agent infectieux peut se réaliser par colonisation superficielle ou profonde des tissus, ou par la production de toxines.

Les effets nocifs sur la santé sont provoqués par des composés de nature très différente :

- les microorganismes pathogènes : virus, bactéries, protozoaires, champignons, algues...
- les métaux lourds : mercure, plomb, cadmium, chrome, zinc, cuivre, nickel...
- les composés traces organiques : pesticides, PCB, hydrocarbures (HAP,)...
- composés gazeux : ammoniac (NH_3), hydroxyde de soufre (H_2S), oxydes de soufre (SO_x) et d'azote (NO_x).

(D'après [BLIEFERT, 2001], [Directive UE, 1999] et [BONNARD, 2001]).

Conclusion:

Les conséquences de la pollution des eaux usées sont multiples, que se soit directement ou indirectement sur l'homme ou indirectement sur le milieu où il vit. L'assainissement des eaux usées, répond donc à ces deux préoccupations essentielles en vue de préserver les ressources en eaux et le cadre de vie. Les eaux usées sont toutes les eaux qui sont de nature à contaminer les milieux dans lesquelles elles seront déversées. Des traitements sont réalisés sur ces effluents (collectés par le réseau d'assainissement). Ces derniers sont débarrassés de leurs plus grands déchets, au cours des prétraitements, jusqu'aux infimes polluants, au cours des traitements tertiaires. Les traitements secondaires biologiques, boues activées, lagunage naturel et aéré sont les traitements les plus fréquemment utilisés en Algérie. **(TARMOUL F, 2007).**

Partie02 :

Partie expérimentale

CHAPITRE I :

Localisation et description de la zone d'étude

I. localisation et description de la zone d'étude :

I.1. Introduction :

La wilaya de Tissemsilt, née du découpage territorial de 1984, a été tracée autour de L'imposant massif de l'Ouarsenis qui s'étend sur plus de la moitié nord de son territoire.

L'ensemble des conditions de vie est tributaire de la géographie physique.

Le relief et Partant la géologie, l'hydrographie, le climat déterminent le régime des eaux et expliquent, dans une large mesure, l'évolution démographique, les conditions de vie, les rapports humains, l'importance de l'agriculture et de l'élevage, dans cette wilaya. Il faut donc s'arrêter quelque peu sur la situation générale de la wilaya de Tissemsilt, son relief, sa géologie, son hydrographie, son climat, sa pédologie et sa végétation, afin de pouvoir dresser l'état des lieux en matière de ressources en eau et dessiner les perspectives en ce domaine. **(DRET)**



Figure N°1: Image satellitaire de La wilaya de Tissemsilt (Google Maps).

I.2. principaux indicateurs de la wilaya :

Superficie de la wilaya : **3151,37 Km²**

Superficie forestière: **60.714 Has (19 %)**.

Population totale : **299.910 habitants dont 60 % de ruraux.**

Population active : **77.976habitants.**

Nombres des communes rurales : **16/22.**

Nombre des communes à seuils de développement :

- Acceptable : **01**
- Moyen : **05**
- Faible : **06**

I.3 Études socio-économiques et démographiques :

A. Situation géographique de la zone d'étude :

La wilaya de Tissemsilt fait partie de la bordure sud du Tell. Elle est comprise entre 1°18'E et 2°18'E de longitude et 35°32'N et 36°00'N de latitude nord. Environ 80 kilomètres de monts et vallées la séparent de la mer méditerranéenne.

La wilaya de Tissemsilt est entourée par 6 wilayas : au nord, Chlef et Ain Defla; au sud, Tiaret et Djelfa; à l'est, Médéa et à l'ouest, Relizane. Le réseau routier principal est constitué par la RN14 (Alger- Teniet-el had -Tissemsilt -Tiaret) et la RN19 (Tissemsilt-Chlef). La wilaya de Tissemsilt constitue un espace très ouvert et accessible.

Elle s'articule sur trois axes d'importances nationales **RN°19, RN°14 et la RN°60. (DSAT).**

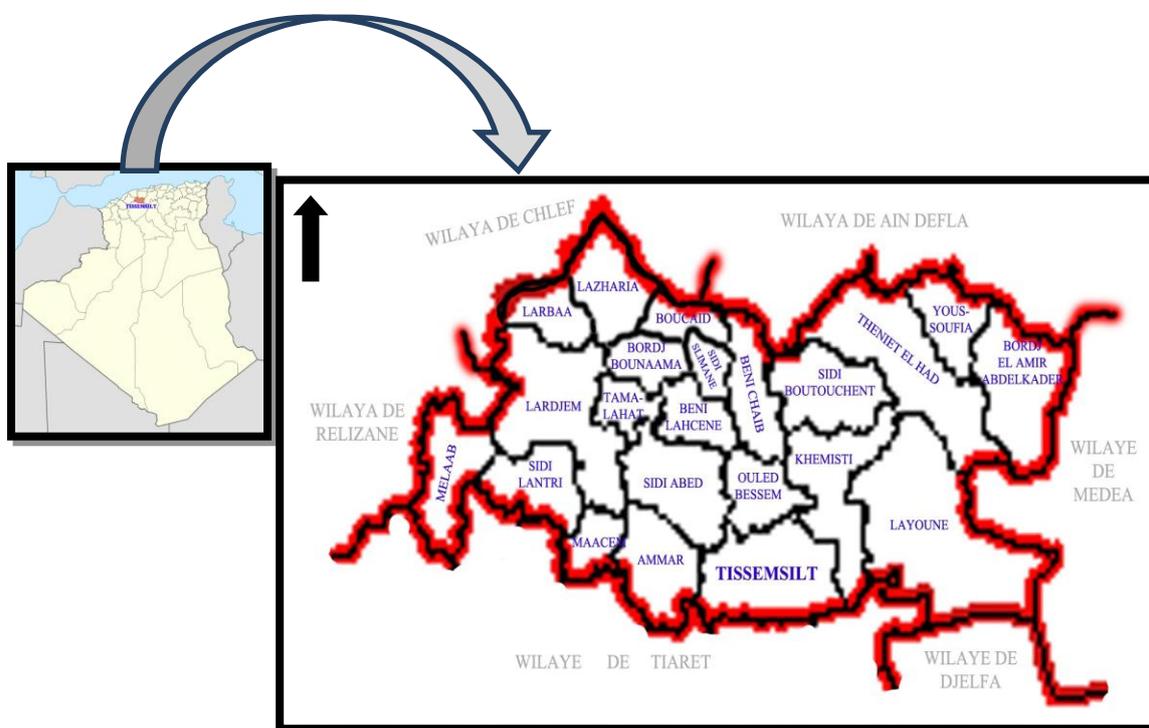


Figure N° 2: Situation géographique de la wilaya de Tissemsilt (ANDI, 2013)

B. Situation démographique :

- POPULATION :

La wilaya de Tissemsilt comptait, au RGPH De 1998, une population de 264240 habitants. La population urbaine est regroupée dans 35 agglomérations, moyenne la moins élevée de l'Algérie du nord. La population rurale est répartie entre l'habitat épars et 4 agglomérations semi-rurales où vivaient 20130 habitants en 1998. Le taux de croissance entre 1987 et 1998 est

estimé à 1,34%. Il faut noter également un mouvement migratoire, plus accentué ces dernières années, tant vers les centres urbains de la wilaya que vers les autres wilayas (Chlef, Tiaret, Oran...). L'activité économique dominante reste l'agriculture. L'industrie est très peu développée. (DSAT) .

C .Activités socio-économiques :

1. Activités agricoles :

Le secteur de agriculture est considéré l'un des volets les plus importants dans le développement national.

En effet, le secteur a bénéficié d'un intérêt particulier des autorités locales pour la seule raison que l'agriculture constitue une richesse renouvelable qui devait être utilisée et orientée pour atteindre l'auto suffisance et réduire par conséquent la dépendance alimentaire .

C'est dans cet esprit que l'état a déployé d'immenses efforts notamment dans le cadre des programmes financés par les différents fonds institués et qui ont donnés des signes prometteurs de point de vue de la diversification des spéculations tels que le développement de l'agriculture de montagne (arboriculture fruitière) et les cultures maraichères par l'introduction des nouvelles techniques d'irrigation .ce soutien massif de l'état a contribué particulièrement à la relance de l'économie locale dont le développement repose essentiellement sur ce secteur stratégique que la wilaya aspire à un développement équilibré.(DSAT).

Tableau.N° 3: quelques données statistiques sur le secteur.

Désignation	Superficie en ha
Superficie agricole utile (SAU) dont irriguée	145,456
Pacage et parcours	7,498
Terres improductives des exploitations	22,297

Source (DSAT).

2-Activités industrielles : Principales industries dans le tableau suivant :

Tableau.Nº 4: Principales industries dans la wilaya de Tissemsilt.

Dénomination	commune	produit
Société de fabrication de couvertures et textiles SOFACT (ex couverte)	Tissemsilt	Couvertures + fil artisanal
Société Algérienne	boucaïd	Baryte Produit Fini
Briquetrie Djilali Bounaama	Tissemsilt	Brique

Source (DAST).

I .4 climatologie:

I.4.1Climat :

Le climat, par ses différents facteurs (température, pluviométrie, vent), joue un rôle déterminant et intervient d'une façon décisive dans la régénération, le développement et la répartition géographique des végétaux.

Les aléas climatiques (sécheresse-siroco-gelées) conditionnent le comportement du sol et les pratique culturales.

A.Pluviométrie :

La zone d'étude se caractérise principalement par un climat continental à hiver froid humide et à été chaud et sec.

La pluviométrie est décroissante du nord et d'ouest en est.

- 450 **mm** sur les piémonts et le centre (les plaines).

-300 **mm** et moins au sud.

Il pleut entre 350 mm et 450 mm pendant 65 jours durant une année normale dont la concentration est située entre le mois novembre et février, il neige en moyenne 3 à 5 jours par an.

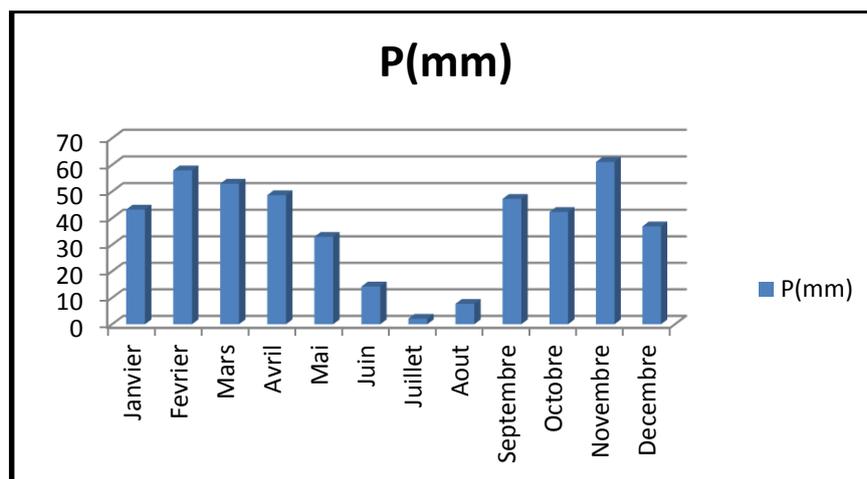


Figure № 3: Diagramme représentatif des précipitations mensuelles (2006-2016) (SMK)

B. Température:

La température est un des éléments fondamentaux dans la détermination du caractère Climatique d'une région, et aussi un facteur nécessaire à l'apport de l'énergie pour les plantes.

Il affectant directement les processus biologiques et chimiques dans la biosphère.

Les données Existantes sont celles de (**P. SELTZER 1946**) et celles qui ont été utilisées dans l'étude(**BNEDER., 2009**) Les écarts de températures ainsi que les amplitudes thermiques sont importants, la moyenne du mois le plus chaud se situe à 36°C (**DSAT**).

Tableau № 5: Répartition mensuelle de la température (2006-2016).

Mois/T°C	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Decembre
T min	1,0	1,4	3,0	5,6	8,8	14,7	17,5	17,5	14,0	10,3	5,2	2,0
T max	12,1	12,2	15,7	19,9	24,8	30,7	35,9	35,1	29,1	24,2	16,3	12,7
moyenne	6,5	6,8	9,3	12,7	16,8	22,7	26,7	26,3	21,5	17,3	10,7	7,3

Source : **SMK**.

C. Synthèse climatique :

Les températures et les précipitations constituent les deux principaux paramètres des climats. Divers types de diagramme sont destinés à donner une représentation graphique des paramètres majeurs du climat propre à une région donnée.

Les principaux sont le climatogramme d'Emberger et le diagramme ombrothermique de la ville de Tissemsilt. (**Munnia A et al.1999**).

1. Diagramme ombrothermique:

Il constitue un type de représentation très utilisé pour comparer les climats, en concédant qu'un mois est sec quand le total des précipitations exprimé en mm est égal ou inférieur au double de la température exprimé en degré Celsius. Les périodes d'aridité sont celles durant lesquelles la courbe pluviométrique est au-dessous de la courbe thermique.

(Mebarki A, 2005).

Selon l'échelle (P=2T) les courbes Ombrothermique déterminent deux périodes, l'une humide, l'autre sèche.

Selon le diagramme ombrothermique, et pour notre zone d'étude, la période sèche s'étale sur 5 mois qui mai jusqu'au fin de septembre. et la période humide est de octobre à avril.

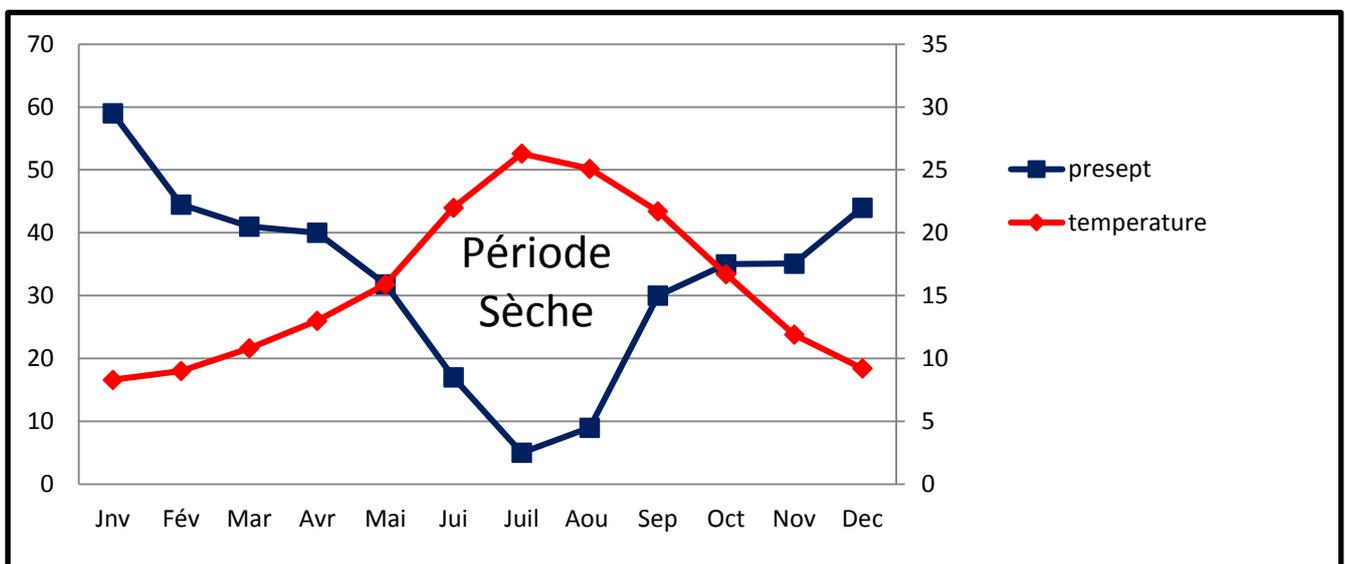


Figure N° 4: Diagramme ombrothermique de la wilaya de Tissemsilt (2006-2016).

2-Quotient pluviothermique d'EMBERGER :

Les précipitations exercent une action prépondérante pour la définition de la sécheresse globale du climat. Les limites de séparation entre les différents étages climatiques restent encore imprécises. Il est intéressant de signaler qu'il ne s'agit pas de lignes au sens géométrique du mot, mais plutôt de bandes de transition mixtes. À ce titre, EMBERGER a bien précisé que, sur le diagramme, les limites sont tracées là où le changement de la végétation est observé (De Granville J.J, 1978). Pour déterminer l'étage bioclimatique de notre zone d'étude, nous avons utilisé le Climagramme pluviométrique de Sauvage (1963). Le quotient d'EMBERGER (1939) est spécifique du climat méditerranéen, il est le plus fréquemment utilisé en Afrique du Nord. Le quotient Q_2 a été formulé de la façon suivante : $Q_2 = \frac{3,43 \times P}{(M-m)^2}$

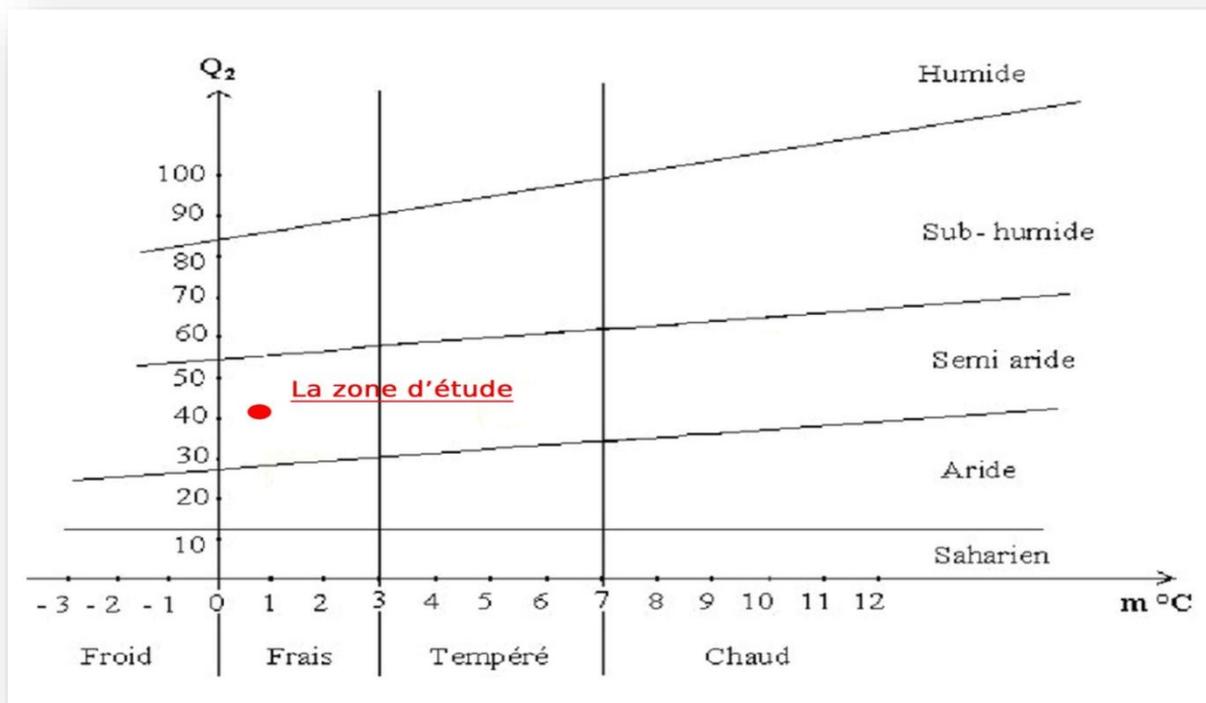
M : moyenne du maxima du mois le plus chaud en degré absolu °C.

m : moyenne du minima du mois le plus froid en degré absolu °C.

P : précipitation annuelle en mm.

$$Q_2 = 40,33$$

Le Q2 calculé pour la période (2006-2016) est équivalent à 40,33 et donc la zone d'étude se trouve dans l'étage bioclimatique semi-aride.



Figure№ 5: Climagramme d'Emberger pour la période 2006-2016.

D. L'humidité relative :

L'humidité relative est égale au rapport de la tension de vapeur à la tension maximum de la température (%).

Tableau№ 6: Humidité relative en % (Station de Miliana).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	jui	juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Année
Moy	74,7	75,6	68,9	67,2	65,4	55,4	45,7	50,9	58,7	66,5	73,3	77,4	65,1
Max	89,7	91,3	87,7	86,7	85,2	76,5	66,7	73,3	80,7	85,7	89,4	91,1	83,7
Min	55	54,4	45,7	42,9	41,9	33,3	26,2	29,5	34,7	43,7	53,4	58,6	43,3

Source (ONM période entre 2006 et 2016).

Selon le tableau ci-contre, la moyenne annuelle de l'humidité dans notre zone d'étude est de 65%. Cette dernière varie de 45,7 à 77,4% pour la période Novembre-Mars et à 67,2% entre Avril-octobre. Ceci montre deux saisons humides : Automne et Hiver et une saison sèche en Été.

E. Vent :

la ville de Tissemsilt est dominée par les vent nord –ouest dans la période hivernale et les vents sud –oust qui caractérisent la période estivale .ils sont violents au printemps et en automne leur vitesse moyenne 4,2m/s, la vitesse maximale est de 26,80m/s. **(DSAT)**.

F. Relief (cadre physique) :

Relief fortement accidenté est composé de :

- ✓ Une de montagne qui occupe près de65% du territoire avec une couverture forestièrede76 ,607ha .
- ✓ Une zone de piémonts couvrant environs de 20à 25% de superficie totale.
- ✓ Une zone de pleine estime approximativement à10% de la superficie. **(DSAT)**.

I. 5Implantation de station d'épuration :

Localisée dans la commune de Tissemsilt et Oueld Bessem, la station de traitement et d'épuration des eaux usées (S.T.E.P) de Tissemsiltest située à 07 Km de la ville de Tissemsilt sur la route d'Alger. Caractérisée par une activité agricole due à la présence de barrage de Bougara, cette station s'étale sur une superficie de 7 Hectare avec une altitude de 850 m

Dotée d'un équipement de dernière génération, cette structure est destinée en premier lieu à préserver les eaux du barrage de Bougara situé à 8 km au sud de Tissemsilt.

La station contribue également à l'irrigation des terres agricoles environnantes sur une superficie estimée à 1 000 ha. **(ANDI, 2013)**.



Figure N° 6 : Localisation de la station d'épuration Tissemsilt. **Figure N°7**: Image satellitaire de La station d'épuration de Tissemsilt (STEP) (Google Maps).

I.6 Capacité du traitement des eaux usées :

La station d'épuration des eaux usées de Tissemsilt a été conçue, en 2009 par le ministère de l'hydraulique, pour traiter un débit moyen de 1 125,00 m³/h avec une capacité maximale de 150 000 EH. C'est une station d'épuration à boues activées, prévue pour 850 000 habitants équivalents. En service réel depuis 2013, elle traite aujourd'hui la moitié des rejets des eaux usées déversées par la ville de Tissemsilt (Massinissa Dj , 2017).

I.7 choix du site de la station d'épuration

Les choix des sites proposés pour les STEP ont été principalement orientés par la disponibilité de terrain relativement plat et suffisamment éloigné des habitations, afin d'éviter les nuisances dues à l'exploitation des stations

1. Zone non inondable. Le cas contraire, cela entraînera parfois des dysfonctionnements pendant de longues périodes ; sinon veiller à mettre les équipements électriques hors d'eau
2. Réaliser des études géotechniques (vérification de l'imperméabilité par exemple pour un lagunage). La portance du sol (tenue des ouvrages et des canalisations de liaison) et les qualités de sol conditionnent beaucoup le coût du génie civil.
3. Grande superficie de l'assiette. Possibilité d'une extension future de la STEP.
4. Présence d'un exutoire pour les rejets des eaux épurées .

(BELBACHIR S et BHABBEDDINE S2017) .

Conclusion :

La présentation de la zone d'étude est basée sur une reconnaissance détaillée du site, elle consiste à collecter, à dépouiller et à analyser toutes les informations disponibles existantes. Dans cette partie, les résultats d'analyses des eaux usées des différents rejets de la zone d'étude montrent que ces eaux usées sont très chargées avec une pollution de caractère domestique.

En effet, ces rejets représentent essentiellement des eaux usées domestiques liés aux activités naturelles de l'homme (alimentation, hygiène, excréations...).

CHAPITRE II:

Matériels et méthodes

II-1 Les Procédés du traitement des eaux usées urbaines:

Introduction :

Toutes les sources de pollution des eaux brutes de la wilaya de TISSIMSILT seront traitées par la STEP de TISSIMSILT. Le processus du traitement est composé des phases de traitement sont :

- 1-le relevage.
- 2-Le prétraitement.
- 3-Le traitement biologique.
- 4-Le traitement des boues.

Receptions des eaux:

Les eaux usées véhiculent des matières en suspension et souvent volumineuses .on entend par « prétraitement » une série d'opération qui a pour but d'éliminer la partie la plus visible de la pollution et la plus gênante sur le plan de l'exploitation des ouvrages.

Il existe un puits de grossiers avec une cuillère bivalve pour extraire des déchets et des solides les plus grossiers.



Figure.Nº 8: une cuillère bivalve.

1- le Relevage :

1-1 le dégrillage : passage de l'eau à travers des barreaux plus ou moins espacé :

A: les Grilles grossières :

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.



Figure N° 9: les grilles grossières.

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 . Ces pompes fonctionnent en deux lignes de pompages 01-psc-01/02/03 et 01-psc-04/05/06 et une pompe de réserve.

Le fonctionnement de ces pompes réglé en fonction du niveau d'eau dans le puits.



Figure N° 10: puits de pompages.

2-le prétraitement:

2-1 les Grilles fines :

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



Figure №11: les grilles fins.

2-2 le Dessableurdeshuilleur : Permettent la séparation de toutes les matières lourdes ou grasses et la fonction dégraissage est assurée par injection d'air dans le bassin.

Pour éviter la décantation des sables dans le bassin biologique et pour éliminer les huiles et graisses contenues dans l'eau brute, un dessableur-déshuilleur est installé en après du dégrilleur fin.

Les graisses sont récoltées dans un canal annexe et rejeté à travers l'ouverture de l'électrovanne d'eau.

L'apport d'air aux dés sableur-déshuilleur se réalise grâce à six turbines.

Les sables se déposent au fond des bassins, il y a deux pompes de sables qui envoient des sables vers le classificateur de sables.



Figure.№ 12: pompe à sable et racleur

3. Traitement biologique :

Le réacteur biologique comprend deux zones :

Une première zone d'anoxie (sans aération), suivie d'une zone aérée (avec la présence d'oxygène). Le traitement biologique est effectué dans le compartiment aérobique (nitrification) à l'aide du processus aérobique par lequel les bactéries provoquent une oxydation directe des matières organiques et d'azote des eaux usées à partir de l'oxygène dissous dans l'eau et dans le compartiment anoxique (dénitrification) ou grâce à l'absence d'apport d'oxygènes les Bactéries provoquent la réduction des nitrates.

- **Nitrification :**

La liqueur mixte est maintenue dans un régime turbulent par les douze aérateurs de surface (3 aérateurs 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 (1 par bassin).

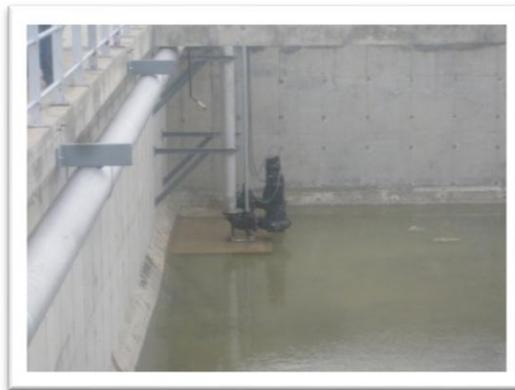


Figure.N° 13:agitateur

2) BASSIN D'AERATION :

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.



Figure №14: un aérateur.

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.

Les décanteurs ou va avoir lieu de la séparation de la biomasse de l'eau clarifiée en recirculant les boues sédimentée à nouveau vers les réacteurs pour maintenir le contenu de micro-organismes dans la liqueur de mélange.

Les décanteurs sont équipés de deux ponts racleurs tournants constitués chacun d'une passerelle équipée de racleurs de fond et de racleurs de surface.

Les racleurs de fond ramènent les boues déposées au fond de l'ouvrage vers la poche centrale qui seront récupérées par gravité vers le poste de pompage des boues, les racleurs de surface récupèrent les écumes flottantes.



Figure№ 15: le décanteur.

4. Le traitement des boues :

Les boues elles sont envoyées directement vers l'ouvrage d'épaississement puis vers la déshydratation mécanique ou naturelle, dans des lits de séchage.

1) Epaississement:

Épaississement: Il s'agit d'une étape intermédiaire du volume de boues produites par la station. Le temps de séjour de la boue ne peut pas dépasser 24 heures.

Un séjour prolongé des boues secondaires induit rapidement des phénomènes de fermentation les surnagent de l'épaississeur qui retournent en tête du traitement sont alors souvent responsable de problèmes biologiques (foisonnement, mousse).



Figure.N° 16:les épaississeurs.

2) Déshydratation Mécanique :

- La déshydratation c'est élimination de l'eau à la boue.
- Pour la STEP de TISSEMSILT, on utilise la déshydratation par filtre à bande.
- Polymère anionique de concentration varie entre 2 jusqu'à 4g/l et des pompes doseuses avec une unité de préparation de polymère.
- Pompes de lavage pour laver les filtres à bande.

3) Lits de séchage :

Le séchage des boues sur lits de sable reste la technique la plus utilisée. Cette déshydratation naturelle est régie en premier lieu par phénomène de drainage ou infiltration à très faible pression, puis on laisse sécher à l'air libre par évaporation de l'eau de surface qui dépend principalement des conditions météorologiques et des caractéristiques de la boue.



Figure N° 17: les lits de séchages.

Après l'épuration, Les eaux épurées sont rejetées dans le milieu naturel (le barrage de BOUGARA). Et la boue qui exigé elle est utilisée comme des engrais pour l'agriculture.



Figure N° 18: la sortie des eaux épurée.

II.2-L'analyse physico-chimique des eaux usées au niveau de la station d'épuration Tissemsilt :

II.2.1-Introduction :

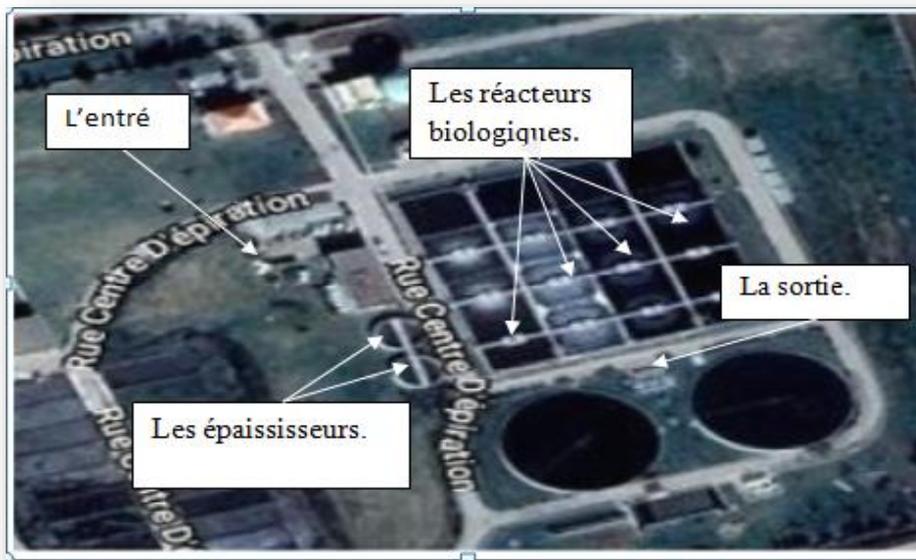
Dans toute station d'épuration des eaux usées il est nécessaire d'effectuer des analyses de l'eau brute et de l'eau traitée afin de déterminer les différents paramètres physicochimique permettant d'évaluer le niveau de pollution dans chaque phase de traitement. L'objectif principal de ce travail est de faire les analyses des eaux usées de la région de Tissemsilt pour connaître la qualité des eaux usées de cette station.

II.2.2- Le but général de la manipulation :

Faire des analyses physico-chimiques de l'eau usée de la ville de Tissemsilt.

Notre étude expérimentale comporte l'analyse physico-chimique qui sont les principe de la manipulation, en mesurant la conductivité électrique, le potentiel d'hydrogène, la température, les matières en suspension, la demande biologique en oxygène de cinq jours, la demande chimique en oxygène, l'oxygène dissouset la salinité des eaux usées de Tissemsilt avant et après le traitement. Ce travail est réalisé au laboratoire de STEP de Tissemsilt".

II.2.3- Les Sites de prélèvements :



FigureN° 19 : les sites de prélèvements.

II.2.4-Technique de prélèvement des échantillons d'eau :

Le prélèvement a été effectué chaque 2 heures à l'entrée et à la sortie, et mélanger les échantillons d'eau prélevés, qui ont subi une série d'analyse dans le laboratoire de la station d'épuration de la ville de Tissemsilt. Les prélèvements doivent être dans des flacons en plastique préalablement bien lavés et rincés avec de l'eau à examiner.

II .2.5-Matérielle et méthode :

A-Analyse physique :

1.Température :

La température qui est un facteur dont les différentes réactions chimiques en dépendent et notamment de leur vitesse de réaction (**GAUJOUS, 1995**). Elle est mesurée à l'aide d'une sonde de terrain (manuel utilisateur multi paramètre)et exprimée en degré Celsius.

2.Conductivité électrique :

La conductivité correspond au passage du courant électrique dans l'échantillon d'eau, elle est fonction directe de la concentration ionique de la solution, sa détermination donne donc une mesure directe de substances dissoutes (**RODIER, 1996**).

Pour la détermination de la conductivité, nous avons utilisé un conductivimètre. Elle est déterminée après rinçage de l'électrode avec de l'eau distillée puis en la plongeant dans un récipient contenant l'échantillon à examiner ; faire la mesure en prenant soin que l'électrode soit complètement immergée. Le résultat de la conductivité est donné directement en $\mu\text{S}/\text{cm}$ par l'appareil du multi paramètre.



FigureN° 20: Multi paramètres : mesurer le PH, T°C, et la conductivité électrique.

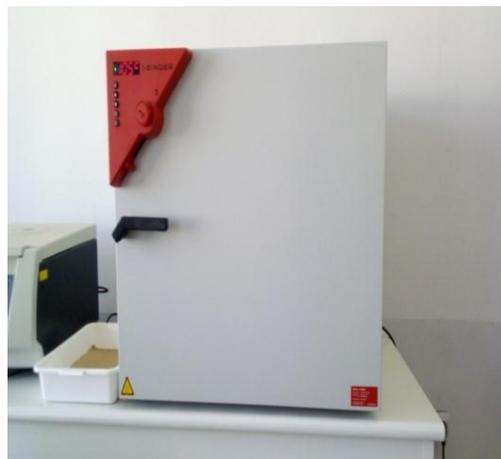
3.Détermination de la matière en suspension(MES):

Les matières en suspension sont en majeure partie de nature biodégradable. La plus grande part des microorganismes pathogènes contenus dans les eaux usées est transportée par les MES. Elles donnent également à l'eau une apparence trouble, un mauvais goût et une mauvaise odeur. Cependant, elles peuvent avoir un intérêt pour l'irrigation des cultures (**Faby, 1997**).

On détermine la quantité de matière en suspension à l'entrée de la STEP pour savoir la contamination par solides en suspension (MES) qu'on a.

Mode opératoire:

- peser le filtre.
- Placer le filtre dans la rampe de filtration, et passer un volume d'échantillon de 25 ml laissez jusqu'à filtration complète.
- Retirer avec précaution le filtre de l'entonnoir à l'aide de pinces à extrémités plates, Peser le filtre avec solides et eaux dans la balance.
- Placer le filtre sur le support de séchage et le sécher dans l'étuve à $(105 \pm 5^\circ\text{C})$ pendant au moins 2heurs et laisser essorer et sécher le filtre, laissé refroidir en dessiccateur et peser le filtre.

**Figure.Nº 21:** Balance analytique.**Figure.Nº 22:** Étuve.**Figure.Nº 23:** Déclicateur.

CALCULS :

$$\text{MES (mg/l)} = 1000000 * (\text{Pf} - \text{P0}) / \text{V (mg/l)}.$$

Ou :

Pf = masse du filtre après filtration et séchage (mg).

P0 = masse du filtre vide, avant filtration (mg).

V = volume d'échantillon filtré en ml.

B-Analyse chimique :**1- Le potentiel Hydrogène (pH) :**

Ce paramètre est très important puisqu'il contrôle la corrosion et montre la stabilité de l'eau. Le pH est lié à tous les paramètres de qualité de l'eau.

Le pH est mesuré directement à l'aide d'une électrode de pH combinée. Il consiste à Tremper l'électrode dans le bêcher de l'échantillon, laisser stabiliser un moment, puis noter le PH (RODIER *et al.* 2005) avec l'appareil multi-paramètre.

2-Détermination de la demande chimique en oxygène(DCO) :

La demande chimique en oxygène c'est la mesure de la quantité d'oxygène nécessaire qui correspond à la quantité des matières oxydables par oxygène renfermé dans un effluent. Elles représentent la plus part des composés organiques (détergents, matières fécales) (AGGOUNE H; DAHMANI H, 2017).

L'objet de ce protocole est celle de définir la procédure pour mesurer la Demande Chimique d'Oxygène (DCO) des échantillons d'eaux de la station d'épuration.

Le test consiste en une oxydation chimique de la matière organique par oxydant fort (acide) à température élevée et par le dichromate de potasse.

Matériaux et réactifs :

- kits mesure DCO.
- eaux distillé (nettoyage ou dissolution).
- Digesteur.
- Spectrophotomètre.
- Pipette graduée 2ml.

Mode opératoire :

- Mélanger le contenu Kit pour avoir une solution homogène.
- Pipeter 2ml d'échantillon avec précaution.
- Mélanger.

- Mettez les Kits dans le programme spectrophotomètre, qu'il va mesurer automatiquement.

Avec les Kits on va utiliser un programme de code de barres. Un lecteur de code à barres spécial, situé dans le compartiment pour cuves lit automatiquement le code à barres des cuves ou fioles de 13mm pendant que ces dernières effectuent une rotation simple.

L'instrument utilise l'identification par code à barres pour définir automatiquement la longueur d'onde appropriée pour l'analyse et calcule immédiatement le résultat grâce aux acteurs enregistrés. La mesure commence automatiquement, et les résultats sont affichés.



Figure N° 24: Spectrophotomètre.

3-Détermination de la demande biologique en oxygène pendant cinq jours(DBO5) :

La demande biologique en oxygène exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction ou à la dégradation des matières organiques présentes dans les eaux usées par les micro-organismes du milieu. Mesurée par la consommation d'oxygène à 20°C à l'obscurité pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablementensemencé, temps qui assure l'oxydation biologique des matières organiques carbonées (**XANTHOULIS, 1993**).



Figure №25: Mesure de la DBO constante à 20°C.



Figure № 26: Armoire thermostatique de température

Matériaux et réactifs :

Equipe DBO5 système :

- têtes mesureurs (DBO senseurs).
- ampoules de mesures marron.
- Agitateurs magnétiques.
- Pince.
- lentilles de NaOH.
- Armoire thermostatique de température constante à 20°C.
- inhibiteur de la nitrification.
- Eau distillée.

Mode opératoire :

- nettoyer les ampoules et éclaircir avec de l'eau distillée.
- valeur lu du DCO*0,7 « 0.7= facteur de dilution », défini l'intervalle de mesure DBO, il faut sélectionner un volume d'échantillon correspondante à le DBO qui on espère obtenir :

Tableau № 7: Table de dilutions selon le type d'oxytop.

Intervalle de mesure DBO (mg/l)	Volume d'échantillon (ml)	facteur dilution	N-Alyltiourea
0-40	432	1	9 gouttes
0-80	365	2	8 gouttes
0-200	250	5	5 gouttes
0-400	164	10	3 gouttes
0-800	97	20	2 gouttes
0-2000	43,5	50	1 goutte
0-4000	22,7	100	1 goutte

- selon le tableau on va déterminer le volume d'échantillon.
- Pour les échantillons d'effluent (eau dépurée) ajouter un inhibiteur de nitrification de N-Alyltioura (C₄H₈N₂S). L'équivalence de 1 goutte/50 ml s'ajoutera à la solution.
- Poser sur le goulot de l'ampoule une carcasse de gomme. Dans son intérieur, ajouter avec le pince des lentilles de NaOH et remplir le bouchon jusqu'à la limite sans se dépasser.
- Fermer l'ampoule de mesure avec la tête du senseur DBO et mettre à 0.
- Introduire l'équipe d'agitation dans l'incubateur avec la température choisie par l'échantillon de DBO (20°C).connecter le câble du réseau à la prise intérieure de l'incubateur et appuyer sur l'interrupteur de courant interne.
- Les échantillons sont incubés à l'obscurité dans une armoire thermorégulatrice fermée, pendant cinq jours.
- Pendant les 5 jours il faut agiter l'échantillon d'eau continuellement avec un barreau magnétique. Le senseur DBO mémorise automatiquement chaque 24h une valeur de mesure, 5jours maximum.
- Après 5jours (DBO₅), lire les valeurs mémorisées. Les valeurs mémorisées se gardent et peuvent être lites plus tarde.
- la valeur (DBO₅) multiplié au facteur (selon Tableau№ 8).

C'est une méthode manométrique avec des manomètres de marque OxiTop à affichage numérique qui se fixe directement sur le flacon de DBO₅.

- La lecture des résultats se fait selon la formule suivante :

$$\text{DBO}_5 \text{ (mg d'O}_2\text{/L)} = \text{Valeur lu} * \text{Facteur}$$

-Valeur lu : afficher sur la tête de chaque flacon.

-Facteur : un coefficient en relation avec le volume incubé.

4-Détermination d'Oxygène dissous (O₂):

La concentration en oxygène dissous est un paramètre essentiel dans le maintien de la vie, et donc dans les phénomènes de dégradation de la matière organique et de la photosynthèse (RODIER et al. 1996).

L'utilisation de la méthode électrochimique nous a permis l'estimation directe de l'oxygène dissous. L'appareil utilisé est un oxymètre. La sonde électrolytique est plongée dans l'eau.



Figure N° 27: Oxymétrie.

5-détermination d'Azote (NH₄) :

Matériaux et réactifs :

- Kits mesure nitrite (LCK 302/303)
- Eaux distillé (nettoyage ou dissolution)
- EspectroDR3900
- Pipette graduée 2ml
- Aspirateur pipettes 2ml

Mode opératoire :

- enlevez délicatement la feuille de protection du DosiCap Zip détachable.
- dévissez le DosiCap Zip.
- Pipette 0,2 ml d'échantillon.
- Vissez immédiatement le DosiCap Zip ; dirigeant le cannelage vers le haut.
- Secouer énergiquement jusqu'à dissolution du lyophilisat.
- Attendre 15min, mélange de nouveau, bien nettoyer l'extérieur de la cuve.
- Mettez les Kits dans le programme spectrophotomètre, qu'il va mesurer automatiquement.

6- Détermination les teneurs en nitrates (NO₃-):

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote organique dans l'eau. Les bactéries nitratâtes (nitrobacters) transforment les nitrites en nitrates.

Les nitrates ne sont pas toxiques ; mais des teneurs élevées en nitrates provoquent une prolifération algale qui contribue à l'eutrophisation du milieu. Leur potentiel de danger reste néanmoins relatif à leur réduction en nitrates (**RODIER, 2009**).

Matériaux et réactifs :

- Kits mesure nitrite (LCK 339/340).
- eaux distillé (nettoyage ou dissolution).
- EspectroDR3900.
- Pipette graduée 2ml.
- Aspirateur Pipettes 2ml.

Mode opératoire :

- pipette lentement 1,0ml d'échantillon.
- pipetter lentement 0,2ml de la solution LCK 339A.
- fermer la cuve et mélanger le contenu en la retournant plusieurs fois de suite jusqu'à ce que le mélange soit complet.
- Attendre 15min, bien nettoyer l'extérieur de la cuve.
- Mettez les Kits dans le programme spectrophotomètre, qu'il va mesurer automatiquement.

7-Détermination des teneurs en Nitrites (NO²⁻) :

Les nitrites proviennent de la réduction bactérienne des nitrates, appelée dénitrification. Les nitrites constituent un poison dangereux pour les organismes aquatiques, même à de très faibles concentrations. La toxicité augmente avec la température (**Rodier, 2009**).

Matériaux et réactifs:

- Kits mesure nitrite (LCK341/342).
- Eaux distillé (nettoyage ou dissolution).
- Pipette graduée 2ml.
- Aspirateur pipettes 2ml.

Mode opératoire :

- Enlevez délicatement la feuille de protection du DosiCap Zip détachable.
- Dévissez le DosiCap Zip.
- Pipetter 2ml d'échantillon.
- Vissez immédiatement le DosiCap Zip ; dirigeant le cannelage vers le haut.
- Secouer énergiquement jusqu'à dissolution du lyophilisat.
- Attendre 10min, mélangé de nouveau, bien nettoyer l'extérieur de la cuve.
- Mettez les Kits dans le programme spectrophotomètre, qu'il va mesurer automatiquement.

Conclusion :

L'évaluation de la quantité de la pollution arrivant en tête de station d'épuration dépend du prélèvement de l'échantillon.

Les eaux brutes que nous avons testées ont des valeurs dépassent les normes Algériennes de rejet.

Les échantillons seront transportés au laboratoire. Au laboratoire, l'analyste identifie les échantillons et applique rigoureusement le protocole de chaque paramètre à mesurer et dresse ensuite les résultats sur une fiche récapitulative.

CHAPITRE III:

Résultats et discussion

III. Résultats de traitement des eaux usées dans la STEP Tissemsilt:

III. 1. Caractéristiques physiques :

III.1.1. Température :

Les résultats de la Température, obtenus durant notre investigation, sont représentés dans la figure N°28.

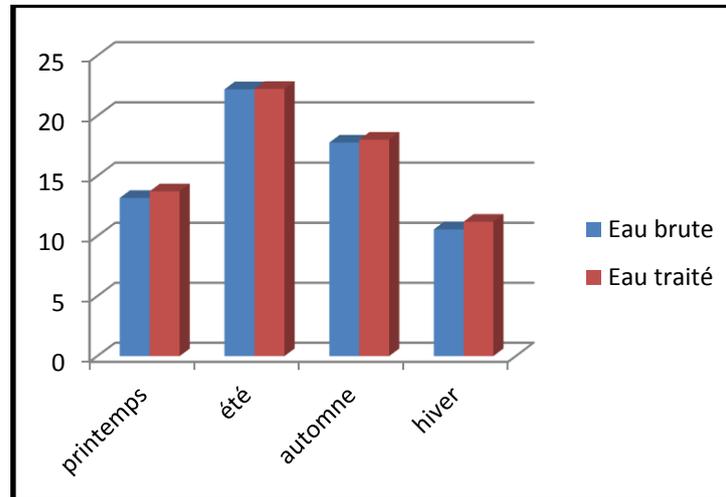


Figure N° 28: Variation des valeurs de la Température des eaux usées dans les quatre saisons

En remarquant, on observe que les valeurs de la température d'eau brute et traitée sont moyennement approximativement égales au printemps, parce que la variation de la moyenne de la température dans cette saison est très faible et à l'été on a une augmentation de la température car dans cette saison la température est très élevée. Par contre, on remarque une diminution de la température des eaux dans les saisons d'automne et d'hiver parce que les valeurs de la température sont très faibles dans ces saisons. Cependant, les valeurs de la température d'eau épurée restent inférieures à la norme de rejet en Algérie limitée à 30 °C.

Selon (Leynaud, 1968) La température est un facteur écologique qui entraîne d'importantes répercussions écologiques. La température qui est un facteur dont les différentes réactions chimiques en dépendent et notamment de leur vitesse de réaction (Gaujous, 1995).

III.1 .2. Conductivité :

Les résultats de la conductivité électrique, obtenus lors de notre expérience, sont représentés dans la figure N°29.

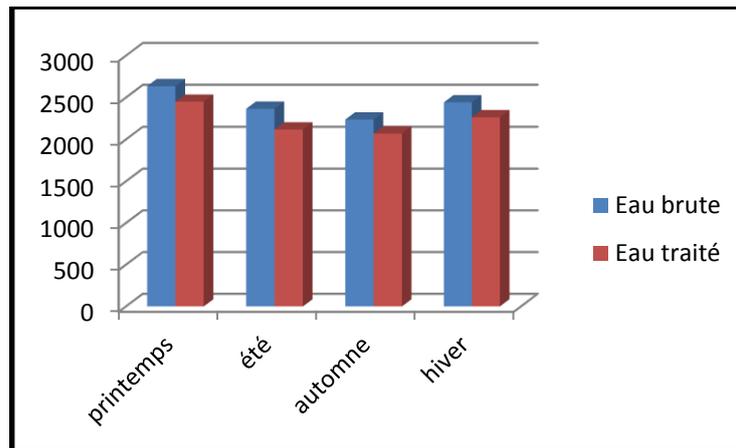


Figure N° 29: Variation des valeurs de la conductivité électrique dans l'eau brute et l'eau épurée durant les quatre saisons

Nous observons une augmentation de la conductivité dans l'eau brute et une diminution de celle-ci dans l'eau épurée. Ces valeurs sont largement au-dessous des normes fixées pour les eaux destinées à l'irrigation qui est de 7680 mg/l. La conductivité correspond au passage du courant électrique dans l'eau, elle est fonction directe de la concentration ionique de la solution, sa détermination donne donc une mesure directe de substances dissoutes (Rodier et al 1996). Selon Franck (2002), tout rejet polluant s'accompagne d'un accroissement de la conductivité.

III.1. 3 Les matières en suspension (MES) :

La conclusion des matières en suspensions, obtenus durant notre investigation, sont représentés dans la figure N°30.

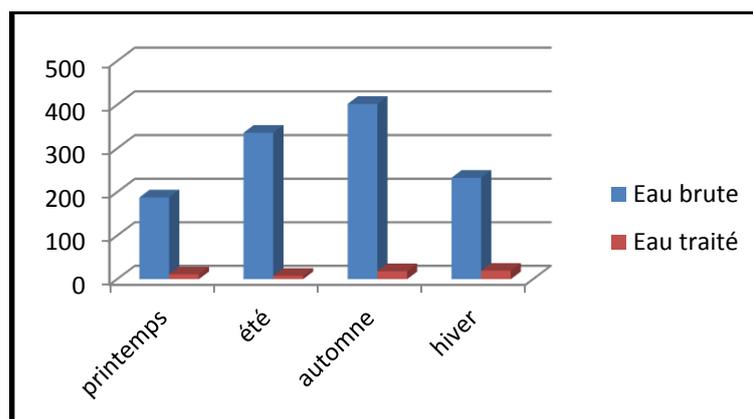


figure N°30: Evolution de taux de MES (mg/l) dans l'eau brute et l'eau traitée au cours des quatre saisons.

D'après cette figure nous remarquons la teneur de MES dans l'eau brute qui a augmenté dans la saison automne et diminué dans le printemps, les valeurs de MES sont très faibles dans l'eau épurée au cours des saisons.

Cependant, les valeurs de MES d'eaux épurées elles restent inférieures à la norme de rejet du journal officiel algérien limitée à 35 mg/l.

Les oscillent de MES se reporte à présence des matières solide dans l'eau brute par contre la diminution de la valeur du MES dans les bassins biologique fait à la dépollution d'eaux usées Qu'il va diminuer la quantité de la matière en suspension.

III.2. Caractéristiques chimiques :

III.2.1.La demande biologique en oxygène (DBO₅) :

Les résultats de La demande biologique en oxygène(DBO₅), obtenus lors de notre expérience, sont représentés dans la figure N° 31.

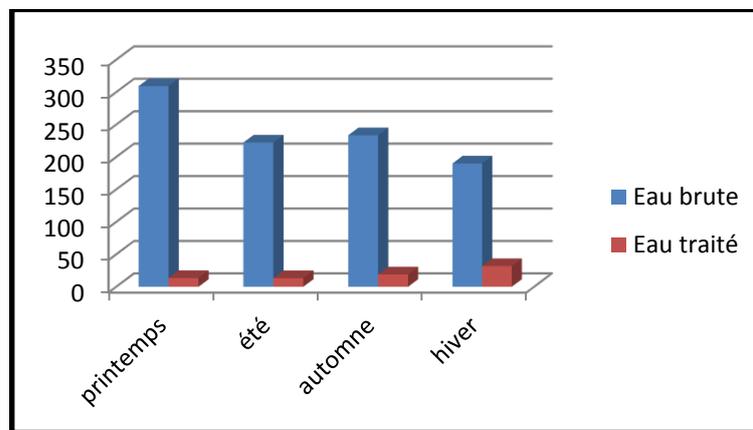


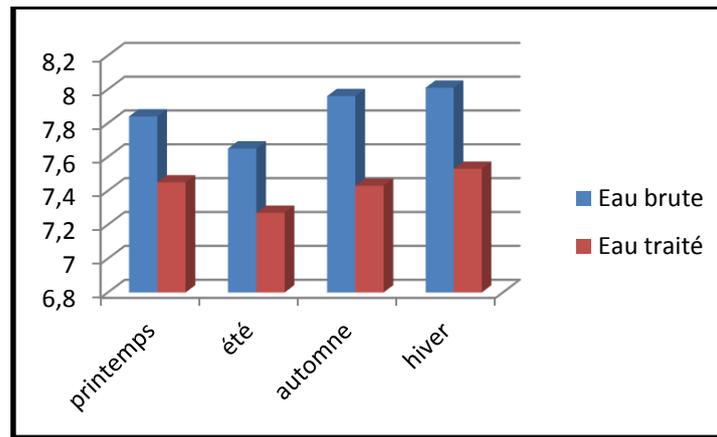
Figure N° 31: Evolution de taux de DBO₅ (mg/l) eau brute et eau traité après 5 jours dans les quatre saisons.

Nous observons un taux du DBO₅ qui est très important dans l'eau brute dans toutes les saisons, car l'eau brute est chargée de la pollution organique biodégradable qui nécessite de la quantité d'oxygène consommée par les microorganismes existant dans l'eau.

Par contre, après 5 jours de traitement nous remarquons une diminution du taux du DBO₅ dans l'eau épurée dans toutes les saisons parce que la pollution par les composés organiques biodégradables est diminuée par l'activité bactérienne qui consomme la quantité d'oxygène pour la biodégradation.

III .2.2 . Potentiel hydrogène pH :

La figure N°32: représente les résultats du pH obtenus durant notre recherche.

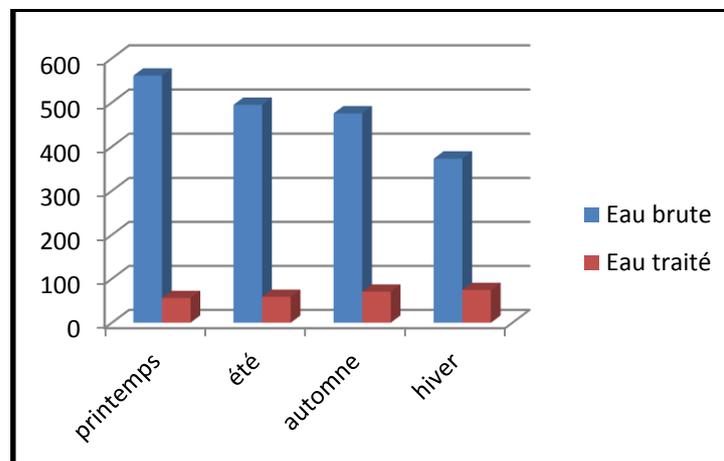


Figure№ 32: Variation des valeurs du pH dans l'eau brute et l'eau épurée au cours les quatre saison.

Nous constatons une augmentation du taux du PH d'eau brute dans tout les saisons, parce que l'eau brute sont chargés d'ions de (H⁺) par contre il y a une diminution du taux du PH d'eau épurée dans tout les saison parce que après le traitement la charge des ions de (H⁺) sont réduite. Les valeurs du Ph des eaux épurées sont inférieures aux normes algériennes de rejet qui est 6,5 à 8,5 (JO n°36).

III.2 .3. Demande chimique en oxygène (DCO) :

Les résultats de la demande chimique en oxygène représentés dans la figure№33.



Figure№ 33: Evolution de taux de DCO (mg/l) dans Eau brute et eau épurée au cours les quatre saison.

Nous observons une augmentation des taux du DCO de l'eau brute dans les saisons (printemps et été) et le taux des DCO dans l'eau épurée est très faible dans toutes les saisons, conformes aux normes algériennes de rejet (120 mg O₂/l).

L'augmentation des valeurs des DCO dans l'eau brute au cours des quatre saisons correspond à la charge de pollution par les composés organiques et aussi due à la faible précipitation.

surtout dans les deux saisons (printemps et l'été) à partir de l'activité bactérienne par l'oxydation chimique qu'il va diminuer le taux du DCO dans l'eau épurée au cours des quatre saisons.

III.2.4.L'oxygène dissous :

Les résultats de l'oxygène dissous sont représentés dans la figure N°34

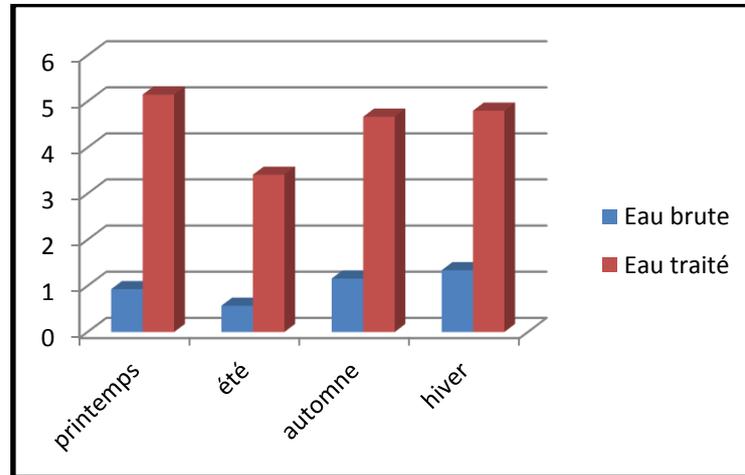


Figure N° 34: Evolution de taux de O_2 dissous (mg/l) dans Eau brute et eau épurée au cours les quatre saisons.

Nous remarquons une irrégularité des teneurs de l'oxygène dissous durant les saisons, les teneurs de l'oxygène dissous dans d'eau brute diminuée par ce que l'eau brute est chargée de pollution qu'il va augmenter l'activité microbienne qui consommé la quantité d'oxygène.

L'augmentation des taux de l'oxygène dissous dans l'eau traitée correspond à l'absence de l'activité des micro-organismes et l'eau est dépolluée.

III 3.5 .L'azote ($N-NH_4$) :

Les résultats de la azote, obtenus durant notre investigation, sont représentés dans la figure N°35.

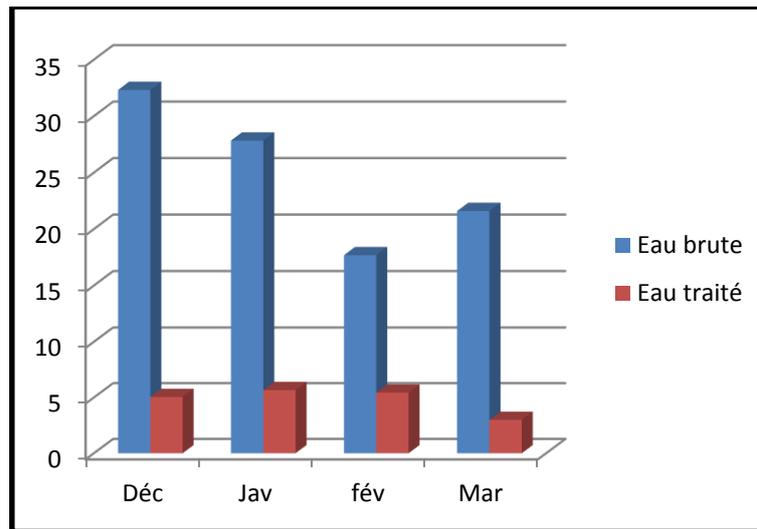


Figure №35: Evolution de taux de l'azote (mg/l) dans et eau épurée au cours le quatre mois.

Nous observons un taux élevé de l'azote dans l'eau brute au cours des quatre mois car l'eau brute est chargée de pollution d'azote, et dans l'eau épurée le taux d'azote est diminué à inférieure à 5 mg/l dans tous les mois ce qui correspond à la dépollution d'eau par la biodégradation et restent inférieures à la norme de rejet en algérien limitée à 30 mg/l.

III.2.6 .Les nitrates N-NO₃ :

Les résultats des nitrates obtenus sont représentés dans la figure №36

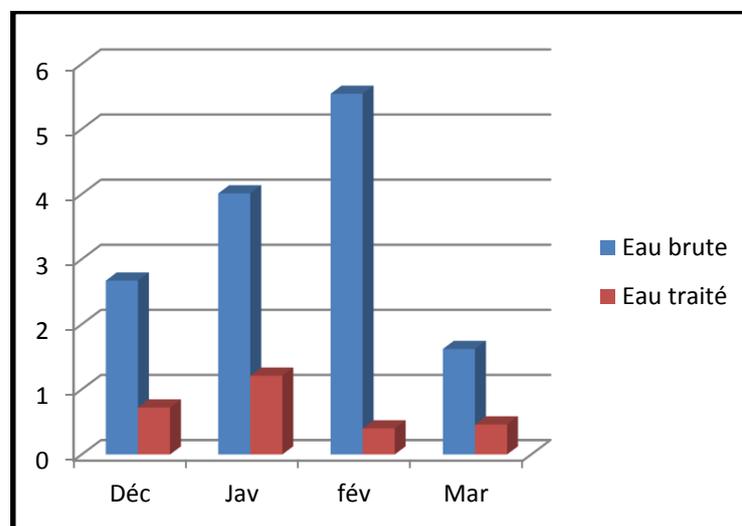


Figure № 36: Evolution de taux de nitrates (mg/l) dans Eau brute et eau épurée au cours quatre mois

Dans ce paramètre, nous observons que le taux des nitrates en l'eau brute est élevé dans le mois de février et un taux faible dans le mois de mars, cette variation est selon l'aspect d'eau arrivée à la station et le degré de la dégradation de la matière organique. Mais dans l'eau

épurée on a un taux faible des nitrates dans tous les mois, donc la réduction de la quantité des nitrates c'est à partir de la dégradation de micro-organisme et élimination par le traitement.

III.2.7. Nitrites (N-NO₂) :

La conclusion des données de nitrites sont montrées dans la figure N°37

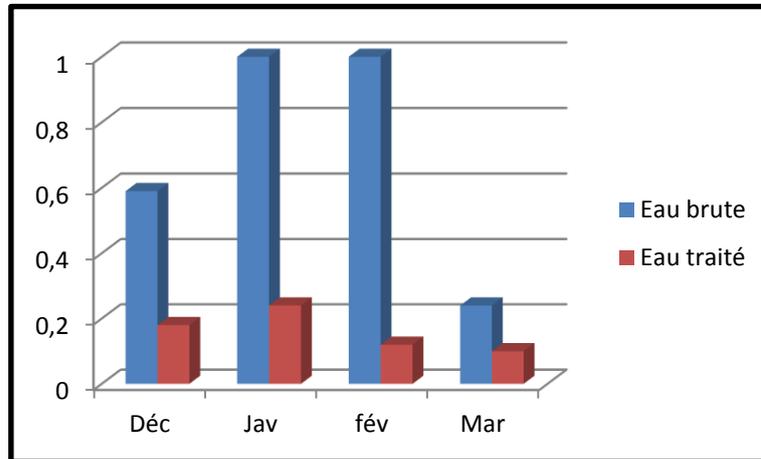


Figure N° 37: Evolution de taux de nitrites (mg/l) dans Eau brute et eau épurée dans les quatre mois.

Selon la figure N°37, Nous remarquons une augmentation du taux de nitrites d'eau brute dans le mois de janvier et février, et une diminution du taux de nitrites dans le mois de Mars cette variation correspond à l'aspect d'eau arrivée à la station. Après le traitement les valeurs de nitrites dans l'eau traitée restent inférieures à la norme de rejet en algérien limitée à 0,5 mg/lce qui correspond à la biodégradation.

Conclusion générale

Conclusion générale

Conclusion générale :

Les eaux usées ont des origines différentes. On distingue en particulier les eaux usées domestique, des eaux usées industrielles. Celles-ci contiennent différents polluants qu'il faut éliminer avant le rejet de ces eaux en milieu naturel. Ces polluants sont éliminés par le biais de station d'épuration. Il existe différents types de station d'épuration qui traite les eaux usées de différentes manières. Le traitement diffère selon le degré de pollution.

Les eaux usées sont traitées dans le but d'être rejetées en milieu naturel. Elles se doivent de respecter certaines normes de qualité de l'eau.

Ce travail est consacré à l'étude de traitement d'eaux usées dans la station d'épuration de Tissemsilt, avec l'identification de la qualité physicochimique de ces eaux, Les résultats obtenus à la cour de notre étude, représentent les caractéristiques physico-chimiques de la qualité de l'eau traitée au niveau de la station d'épuration.

Les résultats obtenus de traitement des eaux usées urbaine au niveau (STEP) est donnés bonnes résultats pour les paramètres chimiques comme DBO5 et DCO les résultats enregistré dans les eaux qui est arrivée à la station est égale a 238,8 et 475,8 et après le traitement on remarque une diminution de taux égale a 19,4 et 64,9 et qui sont inférieurs aux normes Algérienne. Concernant l'Oxygène dissous la quantité passer de 1 a 4,5 Après le traitement. Le nitrate et nitrite et azote les résultats enregistré dans les eaux qui est arrivée à la station est égale 0,7 ; 3,4 et 24,8 après le traitement on remarque une diminution de taux de ces paramètres égale a 0,1 et 0,6 ; 4,7. Et pour les paramètres physiques, les teneurs des conductivité électrique ont des valeurs qui varient de l'entrée et la sortie qui ont de 2420 et 2225 $\mu\text{s/cm}$. Et un PH qui oscille de 7,8 à 7,42. MES la quantité qui est arrivé au STEP est égale a 289,7 après le traitement la valeur est diminué et égale à 14,1. Et la température varient selon les condition climatique .

Les valeurs des teneurs des paramètres des rejets dans le milieu récepteur analysées au STEP sont généralement acceptables selon les normes algériennes.

Le traitement des eaux usées de la station d'épuration au niveau de la ville de Tissemsilt , c'est le point de départ de toute réutilisation éventuelle des eaux usées sachant que l'un des plus importants objectifs de mise en place de la station est la réutilisation des eaux épurées pour des fins d'irrigation et pour l'agriculture .

Les engrais et les pesticides forment un groupe important de substances chimique qui peuvent contaminer l'écosystème et affecter la santé humaine. À sa problématique en a pour étudier de façon globale et fiable les impacts environnementaux par :

-Des systèmes de traitement des eaux usées pour des solutions de traitement et de valorisation des boues d'épuration.

Conclusion générale

-En incluant de nouvelles technologies de traitement des boues ou celles de traitement des eaux, cette dernière option permettant d'agrandir les frontières d'étude du traitement des eaux usées.

La préservation des ressources hydriques devient donc impérative devant la dégradation de ces écosystèmes aquatiques et exige la mise en place des stations d'épuration et des décharges contrôlées pour la ville deTissemsilt.

Références bibliographique

Références bibliographique

1. **AGENCE DE L'EAU (France)** "L'assainissement de l'agglomération. Technique d'épuration actuelles et évaluation étude inter agence "Avril 1994.
2. **AGENCES DE L'EAU & MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT**, L'assainissement des agglomérations: Techniques d'épuration actuelles et évolutions - Etude inter-bassins
3. **AGGOUNE H; DAHMANI H** Essai de traitement des eaux usées par rayonnement ultra-violet :Cas de la station d'épuration de la wilaya de Tiaret ; Université Ibn Khaldoun – Tiaret diplôme de Master 2017)
4. **ALEXANDRE, 1998.** ALEXANDRE, O., BOUTIN, C., DUCHENE, P., LAGRANGE, C. et Al. Filières d'épuration adaptées aux petites collectivités, CEMAGREF & CSTB & Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, document technique FNDAE n° 22, ISBN 2-85362-495-1, 1998, 96 p.
5. **ALLAOUI K, 2009.** Modélisation hydraulique d'un bassin d'aération des stations d'épuration des eaux usées, mémoire de magister, d'état Hydraulique, Université Badji Mokhtar-Annaba.
6. **ALLOUCHE F ET LAMRI.D ET ZAHF F**, Surveillance de la qualité bactériologique et physicochimique des eaux de contamination niveau des trois communes : Ali boussid, Saby, Ben Badis, wilaya de Sidi Bel Abbes, mémoire de fin d'étude d'ingénieur d'état en biologie, Université de Sidi Bel Abbes, Année 1999.
7. **ANDI 2013** Agence National De Développement Et Investissement Année 1979.
8. **ASANO T, (1998).** Wastewater reclamation and reuse. Water quality management library, 1475p.
9. **ATTAB S**, Amélioration de la qualité microbiologique des eaux épurées par boues activées de la station d'épuration haoud berkaoui par l'utilisation d'un filtre a sable local, mémoire de magister, Université kasdi Merbah-Ouargla, Année,2013.
10. **BAUMONT S, CAMARD J-P, LEFRANC A, FRANCONIE A,** Réutilisation des eaux usées: risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS, 220p. (2004) .
11. **BELBACHIR SIHEM ET BHABBEDDINE SOMIA** .Etude d'un système d'épuration des eaux usées des localités de Nedroma et Ghazaouet. Université Aboubakr Belkaïd– Tlemcen – Faculté de technologie 2017
12. **BENMOUSSA S et GASMI I** , Etude de faisabilité de l'épuration des eaux usées par un lagunage naturel (Cas de la région de M'rara) , Université de Echahid Hamma Lakhdar El Oued, Année 2015.
13. **BLIEFERT, 2001 BLIEFERT, C., PERRAUD, R.** Chimie de l'environnement – air, eau, sols, déchets, Edition De Boeck, ISBN 2-7445-0086-0, 2001, 477 p.

Références bibliographique

14. **BLUMENTHAL ET AL, 2000:** Examen de la politique et des normes de réutilisation des eaux usées dans l'agriculture : Une Perspective Latino-américaine. Task No : 68-part II. WELL. Londres.Grande Bretagne .
15. **BLUMENTHAL UJ, ET AL. 2000:** Lignes directrices pour la qualité microbiologique des eaux usées traitées utilisées dans l'agriculture : recommandations de révision des lignes directrices de l'OMS. Bulletin de l'Organisation Mondiale de la Santé.
16. **BNEDER 2009.** Plan national de développement forestier (PNDF). Rapport de
17. **BONNARD, 2001 BONNARD, R.** Le risque biologique et la méthode d'évaluation du risque, rapport INERIS, 2001, 70 p.
18. **BOUCHENAK K ET RACHA M,** Comparaison qualitative entre filtration sur sable et filtration sur charbon actif 'application aux eaux usées épurées de la STEP de Ain El Houtz', Mémoire de master , d'état Hydraulique , Université de Tlemcen, Année 2015(1999) 171–178
19. **BRICE B, GUILLAUME L, VINCENT D, CLAIRE L, JULIE M ET MELANIE P,** les traitements 1983p.27 juin 2004
20. **Brière F.G, 1994.** Distribution et Collecte des eaux Edition de l'Ecole Polytechnique de Montréal.
21. **Bruns M, W. Hoffmann, P. Papet, J. Sarradin, A. Pradel, M. Ribes,** Sensors and Actuators
22. **CANLER, 2001.** CANLER, J.P. Performances des systèmes de traitement biologique aérobie des graisses, CEMAGREF & Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, document technique FNDAE n° 24, ISBN 2-85362-556-7, 2001, 64 p.
23. **CATHERINE B ET ALAIN H ET JEAN-M,** Technologies d'épuration en vue d'une réutilisation des eaux usées traitées (REUT) Rapport final, convention de partenariat ONEMA-Cemagref Domaine : Ecotechnologies et pollutions Action : 28, Réutilisation des eaux traitées ,Année 2008.Collection Degrémont, ISBN 2-9503984-0-5, 1989, 1459 p.
24. **CELINE PERNIN 2003.** Épandage de boues d'épuration en milieu sylvo-pastoral. Étude des effets in situ et en mésocosmes sur la mésofaune du sol et la décomposition d'une litière de chêne liège (*Quercus suber* L.) Ecole doctorale: Sciences de l'environnement, MARSEILLE (AIX-MARSEILLE III).
25. **CHAPMAN D., KIMSTACH V. (1996).** Selection of water quality variables.
26. **COOPERATION UE – Algérie dans le secteur des ressources en eau** , janvier 2013.
http://eeas.europa.eu/delegations/algeria/documents/press_corner/2013/fiche_technique_cooperation_secteur_eau_fr.pdf
27. **CSHAPF, (1995).** Recommandations sanitaires relatives à la désinfection des eaux usées urbaines, 22p.

Références bibliographique

28. **D SAT** direction service agricole Tissemsilt.
29. **DE GRANVILLE J.J., 1978.** Forest flora and xeric flora refuges in French Guyane during de mer. Edition Dunod Paris.
30. **DEGREMONT MEMENTO, 1972** , « technique de l'eau ». Paris : Dégriment.
31. **DEGREMONT, 1989.** DEGREMONT Mémento technique de l'eau. Tome 1 et 2,
32. **DEKHIL Soror Wahiba , ZAIBET Manel,** Traitement des eaux usées urbaines par boues activées au niveau de la ville de Bordj Bou Arreridj effectué par la station d'épuration des eaux usées ONA Université Mohamed El Bachir Elibrahimi -Bordj Bou Arreridj Faculté des Sciences et de la Technologie Département : Génie de l'environnement pour obtention du diplôme de Master 2013.
33. **DESJARDINS R, 1997.** Le traitement des eaux. 2^{ème} édition. Ed. Ecole polytechnique.
34. **DIRECTIVE UE, 1999** Directive du Parlement européen et du Conseil n° 1999/45/CE du 31 mai 1999 concernant le rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives des États membres relatives à la classification, à l'emballage et à l'étiquetage des préparations dangereuses, Journal officiel de la Communauté Européenne n° L 200 du 30 juillet 1999.
35. Doctorat, d'état Hydraulique, Université Mohamed Khider – Biskra.
36. **ENCYCLOPEDIA,(1995)** . Industrial chemistry, Water in Ullman's, Wiley-VCH Verlags, vol.8. épuration. Techniques, Sciences et Méthodes, 2 : 81-118.
37. **FABY J, BRISSAUD F, (1997).** L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation. Office
38. **Faby J.A., Brissaud F, (1997).** L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation. Office Faculté de TECHNOLOGIE pour l'obtention du diplôme de MASTER
39. **FAO, 2003.** L'irrigation avec des eaux usées traitées : Manuel d'utilisation. FAO Irrigation and Drainage paper, 65p.
40. **FAO,** Water Quality for Agriculture, FAO Irrigation and Drainage, Paper 29, Rev. 1, 1985, FAO, Rome (Italy).
41. **GAÏD A,** Traitement des eaux résiduaires, Techniques de l'Ingénieur l'expertise
42. **GAUJOUS, 1995** GAUJOUS, D. La pollution des milieux aquatiques : aide mémoire, Ed.Tech&Doc Lavoisier, ISBN 2-7430-0021-X, 1995, 220 p.
43. **GERÄTEBAU GMBH HANSKAMPRING** , La gamme complète des équipements GUNT pour les opérations unitaires de traitement de l'eau, étude et conseil; service technique, mise en service et formation, Barsbüttel · Allemagne.
44. **GHOMRI ALI (2014)** diagnostic et étude du réseau d'assainissement de la cité elhamaïssa –commune de Hassi Khalifa (w.el-oued).

Références bibliographique

45. **Google Maps.**
46. **HAKIMA EL HAITE.** 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, 2010. Français.
47. **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 Ecologie et Environnement Université de Constantine.
48. **JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE** n°41 9 jourada el oula (2004).
49. **JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE** n° 36 27 jourada ethania 1430 correspondant au 21 juin 2009
50. **JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE** n°60 30 rajab 1426 4 septembre 2005 .
51. **KECK G. ET VERNUS E, (2000)** « Déchets et risques pour la santé », Techniques de l'Ingénieur, Paris, 2450p Kiado, Budapest (1981). Lhomond 75005 Paris, Année 2013.
52. **KHAOULANI Sohayb** Traitement d'eaux usées par adsorption sur des polymères de cyclodextrine et développement de capteurs chimiques à base de membranes de verres de chalcogénures destinées à la détection des ions Hg²⁺. à l'Université du Littoral Côte d'Opale Pour obtenir Le grade de Docteur 2015
53. **M. Miloshova, E. Bychkov, V. Tsegelnik, V. Strykanov, H. Klewe-Nebenius,**
54. **MASSINISSA Djoudi** Etude de possibilité de l'utilisation des eaux usées traitée par rayonnement UV pour l'irrigation des agrosystèmes dans les zones steppiques dans la région de Tissemsilit. Université Ibn Khaldoun –Tiaret diplôme de Master 2017)
55. **Mayet J., (1994),** « La pratique de l'eau, Traitements aux points d'utilisation, le Moniteur » 2^{ème} Edition, p382, Paris, N°27, 1994, 170p.
56. **MAYNARD D.N.,HOCHMUTH G.J. (1997).** Knott's Handbook for Vegetable growers. 582p. (http://www.agr.gc.ca/pfra/water/microirr_htm), 4p
57. **MEBARKI A,** Hydrologie des bassins de l'Est algérien : Ressources en eau, aménagement et environnement, Thèse de doctorat d'Etat en hydrogéologie de l'environnement. Université de Mentouri de Constantine. Faculté des sciences de la terre. De la géographie et de l'aménagement du territoire. Département de l'aménagement du territoire, Algérie 321p 2005.
58. **MIMECHE L, 2014,** Etude de faisabilité de l'installation de station d'épuration des rejets urbains par les filtres plantés en milieu aride-Application à la région de Biskra, Thèse de

Références bibliographique

59. **MUNNIA A., PUNTONI R., MERLO F. PARODI S., PELUSO M.** Exposure to Agrochemical sand DNA Adducts in Western Liguria, Italy. Environmental and Molecular Mutagenesis. vol 34 :52-56 ,1999.
60. **ONM Algérie** office national de météorologique(**Station de Miliana**).
61. **PNUE / OMS**, Recommandation pour la surveillance sanitaire des zones côtières à usage récréatif et des zones conchylicoles, Bureau régional de l'OMS pour l'Europe, Copenhague,
62. **PUIL C. 1998** : La réutilisation des eaux usées urbaines après épuration. Mém. D.U.E.S.S. "Eau et Environnement", D.E.P., univ. Picardie, Amiens, 62 p
63. **RAHOU K** , Evaluation des performances des aérateurs de surface de la STEP d'ELkerma ORAN , mémoire de master , faculté de chimie , Université d'Oran , Année 2014.
64. **REJESK, F, (2005)**, « Analyse des eaux ; aspects réglementaires et techniques » ; centre régional de documents techniques pédagogique d'Aquitaine ;
65. **Rodier J, (2009)**. « L'analyse de l'eau » 9^{ème} édition, Dunod, Paris,
66. **RODIER J. (1984)**. L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux
67. **Rodier J., (2005)**. " Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer ". L'analyse de l'eau ,8^e édition, Ed : Dunod , 1382 pages
68. **RODIER J., BAZIN C., CHAMBON P., BROUTIN J.-P., CHAMPSAUD H., RODI L., 1996**. Analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 8^{ème} édition. Edition DUNOD, Paris.
69. **RYDING, 1993 RYDING, S.O., RAST, W.** Le contrôle de l'eutrophisation des lacs et des réservoirs, Edition Masson, ISBN 2-225-84393-7, 1993, 294 p.
70. **SEBASTIEN RENOU, LE 4 JANVIER 2006** Analyse de cycle de vie appliquée aux systèmes de traitement des eaux usées. Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Lorraine.
71. **SELTZER P., 1946**. Le climat de l'Algérie. Trav. Inst. Météorol. Phys. Globe, Alger,
72. **SMK** :station météorologique ksar el chelala 2016
73. **Solène M et David R et Milena S** , Traitement des eaux usées, CERES-ERTI ; 24 rue Lhomond 75005 Paris, Année 2013. synthèse nationale, Alger. 85p technique et scientifique de référence, Année 2008 tertiaires : Pour quoi faire ?, STE 5, Année 2014-2015 the late Pleistocene and the Holocene. Communication, 5th Internat. Sympos. AssocTrop. Biol. Caracas, 45p Vol 1219 p
74. **TARMOUL FATEH**, Détermination de la pollution résiduelle d'une station d'épuration par lagunage naturel, cas de la lagune de béni-messous DEUA, Institut des Sciences de la Mer

Références bibliographique

- et de l'Aménagement du Littoral, Année 2007. usées des localités de Nedroma et Ghazaouet. Université Aboubakr Belkaïd– Tlemcen –.
75. **W. S. Hughes**, Journal of the Chemical Society 44 (1922) 2860
76. **W.E. Morf**, The principle of ion-selective electrodes and of membrane transport, Akadémiai Water quality assessments : a guide to the use of biota, sediments and water in environment monitoring, Chapman edition, 2nd ed. E & FN Spon, London, pp. 59-126.
77. **XANTHOULIS D.** (1993)., Valorisation agronomique des eaux usées des industries agro-alimentaires.
78. **YAO AKPO** ,Evaluation de la pollution des eaux usées domestiques collectées et traitées a la station d'épuration de camberene (dakar), Université Cheikhanta Diop de Dakar Année2006
79. **ZEGHOUD MOHAMED SEIFEDDINE** . Etude de système d'épuration des eaux usées urbaines par lagunage naturel de village de méghibra , mémoire de master , Département des sciences et technologie ; Université D'EL –OUED. Année 2014