

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Kasdi Merbah Ouargla



FACULTÉ DES SCIENCES APPLIQUÉES

Département de : Génie Civil et Hydraulique

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de

Master, Filière: Hydraulique

Spécialité : Traitement, épuration gestion des eaux

Thème

**Évaluation de la qualité physicochimique et
Bactériologique des eaux usées brutes et épurées
(STEP de Said Otba - Ouargla-)**

Présenté par :

❖ AISSANI NOUR ELHOUDA

Soumis au jury composé de :

Saggai sofiane (M.C.A)	Université Kasdi Merbah Ouargla	Président
Nattari Kamel (M.A.A)	Université Kasdi Merbah Ouargla	Examineur
Kateb Samir (Professeur)	Université Kasdi Merbah Ouargla	Encadreur
Seddiki Amor (Doctorant)	Université Kasdi Merbah Ouargla	Co encadreur

Année Universitaire: 2020 / 2021

Dédicace

*Je rends un grand hommage à travers ce modeste travail, en
signe de respect et de reconnaissance envers :*

Ma mère.

Mon père

*Pour tous les sacrifices et le soutien moral et matériel dont ils ont
fait preuve pour que je réussisse.*

Je le dédie également à

Mes frères et mes sœurs

Mes amis : De 2^{ème} année master

*En un mot, à toute ma famille Aissani, mes amis et tous ceux qui
ont contribué de près ou de loin à ma formation*

Résumé

La ville d'Ouargla dispose d'une station d'épuration par lagunage aéré depuis 2009 qui sert à réduire la pollution des eaux usées pour une éventuelle réutilisation en irrigation. L'objectif de cette étude consiste à suivre la qualité physicochimique et bactériologique des eaux usées brutes et épurées de la step de Said Otba afin de détecter les anomalies qui peuvent exister au niveau de la step et pouvoir réutiliser ses eaux épurées en irrigation. Les résultats physicochimiques et bactériologiques obtenus ont révélé que les eaux usées brutes entrant à la step présentent une pollution organique, azotée et bactériologique assez élevée. L'élimination des MES et les composés azotés semblent peu efficace en raison de la prolifération massive des algues dans les différents étages de traitement biologique, en particulier le bassin de finition. Les résultats d'analyse microbiologique confirment la présence de divers germes tels que les germes totaux, les coliformes totaux et fécaux, les streptocoques fécaux et les clostridium sulfite-réducteurs en nombre très appréciable.

Mots-clés : Eaux usées, station d'épuration pollution organique, les germes , Les algues, réutilisation.

الملخص

يوجد في مدينة ورقلة محطة معالجة بحيرة هوائية منذ عام 2009 والتي تعمل على الحد من تلوث مياه الصرف الصحي لإعادة استخدامها في الري. الهدف من هذه الدراسة هو مراقبة الجودة الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية لمياه الصرف الصحي الخام والمنقاة من خطوة سعيد العتبة من أجل الكشف عن أي شذوذ قد يكون موجوداً على مستوى الخطوة والقدرة على إعادة استخدام المياه النقية للري. أظهرت النتائج الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية التي تم الحصول عليها أن المياه العادمة الخام التي تدخل الخطوة تظهر نسبة عالية من التلوث العضوي والنيتروجين والبكتريولوجي. يبدو أن التخلص من المواد الصلبة العالقة ومركبات النيتروجين غير فعال بسبب الانتشار الهائل للطحالب في مختلف مراحل العلاج البيولوجي ، ولا سيما حوض التشطيب. تؤكد نتائج التحليل الميكروبيولوجي وجود جراثيم مختلفة مثل الجراثيم الكلية والقولون الكلي والبرازي والمكورات العقدية البرازية والمطثيات المقلصة للكبريت بأعداد كبيرة .

الكلمات المفتاحية: مياه الصرف الصحي ، التلوث العضوي محطة معالجة مياه الصرف الصحي ، الجراثيم ،

الطحالب ، إعادة الاستخدام .

Abstract :

The city of Ouargla has had an aerated lagoon treatment plant since 2009 which serves to reduce pollution of wastewater for possible reuse in irrigation. The objective of this study is to monitor the physicochemical and bacteriological quality of the raw and purified wastewater from the Said Otba step in order to detect any anomalies that may exist at the level of the step and to be able to reuse its purified water for irrigation. The physicochemical and bacteriological results obtained revealed that the raw wastewater entering the step exhibits fairly high organic, nitrogen and bacteriological pollution. The elimination of suspended solids and nitrogen compounds appear to be ineffective due to the massive proliferation of algae in the various stages of biological treatment, in particular the finishing basin. The results of microbiological analysis confirm the presence of various germs such as total germs, total and fecal coliforms, fecal streptococci and sulfite-reducing clostridium in very appreciable numbers.

Keywords: Wastewater, wastewater treatment plant organic pollution, germs, Algae, reuse.

LISTE DE FIGURES

Figure I.1 : Nature de la pollution des eaux.....	2
Figure II. 1 : Relief géologique de la région de Ouargla.....	15
Figure III.1: Dégriilleur courbe.....	21
Figure III.2: Dessableurs rectangulaire à insufflation.....	22
Figure III.3: Flottation des graisses par injection de fines bulles.....	23
Figure II.4 : Extraction du sable d'un dessableur – dégraisseur.....	23
Figure III.5 : Turbine de surface à vitesse lente.....	26
Figure III.6 : Aération et brassage séparé dans un bassin d'aération.....	26
Figure III.7 : Lit bactérien avec garnissage traditionnel.....	27
Figure III.8 : Schémareprésentatif d'un système de bouesactivées.....	27
Figure III.9 : Disques biologiques.....	28
Figure III.10: Schéma de principe d'un lagunage naturel.....	29
Figure III.11 : Schéma de principe d'un décanteur secondaire raclé.....	32
Figure III.12 schema de classification des procédés de technique d'épuration biologique.....	34
Figure IV.1. : situation géographique de la STEP.....	35
Figure IV . 2: Dégriillage	37
Figure IV . 3 : Dessablage.....	38
Figure IV . 4 : Répartiteur.....	39
Figure IV . 5 : bassin d'aération.....	40
Figure IV . 6 : lits de séchage.....	41
Figure V . 1: schéma des poins de prélèvement step OGX.....	43
Figure V. 2 : Flocons pvc.....	43
Figure V . 3: pH-mètre.....	45
Figure V . 4: Conductimètre.....	46
Figure V . 5: Matière en suspension.....	47
Figure V . 6: spectrophotomètre.....	47
Figure V . 7 :DBO-mètre.....	48
Figure V .8: Variation spatio-temporelle de T et pH.....	49
Figure V . 9 : Variation spatio-temporelle de CE.....	49
Figure V .10: Variation spatio-temporelle des MES.....	50

LISTE DE FIGURES

Figure V .11: Variation spatio-temporelle de DCO.....	51
Figure V . 12: Variation spatio-temporelle de DBO5.....	51
Figure V .13: Variation spatio-temporelle de NO2 et NO3.....	52
Figure V .14: ACP des variables physico-chimiques.....	54
Figure V .15: Biplot des variables physico-chimiques.....	55

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I.1 : tableau des normes de rejets internationales.....	12
Tableau II.1 : Répartition moyenne mensuelle des pluies.....	16
Tableau II.2 : Température moyenne mensuelle (2008-2013)	16
Tableau II.3 : Température moyenne mensuelle (2014-2020)	17
Tableau II.4 : Évaporation mensuelle moyenne (2012-2020).....	18
Tableau II.5 : Vitesse des vents forts (m/s).....	19

SOMMAIRE

Introduction générale	2
Chapitre I : caractéristiques des eaux usées	
Introduction	3
I. Généralités sur les eaux usées	3
I.1. Définition des eaux usées	3
I.2. Origine des eaux usées	3
I.2.1. Les eaux usées domestiques.....	3
I.2.2. Les eaux usées industrielles.....	4
I.2.3. Les eaux pluviales.....	5
I.2.4. Les eaux agricoles.....	5
I.3. Caractéristique des eaux usées	6
I.3. Les caractéristique physico-chimiques.....	6
I.3.1. Les caractéristique physico.....	6
I.3.1.1. La température.....	6
I.3.1.2. Couleur.....	6
I.3.1.3. Goût-odeur.....	7
I.3.1.4. Potentiel Hydrogène.....	7
I.3.1.5. Turbidité.....	7
I.3.1.6. Les matières en suspension (MES).....	7
I.3.2. Les caractéristique chimiques.....	8
I.3.2.1. Demande biochimique en oxygène (DBO).....	8
I.3.2.2. La demande chimique en oxygène (DCO).....	8
I.3.2.3. Relation entre la DBO et la DCO et l'oxydabili.....	8
I.3.2.4. La conductivité électrique (CE).....	9
I.3.2.5. L'azot.....	9
I.3.2.6. L'azote ammoniacal.....	9
I.3.2.7. Nitrate.....	10
I.3.2.8. Nitrite.....	10
I.3.2.9. Le phosphore.....	10
I.3.2.10. Le potassium (K^+).....	10
I.3.2.11. Le sulfate.....	11
I.3.3. Les paramètres microbiologiques.....	11
I.3.3.1. Les bactéries.....	11
I.3.3.2. Coliformes totaux.....	11
I.3.3.3. Les coliformes fécaux (CF).....	11
I.3.3.4. Les Streptococcus fécaux.....	12
I.4. Norme de rejet	12
Conclusion	12

SOMMAIRE

Chapitre II : Présentation de la zone d'étude (wilaya de Ouargla)

Introduction	13
II .1. Situation géographique	13
II.2. Géologie	14
II.3. Géotechniques	15
II -4. Climatologie	15
II .4.1 La pluviométrie.....	15
II.4.2.Températures.....	16
II.4.3.Evapotranspiratio.....	18
II.4.4.Vents.....	18
Conclusion	19

Chapitre III : les technique désinfection des eaux usées

Introduction	20
III.1.Définition de Station d'épuration des eaux usées	20
III.2 .Les 'étape de traitement	20
III.2.1. Le traitement primaire.....	20
III.2.1.1. Le prétraitement.....	21
a) Le dégrillage.....	21
a.1) La définition.....	21
a.2) Les types de grilles.....	21
b) Dessablage.....	22
b.1) La définition.....	22
b.2) Les types des Dessableurs.....	22
c) Dégraissage.....	22
c.1) La définition.....	22
c.2) Les types des Dégraissage.....	23
III.2.1.2. La décantation primaire.....	23
a) La définition.....	23
b) Les types de décantation primaire.....	24
III.2.2. Le traitement secondaire.....	24
III.2.2.1.Traitement physico-chimique.....	24
III.2.2.2. Traitements biologiques.....	25
III.2.2.2.1. Les procédés intensifs.....	25
a) Le traitement par boues activées.....	25
a.1. Le brassage.....	26
b) l'épuration sur lit bactérien.....	26
c) Les disques biologiques.....	27
III.2.2.2.2. Les procédés extensifs.....	28
a) Lagunage.....	28
a.1) La définition.....	28
a.2) Les types de lagunage.....	28
a.2.1. Le lagunage naturel.....	28

SOMMAIRE

a.2.2. Le lagunage aéré	29
a.3) La lagune et le traitement biologique	29
b) FiltresPlantes De Roseaux.....	30
c) Epanchage des eaux usées.....	30
III.2.2.3. Le décanteur secondaire.....	31
a) La définition.....	31
b) Les types Le décanteur secondaire.....	31
III.2.3. Le traitement tertiaire.....	32
a) la désinfection.....	32
b) Le traitement des boues.....	33
b.1) épaissement des boues.....	33
b.2) la stabilisation.....	33
b.3) la déshydratation.....	33
Conclusion.....	34

Chapitre IV: Présentation de la STEP Said-Otba

Introduction	35
IV .1. Situation géographique de la STEP Said Otba.....	35
IV .2. Présentation de la STEP de Said Otba.....	36
IV .3.Objectif de traitement de la STEP.....	36
IV .4.Principe de traitement	36
IV .4.1.Prétraitement	37
IV .4.1.1. Dégrillage.....	37
IV .4.1.2 Dessablage.....	38
IV .4.1.3.Ouvrage de répartition	38
IV .4.2 Traitement secondaire	39
IV .4.2.1. Le 1er niveau du lagunage aéré.....	39
IV .4.2.2. Le 2ème niveau du lagunage aéré	40
IV .4.2.3. Le 3ème niveau (lagune de finition).....	40
IV .4.3.Traitement des boues.....	41
IV .5.Rejet des eaux épurées.....	42
Conclusion.....	42

Chapitre V : Résultat et discussions

Introduction.....	43
V .1.Echantillonnage.....	43
a) Echantillonnage horaire.....	43
b) Echantillonnage moyen journalier	43
V.2. Prélèvement de l'eau à analyser.....	44
V .3.Transport des échantillons	44
V .4.Analyses physico-chimiques.....	45
V .4.1 Mesure de la température (T).....	45
V.4.2. Mesure du potentiel d'hydrogène (PH).....	45

SOMMAIRE

V .4.3. Mesure de la conductivité électrique (CE).....	45
V.4.4. Détermination des matières en suspension (MES).....	46
V. 4.5. de la demande chimique en oxygène (DCO).....	47
V.4.6. Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO).....	48
Conclusion	48
V .5.RESULTATS ET DISCUSSION	48
V .5.1.Température et pH.....	48
V .5.2.Conductivité électrique (CE).....	49
V .5.3.Matières en suspension (MES).....	50
V .5.4.Paramètres de pollution organique (DCO, DBO5).....	50
V .5.4.1.Demande chimique en oxygène (DCO).....	50
V .5.4.2.Demande biologique en oxygène (DBO5)	51
V .5.5.Matières azotées.....	52
V .6. Analyse de corrélation	54
V.7. Analyse de l'espace des variables du plan factoriel $F_1 \times F_2$	55
Conclusion	56
Conclusion générale	

Introduction générale

Introduction

La région d'Ouargla a connu un grave problème d'excédent hydrique, causé d'une part par un milieu récepteur topographiquement plat et hydrogéologiquement endoréique et d'autre part par les rejets des eaux résiduaires et le rejet des eaux de drainage agricole qui ont augmenté le niveau piézométrique de la nappe phréatique. L'aménagement du réseau de drainage agricole et la réalisation des stations d'épuration (STEP de Saïd Otba, Sidi khouiled et N'goussa) ont contribué à rabattre la nappe de la vallée. La ville d'Ouargla dispose d'une station d'épuration par lagunage aéré depuis 2009 qui sert à réduire la pollution des eaux usées pour une éventuelle réutilisation en irrigation. L'objectif de cette étude consiste à suivre la qualité physicochimique et bactériologique des eaux usées brutes et épurées de la STEP de Saïd Otba afin de détecter les anomalies qui peuvent exister au niveau de la STEP et pouvoir réutiliser ses eaux épurées en irrigation. Les résultats physicochimiques et bactériologiques obtenus ont révélé que les eaux usées brutes entrant à la STEP présentent une pollution organique, azotée et bactériologique assez élevée. L'élimination des MES et les composés azotés semblent peu efficace en raison de la prolifération massive des algues dans les différents étages de traitement biologique, en particulier le bassin de finition.

L'étude sera divisée en cinq chapitres.

- ✓ Chapitre 01 : généralité sur les eaux usées
- ✓ Chapitre 02 : Présentation de la zone d'étude
- ✓ Chapitre 03 : technique d'épuration des eaux usées
- ✓ Chapitre 04 : présentations de la station d'épuration de Saïd Otba
- ✓ Chapitre 05 : résultats de discussion

Chapitre I

Généralité sur les eaux usées

Chapitre I : généralité sur les eaux usées

Introduction

L'eau est une richesse nécessaire à toutes les activités socio-économiques. Certaines activités sont plus exigeantes en eau et d'autres plus prioritaires, mais le plus souvent l'eau utilisée est dégradée et polluée. Les rejets liquides domestiques et industriels peuvent nuire l'environnement et la santé publique. Cependant si l'eau est préalablement traitée, elle trouve d'autres utilisations surtout dans le domaine agricole.

I. Généralités sur les eaux usées

I.1. Définition des eaux usées

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

Les eaux usées sont toutes les eaux parvenant dans le réseau d'assainissement dont les propriétés naturelles sont transformées. La plus part des eaux usées sont offensives, d'autre sont pathogènes, elles peuvent être l'origine de grave problèmes de santé publique.

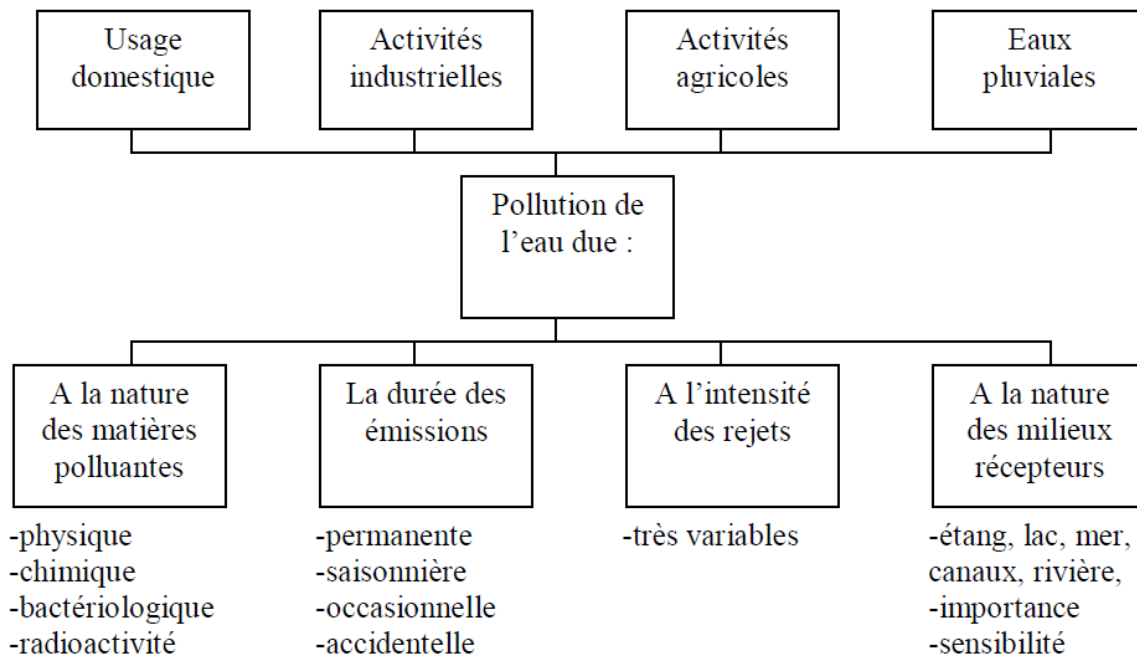
I.2. Origine des eaux usées

Toutes les activités humaines, qu'elles soient domestiques, industrielles, artisanales, agricoles... produisent des eaux usées. On distingue trois grandes catégories d'eaux usées : les eaux domestiques, les eaux industrielles, les eaux pluviales et de ruissellement.

I.2.1. Les eaux usées domestiques

Elles constituent généralement l'essentiel de la pollution et se composent ;

➤ Des eaux de cuisine qui contiennent des matières minérales en suspension provenant du lavage des légumes, des substances alimentaires à base de matières organiques (glucides, lipides, protides), et des produits détergents utiliser pour le lavage de la vaisselle et ayant pour effet la solubilisation des graisses.



(Source : Direction de l'environnement, 1990).

Figure I.1 : Nature de la pollution des eaux.

- Des eaux de buanderie contenant principalement des détergents.
- Des eaux de salle de bains chargées en produits utilisés pour l'hygiène corporelle. Généralement des matières grasses hydrocarbonées.
- Des eaux de vannes qui proviennent des sanitaires (WC). Très chargés en matières organiques hydrocarbonées et composés azotés, phosphorés et en microorganismes.

I.2.2. Les eaux usées industrielles

Les déchets et les effluents industriels définissent largement la qualité et le taux dépollution de ces eaux usées. Les établissements industriels utilisent une quantité importante d'eau qui tout en restant nécessaire à leur bonne marche, n'est réellement consommée qu'en très faible partie le reste est rejeté. On peut néanmoins, faire un classement des principaux rejets industriels suivant la nature des inconvénients qu'ils déversent :

- Pollution due aux matières en suspension minérales (Lavage de charbon, carrière, tamisage du sable et gravier, industries productrices d'engrais phosphatés...).
- Pollution due aux matières en solution minérales (usine de décapage, galvanisation...).
- Pollution due aux matières organiques et graisses (industries agroalimentaires, équarrissages, pâte à papier...).
- Pollution due aux rejets hydrocarbonés et chimiques divers (raffineries de pétrole, porcherie, produits pharmaceutiques.....).

➤ Pollution due aux rejets toxiques (déchets radioactifs non traités, effluents radioactifs des industries nucléaires...).

Les eaux résiduelles d'origine industrielle ont généralement une composition plus spécifique et directement liée au type d'industrie considérée. Indépendamment de la charge de la pollution organique ou minérale, de leur caractère putrescible ou non, elles peuvent présenter des caractéristiques de toxicité propres liées aux produits chimiques transportés.

I.2.3. Les eaux pluviales

Les eaux de ruissellement des zones urbaines sont généralement transportées par des réseaux d'égouts pluviaux distincts ou par des réseaux d'égouts unitaires. Le volume des eaux de ruissellement varie en fonction de l'imperméabilité du sol. Dans une zone urbaine, de 30 à 50 % des eaux de pluie peuvent s'écouler en surface avant d'atteindre un réseau d'égouts séparatifs ou unitaires. Dans le cas d'un réseau d'égouts séparatifs, les eaux de pluie sont rejetées directement dans les eaux réceptrices ou acheminées dans des installations de traitement des eaux pluviales afin d'en réduire le débit ou d'en améliorer la qualité. Dans le cas d'un réseau d'égouts unitaires, l'ensemble des écoulements est acheminé à une installation de traitement des eaux usées lorsque le débit est faible, mais lorsqu'il est élevé et qu'il pourrait excéder la capacité du réseau d'égouts ou de la station de traitement (pendant les fortes pluies), une partie de l'écoulement est détournée vers les eaux réceptrices au moyen de structures de trop-pleins.

I.2.4. Les eaux agricoles

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

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

Donc ces eaux sont l'issus :

- Des apports directs dus aux traitements des milieux aquatiques et semi-aquatiques tels que le désherbage des plans d'eau, des zones inondables (faucardage chimique) et des fossés, ainsi que la démolition des plans d'eau et des zones inondables (étangs et marais).

➤ Des apports indirects dus en particulier à l'entraînement par ruissellement, aux eaux de rinçage des appareils de traitement, aux résidus présents dans des emballages non correctement rincés ou détruits, aux eaux résiduaires des usines de fabrication et de conditionnement.

I.3. Caractéristique des eaux usées

Les normes de rejet des eaux usées fixent des indicateurs de qualité physico-chimique et biologique. Ce potentiel de pollution généralement exprimés en mg /l est quantifié et apprécié par une série d'analyse. Certains de ses paramètres sont indicateurs de modification que cette eau sera susceptible d'apporter aux milieux naturels récepteurs. Pour les eaux usées domestiques, industrielles, et les effluents naturels, on peut retenir les analyses suivantes :

I.3. Les caractéristique physico-chimiques

Ils résultent de l'introduction dans un milieu des substances conduisant à son altération, se traduisant généralement par des modifications des caractéristiques physico-chimique du milieu récepteur. La mesure des ces paramètres se fait au niveau des rejets, à l'entrée et à la sortie des usines de traitement et dans les milieux naturels.

I.3.1. Les caractéristique physico

I.3.1.1. La température

La température est un facteur écologique important des milieux aqueux, son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique) et elle joue un rôle important dans la nitrification et la dénitrification biologique. La dénitrification est optimale pour des températures variant d 28 à 32°C par contre elle est fortement diminuée pour des températures de 12 à 15°C et elle est arrêté pour des températures inférieurs à 5°C .

I.3.1.2. Couleur

La coloration des eaux peut être due à certaines impuretés telles que le fer (couleur rouille) et le manganèse (couleur noire) et également à certaines matières organiques en particulier provenant de la dégradation de végétaux (substances humiques, tannins, lignine).L'unité de couleur (unité HAZEN) correspond à 1mg/l de platine (sous forme de K₂ Pt Cl₆). On l'appelle encore unité platino-cobalt ou unité de couleur vraie (UCV). Pour l'eau potable, le degré de couleur maximale acceptable est de 15 UCV .

I.3.1.3. Goût-odeur

Selon les normes, les eaux de consommation doivent posséder un goût et une odeur non désagréables. Ces deux propriétés, purement organoleptiques sont extrêmement subjectives et il n'existe aucun appareil pour les mesurer. Elles sont causées par la présence des substances relativement volatiles dans l'eau comme le chlore, le bioxyde de soufre (SO_2) ou le sulfure d'hydrogène (H_2S) ou organiques comme les esters, les alcools, les dérivés aromatiques et des composés plus ou moins bien identifiés résultant de la décomposition de matières animales ou végétales, comme les algues ou encore dus à la pollution.

Dans le cas d'une eau potable, l'apparition ou le changement de gout et d'odeur peuvent être signe d'activité microbienne et de lacunes dans le traitement ou de contamination dans le réseau de distribution.

I.3.1.4. Potentiel Hydrogène

Le pH (potentiel Hydrogène) L'acidité, la neutralité ou l'alcalinité d'une solution aqueuse peut s'exprimer par la concentration en H_3O^+ (notée H^+ pour simplifier). De manière à faciliter cette expression ; on utilise le logarithme décimal de l'inverse de la concentration en ion H^+ : c'est le pH.

I.3.1.5. 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 matières non dissoutes. Elle est causée, dans les eaux par la présence de matière en suspension (MES) fines, comme les argiles, les grains de silice et les microorganismes. De plus la turbidité va perturber le fonctionnement des unités de désinfection, réduire l'efficacité du chlorure, c'est toute fois un indicateur facile à mesurer.

I.3.1.6. Les matières en suspension (MES)

Selon La pollution particulaire est due à la présence de particules de grande taille, supérieure à $10\mu\text{m}$, en suspension dans l'eau, et que l'on peut assimiler aux matières en suspension (MES).

En fait, les matières en suspension ne sont des particules solides véritablement en suspension que dans des conditions moyenne d'écoulement des effluents correspondant à une vitesse minimale de $0,5\text{ m/s}$. En fonction de la taille des particules, on distingue les matières grossières ou décantables (diamètre supérieur à $100\mu\text{m}$) et les matières en suspension. On peut également prendre en compte une partie des matières colloïdales, de dimension inférieure, qui constitue la limite entre la phase solide et la phase dissoute (entre 1 et $10^{-2}\mu\text{m}$).

I.3.2. Les caractéristique chimiques

I.3.2.1. Demande biochimique en oxygène (DBO)

Pratiquement, la demande biochimique en oxygène devrait permettre d'apprécier la charge du milieu considéré en substances putrescibles, son pouvoir auto-épuration et d'en déduire la charge maximale acceptable, principalement au niveau des traitements primaires des stations d'épuration.

la demande biochimique en oxygène après 5 jours (DBO_5) d'un échantillon est la quantité d'oxygène consommé par les microorganismes aérobies présents dans cet échantillon pour l'oxydation biochimique des composés organiques et/ou inorganiques.

I.3.2.2. La demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène (DCO) est la quantité d'oxygène consommée par les matières existant dans l'eau et oxydable dans des conditions opératoires définies. En fait la mesure correspond à une estimation des matières oxydables présente dans l'eau quelle que soit leur origine organique ou minérale.

La DCO étant fonction des caractéristiques des matières présentes, de leur proportion respective, des possibilités de l'oxydation.

La DCO est la concentration, exprimée en $mg.L^{-1}$, d'oxygène équivalente à la quantité

de dichromates consommée par les matières dissoutes et en suspension lorsqu'on traite un échantillon d'eau avec cet oxydant dans des conditions définies par la norme.

I.3.2.3. Relation entre la DBO et la DCO et l'oxydabilité

Le rapport DCO/DBO_5 déterminer la possibilité et le rendement de dégradation que l'on peut espérer par un traitement d'oxydation biologique. La valeur du rapport DCO/DBO_5 d'une eau usée mixte nous permet d'avoir une idée sur sa biodégradabilité :

$DCO/DBO_5 \approx 1$ \longrightarrow bonne biodégradabilité.

$DCO/DBO_5 \approx 1,5 \text{ à } 2,0$ \longrightarrow biodégradabilité moyenne.

$DCO/DBO_5 \approx 3,0 \text{ à } 4,0$ \longrightarrow biodégradabilité faible.

I.3.2.4. La conductivité électrique (CE)

La conductivité est la propriété que possède une eau à favoriser le passage d'un courant électrique. Elle fournit une indication précise sur la teneur en sels dissous (salinité de l'eau). La conductivité s'exprime en micro Siemens par centimètre. La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau. Sa mesure est utile car au-delà de la valeur limite de la salinité correspondant à une conductivité de 2500 $\mu\text{Sm/cm}$, la prolifération de microorganisme peut être réduite d'où une baisse du rendement épuratoire.

I.3.2.5. L'azote

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

- N organique à NH_4^+ : ammonification
- NH_4^+ à NO_2^- : nitratisation par *Nitrosomonas*
- NO_2^- à NO_3^- : nitratisation par *Nitrobacter*.

I.3.2.6. L'azote ammoniacal

Pour désigner l'azote ammoniacal, on utilise souvent le terme d'ammoniaque qui correspond aux formes ionisées (NH_4^+) et non ionisées (NH_3) de cette forme d'azote. L'ammoniaque constitue un des maillons du cycle de l'azote. Dans son état primitif, l'ammoniac (NH_3) est un gaz soluble dans l'eau, mais, suivant les conditions de pH, il se transforme soit en un composé non combiné, soit sous forme ionisée (NH_4^+). Les réactions réversibles avec l'eau sont fonction également de la température et sont les suivantes :



I.3.2.7. Nitrate

Les nitrates sont, d'un point de vue chimique, des sels de l'acide nitrique. Ces sels sont caractérisés par la présence de l'ion nitrate NO_3^- composé d'un atome d'azote et de trois atomes d'oxygène. Ils existent naturellement dans les sols et les eaux. Les ions nitrates se forment naturellement au cours du cycle de l'azote, notamment lorsque des matières organiques se décomposent, par l'action des bactéries du sol.

I.3.2.8. Nitrite

Le Nitrite NO_2^- est très instable, très réactif il peut jouer le rôle d'oxydant ou de réducteur, cette grande instabilité explique en partie sa toxicité. En raison de la stabilité de l'ion nitrate la plus part des substances azoté de l'environnement ont tendance à se transformer en nitrate. Par conséquent toutes les sources d'azote (notamment l'azote organique l'ammoniaque et les engrais) devraient être considéré comme source des nitrates dans l'eau (en particulier les eaux souterraines) comprennent les matières animales et végétales en décompositions. Pour ces raisons, le consommateur est devenu méfiant à l'égard de l'eau de robinet lorsqu'il est citadin ou à l'égard de l'eau de puits lorsqu'il vit à la campagne et ce manque d'intérêt, l'a naturellement incité à boire de l'eau embouteillée.

I.3.2.9. Le phosphore

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

I.3.2.10. Le potassium (K^+)

Le potassium est présent dans les effluents secondaires à hauteur de 10 à 30 mg/l (12 à 36 mg/l de K_2O) et permet donc de répondre partiellement aux besoins. Il faut noter cependant que, s'il existe, un excès de fertilisation potassique conduit à une fixation éventuelle du potassium à un état très difficilement échangeable, à une augmentation des pertes par drainage en sols légers, à une consommation de luxe pour les récoltes.

I.3.2.11. Le sulfate

La présence de sulfate dans l'eau est généralement due à des rejets en provenance d'ateliers de blanchiment (laine, soie, etc.), d'usines de fabrication de cellulose (pâte à papier, etc.) et d'unités de décoloration. Sont utilisées, par ailleurs, les propriétés réductrices des sulfites dans les eaux de chaudières pour éviter la corrosion liée à la présence d'oxygène dissous ; l'injection dans le circuit se fait habituellement en continu à la concentration de 20 mg/L. Cependant un excès d'ions sulfites dans les eaux de chaudières peut avoir des effets néfastes car il abaisse le pH et peut alors développer la corrosion. En cas de rejet dans l'environnement, les sulfites se combinent à l'oxygène en donnant des sulfates.

I.3.3. Les paramètres microbiologiques

Les microorganismes comprennent, par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes. Ils proviennent dans leurs immenses majorités des matières fécales : on distingue alors la flore entérique (intestinale) normale et les microorganismes pathogènes.

I.3.3.1. 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 . La majorité de ces bactéries ne sont pas pathogènes. Cependant, chez un hôte infecté, le nombre de bactéries pathogènes peut être très important.

I.3.3.2. Coliformes totaux

Il s'agit de Bacilles Gram Négatifs (BGN), aérobies ou anaérobies facultatifs, non sporulés, ne possédant pas d'oxydase, capable de se multiplier en présence des sels biliaires et capables de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 24 à 48 heures à une température comprise entre 36 et 37°C, selon l'ISO.

I.3.3.3. Les coliformes fécaux (CF)

Les coliformes fécaux, ou coliformes thermotolérants, sont un sous-groupe des coliformes totaux capables de fermenter le lactose à une température de 44°C. Ce sont des bâtonnets Gram (-), aérobies et facultativement anaérobies ; non sporulant, on les désigne souvent sous le nom d'Escherichia Coli bien que le groupe comporte plusieurs souches différentes (Citrobacterfreundii, Entérobacter aérogènes, Klebsiellapneumoniiae ...etc.).

La recherche et le dénombrement des coliformes fécaux est un examen proposé en raison

d'une concordance statistique entre leur présence et l'existence d'une contamination fécale quasi certaine.

I.3.3.4. Les Streptococcus fécaux

Sont considérées comme streptocoques fécaux, toutes les bactéries Gram (+) de forme oblongue ou de cocci sphériques légèrement ovales. Ils se disposent, le plus souvent, en diplocoques ou en chainettes .

I.4. Norme de rejet

La norme est représentée par un chiffre qui fixe une limite supérieure à ne pas dépasser 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, un décret-loi.

Les normes internationales selon l'organisation mondiale de la santé respective pour les eaux usées.

Tableau I.1 : tableau des normes de rejets internationales

Caractéristiques	Normes utilisées (OMS)
PH	6,5-8,5
DBO5	<30 mg/1
DCO	<90 mg/1
MES	<20 mg/1
NH+4	<0,5 mg/1
NO2	1 mg/1
NO3	<1 mg/1
P2O5	<2 mg/1
Température T	<30°C
Couleur	Incolore
Odeur	Inodore

Conclusion

Les eaux usées de la ville de Ouargla sont d'origine domestiques, elles ne sont pas trop chargées du coté physicochimique ou microbiologique. Cependant, elles ne peuvent être déversées directement dans la nature. Un traitement biologique convenable s'avère suffisant afin de réduire le niveau de contamination et les rendre aptes à une éventuelle réutilisation.

Chapitre II

Présentation de la zone d'étude

Chapitre II : Présentation de la zone d'étude (wilaya de Ouargla):**Introduction :**

La cuvette de Ouargla est située dans le prolongement de l'exutoire naturel du grand bassin versant du Sahara septentrional. Ses coordonnées géographiques sont: les longitudes 5°15' et 5°25' Est et les latitudes 31°55' et 32°00' Nord. Elle est limitée au nord par l'Atlas saharien, au sud par le plateau de Tadmait, à l'est et à l'ouest respectivement par les ergs oriental et occidental.

L'aire de l'étude est une zone endoréique alimentée au nord par les crues de l'oued N'sa, au sud par l'oued Mya et à l'ouest par infiltration des eaux des oueds Metlili et M'zab. Elle présente une superficie totale de l'ordre de 100 000 ha et s'étale sur une longueur d'environ 55 km. La vallée est orientée sud-ouest / nord-est.. La figure 1 donnée ci-après montre la localisation des plus importantes localités de la région. Dans cette vallée, dont la population est actuellement de l'ordre de 200.000 habitants, l'agriculture (palmeraies et légumes) constitue l'activité principale. La région de Ouargla profite de l'exploitation pétrolière, en particulier du champ de Hassi Messaoud.

Dans ce chapitre nous avons présentée la zone d'étude .

II .1. Situation géographique :

La Wilaya de Ouargla est située au sud –Est du pays, couvrant une superficie de 163.233Km² .elle demeure une des collectivités administratives les plus étendues du pays. Elle est limitée :

- ✓ au Nord-est par la wilaya d'El Oued .
- ✓ au Nord-ouest par la wilaya de Djelfa .
- ✓ au Sud-est par la wilaya d'Illizi .
- ✓ à l'Ouest par la wilaya de Ghardaïa .
- ✓ au Sud par la wilaya de tamenrasset.

Elle compte actuellement 21 communes regroupées en 10 daïras. Elle inclut les agglomérations de Ouargla, N'Goussa, Rouissat, Ain El Beida et Sidi Khoulied.

II.2. Géologie:

La vallée de Ouargla est creusée dans les formations continentales du Mio-Pliocène. Il s'agit de sables rouges et de grès tendres à stratifications entrecroisées, avec nodules calcaires, entrecoupés de niveaux calcaires ou gypseux que l'on voit affleurer sur ses bords Est et Ouest.

Au-dessous du fond de la vallée, les puits et les sondages ont mis en évidence, sous quelques mètres de sable :

- ✓ une alternance de niveaux formés de calcaires, de calcaires marneux, de sables argileux et de grès tendres se terminant à la base par des argiles sableuses vers 30 à 45 m de profondeur.
- des sables fins et gros se terminant par des argiles sableuses à leur base vers 55 m à 80 m.
- ✓ les calcaires du Sénonien (jusque vers 250 m).
- ✓ un épais horizon d'argiles à évaporites (jusque vers 650 à 700 m).
- ✓ une centaine de mètres d'évaporites massives.
- ✓ des argiles à évaporites plastiques, jusque vers 1050 – 1100 m de profondeur.
- ✓ des sables et grès de l'Albien se trouvant entre 1050 – 1100 m et 1350 - 1400 m de profondeur.

Actuellement, les plus grandes crues de l'oued Mya s'arrêtent à 200 km à l'amont de Ouargla. Celles de l'oued M'Zab atteignent la SEBKH SAFIOUNE deux fois par siècle, alors que celles de l'oued N'Sa semblent plus fréquentes.

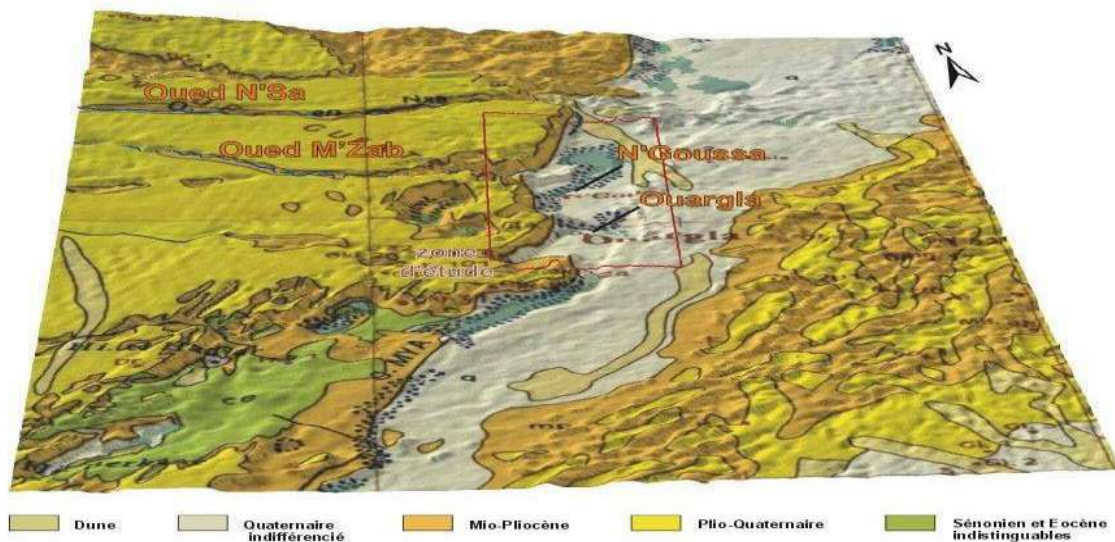


Figure II- 1 : Relief géologique de la région de Ouargla

II.3. Géotechniques :

Suite aux premières investigations géotechniques, le contexte local indique la succession des sols suivants depuis la surface (profondeur estimée) :

Sable : 2 à 15 m d'épaisseur;

Argile sableuse: de 2 m à 45 m de profondeur.

Calcaire : de 30 à 80 m de profondeur.

Calcaire poreux : de 60 à 250 m de profondeur.

D'une manière générale dans les sables de surface, la présence de gypse et de niveau de tuf (concrétion calcaire) est fréquente dans les chotts et les sebkhas, notamment dans la zone de Said Otba au nord de la ville de Ouargla. En général les niveaux de tuf sont situés à moins de 4 mètres de profondeur et l'épaisseur des bancs est de 0.5 à 0.6 m, voire 1 m au maximum.

La présence d'un banc rocheux calcaire d'une épaisseur de 1 à 2 m a été relevée dans la région de l'université. Il est situé à 2-3 mètres de profondeur.

II -4. Climatologie :

II .4.1 La pluviométrie

La faiblesse de la pluviosité est le caractère fondamental du climat saharien. Le tableau ci-dessous montrent la répartition des hauteurs annuelles de la précipitation.

Tableau II . 1 : Répartition moyenne mensuelle des pluies 'mm

Années	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
J	16,20	3,6	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0
F	5,50	0,0	0,0	23,8	0,0	0,0	1,00	0,0	0,0
M	1,00	0,2	0,4	4,7	2,0	20,7	1,0	17,3	2,4
A	3,50	6,3	0,0	0,0	1,0	0,8	1,0	0,0	4,5
M	0,00	0,0	14,1	0,0	0,0	0,0	1,00	3,6	2,7
J	0,00	0,0	2,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
J	1,30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
A	0,30	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0
S	4,60	0,0	0,0	0,0	4,6	12,8	3,0	1,5	3,8
O	0,00	0,0	2,0	0,0	4,3	22,6	1,0	2,0	0,0
N	0,00	4,6	6,8	0,0	0,7	14,6	1,0	0,0	0,0
D	0,00	24,5	5,8	0,0	4,5	2,6	0,0	0,0	0,0
Total	32.4	41.6	31.10	28,5	17,1	74,60	12.00	24.00	13.4

II.4.2.Températures :

Les températures sont caractéristiques du climat saharien avec des valeurs très élevées en été. La moyenne mensuelle du mois le plus chaud (juillet) est de l'ordre de 35°C et du mois le plus froid (janvier) est de 11°C. La température peut atteindre les valeurs extrêmes de 50°C et -1°C.

Tableau II.2 : Température moyenne mensuelle (2008-2013)

Années	2008		2009		2010		2011		2012		2013	
	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
J	18.3	5.5	17.8	<u>6.8</u>	21,60	<u>6,60</u>	20,50	<u>4,80</u>	18.0	3.50	20,2	<u>4,9</u>
F	21.3	6.1	20.3	7.2	25,40	9,60	20,50	5,60	17.30	<u>3,40</u>	21,2	5,3
M	26.3	10.9	24.7	10.1	28,10	12,90	23,90	9,70	24.5	8.80	28,6	11,9
A	31.9	15.7	27.5	12.1	31,30	17,10	30,70	14,80	30.40	14.50	30,9	15,4
M	36.00	21.1	34.4	18.5	33,60	18,70	33,70	18,60	35.5	19.60	35,5	19,1
J	39.1	23.9	40.9	25.4	41,30	25,30	38,30	23,20	43.20	27.40	39,8	23,4
J	44.9	29.0	<u>44.9</u>	28.5	<u>43,90</u>	28,40	<u>42,30</u>	26,30	<u>44.80</u>	28.60	<u>43,5</u>	27,8
A	<u>46.6</u>	28	43.0	27.2	43,60	28,20	40,30	25,10	43.10	27.00	40,7	26,1
S	38.5	24.6	36.1	22	36,90	22,80	29,10	15,10	38.20	21.70	38,3	23,2
O	30.1	18.7	30.8	15.7	30,70	16,20	24,30	10,20	33.40	18.20	35,8	19,5
N	22.10	9.80	25.50	9.40	24,90	9,70	19,70	5,20	26.30	11.90	23,4	10,0
D	18.6	<u>5.3</u>	22.9	7.7	21,30	<u>6,60</u>	15,70	5,20	19.90	3.70	17,3	6,3

Tableau II. 3 : Température moyenne mensuelle (2014-2020)

Années	2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020	
	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
J	23,7	1,9	18,3	4,0	26,3	-0,7	20,3	-1,1	17	14	3,8	18,8	3,2	19,5
F	29,7	3,6	28,8	6,9	29,0	2,4	30,7	1,6	20	15	4,8	19,4	6,6	23,9
M	33,8	4,2	24,6	10,1	34,9	4,2	33,0	6,5	26	21	9,3	24,5	11,4	26,2
A	39,7	8,8	32,1	16,3	41,1	7,6	39,9	9,0	30	25	15,5	30,5	16,6	31,1
M	43,5	14,0	37,0	20,7	46,2	10,5	44,5	17,4	34	29	19,3	33,8	21,6	37,4
J	46,8	17,0	39,8	24,7	48,1	19,3	49,0	20,3	39	34	26,6	42,9	25,5	41,0
J	49,6	24,4	42,0	26,5	47,6	23,4	48,7	22,4	46	42	28,8	44,7	28,2	43,2
A	50,4	24,0	42,8	29,1	45,4	23,3	47,2	22,8	40	36	29,7	43,8	27,7	43,6
S	45,2	21,1	37,9	23,9	44,5	17,3	46,8	16,3	38	33	24,1	39,6	23,2	37,7
O	39,4	12,2	31,8	17,6	39,4	14,4	33,5	10,1	30	26	17,4	31,4	15,9	29,9
N	29,4	8,5	24,3	10,6	31,5	5,3	30,8	5,6	23	19	9,8	23,7	11,3	24,8
D	23,6	0,5	19,9	4,8	25,2	2,0	23,4	1,0	19	15	7,1	21,4	6,9	19,8

II.4.3. Evapotranspiration

L'évaporation est très élevée sur la vallée d'Ouargla. En effet, elle est de 110 mm en moyenne sur le mois de janvier et de 350 mm sur le mois de juillet, soit une valeur moyenne annuelle d'environ 2100 mm.

Tableau II. 4 : Évaporation mensuelle moyenne (2012-2020)

Années	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2020
J	61,6	100,9	87	93,0	135,8	110,7	108,7
F	80,8	112,9	138,4	91,0	187,0	172,6	128,0
M	132,4	166,9	157,8	158,9	259,4	239,2	225,9
A	209,1	191,8	223,3	256,5	288,6	283,9	257,7
M	312,3	227,8	329,1	334,1	388,3	464,9	256,0
J	353,6	317,3	337,9	365,4	479,6	433,3	370,4
J	382,3	414,4	488,9	346,7	486,1	505,1	442,0
A	367,6	319,1	397,1	366,6	473,1	439,3	412,5
S	332,9	287,1	287,6	233,8	301,9	270,4	271,5
O	278,3	276,7	213,2	158,5	278,9	187,2	220,4
N	146,8	147,5	88,8	98,2	157,7	129,2	134,7
D	90,6	55,9	85,0	75,2	85,3	80,3	118,5
Moy	229,0	218,2	236,1	214,8	293,5	276,3	245,5

II.4.4.Vents

Les vents ont une vitesse moyenne de 3,6 m/s cette vitesse est plus élevée pendant l'été (juin, juillet et août) avec plus de 4.2 m/s. Elle est cependant moins élevée durant les mois d'hiver avec une vitesse moyenne de 2,9 m/s. La direction dominante des vents est Sud-Nord.

Tableau II. 5 : Vitesse des vents forts (m/s)

Mois	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
J	20	25	14	21	14	15	21	22	15
F	20	14	20	14	14	16	21	15	14
M	13	19	26	15	13	17	27	22	22
A	20	22	14	15	19	22	27	21	17
M	20	22	29	15	25	24	24	20	21
J	14	22	20	/	19	19	22	19	22
J	32	16	15	12	13	16	22	16	18
A	15	18	16	23	22	16	18	16	15
S	15	18	16	14	16	19	20	20	15
O	12	11	14	16	23	13	19	21	28
N	14	13	20	12	12	14	18	18	15
D	12	14	20	08	14	15	14	14	16

Conclusion :

Après l'achèvement de la définition des données concernant notre région d'étude, nous concluons à informer une certaine particularité :

- La ville de Ouargla est caractérisé par un climat saharien aride avec de faible précipitation et irrégulière.
- La période sèche est la plus représentative, elle s'étale presque sur toute l'année, expliquant le taux d'évaporation qui est loin supérieur à celui des précipitations.
- Cette situation désertique est caractérisée également par la fréquence élevée des vents avec des températures élevées.

Chapitre III

Technique d'épuration des eaux usées

Chapitre III : les techniques d'épuration des eaux usées**Introduction**

A travers de ce chapitre nous avons présentée les techniques d'épuration des eaux usée qui constituent un effluent très chargé en matières polluantes, nuisibles aussi bien au milieu récepteur qu'aux utilisateurs.

III.1.Définition de Station d'épuration des eaux usées

S'est une nouvelle technique qu'on a pratique récente traite des eaux usé (toxique) et par plusieurs ressources (domestique, industrielle et agricole.... Etc.) Est en suite elle passe par plusieurs étapes traitées et rejet dans le milieu récepteur sans aucun problème dans le milieu récepteur pour conserver l'environnement.

Les stations d'épuration permettent donc de limiter la pollution de l'eau. En effet, à cause de la surpopulation urbaine, l'auto- épuration naturelle n'est pas suffisante à l'élimination des nombreux détritux polluants. Il est donc indispensable de mettre en place des stations d'épuration qui vont, grâce à la succession de plusieurs traitements éliminer progressivement la quasi-totalité de la pollution.

Les stations d'épuration jouent un rôle principal pour la protection de l'environnement et la conservation de la santé humaine et évite le Problème de contamination de la nappe phréatique. Les stations d'épuration permettent également une économie d'eau, grâce à la réutilisation de celle-ci. Cependant ce procédé n'est que très peu pratiqué en raison d'un fort coût de mise en place.

III.2 .Les 'étape de traitement**III.2.1. Le traitement primaire**

Le traitement primaire repose essentiellement sur le principe de la séparation des constituants solides de la phase liquide par un processus de décantation, de sédimentation. Le traitement primaire est réalisé souvent en deux parties : le prétraitement et une décantation primaire.

III.2.1.1. Le prétraitement

Le prétraitement consiste à extraire de l'eau la plus grande quantité des éléments présents, il comporte l'ensemble d'opérations suivantes : Dégrillage, dessablage et dégraissage (désuilage).

a) Le dégrillage :

a.1) La définition : il s'agit de séparer des eaux brutes, les matières les plus volumineuses, en faisant passer l'effluent d'entrée à travers des barreaux dont l'espacement est déterminé en fonction de la nature de l'effluent, afin d'éviter les risques de colmatage. Il est donc indispensable en tête de la station d'épuration Selon l'efficacité désirée, il est possible de distinguer entre le pré-dégrillage (espacement des barreaux 30-100mm), le dégrillage moyen (espacement des barreaux 10-30mm) et dégrillage fin (espacement des barreaux 3-10mm).

a.2) Les types de grilles

Techniquement, il y a deux types de grilles sont :

- Grilles manuelles
- Les grilles mécaniques se classent en deux catégories



Figure III.1: Dégrilleur courbe.

b) Dessablage

b.1) La définition : le dessableur est un ouvrage dans lequel les particules denses, dont la vitesse est inférieure à 0,3 m/s, vont pouvoir se déposer. Il s'agit principalement des sables et des graviers qui se déposent alors au fond de la cuve de dessableur entraînant avec eux les grains légers, de façon à éviter les dépôts dans les canaux et les conduites et protéger les pompes et les autres appareils contre l'abrasion. Le fond du bassin est ensuite nettoyé par un racleur qui entraîne les graviers dans une nouvelle cuve, les séparant ainsi de l'eau à épurer. Les sables ainsi récoltés sont ensuite utilisés par les entreprises de travaux publics.

b.2) Les types des Dessableurs

- Dessableurs à couloirs.
- Dessableurs rectangulaire à insufflation d'air.
- Dessableurs circulaire.



Figure III.2: Dessableur rectangulaire à insufflation.

c) Dégraissage

c.1) La définition : Le dégraisseur a pour objet la rétention des graisses par flottation naturelle ou accélérée par injection de fines bulles. L'opération se fait par flottation grâce à l'introduction d'air comprimé qui fait remonter en surface de l'eau des particules huiliers émulsionnées et favorisent leur agglomération, les graisses flottées sont rassemblés dans une zone de tropicalisation ou ils sont raclés.



Figure III.3: Flottation des graisses par injection de fines bulles.

c.2) Les types des Dégraissage

Il existe deux types d'appareils couramment utilisés

Dégraissage statique

Dégraissagesaérés



Figure II.4 : Extraction du sable d'un dessableur – dégraisseur.

III.2.1.2. La décantation primaire

a) La définition : La décantation est une technique de séparation des matières en suspension et des colloïdes rassemblés en flocc. Cette technique est très répandue dans les usines d'épuration et de traitement des eaux.

La décantation primaire vise à parfaire la qualité des prétraitements notamment par la capture des MES naturellement décantables et par une élimination poussée des flottants (huiles et graisses). Lors de cette étape, les particules, dont la densité est supérieure à l'eau, vont avoir tendance à s'accumuler au fond du décanteur sous l'effet de la pesanteur. Les particules seront éliminées du fond du bassin périodiquement.

b) Les types de décantation primaire

Différents types de décantation sont:

Décantation statique :

les particules sont considérées indépendantes et tombent à leur propre vitesse. L'écoulement doit être laminaire sans turbulences, ni courants. Le principe est que les particules atteignent le

fond du décanteur avant de sortir.

Décantation lamellaire.

Décantation à floc lesté.

III.2.2. Le traitement secondaire

Il s'agit de l'élimination de la pollution organique et minérale. Lors du traitement secondaire, la plupart des traitements secondaires, la plupart des critères de pollution diminuent (DCO, DBO, MO...). Les micro-organismes utilisent les éléments nutritifs des eaux résiduaires comme nourriture pour produire de l'énergie vitale ou pour la synthèse de tissus cellulaires.

III.2.2.1. Traitement physico-chimique

La couleur et la turbidité d'une eau de surface sont dues à la présence de particules colloïdes de très faible diamètre. Leur élimination ne peut se baser sur la simple décantation. En effet, leur vitesse de sédimentation est extrêmement faible.

Les matières existantes dans l'eau peuvent se présenter sous les trois états suivants:

- Etat de suspension qui regroupe les plus grosses particules.
- Etat colloïdal.
- Etat dissous des sels minéraux et des molécules organiques

- a) Coagulation
- b) Flocculation
- c) Flottation
- d) Centrifugation
- e) Filtration

III.2.2.2. Traitements biologiques

Ils constituent le mode classique d'épuration de la pollution organique carbonée et azotée.

III.2.2.2.1. Les procédés intensifs

a) Le traitement par boues activées

Le procédé à boues activées est un système fonctionnant en continu dans lequel, des micro-organismes sont mis en contact avec les eaux usées contenant des matières organiques. De l'oxygène est injecté dans le mélange, permettant de fournir aux bactéries cet élément vital à leurs besoins respiratoires.

Le procédé à boues activées est composé par deux ouvrages sont :

Bassins d'aération

Les bassins d'aération sont les réacteurs biologiques dans lesquels s'effectue la transformation de la matière organique par les microorganismes aérobies. Ils constituent un élément fondamental de la filière définie sous le terme de boues activées.

Une bonne gestion de l'aération permet également d'assurer les réactions de nitrification et de dénitrification. Dans le domaine des petites stations d'épuration, la technique des boues activées en aération prolongée est la plus répandue.

De plus, les temps de fonctionnement des aérateurs varient selon le type d'élimination de l'azote:

Pour l'élimination des composés azotés en bassin unique, le temps cumulé de fonctionnement de l'aération au nominal est d'environ 14H00/jour. Des périodes d'arrêt sont nécessaires pour dénitrifier (2H00 maximum).

Pour l'élimination de l'azote avec une zone d'anoxie en tête, ce temps cumulé serait d'environ 20H/jour.



Figure III.5 : Turbine de surface à vitesse lente.

a.1. Le brassage:

Les fonctions d'aération et de brassage doivent être séparées afin d'optimiser l'élimination de l'azote et d'éviter les dépôts lors de l'arrêt de l'aération. En fond de bassin, les vitesses de circulation de la boue activée doivent être supérieures ou égales à 35 cm/s.

Afin de favoriser le mélange des eaux usées et des boues, il est conseillé de mettre en place une cloison siphonoïde à l'entrée du bassin. Par la même occasion, les risques de court-circuit hydraulique sont limités.



Figure III.6 : Aération et brassage séparé dans un bassin d'aération.

b) l'épuration sur lit bactérien

Cette technique est basée sur le principe de l'autoépuration du sol qui permet la biodégradation des matières organiques.

Ce procédé consiste à alimenter en eau usée préalablement décantée, un ouvrage contenant une masse de matériaux servant de support aux micro-organismes épurateurs qui y forment un film biologique, cette masse se compose soit: de pouzzolane (roche volcanique) ou de matériaux plastiques. Les eaux usées sont distribuées sur le matériau filtrant et s'écoulent au travers du lit sous l'effet de la pesanteur. Une aération est pratiquée le plus souvent par tirage naturel et quelque fois par ventilation forcée.



Figure III.7 : Lit bactérien avec garnissage traditionnel.

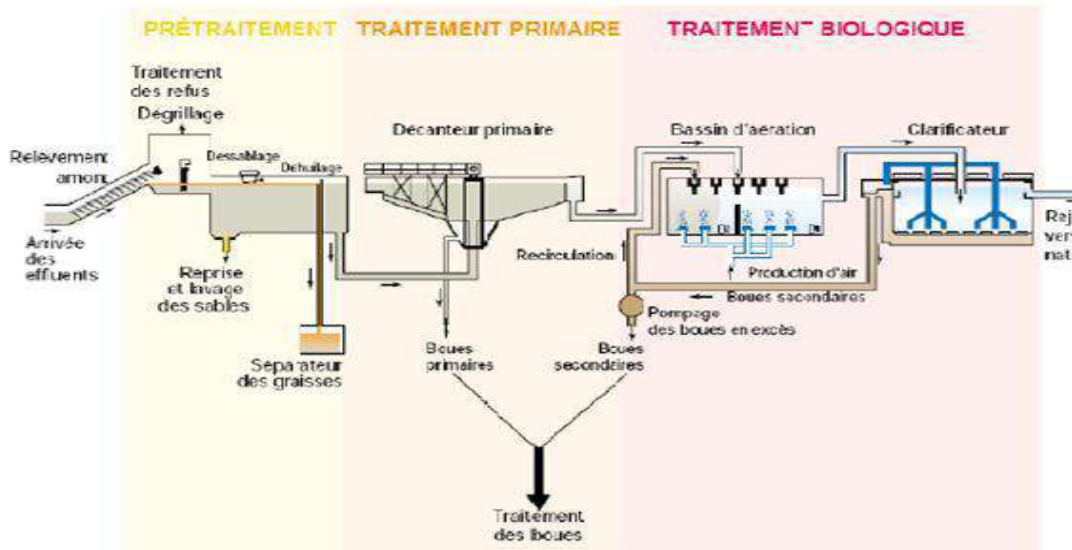


Figure III.8 : Schéma représentatif d'un système de boues activées.

c) Les disques biologiques

Ce procédé est un système d'épuration biologique aérobie où la culture bactérienne est fixée sur un support. Il est également appelé procédé d'épuration par bio-disque. Le réacteur est constitué de disques en matière plastique, de diamètre élevé et montés, en série sur un axe horizontal. Le tambour, à demi immergé tourne autour de cet axe. Un bio-film, dont l'épaisseur varie de 1 à 4mm, se développe sur les disques. La rotation permet le contact entre les micro-organismes épurateurs (bio-film) qui se développent fixés au disque et l'effluent, puis l'aération de ce bio-film. Après leur contact avec le bio-film, l'eau est envoyée vers un clarificateur pour la séparation des phases.



Figure III.9 : Disques biologiques.

III.2.2.2. Les procédés extensifs

a) Lagunage

a.1) La définition : Le lagunage est un procédé d'épuration des eaux usées qui consiste en un lent écoulement de l'eau dans un ou plusieurs réservoirs peu profonds (de l'ordre de 2-3 mètres), étanches où prolifèrent des bactéries et autres organismes vivants consommant des matières organiques. Le nombre des agents pathogènes (bactéries, virus, parasites) est considérablement réduit, notamment en raison de la longue période de rétention dans les réservoirs (de 20 à 30 jours).

Ce mécanisme est de nature biologique et permet l'élimination des matières organiques biodégradables avec production de sels minéraux, ce qui conduit à un phénomène d'eutrophisation, caractérisé par une prolifération d'algues (phytoplancton) sous l'effet conjugué de la présence de dérivés azotés et phosphorés dans l'eau et de la photosynthèse due aux radiations solaires.

a.2) Les types de lagunage

On distingue principalement deux types de lagunage :

a.2.1. Le lagunage naturel est un procédé de traitement des eaux usées fondé sur un écosystème constitué principalement d'algues et des bactéries aérobies et anaérobies. Le rayonnement solaire est utilisé comme source énergétique pour la production de l'oxygène par photosynthèse par les algues microscopiques. Ce type de lagunage se caractérise essentiellement par un temps de séjour très élevé des effluents, plusieurs dizaines de jours et par des mécanismes de fonctionnement biologique fortement liés à la température et aux saisons.

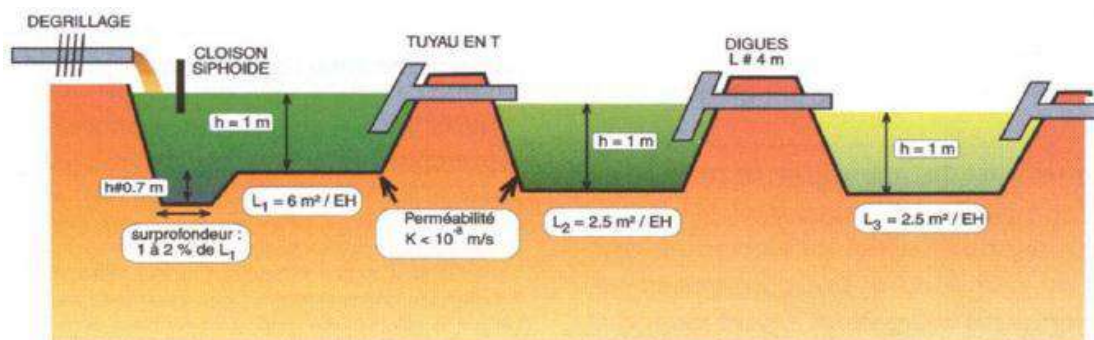


Figure III.10: Schéma de principe d'un lagunage naturel.

a.2.2. Le lagunage aéré s'effectue dans un bassin où l'eau séjourne une vingtaine de jours, il est aéré artificiellement. Il y a alors dégradation anaérobie des matières décantables et aérobie des matières solubles.

Dans le lagunage aéré, un support supplémentaire de l'oxygène nécessaire à l'assimilation des matières organiques par les bactéries est fourni par brassage de surface grâce à des aérateurs mécaniques.

a.3) La lagune et le traitement biologique :

Les bassins de lagunage sont des espaces trop riches en matière organique invisibles ou on trouve deux espaces essentielles qui sont :

- **Les algues** :qui sont des petites plantes microscopique de couleur verte qui se développe par le fait de la lumière en prélevant dans de l'eau du gaz carbonique et des sels minéraux et en rejettent de l'oxygène.

On trouve les algues dans les bassins de lagunage en trois types qui sont :

- ✓ algues bleues proches des bactéries
- ✓ algues vertes
- ✓ algues brunes
- **Les bactéries** : se sont des micro-organismes qui jouent un rôle essentielle dans le traitement biologique, elles peuvent dégrader et assimiler une grande partie d'eau usée, ces bactéries rejettent dans le milieu des produits de dégradation.

b) Filtres Plantes De Roseaux

Cette technique d'épuration, comme l'infiltration percolation, repose sur deux mécanismes principaux, à savoir:

- ✓ **la filtration superficielle**: les matières sèches en suspension sont arrêtées à la surface du massif filtrant et avec elles une partie de la pollution organique (DCO particulaire).
- ✓ **l'oxydation** : le milieu granulaire constitue un réacteur biologique servant de support aux bactéries aérobies responsables de l'oxydation de la pollution dissoute (DCO soluble, azote organique et ammoniacal).

Les filtres plantés de roseaux ou rhizosphères sont des excavations étanches au sol remplies de couches successives de gravier ou de sables de granulométrie variable. Ils sont constitués de

plusieurs étages constitués de plusieurs unités. Leur fonctionnement alterne des phases d'alimentation et de repos.

Les ouvrages construits sont prévus pour stocker par accumulation les boues correspondant à la pollution traitée pour une hauteur annuelle évaluée à 1,5 cm et ce jusqu'à concurrence d'une quinzaine de centimètres. En théorie, la capacité de stockage serait d'une dizaine d'années.

On distingue deux types de configuration induisant différentes conditions de fonctionnement :

- les filtres horizontaux.
- les filtres verticaux.

C) Epanchage des eaux usées

L'épandage est le procédé le plus ancien, il consiste à déverser directement sur le sol perméable des eaux usées, où les granulats constituant le sol sont alors un matériau de support de micro-organismes, ces derniers servent à dégrader la matière organique. Ce procédé peut être dangereux dans la mesure où les eaux qui s'infiltrent à travers le sol peuvent contaminer la nappe.

III.2.2.3. Le décanteur secondaire

a) La définition : dans une station d'épuration, le décanteur secondaires l'ouvrage fondamental qui assure la séparation gravitaire de la boue et de l'eau épurée rejetée dans le milieu récepteur.

Le bon fonctionnement de cet ouvrage implique le respect des règles de conception, une gestion rationnelle de la production de boue ainsi que la maîtrise de sa décantabilité. Les ouvrages cylindriques munis de racleur de fond sont à prescrire pour les boues activées. La hauteur d'eau à la périphérie ne doit pas être inférieure à 2,80 m. Toute sur-profondeur d'un décanteur secondaire est à considérer comme facteur sécurisant au plan hydraulique.

La recirculation permet :

- ✓ De maintenir une concentration en MES constante et correcte dans le bassin d'aération.
- ✓ D'éviter l'accumulation des boues dans le clarificateur et le débordement du lit de boue.
- ✓ De limiter le temps de séjour dans le clarificateur pour garantir une bonne qualité de boue.

b) Les types Le décanteur secondaire :

On distingue deux types Le décanteur secondaire :

- **Système à bassins séparés** : l'aération et la clarification se font dans deux bassins distincts.
- **Système combiné** : la phase d'aération et de clarification ont lieu dans le même ouvrage.

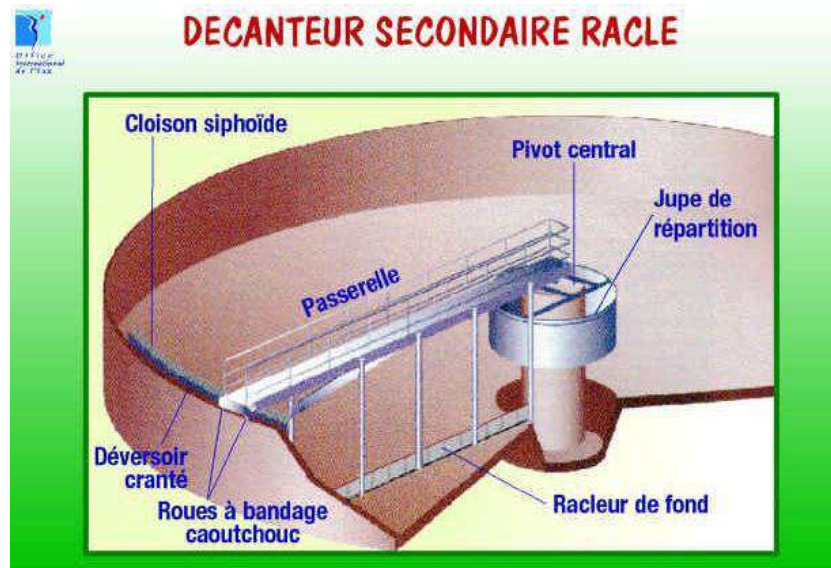


Figure III.11 : Schéma de principe d'un décanteur secondaire raclé.

III.2.3. Le traitement tertiaire

A l'issue des procédés décrits précédemment, les eaux sont normalement rejetées dans le milieu naturel. Dans le cadre d'une réutilisation des eaux usées épurées, les eaux usées nécessitent des traitements supplémentaires, essentiellement pour éliminer les microorganismes qui pourraient poser des problèmes sanitaires.

a) la désinfection

Actuellement, il existe de nombreuses techniques de désinfection visant à améliorer la qualité bactériologique des rejets afin de protéger les milieux récepteurs sensibles comme notamment les zones de baignades et conchylicoles.

- ✓ La chloration
- ✓ L'ozonation
- ✓ Le rayonnement ultraviolet

b) Le traitement des boues

Le bon fonctionnement de la STEP est conditionné par l'extraction régulière des boues, selon le système adopté, la boue est sous formes liquide, solide ou pâte. D'autre part, les boues provenant du décanteur primaire, et le décanteur secondaire sont admises dans une filière de traitement comprenant : l'épaississement, la stabilisation et la déshydrations.

b.1) épaisissement des boues :

L'épaississement constitue en fait le premier stade de la réduction du volume des boues, cette opération d'épaississement peut se faire par gravité (épaississement par décantation) ou par flottation (épaississement par flottation).

b.2) la stabilisation :

- ✓ Stabilisation
- ✓ stabilisation chimique
- ✓ stabilisation anaérobie

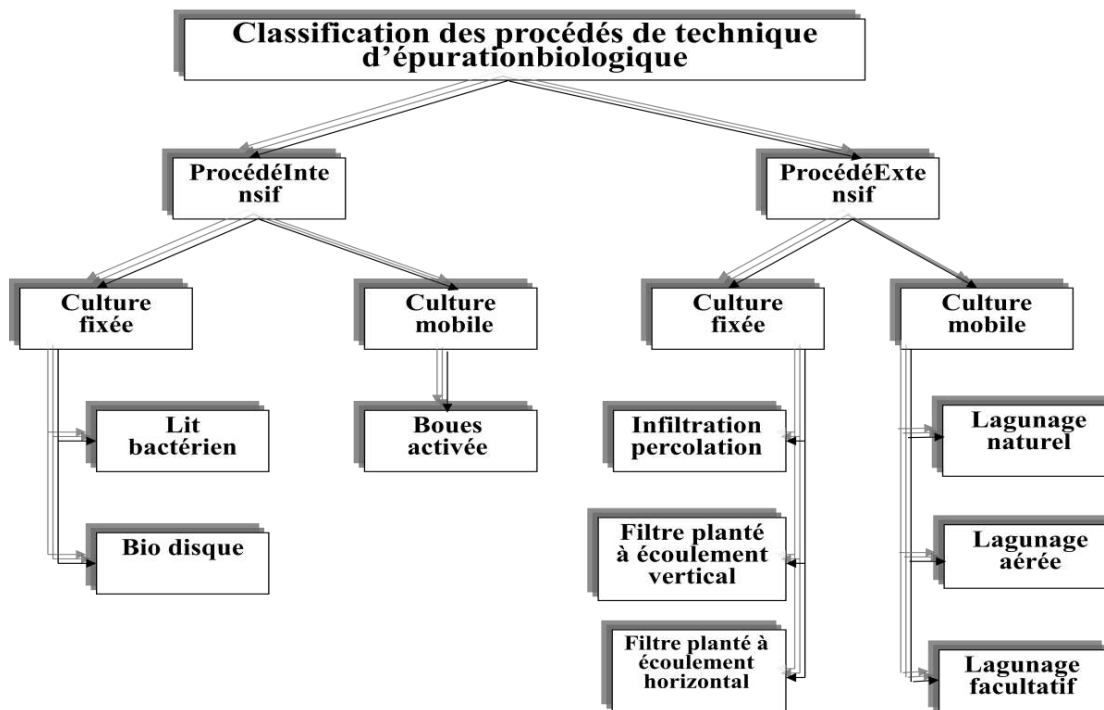


Figure III.12 schéma de classification des procédés de technique d'épuration biologique.

Conclusion

Les stations d'épuration permettent donc de limiter la pollution de l'eau. En effet, à Cause de la surpopulation urbaine, l'auto- épuration naturelle n'est pas suffisante à l'élimination des nombreux détritns polluants. Il est donc indispensable de mettre en place des stations d'épuration qui vont, grâce à la succession de plusieurs traitements éliminer Progressivement la quasi-totalité de la pollution.

Les stations d'épuration permettent également une économie d'eau, grâce à la réutilisation de celle-ci. Cependant ce procédé n'est que très peu pratiqué en raison d'un fort coût démise en place.

Chapitre IV

présentations de la station d'épuration de Saïd Othba

Chapitre IV: Présentation de la STEP SAID-OTBA

Introduction

La qualité des eaux usées de la ville de Ouargla est essentiellement domestique (dépourvue de toute activité industrielle) et biodégradable et sont aptes par conséquent à un traitement biologique. Pour être dépolluées, ces eaux sont destinées vers la STEP de Said OTBA qui sert à alléger la charge polluante jusqu'à un niveau très acceptable par le procédé de lagunage aérée. Une fois traitées, ces eaux sont acheminées vers sebkhet Sefioune. Au cours de ce chapitre, on va présenter les différents procédés de traitements des eaux usées dans la step de Said Otba. On va également faire un diagnostic sur cette station afin de détecter les dysfonctionnements existants.

IV .1. Situation géographique de la STEP Said Otba

La station d'épuration de Said Otba mise en service en 2009, a été réalisée par la société allemande **Dwydag** pour le compte de l'ONA. Elle se situe au Nord-est de Ouargla entre les deux branches du canal de drainage dans la région de Said Otba au nord de la Route nationale N°49.

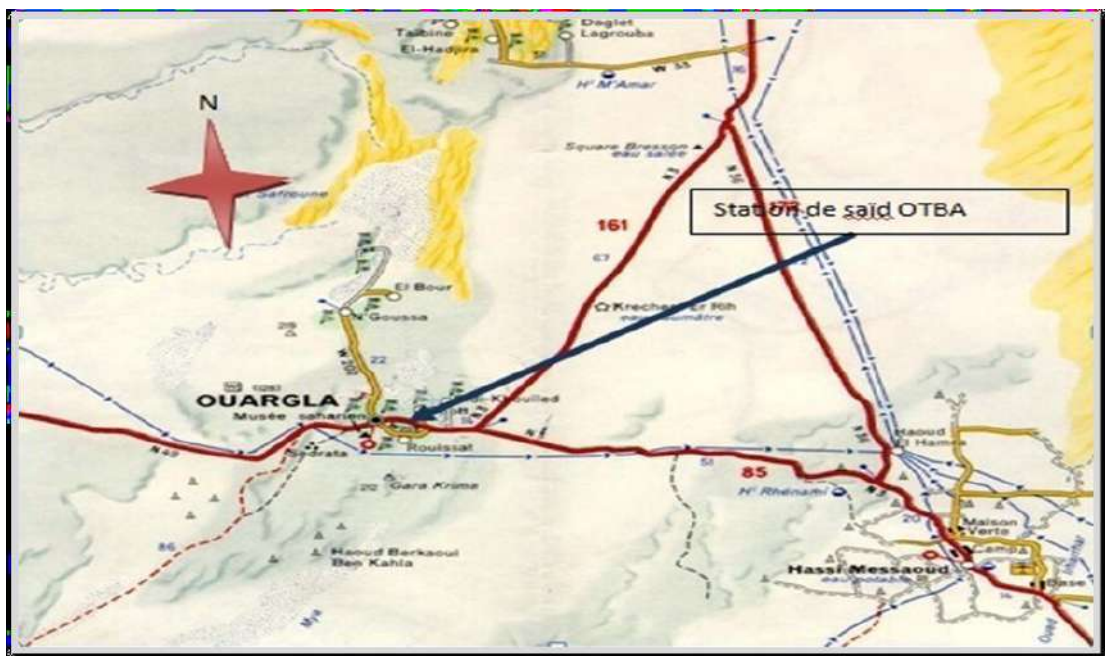


Figure IV.1. : Situation géographique de la STEP

IV .2. Présentation de la STEP de Said OTBA

Les stations d'épuration servent à épurer les eaux usées en dégradant le niveau de pollution pour une éventuelle réutilisation dans divers domaines industriel, agricole ou recharge des nappes. La station d'épuration de Said OTBA est de type de lagunage aéré. La filière de traitement retenue est constituée de :

- Prétraitement.
- Traitement biologique par lagunage aéré .
- Traitements des boues (Lits de séchage).

IV .3.Objectif de traitement de la STEP

- Supprimer les nuisances et les risques actuels de contamination au niveau des zones urbanisées ;
- Protéger le milieu récepteur ;
- Supprimer les risques de remontée des eaux en diminuant le niveau de la nappe phréatique ;
- Garder la possibilité de réutiliser les effluents épurés.

IV .4.Principe de traitement

Les eaux brutes arrivant à la station subissent les traitements conventionnels d'un effluent urbain. Les compartiments par les quels passent les eaux usées dans la station sont les suivants :

- Le compartiment de prétraitement .
- Le 1^{er} étage de traitement par lagunage aéré.
- Le 2^{ème} étage de traitement par lagunage aéré.
- Le 3^{ème} étage bassin de finition.
- Lits de séchage.

Les eaux usées arrivant à la STEP sont refoulées par l'intermédiaire de 05 stations de refoulement qui débouchent dans un regard de dégazage. Ce dernier assure une oxygénation naturelle des eaux brutes. Cette opération permet d'évacuer le H₂S qui pourrait se former dans les conduites de refoulement.

A partir du regard de dégazage, les eaux brutes débouchent dans un canal regroupant les installations de dégrillage et de dessablage.

A l'entrée et à la sortie, un canal venturi associé à une sonde ultrason de mesure de la hauteur d'eau en amont permet de mesurer de manière continue les débits.

IV .4.1.Prétraitement

Le prétraitement comporte les procédés suivants :

IV .4.1.1. Dégrillage

Le système du dégrillage comprend un ensemble de 02 dégrilleurs automatiques (espace entre barreaux de 25 mm) disposés en parallèle. Le dimensionnement de chaque grille 1,80 m de largeur et longueur, l'épaisseur de 10 mm.

Un canal de secours équipé d'une grille manuel disposé en parallèle permet de by-passer complètement l'ensemble des prétraitements, en cas de mis hors service des dégrilleurs automatiques.

Les refus de l'ensemble des dégrilleurs sont acheminés au moyen d'une vis de convoyage vers une benne à déchets.



Figure IV . 2: Dégrillage.

IV .4.1.2 Dessablage

Le dessablage est réalisé par l'intermédiaire de trois canaux en parallèle de 2 m de large et de 23 m de long et la profondeur est de 3,92 m. Chaque ouvrage est équipé d'un pont racleur permettant de ramener les sables décantés dans une fosse placée à l'extrémité de chaque chenal. Une pompe permet l'extraction des sables vers un classificateur à sable.

Ce classificateur est un séparateur dans lequel les particules de sables sédimentent et sont extraites du fond par une vis d'Archimède, tandis que l'eau est récupérée en partie supérieure après avoir franchi une cloison siphonide. Les sables extraites sont ensuite stockés dans une benne. La station actuellement n'est pas équipée d'un système de déshuilage.



Figure IV . 3 : Dessablage.

IV .4.1.3.Ouvrage de répartition

Disposé en tête de station et en aval des ouvrages de prétraitement, l'ouvrage de répartition permet de répartir les eaux usées vers les lagunes du premier étage.

Cette répartition est assurée par 06 seuils déversant identiques, de 1.5 m de largeur, munis de batardeaux pour pouvoir au besoin mettre une lagune quelconque hors service.



Figure IV. 4 : Répartiteur.

IV .4.2 Traitement secondaire

Après l'étape de prétraitement, les eaux à traiter subissent un traitement biologique par lagunage aéré. Cette étape est constituée de deux étages d'aération artificielle et d'un étage de finition. La STEP de Ouargla est composée de 08 bassins en cascade à trois niveaux.

IV .4.2.1. Le 1er niveau du lagunage aéré

Les effluents sont répartis entre les 04 lagunes grâce à un répartiteur. Dans l'étage d'aération, l'oxygénation est assurée par des aérateurs de surface (chaque lagune comporte 12 aérateurs). Cette aération mécanique favorise le développement des bactéries qui dégradent la matière organique et assimilent les nutriments. La surface totale de ces lagunes est de 15 hectares (la surface de chaque bassin est de 2.4 ha), le volume total est de 511200 m³ (le volume de chaque bassin est de 85200 m³), la profondeur est de 3.5 m et le temps de séjour est de 07 jours.

La canalisation gravitaire de liaison (fabriquée en béton) entre le répartiteur et les lagunes de 1er étage, ainsi que la liaison entre les deux lagunes d'étages différents, est revêtu d'un géomembrane de type PHD (Polyéthylène haute densité) afin de faciliter la soudure et d'éviter les infiltrations. Actuellement, il n'y a que deux lagunes qui fonctionnent au niveau de cet étage.

IV .4.2.2. Le 2ème niveau du lagunage aéré

Au deuxième étage, le nombre d'aérateurs et de bassins est inférieur au premier (07 aérateurs dans chaque lagune et 02 bassins). Les eaux en cours de traitement transitent de façon gravitaire des lagunes de 1er étage vers les lagunes de 2ème étage. La surface totale de ces lagunes est de 12.2 ha (la surface de chaque bassin est de 4.1 hect), le volume total est de 340800 m³ (le volume de chaque bassin est de 113600 m³), la profondeur est de 2.8 m et le temps de séjours est de 05 jours. Actuellement il y a qu'une seule lagune qui fonctionne au niveau de cet étage.



Figure IV . 5 : bassin d'aération.

IV .4.2.3. Le 3ème niveau (lagune de finition):

Les eaux sortant des lagunes aérées du 2ème étage sont dirigées vers deux lagunes de finitions. C'est le lieu de séparation physique d'eau épurée et de la boue biologique, cette dernière est formée après une lente agglomération des matières en suspension (amas de micro-organismes et de particules piégées). La surface totale est de 14.8 ha (la surface de chaque bassin est 4.9 ha), le volume total est de 222081 m³ (le volume de chaque bassin est de 74027 m³), la profondeur de 1.5 m et le temps de séjours est entre 2 à 4 jours. Il est à noter qu'il y a une seule lagune qui fonctionne au niveau de cet étage.

IV .4.3.Traitement des boues

Le traitement des boues se résume en lits de séchage. Il consiste à sécher les boues décantées au fond des lagunes à l'air libre sur des lits de séchage. Ces lits sont des bassins de faible profondeur recouverts de couches successives disposées comme suit :

- ✓ Un géo membrane.
- ✓ Un géotextile .
- ✓ Une couche de gros gravier .
- ✓ Une couche de gravier fin .
- ✓ Une couche de sable.

Le transport des boues du fond des lagunes vers les lits de séchage est réalisé par des conduites flexibles.

La siccité des ces boues augmentent au fur et à mesure grâce à l'évaporation naturelle couplée à un système de drainage. Ce dernier favorise l'évacuation de la plus grande partie de l'eau par simple gravité. Cette eau sera évacuée en tête de la station d'épuration par l'intermédiaire d'un poste de refoulement.

A l'issue de ce séchage, les boues sont évacuées vers leur destination finale, mise en décharge ou épandage sur des cultures pour lesquelles elles constituent un amendement organique intéressant .



Figure IV . 6 : lits de séchage.

IV .5.Rejet des eaux épurées

Les eaux épurées seront évacuées gravitairement vers sebkha Safioune par l'intermédiaire d'une conduite de 41 km de longueur. Ce site sert également comme exutoire drainant une partie des eaux de drainage agricole et des crues des oueds N'Sa et M'Zab. Sebkhet Sefioune s'étale sur une superficie de 387 ha et se caractérise par la forte salinité de ses eaux qui ne permet aucune survie à la végétation aquatique.

Conclusion

La STEP de SAID OTBA joue un rôle primordial dans la protection de l'environnement dans la région de Ouargla en éliminant les mauvaises odeurs, les stagnations des eaux dans les zones urbanisées et en luttant contre la remontée de la nappe phréatique. Ce pendant, cette station souffre d'un dysfonctionnement à l'aval causé par la croissance massive des algues. Cette dernière a influé négativement sur les rendements éliminatoires des MES et des composés azotés de ces eaux.

Chapitre V

Résultats de discussion

Chapitre V : Résultat et discussions

Introduction

Au cours de ce chapitre, on va procéder au prélèvement et à l'échantillonnage afin d'analyser l'eau usée brute et épurée de la ville de Ouargla traitée par la STEP de Saïd Otba. L'analyse effectuée touche les paramètres physicochimiques et bactériologiques dans le but d'apparaître les lacunes qui peuvent exister dans la STEP concernée.

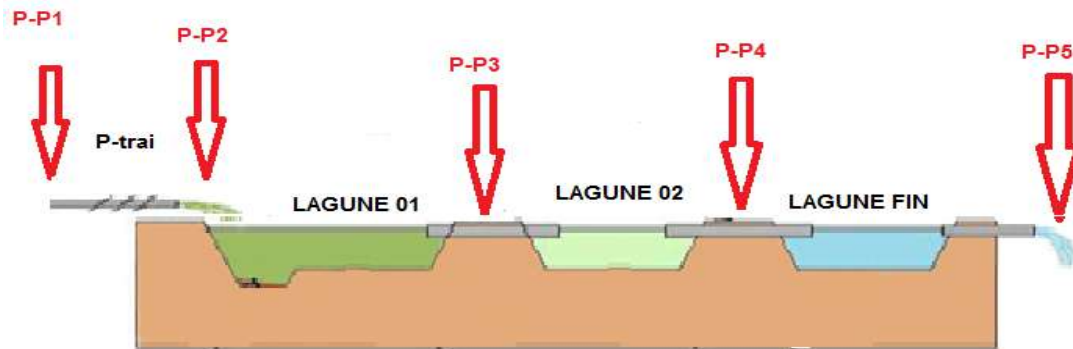


Figure V . 1: schéma des points de prélèvement STEP

V.1.Echantillonnage

Les principaux aspects dont il faut tenir compte pour obtenir un échantillon d'eau représentatif sont les suivants :

- la sélection convenable du Temps d'échantillonnage.

On distingue deux types :

a) **Echantillonnage horaire** : ils sont obtenus par prélèvements discontinus particulièrement aux horaires de pointe.

b) **Echantillonnage moyen journalier** : ils sont réalisés grâce à un système de siphonage alimentant un bilan en continu pendant 24h.

- le strict respect des procédures d'échantillonnage.

Le prélèvement sera effectué dans des flocons bien propres en polyéthylène ou en verre borosilicate, rincés au moment de l'emploi avec l'eau à examiner, ils seront remplis complètement.



Figure V. 2 Flocons pvc.

- la conservation adéquate de l'échantillon.

En fin l'échantillon soigneusement étiqueté et conservé à 4°C sera transporté jusqu'à laboratoire dans un laps de temps ne dépassant pas les 24 heures.

Les paramètres relevés pour chaque prélèvement sont :

- ✓ La date de prélèvement.
- ✓ L'heure de prélèvement.
- ✓ Mesure électro-métrique de PH.
- ✓ Mesure de la température.

V.2. Prélèvement de l'eau à analyser

Au cours de notre étude, le prélèvement se fait dans deux points différents de la STEP de Said OTBA , le premier est à l'entrée de la step (eau brute), et l'autre à la sortie (eau traitée), dans des conditions réglementaires d'hygiène.

Les principaux renseignements à fournir pour une analyse d'eau :

- Identité des préleveurs .
- Date et heure de prélèvement.
- Motif de la demande d'analyse.
- point de prélèvement d'eau.
- Origine de l'eau (STEP de Said OTBA).

Les eaux doivent être prélevées dans des flacons stériles (pour les analyses bactériologiques). Ceux ci sont immergés en position verticale en le tenant par le fond, l'ouverture soit légèrement plus haute que le fond et dirigée dans le sens contraire de courant, des flacons de 250 ml sont préconisés pour l'analyse bactériologique.

V .3.Transport des échantillons

Les analyses bactériologiques doivent être effectuées moins de 6 heures après le prélèvement. Si le transport dépasse 6 heures, ainsi si la température extérieure est supérieure à 10°C, le transport doit se faire obligatoirement en glacière à une température inférieure à 4°C. Enfin, les prélèvements sont placés aux froids dès leurs arrivés au laboratoire avant de commencer les analyses .

V .4.Analyses physico-chimiques

Dans la step de Said, l'eau destinée à l'irrigation est contrôlée. Les paramètres physico-chimiques concernant tout ce qui est relatif à la structure naturelle de l'eau et délimitent des concentrations maximales pour un certain nombre d'éléments souvent des ions comme le chlorure, sulfate, nitrate, ...etc.

Nous avons donc réalisé des analyses pour déterminer la qualité physico-chimique de l'eau de la STEP.

V .4.1 Mesure de la température

La température de l'eau joue un rôle non négligeable dans l'intensité de la sensation de l'eau. Elle est le facteur le plus apprécié pour une eau destinée à l'irrigation, elle est mesurée par un thermomètre.

V.4.2. Mesure du potentiel d'hydrogène (PH)

Cette mesure est effectuée à l'aide d'un PH-mètre.

- **Mode opératoire:** Préalablement, nous rinçons le bécher, la pipette ainsi que la sonde du pH-mètre à l'eau distillée.
 - ✓ Nous homogénéisons le prélèvement.
 - ✓ Nous prélevons à l'aide d'une pipette, une prise d'essai dans le prélèvement et l'introduisons dans le bêcher rincé.
 - ✓ Nous rinçons abondamment la sonde (électrode) avec l'eau distillée.
 - ✓ Nous introduisons la sonde (électrode) dans l'échantillon à analyser.
 - ✓ Ensuite, la valeur de PH est lue directement sur l'écran de l'appareil (EUTECH PC650) après stabilisation.



Figure V . 3: pH-mètre.

V .4.3. Mesure de la conductivité électrique (CE)

Pour cette analyse nous avons utilisé le conductimètre (EUTECH PC650), ce dernier permet de mesurer la conductivité ainsi que la température de l'échantillon à analyser. Il est équipé de deux sondes. Une sonde mesure la conductivité de l'échantillon à analyser l'autre mesure sa température.

- **Mode opératoire:**
 - ✓ Préalablement, nous rinçons le bécher à l'eau distillée.
 - ✓ Nous homogénéisons les prélèvements.
 - ✓ Nous prélevons à l'aide d'une pipette une prise d'essai pour chaque prélèvement et l'introduisons dans le bêcher.
 - ✓ Nous rinçons abondamment la sonde (électrode) avec l'eau distillée.
 - ✓ Nous Introduisons la sonde (électrode) dans la solution à analyser.
 - ✓ Le conductimètre affiche le résultat en μ/S .

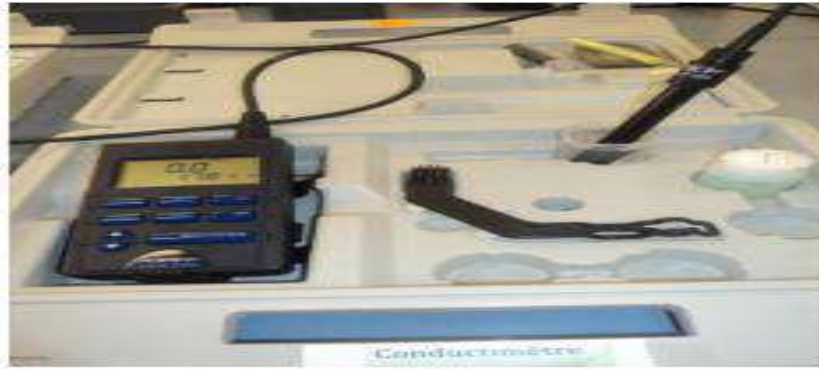


Figure V . 4: Conductimètre.

V.4.4. Détermination des matières en suspension (MES)

La détermination des MES en eau est effectuée par filtration ou par centrifugation et surtout réservé aux eaux contenant trop des matières colloïdales pour être dans des bonnes conditions, en particulier si le temps de filtration est supérieur à une heure.

➤ **Mode opératoire:**

- ✓ Laver le papier filtre à l'eau distillée.
- ✓ Sécher à (105°C) jusqu'à une masse constante.
- ✓ Le mettre en place sur l'équipement de filtration.
- ✓ Verser l'échantillon de volume (V_e) sur le filtre.
- ✓ Après filtration, mettre le papier filtre dans l'étuve à 105°C.
- ✓ Peser le papier filtre à nouveau.

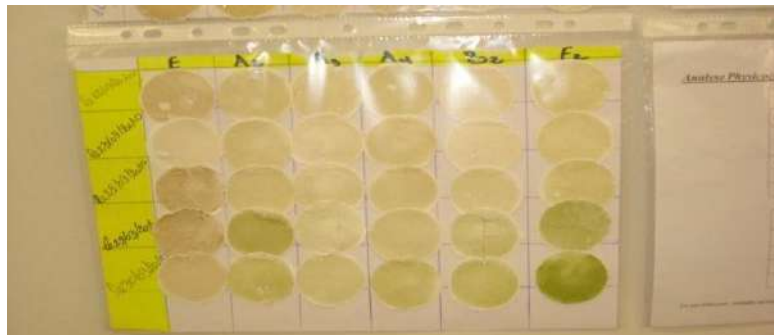


Figure V . 5: Matière en suspension.

V. 4.5. de la demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène (DCO) est la quantité d'oxygène consommée par les matières

existants dans l'eau et oxydables dans des conditions opératoires définies. On fait la mesure correspond à une estimation des matières oxydables présentes dans l'eau quel que soit leur origine organique ou minérale (fer ferreux, nitrites, ammonium, sulfate et chlorures).

➤ **Mode opératoire:**

- ✓ Introduire 10ml d'eau à analyser dans un ballon de 500ml.
- ✓ Ajouter 5ml de dichromate de potassium.
- ✓ Ajouter lentement et avec précaution 15ml du sulfate d'argent.
- ✓ Mètre le mélange sous une température de 155°C pendant 2 heures.
- ✓ Laisser le mélange se refroidir, diluer à 75ml avec de l'eau distillé.
- ✓ Ajouter quelques gouttes de solution de ferrions.
- ✓ Déterminer la quantité nécessaire de solution de sulfate de fer et d'ammonium par titrage de notre solution, le point de virage est de couleur rouge violet.



Figure V . 6: spectrophotomètre.

V.4.6. Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO₅)

La demande biochimique en oxygène (DBO₅) est définie comme la quantité d'oxygène consommée dans les conditions de l'essai, c'est-à-dire après incubation durant cinq jours, à 20°C et dans l'obscurité, par certaines matières présentes dans l'eau, principalement pour assuré leurs dégradations par voie biologique. La mesure de la quantité d'oxygène consommé est suivie dans une solutionensemencée ou non.

➤ **Mode opératoire:**

- ✓ Introduire un volume d'eau à analyser (V) dans la bouteille de DBO mètre en fonction de la concentration de l'eau.
- ✓ Mettre un barreau magnétique dans la bouteille.
- ✓ Mettre dans le premier bouchon en plastique une ou deux pastilles de (NaOH) pour absorber l'humidité.
- ✓ Fermé la bouteille de la DBO mètre par le deuxième bouchon qui est sous forme d'une tête avec un afficheur électronique.
- ✓ Laisse le DBO mètre sous une agitation magnétique pendant cinq jours, puis nous notons la date et l'heure.
- ✓ On multiplie cette valeur par un coefficient selon le volume (V) introduit.



Figure V .7 :DBO-mètre

Conclusion

Afin d'apparaître la qualité physicochimique et microbiologique des eaux usées brutes et épurées de la step de Said, il est indispensable de procéder à des analyses des paramètres de pollution. Les paramètres bactériologiques sont les plus délicats soit pour leurs prélèvements, pour la conservation des échantillons ou pour leurs analyses. Pour ces raisons, l'analyseur doit être vigilant et prend en considération toutes les conditions de prélèvement, d'échantillonnage et d'analyses nécessaires. Les paramètres physicochimiques analysés sont : la température, le pH, la conductivité électrique, la salinité, DCO, DBO5, les composés azotés et phosphorés. Par contre, pour les paramètres microbiologiques, on a recherché et dénombré les germes totaux, les coliformes totaux et fécaux, les streptocoques fécaux ainsi que les clostridium sulfito-réducteurs.

V .5.RESULTATS ET DISCUSSION

Analyses statistiques des paramètres physico-chimiques pour la comparaison des moyennes entre les concentrations des paramètres de l'eau et entre les saisons étaient étudié par l'ANOVA. Des analyses statistiques ont été effectuées à l'aide XLSTAT.

V .5.1.Température et pH

Les valeurs de la température des différents échantillons sont très proches. Elles oscillent entre un minimum de 20,66°C et un maximum de 30,16°C à l'entrée avec une moyenne de 26.50±4,49°C et entre 15,09°C et 27,34°C pour les eaux épurées avec une moyenne de 21,35±5,00°C (Figure 1). En Algérie, les normes de rejets des eaux usées admises dans la nature sont de l'ordre de 30°C. Les valeurs du pH des eaux usées brutes sont comprises entre 7,41 et 7,50 avec 7,47±0,05 (Figure 8) comme étant la valeur moyenne qui est une caractéristique des eaux résiduaires dont le pH est plus favorable à l'action des racines dans la couche aérospère. Ces résultats sont acceptables selon les normes algériennes de rejets (6,5 – 8,5).

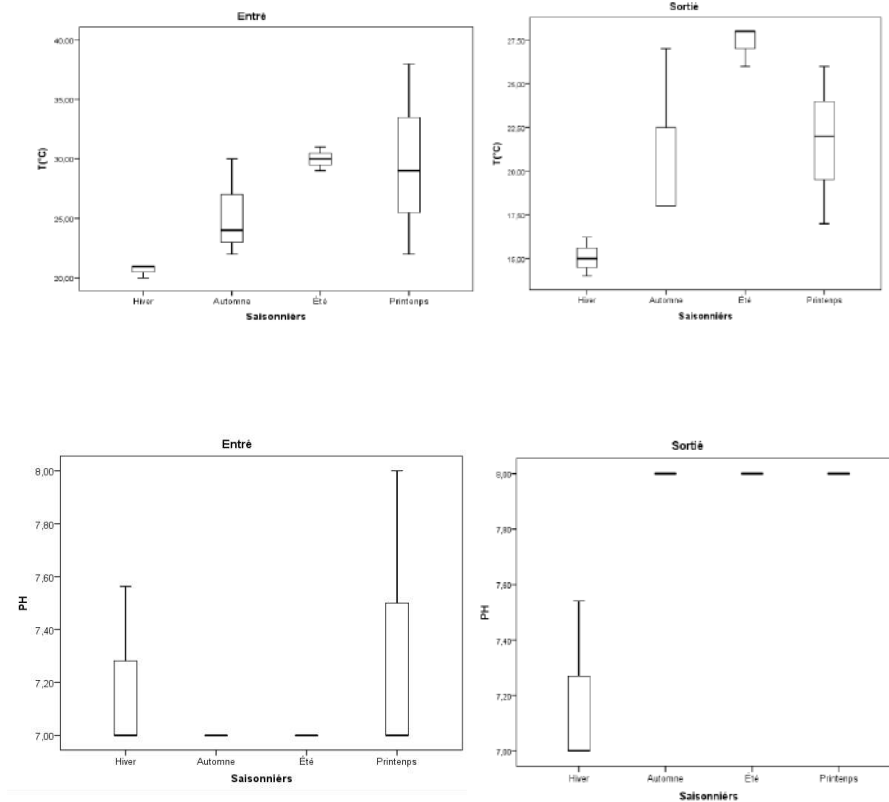


Figure V .8: Variation spatio-temporelle de T et pH

V .5.2. Conductivité électrique (CE)

Dans les eaux usées brutes, la valeur maximale est de 4110 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et la valeur minimale est de l'ordre de 1341 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Au niveau des eaux traitées, la valeur maximale de la conductivité enregistrée est de 17160 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et la valeur minimale est de 12970 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Figure 9). La salinité est éventuellement le paramètre simple le plus important, qui détermine le système de culture et la gestion des terres irriguées avec l'eau usée.

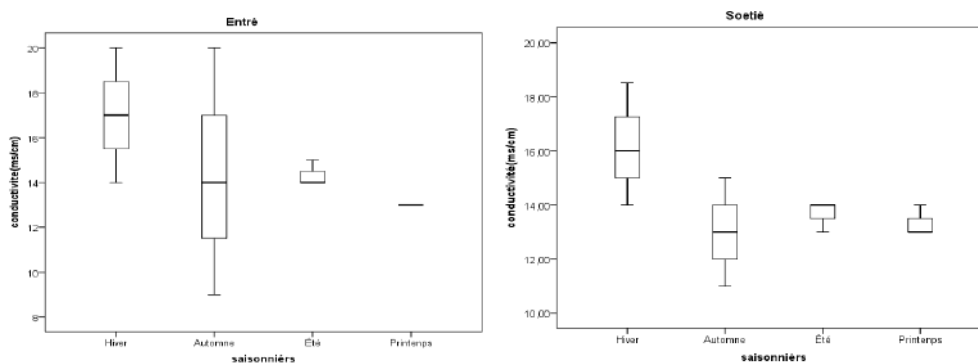


Figure V .9 : Variation spatio-temporelle de CE

V .5.3.Matières en suspension (MES)

Les valeurs enregistrées révèlent une réduction des MES entre les eaux brutes et traitées (Figure 10). Elles se situent entre 114.43 mg/l et 166.17 mg/l avec une moyenne de 143.63 ± 23.06 mg/l pour les eaux brutes. Pour les eaux épurées, le taux des MES varie entre 68.31mg/l et 101.89 mg/l. Ces valeurs sont dues à la décantation des matières décantables. Elles restent cependant loin à la norme de rejet de l'OMS (30 mg/l) et à celle du journal officiel algérien limitée à 35 mg/l. Selon la FAO (2003), la présence de matière en suspension dans les eaux usées ne constitue pas, sauf cas très particulier, un obstacle à la réutilisation de ces eaux. Bien au contraire, elle contribue à la fertilité des sols.

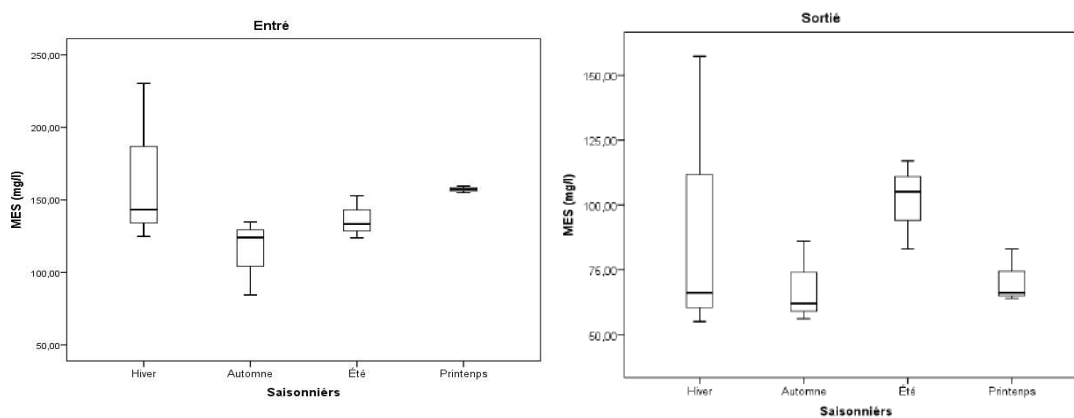


Figure V .10: Variation spatio-temporelle des MES

V .5.4.Paramètres de pollution organique (DCO, DBO₅)

V .5.4.1.Demande chimique en oxygène (DCO)

Les valeurs de la DCO de l'eau brute sont variables. Elles oscillent entre 320.42 mg O₂/l et 361.26 mg O₂/l avec une moyenne de 335.63 ± 18.02 mg O₂/l (Figure 11). Concernant l'effluent traité, les valeurs enregistrées varient entre 89.79 mg O₂/l et 124.88 mg O₂/l. Ces valeurs sont conformes aux normes algériennes de rejet (120 mg O₂/l), ainsi que celles de l'OMS (< 90 mg O₂/l).

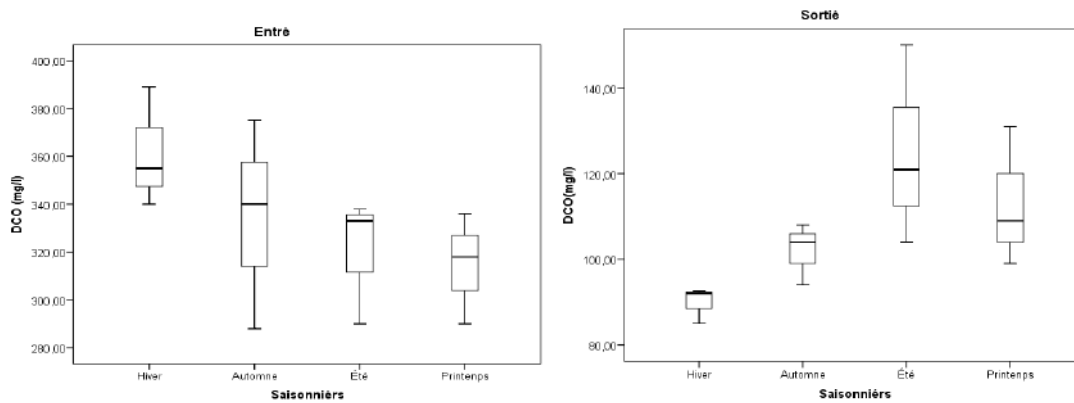


Figure V .11: Variation spatio-temporelle de DCO

V .5.4.2.Demande biologique en oxygène (DBO₅)

La valeur moyenne de la charge polluante reçue par la station varie entre 97.78 mgO₂/l et 203.06 mg O₂/l. Les effluents traités s'appauvrissent et montrent des teneurs en DBO₅ qui oscillent entre 31.87 mg O₂/l et 46.78 mg O₂/l (Figure 12) avec une moyenne de 39.73±6,57 mg O₂/l. Les valeurs de la DBO₅ sont proches aux normes algériennes de rejet (40 mg O₂/l) et à celles de l'OMS (<30 mg O₂/l).

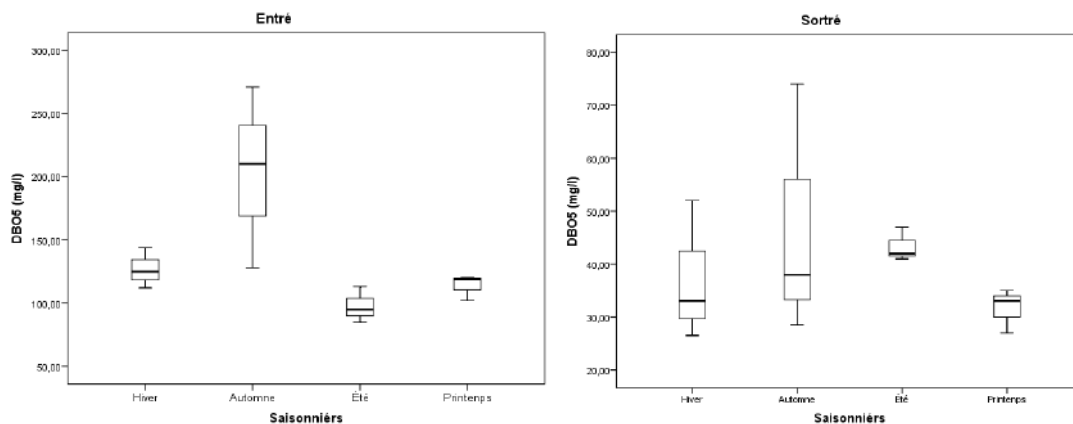


Figure V . 12: Variation spatio-temporelle de DBO₅

Le rapport entre la DCO et la DBO₅ permet de caractériser la nature de l'effluent. Il est en moyenne de 2,77. Cette valeur inférieure à 31, confère à l'effluent une bonne biodégradabilité et confirme que les eaux usées traitées au niveau de la STEP sont d'origine domestique. Fresenius et al., (1990) ont rapporté que lorsque le rapport BOD₅/DCO est $\geq 0,5$, la dégradation biologique débute immédiatement. Lorsque le rapport DBO₅/DCO est $< 0,5$, il existe une possibilité pour que les substances chimiques qui ont une mauvaise biodégradabilité retardent

le processus biologique. Sur la base de ces critères, une valeur seuil de 0,5 a été retenue pour étudier la biodégradabilité des substances organiques à la station d'épuration.

VI .5.5.Matières azotées

Dans cette étude, de faibles teneurs en nitrates sont notées au niveau des eaux brutes. Elles varient entre 0.116 mg/l et 2,57 mg/l. Dans les eaux épurées, ces valeurs oscillent entre 0.074 mg/l et 1,414 mg/l (Figure 13). Le taux des nitrates a diminué considérablement au niveau des eaux traitées par rapport aux eaux brutes mais reste inférieur aux normes de l'OMS (50 mg/l). On note une réduction des valeurs de l'azote ammoniacal (NH_4^+) dans les eaux traitées). En effet, l'azote ammoniacal est oxydé par nitrification en nitrite (NO_2^-) un état intermédiaire, puis ce dernier est rapidement oxydé en nitrate (NO_3^-). Cette transformation est effectuée en présence d'oxygène par des bactéries autotrophes nitrifiantes en deux étapes, la première étant assurée par des bactéries Nitrosomonas et la deuxième par des bactéries Nitrobacter.

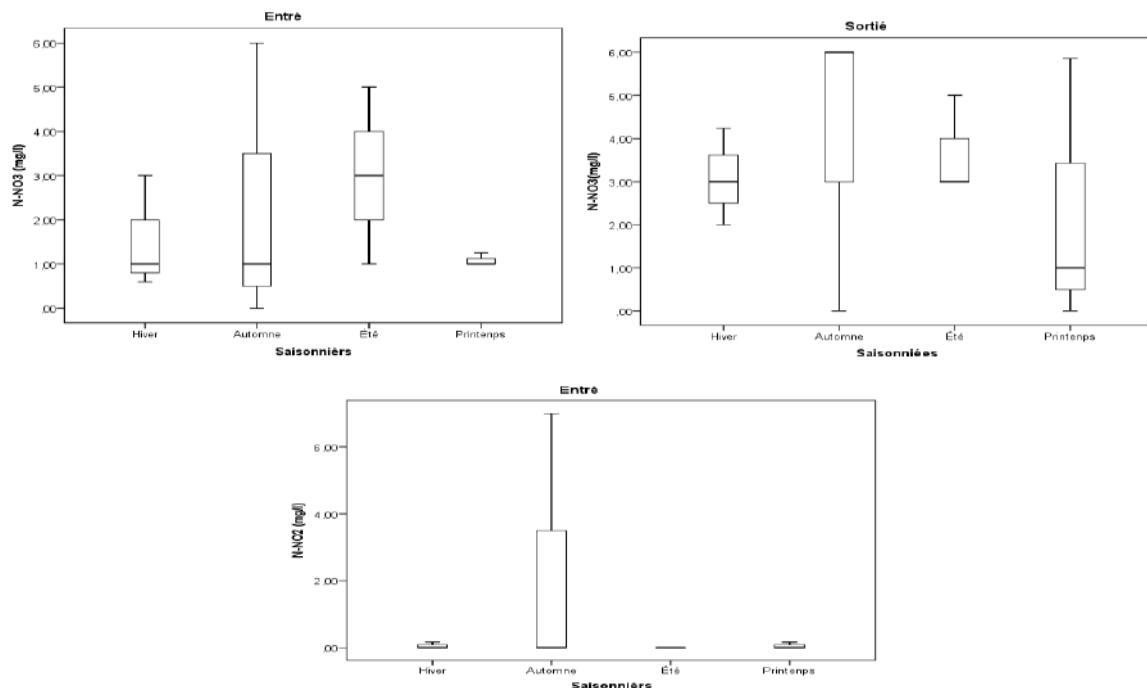


Figure V .13: Variation spatio-temporelle de NO₂ et NO₃

Interprétations : Le suivi d'élimination des matières polluantes des eaux usées par lagunage aéré de la ville de Ouargla démontre les éliminations de teneurs de N-NH_4^+ du l'entrée de la STEP bassin vers la sortie de La STEP ceci à été prouvé par les valeurs obtenues du graphe 1 qui correspondent totalement aux charges éliminées durant une années du suivi et on a constaté les résultats suivants :

L'oxydation de l'ammonium NH_4^+ en nitrites NO_2^- et nitrates NO_3^- en milieu aérobie c'est la nitrification, La population bactérienne impliquée est autotrophe. Le déroulement de l'oxydation résumée par les réactions chimiques donné ci-dessous.



On distingue deux types de nitrification sont :

} La nitrification hithotrophe ou autotrophe est caractérisée par l'utilisation de substrats inorganiques comme source d'énergie pour la croissance bactériennes.

Elle concerne deux groupes de bactérie spécialisée dans cette fonction :

} La nitrification hétérotrophe est réalisée par des organismes hétérotrophes.

Elle concerne plusieurs groupes de bactéries, des champignons et d'algue, etc.

Les résultats des éliminations des ions nitrites à l'entrée et à la sortie de la STEP varient comme suite. D'après le Figure V .13 on remarque que les teneures en nitrites varient saisonnièrement dans les eaux usées brutes et les eaux usées traitées. Pour les eaux brutes la concentration maximum est de 2,01 mg/l observée pendant l'automne ou la température moyenne est de 27,60°C, et un minimum de 0,31 observée pendant

Le printemps. Pour les eaux usées traitées, la teneur la plus élevée en termes de N- NO_2^- est de 1,03 mg/l observé pendant le printemps ou la température est de 21,35°C, et un minimum de 0,19 mg/l observé pendant le printemps. Les éliminations de teneur de N- NO_2^- comportent une seule étape d'oxydation des ions nitrite pour constitues le produit final nitrate. Qui peut être résumée par les réactions chimiques données ci-dessous. Soit par la dénitrification selon la réaction suivante :



Soit par la réduction directe en azote gazeux :



La charge moyenne éliminée durant les trois années de suivi est de 0,63 mg/l avec un rendement épuratoire de 50,80%.

V.6. Analyse de corrélation

L'analyse multifactorielle (ACP) effectuée nous a permis de classer et de traiter les informations relatives aux paramètres physico-chimiques et aux éléments traces métalliques dans les eaux usées de ville de Ouargla au cours de la période d'étude. Le but est d'établir des corrélations entre l'ensemble des variables retenues. L'ACP a été effectué sur des données centrées et réduites par rapport aux moyennes et écart-types de ces variables. Les valeurs propres de l'ACP des deux composantes F_1 et F_2 et leur contribution à l'inertie totale sont représentées sur la Figure 14. Les codes des variables ayant une forte corrélation.

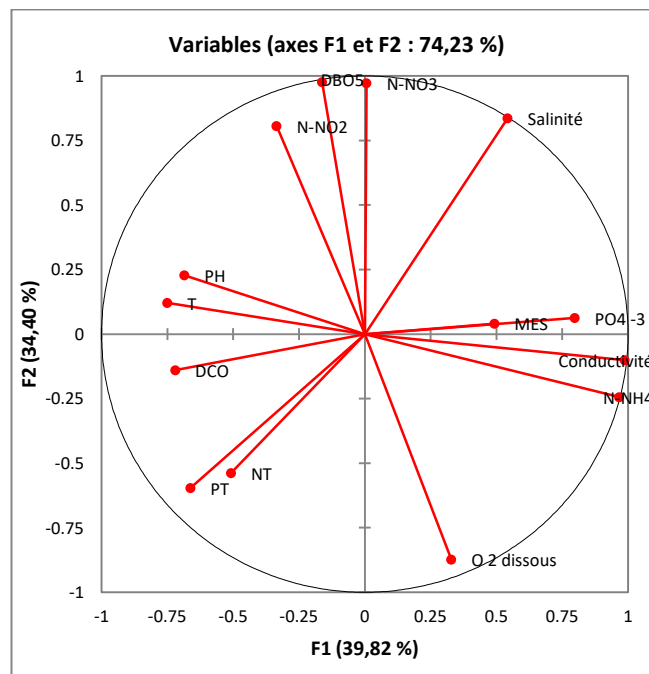


Figure V.14: ACP des variables physico-chimiques.

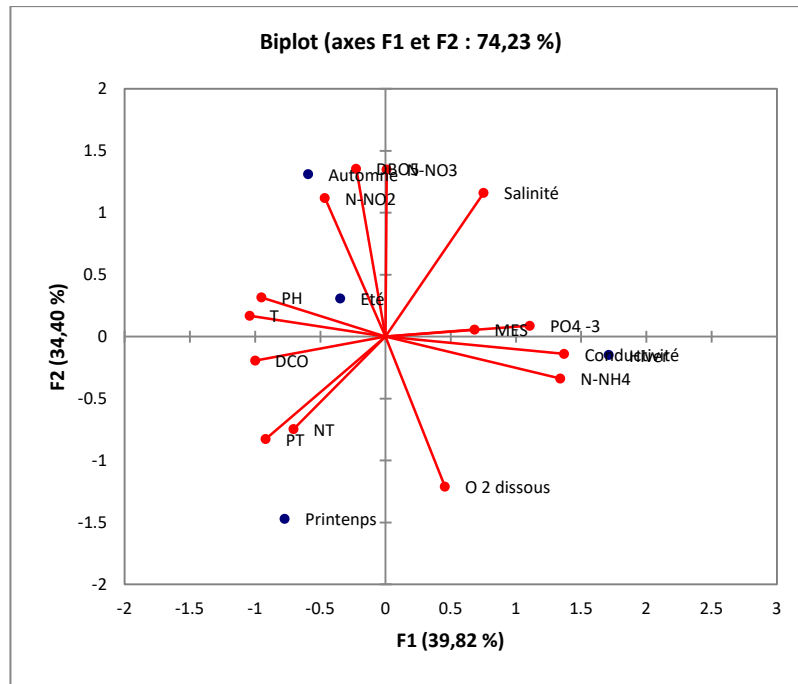


Figure V .15: Biplot des variables physico-chimiques.

V.7. Analyse de l'espace des variables du plan factoriel F₁x F₂

Le cercle de corrélation formé par les axes F1 et F2 (figure V .15) donnant 74,23% de l'information totale, selon l'axe F1 résume 60,73% de l'information et montre une corrélation positive entre les MES. DCO, DBO5, pH, T, salinité, CT, ST, SF et O2 ils sont principalement liés à l'activité des pollutions biologique et bactériologique et particules organiques dans l'eau. Ceci pourrait s'expliquer par le processus de la photosynthèse [9].

L'axe 2 résume 25,61 % de l'information et décrit les variables liées à la minéralisation (Nt, P-PO4, conductivité, NO2, NO3, pH). Il peut être considéré comme un gradient de minéralisation [10]. On note de nombreuses corrélations faibles et fortes et positives entre certaines variables. Ainsi, la MES présente de fortes corrélations avec DBO5 et T (0,95), DCO (0,97), et négativement avec Pt (-0,87), CE (-0,7), PO4 (-0,87) et entre CE et salinité (0,51), NO3 (0,80), PO4 (0,87), Pt (0,74), Nt (0,59), salinité et Nt (0,74). Il existe de fortes corrélations entre O2 et DBO5 (0,8), DBO5 (0,91), et fortes corrélations entre pH et Nt (0,86), NO3 (-0,98), PO4 (0,70) et fortes corrélations entre Température et salinité (0,98), CT, CF, ST (0,76), SF (0,88). Les corrélations sont également importantes entre NO2 et PO4 (0,70), entre Pt et CE (0,87), NO3 (0,73), PO4(0,97), entre PO4 et Pt (0,97), CT, ST (-0,95).

L'analyse globale (Fig.8) permet de définir une typologie dominée par l'individualisation des 3 groupes GI, GII, et GIII. Cette organisation saisonnier dégage la forte ou faible contamination par rapport les saisons:

- Groupe I (GI) correspond au saison l'été les forte pollution dont une teneur élevée en DBO₅, MES, DCO, Salinité, ST, CF et O₂.
- Groupe II (GII) : correspond au saison du printemps qui est caractérisé par une concentration élevée en Pt, PO₄, CE, NO₃.
- Groupe III (GIII): caractérisées par des valeurs élevées pour pH. Nt en automne et en hiver et des valeurs plus faibles en été

Conclusion

A la lumière des résultats obtenus au niveau des paramètres physico-chimiques, et bactériologique mesurés dans les eaux usées, donnent des bons résultats dans la diminution de la pollution azotée et présente des rendements significatifs de la DCO, de la DBO₅ et MES, et abattement remarquable, En effet, le pH de l'effluents brutes et traitées est acceptable.

Conclusion générale

Conclusion

Le suivi de la qualité physicochimique des eaux usées brutes et épurées de la STEP de Said Otba afin de détecter les anomalies qui peuvent exister au niveau de la STEP et pouvoir réutiliser ses eaux épurées en irrigation. Les résultats physicochimiques obtenus ont révélé que les eaux usées brutes entrant à la STEP présentent une pollution organique, azotée assez élevée. On peut également conclure que la STEP de Said permet une bonne élimination de la DCO, DBO5. Par ailleurs, les teneurs en MES et en composés azotés, en particulier les nitrates et les nitrites, semblent augmenter à la sortie de la STEP. Cette augmentation est causée par la prolifération des algues. Ceci peut s'expliquer d'une part par le traitement biologique utilisé dans la step et d'autre part par l'absence d'un traitement de désinfection qui sert à la destruction des germes pathogènes

Références bibliographiques

Références Bibliographiques

- Bordet J., (2007). L'eau dans son environnement rural hydraulique et cycle de l'eau, l'alimentation en eau potable, l'assainissement des agglomérations. Edition Johant et. Paris.
- Bliefert, C. & Perraud, R (2010).chimie de l environnement .air; eau, sols; déchets; éditeur: de Boeck.
- Fonkou T., Fonteh M.F., Djousse Kanouo M. & Amougou Akoa,(2010). Performances des filtres plantes de Echinochloa pyramidalis dans l'épuration des eaux usées de distillerie en Afrique Subsaharienne Tropicultura, 2010, 28, 2, 69-76.
- GROSCLAUDE G.,(1999). L'eau : usage et polluants. Edition INRA.
- Ouali S., (2001). Cours de procédés unitaires biologiques et traitement des eaux Edition.
- Moll, D.(2005). Les normes de rejet des eaux usées et les paramètres d'analyse de la pollution (Grenoble eau pure rapport).
- Rejsek F., (2002). Analyse des eaux, Aspects réglementaires et techniques.
- Rodier L. (2005)., L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. Ed. Dunod, Paris.8eme edition.
- Chocat, B. (1997) . Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement. Ed. Tec & Doc.
- Bouziani, M. (2000).L'eau: de la pénurie aux maladies. Editions Ibn-Khaldoun, Oran, Algérie.
- L'Office National de Météorologie (ONM), (Les données de climatologie de Ouargla)
- Z.FETHI et B.LAIDE, en Juin 2004 à universités d'OUARGLA, Conception d'une station d'épuration des eaux usées de la ville d'OUARGLA par Lagunage.
- M.MAHDJAR et G.BELLAHECENE, en 2007-2008 à universités d'ORAN,Etude d'une station d'épuration par lagunage aéré à OUARGLA.
- Gaid, A. (1993). Traitement des eaux usées urbaines. Techniques de l'Ingénieur.
- ONA, (2009). Office nationale d'assainissement d'Alger.

