

N° d'Ordre :

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ DJILLALI LIABES DE SIDI BEL ABBES

FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DÉPARTEMENT DES SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

Mémoire

De fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Science de la nature et de la vie (S.N.V)

Filière : Ecologie et environnement

Spécialité : Ecologie des milieux naturels

Intitulé du thème :

**Fonctionnement et procédés de traitement des
eaux usées domestiques
(Cas de la STEP de la wilaya de Sidi Bel Abbes)**

Présenté par : Melle : MAROUCHE Ikram

Mr : GOURARI Brahim

Mémoire soutenu devant l'honorable jury composé de :

Président de jury : Mme KOUDACHE Fatiha

Professeur (UDL / SBA)

Examineur : Mr MHAMDIA Chafik

Maitre-assistant B (UDL /SBA)

Promoteur : Mme ZENAIDI Sarah

Maitre-assistant A (UDL /SBA)

Année universitaire 20 20 – 2021

Session : « juin »

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciements

On remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer cette mémoire.

Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et l'encadrement de Madame **ZENAIDI SARAH** on la remercie pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.

Nos remerciement s'adresse à Madame **KOUDACHE FATIHA** pour son accord d'être le président de jury, et a M^r **MHAMDIA MED CHAFIK** d'avoir accepté d'examiner ce modeste travail.

Notre remerciement s'adresse à tous les responsables de l'ONA station d'épuration de Sidi Bel Abbes pour leur soutien et leur attention leur patience et leur aide dont ont fait preuve à notre égard tout le long du déroulement de notre travail.

Notre remerciement s'adresse également à tous nos professeurs pour leurs généralités et la grande patience dont ils ont su faire preuve malgré leurs charges académiques et professionnelles.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

A mes chers parents qui m'ont guidés durant les moments les plus pénibles sur ce long chemin, ma mère qui a été à mes côtés et ma soutenue durant toute ma vie, et mon père qui a sacrifié toute sa vie afin de me voir devenir ce que je suis, merci beaucoup mes parents.

A mes chers frères : Nadji, Med yacine.

A toute La famille.

A toutes les personnes qui m'ont aidé pour poursuivre mes études.

A tous mes amis : Malika, kawther, Nada, Chayma, Manel, kalthoum, Fethi, Housseem Adine, Abbes.

A Mes collègues de master 2 en Ecologie des milieux naturels

Promotion 2020-2021

A mon binôme Gourari Brahim.

A toute personne qui a contribué à la réalisation de ce manuscrit de près ou de loin...

Ikram Marouche

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

A mes parents aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour dont ils ne cessent de me combler. Que dieu leur procure bonne santé et longue vie.

A celle que j'aime beaucoup et qui m'a soutenue tout au long de mes études : ma femme KADOUS AMINA malgré son dure travail et ses obligations vers notre petite famille et bien sûr

A mes enfants INES, YOUCEF et le petit ange SIRINE, sans oublier ma belle-mère et mon beau père pour leurs occupation de ces desandants.

A toute ma famille et mes amis. A mon binôme IKRAM et toute la famille GOURARI. Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que cette mémoire soit possible.

Je vous dis merci

GOURARI Brahim

Résumé

L'eau est une ressource naturelle très limitée dans les régions semi-arides notamment dans notre wilaya de Sidi Bel Abbes.

Elle ne peut être considérée comme un simple produit commercial mais elle doit être classée comme un patrimoine universel. Protégée, défendue et traitée l'eau, c'est le rôle de tout le monde sans exception.

L'intérêt porté par les pouvoirs publics algériens au traitement des eaux usées s'est manifesté par l'allocation de crédit important à la réalisation de station d'épuration qui est en nombre d'une centaine déjà réalisée ou en voie de réalisation.

Ce travail a pour objectif d'évaluer les rendements et les performances épuratoires de la STEP de la wilaya de Sidi Bel Abbes en comparant les résultats obtenus aux normes mondiales (OMS) et algériennes de rejets des eaux usées.

Le changement de valeurs entre l'eau brute et l'eau épurée est significatif. Presque tous les paramètres, soit organoleptiques, physico-chimiques ou paramètres de pollutions respectent les normes, sauf dans les cas particuliers comme la DBO_5 dans des périodes limitées ainsi que les PO_4^- , NH_4^+ , NO_2^- .

Mots clés : Eaux usées, Paramètres physico-chimiques, STEP, Sidi Bel Abbes, Normes.

ملخص

تعتبر المياه من الموارد الطبيعية المحدودة للغاية في المناطق شبه القاحلة، وخاصة في ولايتنا سيدي بلعباس لا يمكن اعتباره منتجًا تجاريًا بسيطًا ولكن يجب تصنيفه على أنه تراث عالمي. حماية المياه والدفاع عنها ومعالجتها هو دور الجميع بلا استثناء

يتجلى الاهتمام الذي أبدته السلطات العامة الجزائرية في معالجة مياه الصرف الصحي من خلال تخصيص ائتمان كبير لبناء محطة معالجة المياه، والتي تم الانتهاء منها بالفعل أو في طور البناء

الهدف من هذا العمل هو تقييم إنتاجية وأداء تنقية محطة معالجة مياه الصرف الصحي في ولاية سيدي بلعباس من خلال مقارنة النتائج التي تم الحصول عليها مع المعايير العالمية (منظمة الصحة العالمية) والجزائرية لتصريف مياه الصرف الصحي.

التغيير في القيم بين المياه الخام والمياه النقية كبير. تتوافق جميع المعلمات تقريبًا، سواء كانت عوامل حسية أو فيزيائية أو NO_2^- و NH_4^+ و PO_4 في فترات محدودة بالإضافة إلى BOD5 كيميائية، مع المعايير، باستثناء حالات خاصة مثل

الكلمات المفتاحية: مياه الصرف الصحي، المعايير الفيزيائية والكيميائية، محطة تطهير المياه، سيدي بلعباس، المواصفات

Abstract

Water is a very limited natural resource in semi-arid regions, especially in our wilaya of Sidi Bel Abbès.

It cannot be considered as a simple commercial product but it must be classified as a universal heritage. Protecting, defending and treating water is the role of everyone without exception.

The interest shown by the Algerian public authorities in the treatment of wastewater is manifested by the allocation of significant credit for the construction of a water treatment plant, of which there are around a hundred already completed or in the process of being built.

The objective of this work is to assess the yields and purification performance of the WWTP in the wilaya of Sidi Bel Abbès by comparing the results obtained with global (WHO) and Algerian standards for wastewater discharges.

The change in values between raw water and purified water is significant. Almost all the parameters, whether organoleptic, physicochemical or pollution parameters comply with the standards, except in special cases such as BOD₅ in limited periods as well as PO₄⁻, NH₄⁺, NO₂⁻.

Keywords : Wastewater, Physico-chemical parameters, STEP, Sidi Bel Abbès, Standards.

Table des matières

REMERCIEMENTS

Dédicaces

Résumé

ملخص

Abstract

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

INTRODUCTION GENERALE01

Partie 01 : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUES

CHAPITRE I : Généralité sur l'eau.

I.1- Généralité sur l'eau.....02

I.2- L'importante de l'eau.....02

I.2.1- L'eau dans l'alimentation.....02

I.2.2- L'eau dans l'organisme humain.....02

I.2.3- L'eau dans les aliments.....03

I.2.4- L'eau dans l'industrie.....03

I.2.5- L'eau dans l'agriculture.....03

I.3- Cycle de l'eau.....04

I.4- Les principales sources de l'eau.....04

I.4.1- Les eaux souterraines.....05

I.4.2- Les eaux de surface.....05

I.4.3- Les eaux de source.....05

I.5-Situation de l'eau en Algérie.....	05
I.5.1- Hydrologie de l'Algérie.....	06
I.5.2- Gestion de l'eau en Algérie.....	07
I.6- Ressources d'eau à Sidi Bel Abbas.....	08
<i>CHAPITRE II : Généralité sur les eaux usées.</i>	
II.1- Généralité sur les eaux usées.....	10
II.2- Origine des eaux usées.....	10
II.2.1- Eaux usées domestiques.....	10
II.2.2- Eaux usées industrielles.....	10
II.2.3- Eaux agricoles.....	11
II.2.4- Eaux ruissellement	11
II.3- Nature et composition des eaux usées.....	11
II.4- Paramètres organoleptiques.....	12
II.4.1- La couleur.....	12
II.4.2- L'odeur.....	12
II.5- Paramètres physiques.....	12
II.5.1- La température.....	12
II.5.2- La turbidité.....	12
II.5.3- La matière en suspension (MES).....	12
II.6- Paramètres chimiques.....	13
II.6.1- Le potentiel hydrogène (pH).....	13
II.6.2- La demande chimique en oxygène (DCO).....	13
II.6.3- La demande biochimique en oxygène (DBO).....	13
II.6.4- Oxygène dissous.....	14

II.6.5- L'azote.....	14
II.6.6- Le nitrate.....	14
II.6.7- Le nitrite.....	14
II.6.8- Carbone organique total (COT)	15
II.6.9- L'azote Ammoniacal	15
II.6.10- Le phosphore	16
II.6.11- Le sulfate	16
II.7- Paramètres bactériologiques	16
II.7.1- Les coliformes	17
II.7.2- Les streptocoques fécaux (SF)	17
II.7.3- Les clostridium-sulfito-réductrices (CSR)	18
II.8- Traitement des eaux	18
II.8.1- Traitement physiques	18
II.8.1.1- Filtration	18
II.8.1.2- La décantation	19
II.8.1.3- La coagulation	19
II.8.2- Traitement chimiques	19
II.8.2.1- La neutralisation	19
II.8.2.2- L'oxydoréduction	19
II.8.3- Traitement biologique	20
 CHAPITRE III : Pollution de l'eau	
III.1- Définition de la pollution de l'eau	21
III.2- Les type de pollution	21
III.2.1- Pollution physique	21

III.2.1.1- Pollution thermique	21
III.2.1.2- Pollution mécanique	21
III.2.1.3- Pollution radioactive	21
III.2.2- Pollution chimique	22
III.2.2.1- Pollution organique	22
III.2.2.2- Pollution minérale	23
III.2.3- Pollution microbiologique	24
III.2.3.1- Les virus	24
III.2.3.2- Les bactéries	25
III.2.3.3- Les protozoaires	25
III.3- Risques de la pollution par les eaux usées	25
III.3.1 - Risque sur la santé humaine	25
III.3.2- Risque sur l'environnement	26
III.3.2.1- Impacts sur le sol	26
III.3.2.2- Impacts sur les eaux superficielles	26
III.3.2.3- Impacts sur les eaux souterraines	26
III.4- Les conséquences de la pollution de l'eau	27

Partie 02 : ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I : Présentation de la zone d'étude

I.1- Présentation de la wilaya de Sidi Bel Abbès	29
I.1.1- Caractéristique de la wilaya de Sidi bel Abbès	29
I.1.2- Relief	30
I.1.3- Démographie	30
I.1.4- Climat et bioclimat	31

I.1.5- L'hydraulique	31
I.1.6- Les précipitation	32
I.1.7- L'humidité	32
I.1.8- L'évaporation	33
I.1.9- La température	33
I.1.10- Le vent	33
I.2- Présentation de l'office nationale de l'assainissement.....	33
I.3- Système d'assainissement de Sidi Bel Abbas	34
I.4- Présentation de la station d'épuration de la ville de Sidi Bel Abbas	34
I.4.1- Caractéristique de la STEP	35
I.4.2- Le but de la station d'épuration de Sidi Bel Abbas	36
I.5- Principe de l'épuration des eaux usées	37
I.6- Fonctionnement d'une station d'épuration	37
I.7- Généralité sur l'assainissement	37
I.8- Mécanismes de fonctionnement	38
I.9- Les étapes de traitement des eaux usées	39
I.9.1- Le relevage	39
I.9.2- Prétraitement	40
I.9.2.1- Dégrillage	41
I.9.2.2- Le dessablage	41
I.9.2.3- Le dégraissage-déshuilage	42
I.9.3- Les traitements primaires et physico-chimiques	43
I.9.4- Les traitements secondaires	44
I.9.5- La clarification et le rejet des effluents	46

I.9.6- La désinfection	47
I.10- Le traitement biologique des eaux usées	48
I.10.1- Culture fixe/ lit fixe	48
I.10.2- Culture libre	49
I.10.2.1- Lagunage	49
I.10.2.2- Boues activées	50
I.11- Traitement des boues	51
I.11.1- La stabilisation	51
I.11.2- Epaissement	51
I.11.3- Séchage	52
 CHAPITRE II : Matériels et méthodes	
II.1- Présentation du laboratoire de la STEP	53
II.2- Mode opératoire de prélèvement	53
II.2.1- Prélèvement	53
II.2.2- Transport de prélèvement et conservation	54
II.2.3- Conditions de prélèvement	54
II.3- Matériels	54
II.3.1- PH et température	54
II.3.2- La turbidité	54
II.3.3- Conductivité	55
II.3.4- Demande biochimique en oxygène (DBO5)	55
II.3.5- Demande chimique en oxygène DCO	55
II.3.6- Nitrate (NO ₃ ⁻)	55
II.3.7- Nitrite (NO ₂ ⁻)	56

II. 3.8- Azote ammoniacal (NH ⁺)	56
II.3.9- Matières en suspension (MES)	57
II.3.10- Phosphate ortho (PO ₄ ⁻³)	57
CHAPITRE III : Résultats et discussions	
III.1- Introduction	58
III.2- Paramètres de volume	58
III.3- Paramètres organoleptiques	59
III.3.1- Couleur	59
III.3.2- Odeur	60
III.4- Paramètres physicochimiques	60
III.4.1- Le potentiel d'Hydrogène (pH)	61
III.4.2- Température	62
III.4.3- Matières en suspensions	63
III.4- Turbidité	64
III.5- Paramètres de pollution	65
III.5.1- Demande biologique en Oxygène	65
III.5.2- Demande chimique en oxygène	66
III. 5.3- Nitrite : NO ₂ ⁻ et nitrate NO ₃ ⁻	67
III.5.4- Phosphore (PO ₄ ⁻)	69
III.5.5- Azote ammoniacal (NH ₄ ⁺)	70
III.5.6- Oxygène dissous(OD)	71
III.6- Discussion générale	72
CONCLUSION GENERALE	74

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

ANNEXES

Liste des abréviations

ADE : Algérienne Des Eaux

AEP : Alimentation en eau potable

Ag : Plomb l'argent

C : Degré Celsius

Cd : Cadmium

COT : Carbone organique total

Cr : Chrome

CSR : Clostridium-sulfito-réductrice

Cu : Cuivre

DBO : Demande Biochimique en oxygène

DCO : Demande chimique en oxygène

DGF : Direction Générale des Forêts

DPAT : Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire

DPSB : Direction de la Programmation et du suivi Budgétaire

DRE : Direction des Ressources en Eaux

E : Entrée

ERU : Eau Résiduaire Urbaine

G : Gramme

Hg : Mercure

ISO : Organisation Internationale de Standardisation

Kg : Kilo gramme

L : Litre

M³ : Mètre cube

MES : Matière en suspension

MRE : Ministère des Ressources en Eaux

MTH : Maladie en Transmission Hydrique

N : Azote

NH₃ : Ammoniac

NH₄⁺ : Ammonium

Ni : Nickel

NO₂⁻ : Nitrite

NO₃⁻ : Nitrate

NTU : Unité de Turbidité Néphélométrique

OD : Oxygène Dissous

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ONA : Office National de l'Assainissement

ONM : Organisation National de Météo

PH : Potentiel d'Hydrogène

PO₄ : Phosphore

PO₄³⁻ : Phosphate

S : Sortie

SBA : Sidi Bel Abbes

SF : Streptocoques Fécaux

SO₄²⁻ : Sulfate

STEP : Station d'épuration

T° : Température

Zn : Zinc

Liste des figures

Figure n° 01 : Le cycle de l'eau.....	04
Figure n° 02 : Les bassins versants en Algérie.....	07
Figure n° 03 : Situation géographique de la wilaya de Sidi Bel Abbes.....	29
Figure n° 04 : Vue satellitaire de la STEP de la ville de Sidi Bel Abbes.....	35
Figure n° 05 : La station d'épuration de Sidi Bel Abbes.....	35
Figure n° 06 : Schéma des procédés de traitement des eaux usées dans la STEP de Sidi Bel Abbes.....	39
Figure n° 07 : Déversoir d'orage submersible.....	40
Figure n° 08 : Le relevage par des pompes submersibles.....	40
Figure n° 09 : Les deux dégrilleurs automatiques et un dégrilleur manuel.....	41
Figure n° 10 : Bassin de dessablage en cours de vidange.....	42
Figure n° 11 : Vue latérale du racleur de surface.....	43
Figure n° 12 : Le décanteur primaire.....	44
Figure n° 13 : Les vis d'Archimède.....	45
Figure n° 14 : Bassin d'aération.....	46
Figure n° 15 : Décanteur secondaire.....	46
Figure n° 16 : Bassin de chloration.....	47
Figure n° 17 : La sortie des eaux épurées de la STEP vers l'Oued Makerra.....	48
Figure n° 18 : Schéma de traitement des eaux usées par boues activées.....	51
Figure n° 19 : Les lits de séchage.....	52
Figure n° 20 : Laboratoire de station d'épuration de la ville de SBA.....	53
Figure n° 21 : différence de couleurs entre l'eau brute et épurée.....	60
Figure n° 22 : comparaison graphique du pH entre l'eau brute et épurée avec les normes....	62

Figure n° 23 : comparaison graphique de la température entre l'eau épurée et brute avec les normes.....	63
Figure n° 24 : comparaison des résultats de MES avec les normes.....	64
Figure n° 25 : Comparaison des résultats de turbidité avec les normes.....	65
Figure n° 26 : Comparaison des résultats du DBO5 avec les normes.....	66
Figure n°27 : Comparaison des résultats du DCO avec les normes.....	67
Figure n° 28 : Comparaison des résultats de NO ₂ - avec les normes.....	68
Figure n° 29 : Comparaison des résultats obtenus de NO ₃ - avec les normes.....	68
Figure n° 30 : Comparaison des résultats de PO ₄ - aux les normes.....	69
Figure n° 31 : Comparaison des résultats de NH ₄ ⁺ aux les normes.....	70
Figure n° 32 : Comparaison des résultats d'oxygène dissous avec les normes.....	72

Liste des tableaux

Tableau n° 01 : Les ressources en eau souterraines à Sidi Bel Abbes.....	09
Tableau n° 02 : Les barrages exploités par la wilaya de Sidi Bel Abbes.....	32
Tableau n° 03 : Principales sources de rejet de la wilaya de Sidi Bel Abbes.....	44
Tableau n°04 : Les dimensions de décanteur primaire.....	45
Tableau n° 05 : Les dimensions de bassin d'aération.....	45
Tableau n° 06 : Le volume quotidien des eaux brutes pendant 06 semaines.....	58
Tableau n° 07 : Le volume quotidien des eaux épurées pendant 06 semaines.....	59
Tableau n° 08 : Les moyennes des résultats d'analyses physico-chimiques avant et après l'épuration pendant six semaines.....	60
Tableau n° 09 : Matériel utilisé dans les analyses physico-chimique.....	Annexe01
Tableau n° 10 : Autre matériels et les réactifs.....	Annexe01
Tableau n°11 : les normes de l'OMS et les normes Algériennes.....	Annexe02

Introduction

Introduction générale

L'eau est le moteur de la vie, la source des activités agricoles, la substance la plus consommée par les industries notamment agroalimentaire et l'économie domestique, mais elle est également un agent important et redoutable dans la transmission des maladies infectieuses.

La plus grande partie des eaux du globe terrestre sont marines (97%). Les eaux douces ne représentent qu'une partie mineure. Elles constituent cependant une source important d'eau potable (**BOUCENNA, 2009**).

La pollution des eaux de surface et souterraines est possible par les rejets d'eaux usées tant domestiques qu'industrielles ainsi que par l'utilisation d'engrais et de pesticides en agriculture souvent sans discernement. La pollution risque de constituer, dans un très court terme, un risque de pénurie d'eau accentué imposant la nécessité de protéger cette ressource contre toute altération et utilisation irrationnelle.

L'installation de systèmes d'épuration constitue une solution non négligeable pour récupérer un volume appréciable d'eau usée rejetée avec une capacité polluante remarquable. Récupérer toutes les eaux usées domestiques, de processus et d'industrie constitue une action prioritaire de protection de l'environnement (**BEN ABEDELI, 1996**).

L'épuration des eaux usées a pour objectif de rejeter dans le milieu naturel des eaux d'une qualité suffisante que pour altérer le moins possible le milieu récepteur. Certaines valeurs de référence officielles de concentration en micro-organismes << dans les zones dites sensibles >> ont été adoptées en vue de fixer des seuils au-delà desquels il est nécessaire de s'inquiéter de la qualité de l'eau afin de préserver la santé publique (**DEKHIL, 2012**).

L'objectif de cette étude est d'évaluer la qualité physico-chimique des eaux usées domestiques au niveau de la STEP de SIDI BEL ABBES avant et après traitement et de voir l'efficacité des procédés utilisés au niveau de la station.

L'étude sera divisée en deux parties : une partie bibliographique et une partie expérimentale. La première partie comportera trois chapitres : Généralité sur l'eau ; les eaux usées et la pollution de l'eau.

La deuxième partie concernant la partie expérimentale, le premier chapitre sera consacré à la présentation de la zone d'étude, le deuxième chapitre présentera le matériel utilisé ainsi que les méthodes d'étude et le troisième chapitre va regrouper les résultats et les discussions.

PARTIE 1 :

Etude bibliographique

CHAPITRE I :

Généralité sur l'eau

I.1-Généralités sur l'eau :

Nom féminin du latin "aqua", l'eau est un corps incolore, insipide à la température Ordinaire et composé d'hydrogène et d'oxygène (H₂O). L'eau était considérée par les anciens comme l'un des quatre éléments de base avec le feu, l'air et la terre. Elle constitue un élément indispensable à la vie. Elle est le substrat fondamental des activités biologique et le constituant le plus important des êtres vivants (70 % de leurs poids en moyenne) (AISSAOUI, 2013).

I.2-L'importance de l'eau :

L'eau est un élément constitutif du milieu naturel dans l'écosystème, c'est également un élément indispensable à toute forme de vie sur notre planète et recouvre les 3/4 de la surface du globe terrestre et elle se présente sous multiples formes Pluie, glace, neige, etc... ; Sans oublier l'eau contenue dans le sol et la végétation (ANGLARET, 2002).

L'eau est un élément indispensable à la vie humaine. Elle entre dans la composition du corps humain et la plupart des aliments. Elle est utilisée en alimentation humaine et animale, en industrie, en agriculture et autres secteurs. De par sa consommation, elle joue également un rôle important dans la transmission des maladies hydriques par les agents pathogènes qu'elle véhicule (GUERD & MESGHOUNI, 2007).

I.2.1-L'eau dans l'alimentation :

Sans eau, l'homme ne peut pas survivre. Il en est de même pour tous les êtres vivants. Les aliments déshydratés ne peuvent permettre, sans apport complémentaire d'eau, le développement et la reproduction normale des êtres vivants (GROSCNDE & COORD, 1999).

L'eau est très importante dans l'alimentation de l'homme, où elle permet de compenser les pertes hydriques par un apport de 2,2litres dont 1,2litres sous forme de boissons de toute nature et 1 litre représentant l'eau contenue dans les aliments (DEGREMONT, 1989).

I.2.2-L'eau dans l'organisme humain :

L'eau est quantitativement le constituant majoritaire du corps humain. Même si la teneur des différents tissus est variable 10% pour l'ivoire des dents, 22% pour les os, 25% pour les masses grasses, 75% pour les muscles striés et 90% pour le plasma, Elle représente 60% du poids du corps de l'adulte mâle et 55% de celui de la femme (TURCELIN, 1998).

Elle diminue avec l'âge. Peu après sa conception, le fœtus en contient 95%, après sa naissance le bébé joufflu 80%, l'adulte de 55% à 60% (selon le sexe) et les vieillards dont les rides se creusent 50% seulement (**GENIN et AL, 2003**).

I.2.3-L'eau dans les aliments :

L'eau entre à des proportions variables dans la composition de tous les aliments. Elle est indispensable pour donner aux aliments la texture requise et permettre les réactions biochimiques qui président à leur transformation. Les enzymes présents naturellement dans les aliments en cause d'origine microbienne sont appliqués dans de nombreuses biotransformations, Ils ne peuvent agir que si une certaine quantité d'eau est disponible.

Cette exigence en eau conditionne en particulier les fermentations mais aussi la plus parts des dégradations indésirables du produit de sa récolte à sa consommation (**DEGREMONT, 1989**).

I.2.4-L'eau dans l'industrie :

L'eau est utilisée dans l'industrie à différentes fins :

-De façon directe : elle peut être utilisée dans l'entretien (lavage, nettoyage), soit dans le transport hydraulique, soit dans le refroidissement.

- De façon indirecte : dans la production de différents aliments.

Les besoins en eau de l'industrie alimentaire sont certes importants et divers (**GROSCONDE, COORD, 1999**).

I.2.5-L'eau dans l'agriculture :

De tous les secteurs qui utilisent l'eau douce, c'est l'agriculture qui représente 70% des prélèvements mondiaux de sources naturelles. Toutes les plantes absorbent de l'eau, cette consommation est une nécessité pour leur croissance et leur reproduction, faut en effet 500 - 1000 litres d'eau pour fabriquer 1kg de grain (blé, riz, maïs, orge, soja) (**AZIZI, 2014**).

Dans certains pays, l'irrigation représente jusqu'à 95% de toute utilisation d'eau et joue un rôle important dans la production de nourriture et la sécurité alimentaire (**LECOQ, 1965**).

L'agriculture irriguée peut entraîner une grande concurrence puisqu'elle représente de 3% à 90% de l'utilisation d'eau dans certaines régions (**RAMADE, 1981**).

I.3-Cycle de l'eau :

L'eau est présente autour de nous et constitue l'un des éléments fondamentaux de notre planète. Toute cette eau est transformée et circule en permanence dans l'atmosphère, la surface et dans le sous-sol de notre terre.

L'hydrosphère chauffée par énergie solaire, s'évapore et conduit à la présence d'eau dans l'atmosphère. Cette eau, à la suite d'un refroidissement de l'air, se condense en gouttes ou cristaux de glace et se trouve précipitée sous forme de pluies, neige ou grêle sur lithosphère à la surface de laquelle approximativement 0.25 % pénètre, 0.25 % ruisselle, quant au 0.25 % restes, il s'évapore à son tour. Le périple sans suite un cours appelé cycle hydrologique ou cycle de l'eau (ABDELLIOUI et AL, 2012).

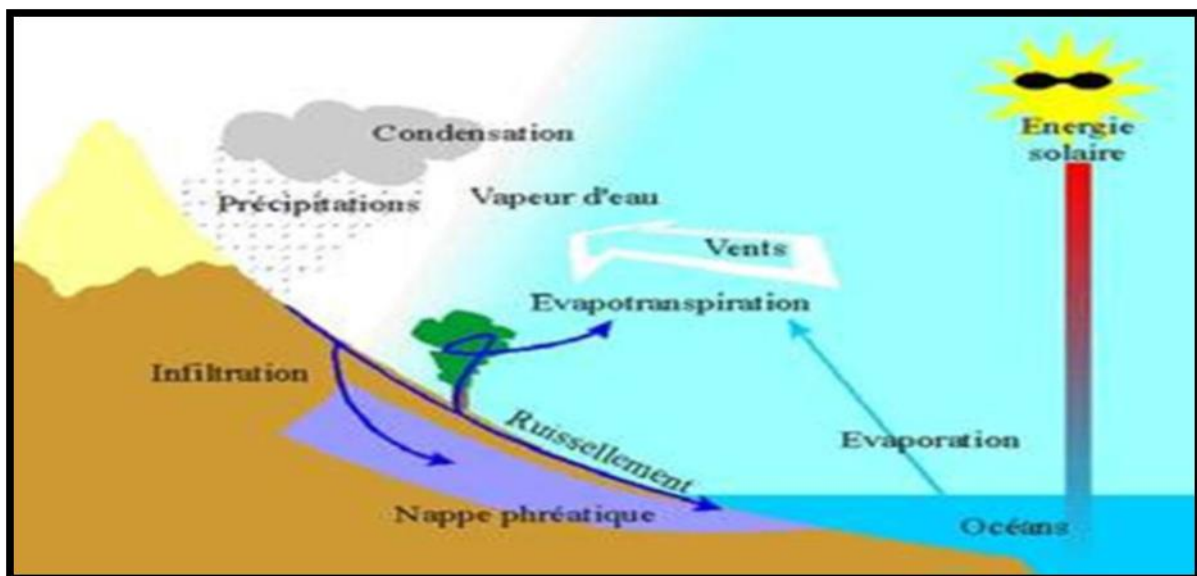


Figure n°1 : Le cycle de l'eau (MOUFFOK, 2008).

I.4-Les principales sources de l'eau potable :

L'eau résulte de la condensation des vapeurs produites à la surface des mers. Les vapeurs forment des nuages qui sont emportés par le vent et tombent ensuite sous forme de brouillards, de pluie, de neige ou de grêle (RACHEL, 2009).

Une partie de cette eau glisse à la surface du sol, mais la plus grande portion s'infiltrate à l'intérieur de la terre, jusqu'à ce qu'elle se trouve arrêtée par une couche géologique imperméable. Une petite quantité de cette portion infiltrée, est capturée par les racines des végétaux. Le reste s'oriente à travers les ruisseaux souterrains, vers les puits où bien vers les rivières et les océans (GUIRAUD, 2003).

I.4 .1-Les eaux souterraines :

Les eaux potables d'origine souterraines proviennent de deux sources essentielles : Les nappes profondes et les nappes phréatiques. Les eaux des nappes profondes sont bien protégées des contaminants microbiens. Par contre, elles sont beaucoup plus accessibles aux souillures chimiques tels que les nitrates, les hydrocarbures, les détergents, les pesticides, les métaux, etc. En dépit de ce danger, les eaux profondes lorsqu'elles sont potables, sont idéales pour le consommateur (**VIERLING, 2003**).

Les eaux des nappes phréatiques sont par contre peu recommandées pour l'alimentation humaine, car largement soumise aux pollutions microbiennes et chimiques (**RODIER et AL, 2009**).

I.4.2-Les eaux de surface :

Cette source est caractérisée par des pollutions microbiennes et chimiques maximales. C'est la raison pour laquelle elles sont l'objet d'un classement permettant théoriquement d'éliminer les plus contaminées et de sélectionner les plus pures d'entre-elles pour en faire des eaux d'alimentation. Ces eaux sont fréquemment utilisées dans les régions à forte densité de populations ou très industrialisées (**GHIZELLOUI, 2010**).

Les eaux de surface sont constituées par les eaux des rivières, des fleuves, des étangs, des lacs, des barrages, des réservoirs, des glaciers. Il s'agit d'une masse d'eau bien individualisée, solide ou liquide, immobile ou en mouvement (**DEBABZA, 2005**).

I.4.3-Les eaux de source :

Une eau de source est une eau d'origine souterraine, microbiologiquement saine et protégée contre les risques de pollution. A l'émergence et au cours de la commercialisation, elle respecte ou satisfait les mêmes limites ou références de qualité, portant sur des paramètres microbiologiques et physico-chimiques, définies pour les eaux de la distribution publique. Une eau de source est exploitée par une ou plusieurs émergences naturelles ou forées. Les eaux de source ne peuvent faire l'objet que de traitements ou adjonctions autorisés par arrêtés ministériels (**RODIER et AL, 2009**).

I.5-Situation de l'eau en Algérie :

En Algérie comme dans la plupart des pays du sud de la Méditerranée, l'eau est un facteur limitant du développement de l'agriculture et source de tension sociale. En effet, moins de

600 m³ d'eau potable par habitant ont été mobilisés annuellement en Algérie. A cet effet, notre pays est considéré parmi les pays pauvres en ressources hydriques, au regard de seul de rareté de 1000 m³ / habitant / an fixé par la banque mondiale (**MEBARKI, 2009**).

Cependant, le territoire algérien se compose d'une diversité géologique et climatique, du Nord vers le Sud et de l'Est vers l'Ouest, en plus l'irrégularité d'occupation des terres par la population, car plus de 45% de la population se concentre dans la frange côtière et 20% dans les hautes plaines, qui recouvrent 9% de la superficie totale de l'Algérie, le reste de la population est dispersé dans le Sud (**REMINI, 2007**).

I.5.1-Hydrologie de l'Algérie :

Le réseau hydrologique de l'Algérie est formé de bassins versants des oueds illustré dans la figure 4, des chotts, des sebkhas, des oueds permanents et des oueds à écoulement provisoire. Ainsi, des bassins sédimentaires du Sahara, sont des grands réservoirs profonds, leur création remonte aux périodes pluvieuses pendant le Quaternaire. Le bilan hydrologique moyen annuel du Nord algérien est de 87% alors que 13% seulement des précipitations profitent de l'écoulement. En effet, cette situation fait ressortir un déficit d'écoulement important. (**REMINI, 2007**).

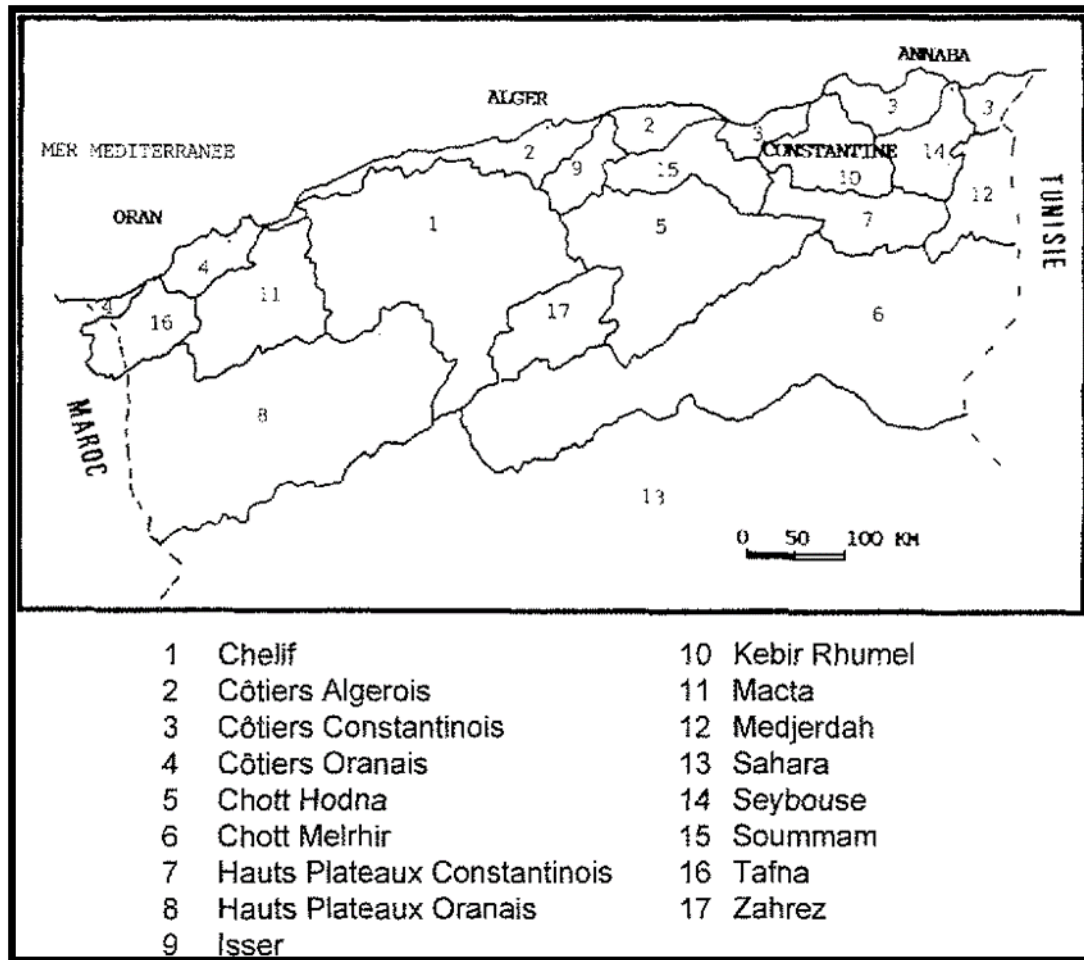


Figure n°2 : Les bassins versants en Algérie (KADI, 1997).

I.5.2-Gestion de l'eau en Algérie :

La gestion de l'eau en Algérie pose un sérieux problème aux autorités et les ressources disponibles sont en deçà des besoins (KADI, 1997).

L'objectif principal de la politique de l'eau en Algérie c'est d'abord assurer la durabilité des ressources en eau disponibles et sa gestion intégré dans les différents programmes de développement, ce qui permet d'apprendre à gérer les ressources en eau dans une perspective de développement durable et maîtriser sa rareté mais ses accès, ainsi assurer l'approvisionnement en eau potable pour la population, l'agriculture et l'industrie, d'autre part préserver la qualité dès l'environnement (ANONYME 2).

I.6-Ressources d'eau à Sidi Bel Abbès :

Actuellement, 60% des besoins en eau de SBA sont couverts par des transferts extra-wilaya. La wilaya de Sidi Bel Abbès souffre de deux contraintes naturelles majeures. La première a trait à un manque flagrant en ressources en eau.

Elle est de plus en plus dépendante des wilayas limitrophes, notamment Tlemcen, Mascara, El-Bayad et Naama. Notre wilaya reste donc trop dépendante de ses voisines en matière d'alimentation en eau potable (AEP). La deuxième difficulté aussi épineuse que la première concerne les inondations dont la wilaya reste sujette par sa situation géographique en plaine et cernée par de hautes montagnes et de plus traversée par deux bassins versants, oued Mekerra et oued Tenira, SBA était jusqu'à un passé récent souvent exposée à de foudroyantes inondations qui ont ensanglanté de nombreuses communes **(DRE, SBA, 2017)**.

SBA est également une zone de transit des eaux émanant des crues en provenance de Tlemcen et des Hauts-plateaux. Face à cette délicate situation, les services compétents de la wilaya ont élaboré une stratégie fondée sur deux paramètres essentiels, à savoir lutter contre ces impitoyables inondations et satisfaire la demande locale en AEP **(DRE, SBA, 2017)**.

Pour la protection de la ville contre les méfaits des crues des oueds, la wilaya a bénéficié de projets structurants, tels que la dérivation des eaux, le rééquilibrage et l'aménagement des oueds et la réalisation d'ouvrages dont des bassins d'écroulement et un barrage écrêteur dans la commune de Tabia **(DRE, SBA, 2017)**.

Celui-ci a été mis en service en décembre 2010, il a été créé dans le souci de protéger la ville contre les inondations très fréquentes dont les menaces ont pesé lourdement sur la zone. Les crues étaient exceptionnelles parfois le débit a été estimé à plus de 1500 m³/seconde. Depuis la mise en fonction de ce barrage, la protection de la ville contre les inondations est assurée de manière satisfaisante. La stratégie mise en œuvre a accordé un intérêt substantiel au volet prévention.

La prévention met en exergue l'identification d'abord des zones inondables afin d'apporter les solutions standard. Outre ce plan de lutte contre les inondations déjà achevé, un autre programme complémentaire d'une enveloppe conséquente est en voie d'être lancé. Il intégrera 24 communes exposées à ce risque. Par ailleurs le projet de système d'alerte et d'annonce des crues s'inscrit en droite ligne dans les actions préventives projetées **(DRE, SBA, 2017)**.

Les ressources mobilisées globalement pour le compte de la wilaya de Sidi Bel Abbès sont des ressources souterraines locales et des ressources superficielles en gros transférées des wilayas limitrophes de Tlemcen et de Mascara. La wilaya de Sidi Bel Abbès a rarement mobilisé plus de 5 hm³/an de ressources superficielles, à partir du barrage de Saron, malgré une capacité de 22 hm³.

C'est pourquoi elle a eu toujours recours à la mobilisation de ses ressources en eaux souterraines à partir de ses nappes. Les ressources en eau sont réparties comme suit : 62.000 m³/j provenant des eaux souterraines (puits, forages et sources) (tableau 1), et 51.000 m³/j provenant des ressources superficielles (barrages et dessalement des eaux de mer) (**DRE, SBA, 2017**).

Tableau n°1 : Les ressources en eau souterraines à Sidi Bel Abbès (**DRE, SBA, 2017**).

Champ de captage débit	mobilisé	(m ³ /j)
Chott Chergui	3.456	2.592
Sidi Ali Ben Youb	4.752	2.622
Autre (forages, puits et sources)	82.890	50.246
Totale	62.000 m ³ /j soit 55% de la production totale	

CHAPITRE II :

Généralité sur

Les eaux usées

II.1- Généralités sur les eaux usées :

En parlant de l'eau usée il semble important d'avoir une idée sur sa définition, son origine et ses caractéristiques, ainsi que les différentes méthodes utilisées pour son épuration.

Selon **REJSEK (2002)**, les eaux résiduaires urbaines (ERU), ou eaux usées, sont des eaux chargées de polluants, solubles ou non, provenant essentiellement de l'activité humaine.

Une eau usée est généralement un mélange de matières polluantes répondant à ces catégories, dispersées ou dissoutes dans l'eau qui a servi aux besoins domestiques ou industriels.

Donc sous la terminologie d'eau résiduaire, on groupe des eaux d'origines très diverses qui ont perdu leurs puretés ; c'est-à-dire leurs propriétés naturelles par l'effet des polluants après avoir été utilisées dans des activités humaines (domestiques, industrielles ou agricoles) (**GROSCANDE, 1999**).

II.2- Origine des eaux usées :

Suivant l'origine et la qualité des substances polluantes, on distingue quatre catégories d'eaux usées :

II.2.1- Eaux usées domestiques :

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont constituées essentiellement d'excréments humains, des eaux ménagères de vaisselle chargées de détergents, de graisses appelées eaux grises et de toilette chargées de matières organiques azotées, phosphatées et de germes fécaux appelées eaux noires (**METAHRI, 2012**).

II.2.2- Eaux usées industrielles :

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus des matières organiques, azotées ou phosphorées, elles sont chargées en différentes substances chimiques organiques et métalliques. Selon leur origine industrielle elles peuvent également contenir :

- Des graisses (industries agroalimentaires, équarrissage).
- Des hydrocarbures (raffineries).
- Des métaux (traitements de surface, métallurgie).
- Des acides, des bases et divers produits chimiques (industries chimiques divers, tanneries).

- De l'eau chaude (circuit de refroidissement des centrales thermiques).
- Des matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs).

Avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte, les eaux usées industrielles doivent faire l'objet d'un traitement. Elles ne sont mélangées aux eaux domestiques que lorsqu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des stations d'épurations (METAHRI, 2012).

II.2.3- Eaux agricoles :

L'agriculture est une source de pollution des eaux non négligeable car elle apporte les engrais et les pesticides. Elle est la cause essentielle des pollutions diffuses. Les eaux agricoles issues de terres cultivées chargés d'engrais nitrates et phosphates, sous une forme ionique ou en quantité telle, qu'ils ne seraient pas finalement retenus par le sol et assimilés par les plantes, conduisent par ruissellement à un enrichissement en matières azotées ou phosphatées des nappes les plus superficielles et des eaux des cours d'eau ou des retenues (METAHRI, 2012).

II.2.4- Eaux de ruissellement :

Les eaux de pluie ruissellent dans les rues où sont accumulés polluants atmosphériques, poussières, débris, suies de combustion et hydrocarbures rejetés par les véhicules. Les eaux de pluies, collectées normalement à la fois avec les eaux usées puis déversées dans la canalisation d'assainissement et acheminées vers une station d'épuration, sont souvent drainées directement dans les rivières entraînant ainsi une pollution intense du milieu aquatique (METAHRI, 2012).

II.3-Nature et composition des eaux usées :

L'origine, la composition et la quantité des eaux usées sont liées au mode de vie. Elles proviennent essentiellement des activités domestiques et industrielles.

L'eau usée contient des matières fécales, des urines, des eaux ménagères, des eaux industrielles, des eaux de baignoires, des sucreries, des eaux de ruissellement, eaux des hôpitaux qui contiennent des agents pathogènes, des produits inflammables et toxiques, et toutes ces eaux impropres aboutissent à l'égout qui se déverse dans le milieu naturel (ROUBA, 2009).

La composition des eaux usées est étudiée par le biais de divers paramètres physiques, chimiques et bactériologiques (BOUZIANI, 2000).

II.4-Paramètres organoleptiques :

II.4.1-La couleur :

Une eau pure observée sous une lumière transmise sur une profondeur de plusieurs mètres émet une couleur bleu clair car les longueurs d'ondes courtes sont peu absorbées alors que les grandes longueurs d'onde (rouge) sont absorbées très rapidement (**REJESK, 2002**).

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration (**RODIER et Al, 2005**).

II.4.2-L'odeur :

L'eau d'égout fraîche a une odeur fade qui n'est pas désagréable, par contre en état de fermentation, elle dégage une odeur nauséabonde (**LADJEL, 2006**).

II.5-Paramètres physiques :

II.5.1-La température :

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels,...etc. (**RODIER et AL, 2005**).

II.5.2-La turbidité :

La turbidité des effluents résiduaux et des eaux polluées est en générale très élevée, elle ne peut de ce fait être exprimée en gouttes de silice ou de mastic. La turbidité est donc définie par absorptiomètre (**RODIER, 2005**).

La turbidité, opposée à la limpidité, est une mesure de la capacité d'une eau à empêcher la pénétration des rayons lumineux grâce aux matières non décantables qu'elle contient (**REJSEK, 2002**).

II.5.3-Les matières en suspension(MES) :

Exprimée en mg par litre. Ce sont les matières non dissoute de diamètre supérieur à 1µm contenues dans l'eau.

Dans le milieu récepteur, les MES peuvent entraîner des perturbations de l'écosystème par une diminution de la clarté de l'eau, Les matières volatiles en sus photosynthèse végétale.

De plus, ces MES peuvent être de nature organique et entraîner les nuisances associées aux molécules organiques (REJSEK, 2002).

La concentration en MES rencontrée dans les eaux résiduaires domestiques varie de (25/165) mg/l à (27/200) mg/l (SATIN et SELMI, 1999).

II.6-Paramètres chimiques :

II. 6.1-Le potentiel Hydrogène (pH) :

L'acidité, la neutralité ou l'alcalinité d'une solution aqueuse peut s'exprimer par la concentration en H_3O^+ (noté 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. (MATHIEU et PIELTAIN, 2003).

$$PH = \log 1/ [H^+]$$

II.6.2-La Demande Chimique en L'Oxygène(DCO) :

La DCO est la concentration, exprimée en mg par litre. Elle est la quantité d'oxygène consommée par les matières existant dans l'eau et oxydables dans des conditions opératoires définies (RODIER, 2005).

La signification de la DCO est contenue dans son principe : elle ne représente rien d'autre qu'un phénomène d'oxydation chimique des molécules oxydables d'une eau, et ne peut être comparée à la biodégradables d'un effluents (déterminée par la DBO5) (REJSEK, 2002).

II.6.3-La Demande Biochimique en Oxygène (DBO) :

La demande biochimique en oxygène après 5 jours (DBO5) 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. La détermination de la DBO a donc pour but d'évaluer cette nuisance et d'en estimer les effets, même si ceux-ci ne sont pas uniquement liés à la valeur de la DBO mais aussi aux conditions hydrologiques et météorologiques du milieu récepteur (REJSEK, 2002).

II.6.4-Oxygène dissous :

La présence d'oxygène dissous dans l'eau est indispensable, l'oxygène permet de maintenir plusieurs des qualités de l'eau, notamment son goût et son degré d'aseptise. Il est essentiel pour la survie de nombreux aquatiques.

L'oxygène dissous dans l'eau peut provenir :

- De la dissolution de l'oxygène de l'air par diffusion à travers la surface.
- De l'apport d'un affluent plus oxygéné, surtout dans le cas des rivières, et parfois même, d'une aération artificielle.
- De la biosynthèse pour les plantes vertes aquatiques qui sous l'effet de la lumière solaire, utilisent le CO₂ dissous dans l'eau grâce à leur fonction chlorophyllienne dans le cas du lagunage (**BEAUDRY, 1992**).

II.6.5-L'azote :

L'azote présent dans l'eau peut avoir un caractère organique ou minéral. L'azote organique est principalement constitué par des composés tels que des protéines, des polypeptides, des acides aminés, de l'urée. Le plus souvent ces produits ne se trouvent qu'à de très faibles concentrations. Quant à l'azote minéral (ammoniacque, nitrate, nitrite), il constitue la majeure partie de l'azote total (**RODIER, 2005**).

II.6.6-Le nitrate (NO₃⁻) :

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

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

II.6.7-Le nitrite (NO₂⁻) :

Les ions nitrites (NO₂⁻) sont un stade intermédiaire entre l'ammonium (NH₄⁺) et les ions Nitrate (NO₃⁻). Les bactéries nitrifiantes (Nitrosomonas) transforment l'ammonium en nitrites. Cette opération, qui nécessite une forte consommation d'oxygène, est la nitrification.

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

II.6.8-Carbone organique total (COT) :

Le carbone organique est constitué d'une grande diversité de composés organiques à plusieurs états d'oxydation, dont certains sont susceptibles d'être oxydés par des procédés chimiques ou biologiques. Ces fractions sont caractérisées par la demande chimique en oxygène (DCO) et la demande biologique en oxygène (DBO).

Certaines matières organiques échappent à ces mesures, dans ce cas, le dosage du COT est mieux adapté. Il est indépendant de l'état d'oxydation de la matière organique et ne mesure pas les éléments inorganiques tels que l'azote et l'hydrogène qui peuvent être pris en compte par la DCO et la DBO.

La détermination porte sur les composés organiques fixés ou volatils, naturels ou synthétiques, présents dans les eaux résiduaires (celluloses, sucres, huiles, etc.) suivant que l'eau a été préalablement filtrée ou non, on obtiendra le carbone dissous (DCO) ou le carbone organique total (COT). Cette mesure permet de faciliter l'estimation de la demande en oxygène liée aux rejets, et d'établir éventuellement une corrélation avec la DBO et la DCO (**TARMOUL et SADIM, 2007**).

II.6.9-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 :



II.6.10-Le Phosphore :

Le phosphore peut exister dans les eaux en solution ou en suspension, à l'état minéral ou organique. Les composés phosphorés qui, sans hydrolyse ou minéralisation, répondent au test spectrophotométriques sont considérés comme étant des ortho phosphatés. L'hydrolyse en milieu acide fait apparaître le phosphore hydrolysable et minéralisation, le phosphore organique. Chaque fraction (phosphore en solution ou en suspension) peut être séparée analytiquement en ortho phosphatés, phosphore hydrolysable et phosphore organique. Suivant les cas, la teneur en phosphates peut être exprimée en mg/L de PO₄ ou de P₂O₅ 1mg/L PO₄ = 0,747 mg/L P₂O₅ = 0,326 mg/L P (**RODIER, 2005**).

II.6.11-Le sulfate :

La concentration en ion sulfate des eaux naturelles est très variable. Dans les terrains ne contenant pas une proportion importante de sulfates minéraux, elle peut atteindre 30 à 50 mg/L, mais ce chiffre peut être très largement dépassé (jusqu'à 300 mg/L) dans les zones contenant du gypse ou lorsque le temps de contact avec la roche est élevé. La teneur en sulfates des eaux doit être reliée aux éléments alcalins et alcalinoterreux de la minéralisation. Leur présence 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. 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 (**RODIER, 2005**).

II.7-Paramètres Bactériologiques :

Les bactéries sont ubiquitaires dans la nature car il s'agit probablement des premiers êtres vivants apparus sur la terre (archéobactéries).

Seules quelques dizaines d'espèces sont adaptées à l'homme : la plupart sont inoffensives ou même utiles, étant commensales et faisant partie des flores cutanées, digestive, buccale, génitale ; certaines sont pathogènes, opportunistes ; une minorité est régulièrement pathogène. (**RODIER, 2005**).

Vu leur rôle dans le processus, il nous a paru utile l'étude de quelques bactéries les plus rencontrées :

II.7.1-Les coliformes :

Sous le terme de « coliformes » est regroupé un certain nombre d'espèces bactérienne qui s'apparentent en fait à la famille des entérobactéries. La définition suivante a été adoptée par l'Organisation Internationale de Standardisation (ISO) :

« Bacille à Gram négatif, non sporogène, oxydase négative, facultativement anaérobie, capable de croître en présence de sels biliaires ou d'autres agents de surface possédant des activités inhibitrices de croissance similaire, et capable de fermenter le lactose (et le mannitol) avec production d'acide et d'aldéhyde en 48 h, à des températures de 35 à 37 C° » (**REJSEK, 2002**).

Les coliformes comprennent les genres :

Escherichia, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Yersinia*, *Serratia*.

- Le terme de « coliformes fécaux » ou de « coliformes-tolérants » correspond à des coliformes qui présentent les mêmes propriétés (caractéristiques de coliformes) après incubation à la température de 44 C°.

II.7.2-Les streptocoques fécaux (SF) :

Sont des bactéries à Gram positif sphériques à ovoïde formant des chaînettes, non sporulées, se cultivant en anaérobiose à 44 C° et à pH 9.6. La recherche de streptocoque fécal ne doit être considérée que comme un complément à celle des coliformes thermo-tolérant pour être le signe d'une contamination fécale.

Le genre *Streptococcus* est vaste et divers, de sorte qu'il est difficile de classer ces bactéries de façon satisfaisante. Les 29 espèces du genre *Streptococcus* sont subdivisées en 4 groupes principaux :

- Les streptocoques pyogènes hémolytiques.
- Les streptocoques oraux.
- Les entérocoques.
- Les streptocoques lactiques.

II.7.3-Les clostridium-sulfito-réductrices (CSR) :

Les Clostridium-sulfito-réducteurs sont souvent considérés comme des témoins de pollution fécale. La forme spore, beaucoup plus résistante que les formes végétatives des coliformes fécaux et des streptocoques fécaux, permettrait ainsi de déceler une pollution fécale ancienne ou intermittente. Sans débattre de l'intérêt réel d'une telle indication concernant la date de pollution, il faut cependant considérer que si les Clostridium sulfito-réducteurs peuvent certes être des germes fécaux, ce sont également des germes telluriques et que, de ce fait, aucune spécificité d'origine fécale ne peut être attribuée à leur mise en évidence. Dans une telle optique d'interprétation, il y a intérêt à ne rechercher que les espèces les plus susceptibles d'être d'origine fécale : c'est le cas en particulier de Clostridium perfringens (**RODIETR, 2005**).

Selon **REJSEK (2002)**, les spores des bactéries anaérobies sulfito-réductrices et celles de Clostridium perfringens peuvent être intéressantes en tant qu'indicateurs de traitement. Ainsi, elles peuvent montrer l'efficacité d'un traitement de filtration, où elles se comportent comme des kystes de parasites, aussi bien au niveau d'une station de traitement qu'au niveau du sol : signe d'efficacité de la filtration naturelle. De plus, Clostridium perfringens, sous sa forme sporulée, est très résistant à la chloration et va donc se comporter comme les microorganismes plus difficiles à mettre en évidence. Donc la nomenclature sulfito-réducteurs est attribuée à ces germes car ils ont comme point commun de réduire le sulfite de sodium en sulfure selon la réaction suivante : $SO_3^{2-} + 6H^+ + 6e^- \rightarrow S^{2-} + 3H_2O$

II.8-Traitement des eaux :

L'eau destinée à la distribution publique doit être traitée pour éliminer les pathogènes responsables des maladies, et éliminer ou y diminuer jusqu'à une teneur non dangereuse toutes substances nocives qui pourraient s'y trouver (**ABDELLATIF, 2006**).

On dispose de trois types de traitements :

II.8.1-Traitements physiques :

Les traitements physiques sont nombreux par la filtration, la décantation, la coagulation, et la floculation (**SHUKURU SALULUM, 2010**).

II.8.1.1-Filtration :

On distingue deux types de filtration :

- La filtration de surface : est une filtration dans laquelle la maille du réseau poreux est de taille inférieure à la taille des particules à retenir, il y a donc accumulation de déchets en surface (**RODIER et AL, 1996**).

- La filtration en profondeur : fait appel à des phénomènes physiques plus subtils. Sans ce procédé, la dimension de la maille de la substance poreuse est supérieure à celle des particules qui s'y trouvent retenues. Il y a donc encrassement interne de la substance poreuse (**RODIER et AL, 1996**).

II.8.1.2-La décantation :

Elle a pour principe d'éliminer les particules en suspension par le phénomène de gravité. La vitesse de décantation est fonction de la vitesse de chute des particules, Elle-même dépend de divers paramètres dans la taille et la diversité des particules. Elle peut accélérer par centrifugation (**LOUNNAS, 2009**).

II.8.1.3-La coagulation :

Le principe consiste à annuler les charges électriques des particules qui maintiennent la suspension à l'état colloïdal par addition de sels minéraux cationiques ou de poly-électrolytes organiques (**RODIER et AL, 2009**).

Les particules perdent leurs charges électriques. Il en résulte une coagulation des particules qui s'agrègent, c'est la floculation suivie de la décantation (**ABOUZLAM, 2014**).

II.8.2-Traitements chimique :

Les traitements chimiques ont pour objectifs de transformer certains produits réputés polluants en d'autres produits moins polluants, ou encore en d'autres produits tout aussi polluants mais d'élimination plus facile (**MOUFFOK, 2008**).

Il existe beaucoup de procédés chimiques, parmi les plus utilisés on distingue :

II.8.2.1- La neutralisation :

C'est l'ajustement du pH à la neutralité. Ceci peut se faire par addition de substances acides ou basiques, ainsi que par un mélange effluent acide-effluent alcalin dans la mesure où ce type de mélange ne provoque pas de réaction secondaire nuisibles (**RODIER et AL, 2009**).

II.8.2.2-L'oxydoréduction :

Les réactions d'oxydoréduction sont intéressantes dans la mesure où elles permettent la formation de composés non toxiques ou facilement séparables sous forme de gaz de précipitation. Exemple : par oxydation des cyanures en cyanates et même en CO₂ (MOUFFOK, 2008).

II.8.3- Traitement biologique :

La lutte biologique est essentiellement utilisée pour le traitement des eaux usées d'origine organique, en particulier le traitement de la pollution urbaine (GHIZELLAOUI, 2010).

Le traitement est basé sur la croissance des microorganismes (notamment les bactéries) aux dépend des matières organiques biodégradables. Les bactéries utilisées exigent un apport permanent d'oxygène (MOUFFOK, 2008).

Les eaux à épurer ruissellent sur un matériau poreux qui sert de support aux bactéries, il se forme ainsi un film de bactérie au niveau duquel s'opère l'assimilation des substances indésirables contenues dans l'eau (JOACHIM, 2010).

CHAPITRE III :

Pollution de l'eau

III.1-Définition de la pollution de l'eau :

La pollution est une modification défavorable du milieu naturel qui apparaît en totalité ou en partie comme le sous-produit de l'action humaine, au travers d'effets directs ou indirects altérant les modalités de répartition des flux d'énergie, des niveaux de radiation, de la constitution physico-chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes.

Ces modifications peuvent affecter l'homme directement ou au travers des ressources en produits agricoles, en eau et autres produits biologiques. Elles peuvent aussi l'affecter en altérant les objets physiques qu'il détient, les possibilités récréatives du milieu ou encore en enlaidissant la nature.

La pollution de l'eau est due essentiellement aux activités humaines ainsi qu'aux phénomènes naturels. Elle a des effets multiples qui touchent aussi bien la santé publique que les organismes aquatiques (**MIQUEL, 2003**).

La pollution des eaux se rapporte à « jeter déverser, ou laisser écouler dans les cours d'eau directement, ou indirectement des substances quelconques, dont l'action ou les réactions ont détruit l'environnement » (**ARRIGON, 1976**).

Le terme de pollution est souvent pris dans un sens imprécis ou ambigu, avant d'en étudier les modalités, il est important de le définir.

Nous prendrons comme base, une définition qui a été adoptée par les notions usines, pour la pollution marine dont les termes, peuvent parfaitement s'adapter aux eaux douces :

«C'est introduction par l'homme dans le milieu marin ou, directement ou indirectement, des substances ou d'énergie, ce qui entraîne des effets délétères tel que : dommage aux ressources biologiques, danger pour la santé humaine ; entrave aux activités y compris la pêches, diminution de la qualité de l'eau, d'un point de vue de son utilisation, et réduction des possibilités offertes dans le domaine des loisirs» (**ACHOUR, 1990**).

III.2-Les types de pollution :

Il existe plusieurs manières de classer la pollution. Selon le type de polluant, on peut classer la pollution en trois catégories :

III.2.1-Pollution physique :

III.2.1.1-Pollution thermique :

Les eaux rejetées par les usines utilisant un circuit de refroidissement de certaines installations (centrales thermiques, nucléaires, raffineries, aciéries...) ; l'élévation de température qu'elle induit diminue la teneur en oxygène dissous. Elle accélère la biodégradation et la prolifération des germes. Il se trouve qu'à charge égale, un accroissement de température favorise les effets néfastes de la pollution (GALAF et GHANNA, 2003).

III.2.1.2-Pollution mécanique :

Elle résulte des décharges de déchets et de particules solides apportés par les eaux résiduaires industrielles, ainsi que les eaux de ruissellement. Ces polluants sont soit les éléments grossiers soit du sable ou bien les matières en suspension (GALAF et GHANNA, 2003).

III.2.1.3- Pollution radioactive :

C'est celle qui est occasionnée par une éventuelle radioactivité artificielle des rejets qui trouvent leur source dans l'utilisation de l'énergie nucléaire sous toutes ces formes (installations et centrales d'exploitation de mine d'uranium, traitement des déchets radioactifs).

Les éléments radioactifs s'incorporent dans les molécules des organismes vivants. Plus on s'élève dans la chaîne alimentaire plus les organismes sont sensibles aux rayonnements (MARTIN et LAFFORT, 1991).

III.2.2- Pollution chimique :

Elle résulte des rejets chimiques, essentiellement d'origine industrielle, domestique et agricole. La pollution chimique des eaux est regroupée dans deux catégories :

* Organique (hydrocarbures, pesticides, détergents...).

* Minérale (métaux lourds, cyanure, azote, phosphore...).

III.2.2.1- Pollution organique :

C'est les effluents chargés de matières organiques fermentescibles (biodégradables), fournis par les industries alimentaires et agroalimentaires (laiteries, abattoirs, sucreries...), et par les effluents domestique (déjections humaines, graisses,...etc.).

La première conséquence de cette pollution consommation d'oxygène dissous de ces eaux.

Les polluants organiques ce sont principalement les détergents, les pesticides et les hydrocarbures.

- **Les détergents :**

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

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

- **Les pesticides :**

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

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

- **Les hydrocarbures :**

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

III.2.2.2- Pollution minérale :

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

- **Les métaux lourds :**

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

- **Les éléments minéraux nutritifs :**

(Nitrates et phosphates) : provenant pour l'essentiel de l'agriculture et des effluents domestiques (**MAYET, 1994**).

Il est à l'origine du phénomène d'eutrophisation c'est-à-dire la prolifération excessive d'algues et de plancton dans les milieux aquatiques.

III.2.3-Pollution microbiologique :

Les eaux usées contiennent tous les microorganismes excrétés avec les matières fécales.

Cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes.

L'ensemble de ces organismes peut être classé en quatre grands groupes, par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes (**BAUMONT, CAMARD, LEFRANC, FRANCONIE, 2004**).

III.2.3.1- Les virus :

Ce sont des organismes infectieux de très petite taille (10 à 350 nm) qui se reproduisent en infectant un organisme hôte. Les virus ne sont pas naturellement présents dans l'intestin, contrairement aux bactéries. Ils sont présents soit intentionnellement (après une vaccination contre la poliomyélite, par exemple), soit chez un individu infecté accidentellement.

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

On estime leur concentration dans les eaux usées urbaines comprise entre 10³ et 10⁴ particules par litre. Leur isolement et leur dénombrement dans les eaux usées sont difficiles, ce qui conduit vraisemblablement à une sous-estimation de leur nombre réel.

Les virus entériques sont ceux qui se multiplient dans le trajet intestinal ; parmi les virus entériques humains les plus importants, il faut citer les entérovirus (exemple : polio), les rota virus, les rétrovirus, les adénovirus et le virus de l'Hépatite A (ASANO, 1998).

III.2.3.2- Les bactéries :

Les bactéries sont des organismes unicellulaires simples et sans noyau. Leur taille est comprise entre 0,1 et 10 μm . La quantité moyenne de bactéries dans les fèces est d'environ 10¹² bactéries/g (ASANO, 1998).

Les eaux usées urbaines contiennent environ 10⁶ à 10⁷ bactéries/100 ml dont 10⁵ proteus et Entérobactéries, 10³ à 10⁴ streptocoques et 10² à 10³ clostridium. Parmi les plus communément rencontrées, on trouve les salmonelles dont on connaît plusieurs centaines de sérotypes différents, dont ceux responsables de la typhoïde, des paratyphoïdes et des troubles intestinaux. Des germes témoins de contamination fécale sont communément utilisés pour contrôler la qualité relative d'une eau ce sont les coliformes thermo tolérants (FABY & BRISSAUD, 1997).

III.2.3.3- Les protozoaires :

Les protozoaires sont des organismes unicellulaires munis d'un noyau, plus complexes et plus gros que les bactéries. La plupart des protozoaires pathogènes sont des organismes parasites, c'est-à-dire qu'ils se développent aux dépens de leur hôte.

Certains protozoaires adoptent au cours de leur cycle de vie une forme de résistance, appelée kyste. Cette forme peut résister généralement aux procédés de traitements des eaux usées (BAUMONT, 2004).

Parmi les protozoaires les plus importants du point de vue sanitaire, il faut citer Entamoebahistoltyca, responsable de la dysenterie amibienne et giardialamblia (ASANO, 1998).

III.3-Risques de la pollution par les eaux usées :

On peut classer comme suit :

III.3.1 -Risque sur la santé humaine :

Les eaux usées peuvent contenir des pesticides, des micro-organismes pathogènes (virus, bactéries, parasites), et des éléments toxiques. Ils sont dangereux pour la santé humaine.

L'organisation mondiale de la santé (OMS) considère que 80% des maladies qui affectent la population mondiale sont directement véhiculées par l'eau : des dizaines, voire des centaines de millions de personnes sont atteintes en permanence de gastro-entérites, 160 millions de paludisme et 30 millions d'onchocercose. Malgré les apparences, la transmission des maladies par une eau polluée n'est pas l'apanage des pays en voie de développement, et l'élaboration des normes sur les eaux de consommation vise à fournir aux consommateurs une eau qui ne constitue par un risque pour la santé (OMS, 2005).

III.3.2- Risque sur l'environnement :

III.3.2.1- Impacts sur le sol :

Ces impacts sont d'importance particulière pour les agriculteurs puisqu'ils peuvent réduire la productivité, la fertilité et le rendement de leurs terres. Le sol doit rester à un bon niveau de fertilité, afin de permettre une utilisation durable à long terme et une agriculture rentable. Les problèmes présents au niveau du sol sont :

- * La salinisation.
- * L'alcalinité et la réduction de la perméabilité du sol.
- * L'accumulation d'éléments potentiellement toxiques.
- * L'accumulation de nutriments (FAO of the United Nations, 2003)

III.3.2.2-- Impacts sur les eaux superficielles :

Il arrive que ces déchets soient déversés directement dans le milieu naturel. La présence excessive de phosphates, favorise le phénomène d'eutrophisation, c'est-à-dire la prolifération d'algues qui diminue la qualité d'oxygène contenue dans l'eau et peut provoquer à terme la mort des poissons et des autres organismes aquatiques qui y vivent. Les métaux lourds comme le mercure, le chrome et l'arsenic peuvent avoir des effets sur les espèces aquatiques les plus fragiles. Sous certaines conditions physico-chimiques, certains métaux lourds tels que le mercure peuvent s'accumuler le long de la chaîne trophique et avoir un impact sur l'homme. Actuellement, il n'existe pas de filière de valorisation pour les boues issues de l'assainissement, ainsi que les matières de vidanges de fosses septiques (SAHNOUN, 2015).

III.3.2.3- Impacts sur les eaux souterraines :

Dans certaines conditions, les effets sur les eaux souterraines sont plus importants que les effets sur le sol. La pollution des eaux souterraines avec des constitutions de l'eau usée est possible par l'infiltration de ces dernières (**FAO of the United Nations, 2003**).

III.4-Les conséquences de la pollution de l'eau :

La pollution de l'eau se manifeste principalement, dans les eaux de surface par une pollution chimique ou par des virus et des bactéries pathogènes. Un cours d'eau est considéré comme étant pollué lorsque la composition ou l'état de ses eaux sont, directement ou indirectement, modifiés à toutes les utilisations auxquelles elles pourraient servir en leur état naturel ou à certaines d'entre elles (**WEB MASTER 1**).

L'eau est exposée dans la nature à des pollutions de toute sorte et les phénomènes de pollution de l'eau peuvent être observés à différents niveaux :

- Dans les nappes au dans les sources d'eaux par suite d'infiltration d'eau usées (fosses, latrines) particulièrement dans les sols perméables et au cours des averses.
- Dans les eaux de surface les fleuves, les rivières et les oueds.... Qui sont souillés par les déversements d'eaux usées non traitées (**MIREILLE, 1996**).
- Dans les canalisations et les réseaux d'alimentation en eau : l'eau est contaminée plus facilement lorsque les conduites sont vétustés et de qualité médiocre, lors des coupures d'eau et en casa de mauvaise installations des conduites (proximité d'égouts, caves inondées)
- Les puits domestiques construits sans périmètre de protection, à proximité d'une nuisance (fosse septique) sont très souvent souillés.
- Les réservoirs individuels de stockage de l'eau sont souvent contaminés par les fissures, les défauts d'étanchéité, l'absence de couvercle.
- L'eau qui est stockée durant plusieurs jours, à domicile et sans désinfection.
- Les eaux du littoral, qui font l'objet d'une pollution permanente par suite des déversements systématiques les eaux usées urbaines des villes côtières des déchets des bateaux et des rejets industriels (**GAUJOURS, 1995**).

- **Les conséquences sont :**

-formation de films et de mousses

-infiltrations dans les terrains : ex, essence

- empoisonnement de la flore et de la faune par les toxiques
- difficultés d'épuration dans les stations d'épuration biologiques
- radioactivité des eaux du fait du développement du déversement des résidus radioactifs dangereux (**WEB MASTER 2**).

PARTIE 2 :

Etude

Expérimentale

CHAPITRE I :

Présentation

De la zone

D'étude

I.1-Présentation de la wilaya de Sidi Bel Abbès :

I.1.1-Caractéristique de la wilaya de Sidi Bel Abbès :

La wilaya de Sidi Bel Abbès est située au Nord-Ouest de l'Algérie, elle est délimitée comme suite :

- Au Nord-Est par la wilaya d'Oran
- A l'Ouest par la wilaya de Tlemcen
- A l'Est par les wilayas de Mascara et Saida
- Au Sud par les wilayas de Naama et El-Bayad
- Au Sud-Est par la wilaya de Saida

La wilaya de Sidi Bel Abbès occupe une position centrale et stratégique et s'étend sur environ 15% du territoire de la région du Nord-Ouest du pays soit 9150,63 km². Elle est considérée comme relais de par son emplacement privilégié dans la mesure où elle est traversée par les principaux axes routiers de cette partie du pays (DPAT, 2013).

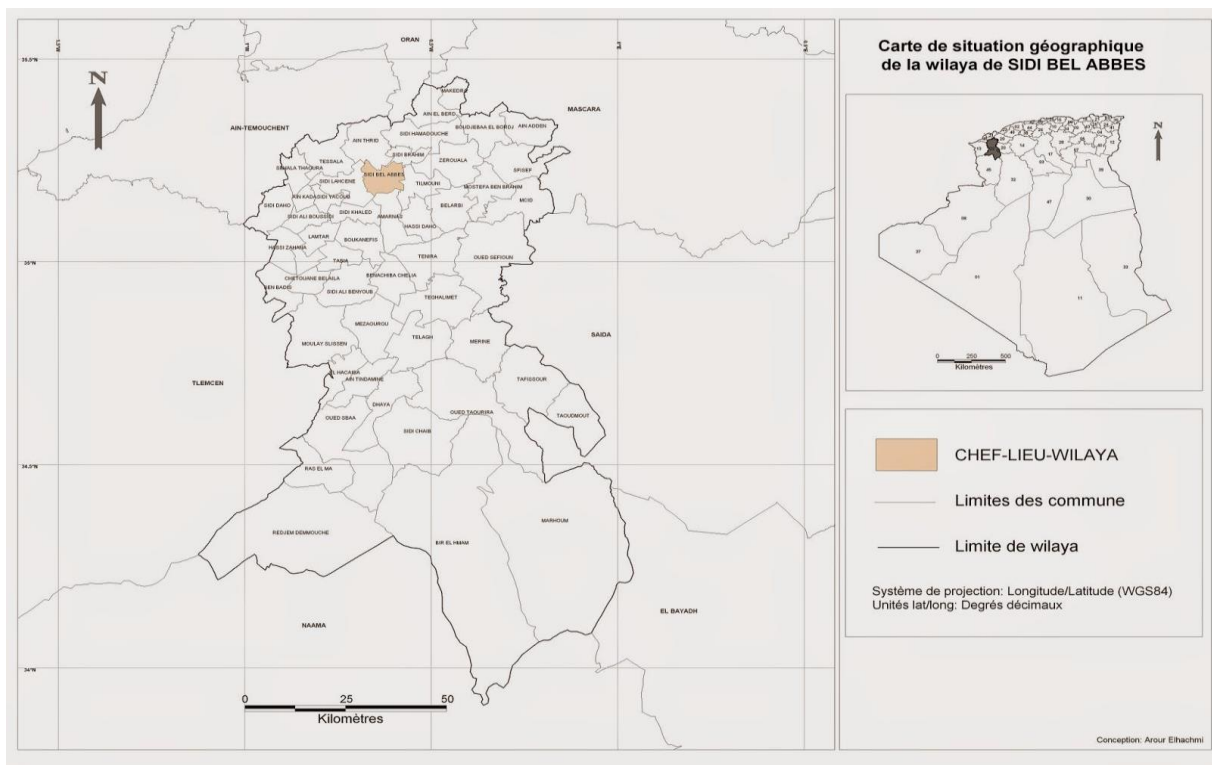


Figure n°3 : Situation géographique de la wilaya de Sidi Bel Abbès (WEB MASTER 3)

La wilaya appartient à l'étage bioclimatique méditerranéen, semi-aride à influence continentale. D'une manière générale la wilaya se distingue par un climat humide et froid en hiver, sec et chaud en été, printemps et automne de courte durée.

Le territoire de la wilaya est couvert à près de 60% par l'amont du bassin de la Macta, à 40% par le Chott-Chergui, ainsi que par la proximité du bassin de la Tafna, ce qui lui confère une position privilégiée pouvant bénéficier d'une part des ressources en eaux mobilisées.

En matière de ressources, l'avantage de disposer d'un nombre important de nappes et d'aquifères, bien réparties spatialement, au niveau de la wilaya, a représenté un atout, mais dont les facilités d'accès, l'absence d'une gestion rigoureuse et d'une bonne connaissance et évaluation ont fini par fragiliser ce capital naturel stratégique (**DGF, SBA, 2016**).

I.1.2- Relief :

Le relief peut être décomposé en trois ensembles naturels physiques distincts :

- **Les zones de montagne :**

Elles couvrent une superficie totale de l'ordre de 2.250,37 km², soit 24,59% de la wilaya. Elles occupent au Nord, les monts de Tassela, de Beni Chougrane sur environ 864,20 km² et la partie centrale de la wilaya par les monts de Dhaya environ 1.386,16 km² (**DGF, SBA, 2016**).

- **Les zones de plaine :**

Couvrent une superficie totale de l'ordre de 3.239,44 km², soit 35,40% de l'espace wilaya. Elles sont représentées par la plaine de Sidi Bel Abbès environ 2.102,85 km² dont l'altitude varie entre 400 à 800 m, et les hautes plaines de Telagh d'environ 1.136,59 km² dont l'altitude varie de 400 à 1000 m (**DGF, SBA, 2016**).

- **Les zones steppiques :**

Elles constituent le Sud de la wilaya, et occupent une superficie totale de l'ordre de 3.660,82 km², soit 40% de l'espace wilaya, dont l'altitude varie de 1000 à 1400 m (**DGF, SBA, 2016**).

I.1.3- Démographie :

D'après les données de la direction de la programmation et du suivi budgétaire de la wilaya de Sidi Bel Abbès, la population de la wilaya est estimée à 697.524 habitants année 2014, avec un taux de croissance d'environ 1,5%. Elle se trouve concentrée en grande partie dans le

Nord-Ouest, avec une superficie de 915.063 km², la densité de la wilaya est de 68 Hab/km² (DPSB, SBA, 2016).

I.1.4- Climat et bioclimat :

La région de Sidi Bel Abbes par sa position géographique est soumise aux conditions climatiques du type continental, et aux faibles influences maritimes. Son climat se définit par une période chaude sèche et une période fraîche, où prédominent le climat de type méditerranéen, par son régime de la pluie très contrasté (ONM, SBA, 2017).

La wilaya appartient à l'étage bioclimatique méditerranéen, semi-aride à influence continentale. D'une manière générale, la wilaya se distingue par un climat humide et froid en hiver, sec et chaud en été, printemps et automne de courte durée (ONM, SBA, 2017).

La température moyenne en hiver est de 14 à 15 °C avec un minimum de 2°C, la différence entre l'été et l'hiver atteint les 20°C. Le sirocco souffle dès le mois de mars avec une plus grande intensité durant les mois de juillet et août, l'évaporation en moyenne est de jours par an. Au cours de ces dernières années, il a été enregistré par an à Tassela 16 jours et Sfisef et Ras El Ma 21 jours (ONM, SBA, 2017).

I.1.5- L'hydraulique :

La wilaya de Sidi Bel Abbes recèle plusieurs ressources superficielles et souterraines dans ce domaine.

Les premières sont représentées par les Oueds de la région dont les plus importants sont le bassin d'oued Makerra qui prend sa source au niveau la commune de Ras El Ma et le bassin supérieur d'Oued El Hammam qui renferme les affluents des Oueds de Sefioune et Tenira.

Quant aux ressources souterraines, les études hydrogéologiques les localisent au niveau des sources (d'Ain Skhouna, Ain Mekhreg) au niveau du bassin de Tenira (unité de Chott Melghir) et la nappe des hauts plateaux de Chott Cherghi. Ce dernier situé à l'extrême sud de la wilaya alimente les wilayas limitrophes alors que son apport pour la wilaya de Sidi Bel Abbes reste limité (ANDI, 2013).

*** Les barrages :**

Les eaux de surface elles concernent les eaux du barrage Sarno, du petit barrage d'écêtement dans la commune de Tabia, de 11 retenues collinaires et de six sources.

Pour l'alimentation en eau potable, la wilaya de Sidi Bel Abbès reste tributaire des transferts d'eau des barrages extra wilaya : barrage Sidi Abdelli, barrage Bou Hanifia et barrage Chourfa.

Tableau n° 2 : les barrages exploités par la wilaya de Sidi Bel Abbès.

Barrage	Localisation Du barrage	Capacité du barrage	Volume disponible (Hm ³)	Apport moyen annuelle (Hm ³)
Sidi Abdelli	Tlemcen	110	82.77	61
Bou Hanifia	Mascara	75	50.31	38.8
Chourfa	Mascara	70	28.11	30
Sarno	Sidi Bel Abbès	22	6	10

I.1.6- Les précipitations :

Dans la wilaya de Sidi Bel Abbès, les précipitations se caractérisent par une répartition irrégulière tout au long de l'année.

En effet, la pluviométrie va en régressant du Nord vers le Sud :

-300 à 400 mm de pluie par an dans le Nord de Tassela et plaine de Sidi Bel Abbès.

-150 à 200 mm de pluviométrie dans les hautes plaines.

-100 à 150 mm de pluies annuelles dans les zones steppiques **(DPAT, SBA, 2016)**.

I.1.7- L'humidité :

L'humidité mesure la quantité de vapeur d'eau présente dans l'air.

D'après les données de la station de Sidi Bel Abbès, on constate que l'humidité mensuelle est maximale en hiver et en automne et minimale en été.

I.1.8- L'évaporation :

L'évaporation est la restitution de l'eau à l'atmosphère sous forme de vapeur, à partir des sols et des nappes libres.

I.1.9- La température :

La température représente un facteur important dans la détermination des types de climat d'une région. Cette température est caractérisée par des observations moyennes minimales et maximales, reflétant ainsi les fluctuations annuelles et saisonnières des précipitations (**DPAT, 2016**).

D'après l'**ONM(2016)** : les températures moyennes minimales sont comprises entre au 3,77°C mois de Janvier et 17,54°C au mois d'Aout, et les températures moyennes maximales varient entre 5,62°C au mois de Février et 18,4°C au mois de Juillet.

I.1.10- Le vent :

Les vents à l'intérieur de la wilaya sont faibles et modérés (**ONM, SBA, 2017**).

I.2- Présentation de l'Office National de l'Assainissement :

Placé sous la tutelle du ministère des ressources en eau (MRE), l'Office National de l'Assainissement (ONA) est un établissement public national à caractère industriel et commercial (E.P.I.C), créé par décret exécutif n°01-102 du 21 Avril 2001.

L'Office est chargé de la gestion, l'exploitation et de la maintenance des ouvrages et infrastructures d'assainissement, assurant notamment les missions de :

- Protection et de sauvegarde des ressources et de l'environnement hydrique
- lutte contre les sources de pollution hydrique
- Préservation de la santé publique
- Proposer au ministère de tutelle les mesures d'encouragement de l'état ou les incitations à caractère technique ou financier dans le domaine de l'assainissement
- Entreprendre toutes actions de sensibilisation, d'éducation, de formation ou d'étude et de recherche dans le domaine de la lutte contre la pollution hydrique.
- Prendre en charge, éventuellement, les installations d'évacuation des eaux pluviales dans ses zones d'intervention pour le compte des collectivités locales.

- Réaliser des projets nouveaux financés par l'état ou les collectivités locales.
- Etablir le cadastre des infrastructures de l'assainissement et en assurer sa mise à jour.
- Elaborer les schémas directeurs de développement des infrastructures d'assainissement relevant de son domaine d'activité.
- Elaborer et mettre en œuvre la politique de promotion des sous-produits de l'assainissement (ONA, 2012).

I.3- Système d'assainissement de SIDI BEL ABBES :

Sidi Bel Abbes est une ville de l'ouest du pays, située à 80km de la wilaya d'Oran et à 100 km de la wilaya de Saida, à 90 km de la wilaya de Mascara et à 90 km de la wilaya de Tlemcen. Cette wilaya compte plus 604744 habitants.

Le système de management environnemental est mis en place au niveau de :

- La STEP, située dans la zone nord-ouest de la ville de Sidi Bel Abbes, sa capacité est de 220 000 Eq/hab. Elle a été conçue dans le but de protéger l'oued de Makerra-Barrage Chorfa
- La Station de Relevage de Sidi Djilali
- Le Réseau d'assainissement (ONA, 2012).

I.4- Présentation de la station d'épuration de la ville de Sidi Bel Abbés :

La station d'épuration est localisée au nord-est du territoire de la commune à environ 4km de la ville de Sidi Bel Abbes à droite de la route nationale n°13 en allant vers la wilaya d'Oran. Le terrain est délimité au nord par un champ, au sud par un verger, à l'ouest par la cité du Rocher et à l'est par l'Oued Makerra.

La station d'épuration de la ville de Sidi Bel Abbes devra traiter un volume de 28.000 m³ d'eaux usées provenant des différents rejets de la ville. Cependant elle ne reçoit que 8.000 m³ à 10.000 m³ quotidiennement soit un taux de 30%. Les eaux épurées sont déversées vers l'Oued Makerra (ONA, 2008).



Figure n°4 : Vue satellitaire de la STEP de la ville de SBA (Google Earth)



Figure n°5 : La station d'épuration de SBA (ONA, SBA, 2017).

I.4.1- Caractéristique de la STEP :

- La capacité de la STEP est de 220.000 Eq/hab.
- Débit journalier de 28000 m³ /jour.
- Procédés d'épuration : boues activées à moyenne charge.

Sur le plan juridique, la station d'épuration des eaux usées (rejetées) est une unité sous la direction de l'ONA qui a été créé par décret exécutif n°01-102, du 21/04/2001, sous tutelle de ministère des ressources en eau (MRE), la STEP-ONA a élaboré deux lois très importantes :

- La loi relative à la protection de l'environnement n°83-03, qui traite spécifiquement de la protection contre la pollution de l'eau.
- Le code des eaux aux termes de la loi n°83-17, revu, modifié et complété en 1996, aux termes de la loi n°96-13, le code susmentionné, comprend plusieurs articles relatif aux rejets des eaux usées, ainsi qu'à la réutilisation des eaux usées dans l'agriculture et l'industrie.

D'autres lois et décrets, traitant de la pollution et de la protection des ressources en eau sont promulgués parmi lesquels on cite :

- Décret n°90-78 de 1990, qui précise la condition et les modalités pour la mise en œuvre des études d'impact sur l'environnement.
- Décret n°93-163 de 1993, relatif à l'élaboration d'inventaire sur le degré de pollution dans des eaux de surface. Ce décret comprend la liste des paramètres à inclure dans l'inventaire sans préciser les concentrations limites pour ces paramètres (**BEN SAIDI, 2013**).

I.4.2- Le but de la station d'épuration de Sidi Bel Abbes :

L'objectif de la station d'épuration n'est pas de rendre l'eau potable mais acceptable par la nature la réalisation du grand projet de traitement et de réutilisation des eaux usées de la ville de Sidi Bel Abbes s'inscrit dans le cadre de la gestion intégrée des ressources en eau, la protection de l'environnement, la rationalisation et l'économie des richesses en général parmi ces objectifs on cite :

- **Objectif environnemental :**

- Élimination des rejets dans le milieu naturel d'eau usée à l'état brute.

- Sauvegarde des ressources en eau.

- Amélioration des conditions sanitaires des citoyens.

- **Gestion des ressources en eau :**

- Économie de l'eau par l'usage d'une ressource alternative.

- Sauvegarde des ressources en eau conventionnelles.

-Protection des ressources contre la pollution (**ELALAOUI & TAOUSSI, 2013**).

I.5-Principe de l'épuration des eaux usées :

L'épuration des eaux usées repose sur le même principe que l'épuration naturelle. Il s'agit d'éliminer les éléments polluants et de restituer au milieu naturel une eau qui est loin d'être pure mais qui y apporte le moindre danger possible (**MEINEK, 1997**).

Les techniques d'épuration sont donc pratiquement toutes constituées par des techniques de séparation, soit par voie physique, par voie chimique ou par voie biologique, accompagnées des transformations nécessaires pour faciliter cette séparation (**EDELIN, 1998**).

I.6- Fonctionnement d'une station d'épuration :

L'objectif d'une station d'épuration est de concentrer la pollution, contenue dans les eaux usées, sous la forme d'un petit volume de résidu « les boues » et de rejeter une eau épurée, répondant à des normes bien précises (**ADE, 1992**). Les eaux usées qui sont d'origine urbaine nécessitent un traitement avant tout rejet dans le milieu récepteur (fleuve ou eau marines littorales), cela afin d'éviter que les effluents pollués en provoquent pas la destruction totale varier par le degré de dépollution, en règle générale, il est possible de distinguer en première approximation des unités réalisant les traitements primaires, secondaires et tertiaires (**RAMADE, 1998**).

I.7- Généralité sur l'assainissement :

L'assainissement de l'eau constitue l'ensemble des dispositions relatives à l'évacuation des déchets liquides d'une agglomération et à leur traitement, de manière à ce qu'ils ne puissent provoquer aucune nuisance pour l'hygiène publique.

La méthode d'évacuation des eaux usées tiennent compte, aussi bien de la quantité des déchets liquides à évacuer, que des moyens disponibles pour leur collecte et leur traitement, avant leur évacuation vers le milieu naturel (**BOUZIANI, 2000**).

La wilaya de Sidi Bel Abbes contient trois stations d'épuration : Ras El Ma, Sidi Bel Abbes, Moulay slissen.

Le taux de raccordement moyen des habitations au réseau d'assainissement est estimé à 80% totalisant une longueur de 620 km. Ce taux semble assez élevé au regard de déversement dans la nature des eaux usées, l'oued Makerra qui traverse le chef-lieu de la

wilaya reçoit des eaux usées de 47 rejets répartis sur toute sa longueur. Les rejets quotidiens d'eau usée domestique sont évalués près de 3000 m³/j, seule une partie est pompée vers la station d'épuration de la ville de Sidi Bel Abbes, l'autre est déversé dans l'Oued Makerra a tous le réseau connaît des problèmes d'évacuation engendrés par le faible débit et la faiblesse de diamètre utilisé (ONA, SBA, 2016).

Données de base de la station d'épuration de la ville de Sidi Bel Abbes (ONA, SBA, 2016)

Type de réseau : Unitaire.

Nature des eaux brutes : Domestiques.

Population raccordée : 220000 equ/hab.

Débit journalière : 280000 m³/j.

DBO₅ journalière : 11880 kg/j.

Matière en suspension : 15400 kg/j.

Tableau n°3 : Principales sources de rejet de la wilaya de Sidi Bel Abbes (ONA, SBA, 2016).

Sources	Rejet annuels en m ³
Fromagerie	547
Abattoir	156
Abattage clandestin	312
Réseau assainissement	13500
Oued Makerra	15000
Gi plait	50000
Station de service	12000
Eaux de la zone industrielle	154000
Rejets des eaux usées	780000

I.8- Mécanismes de fonctionnement :

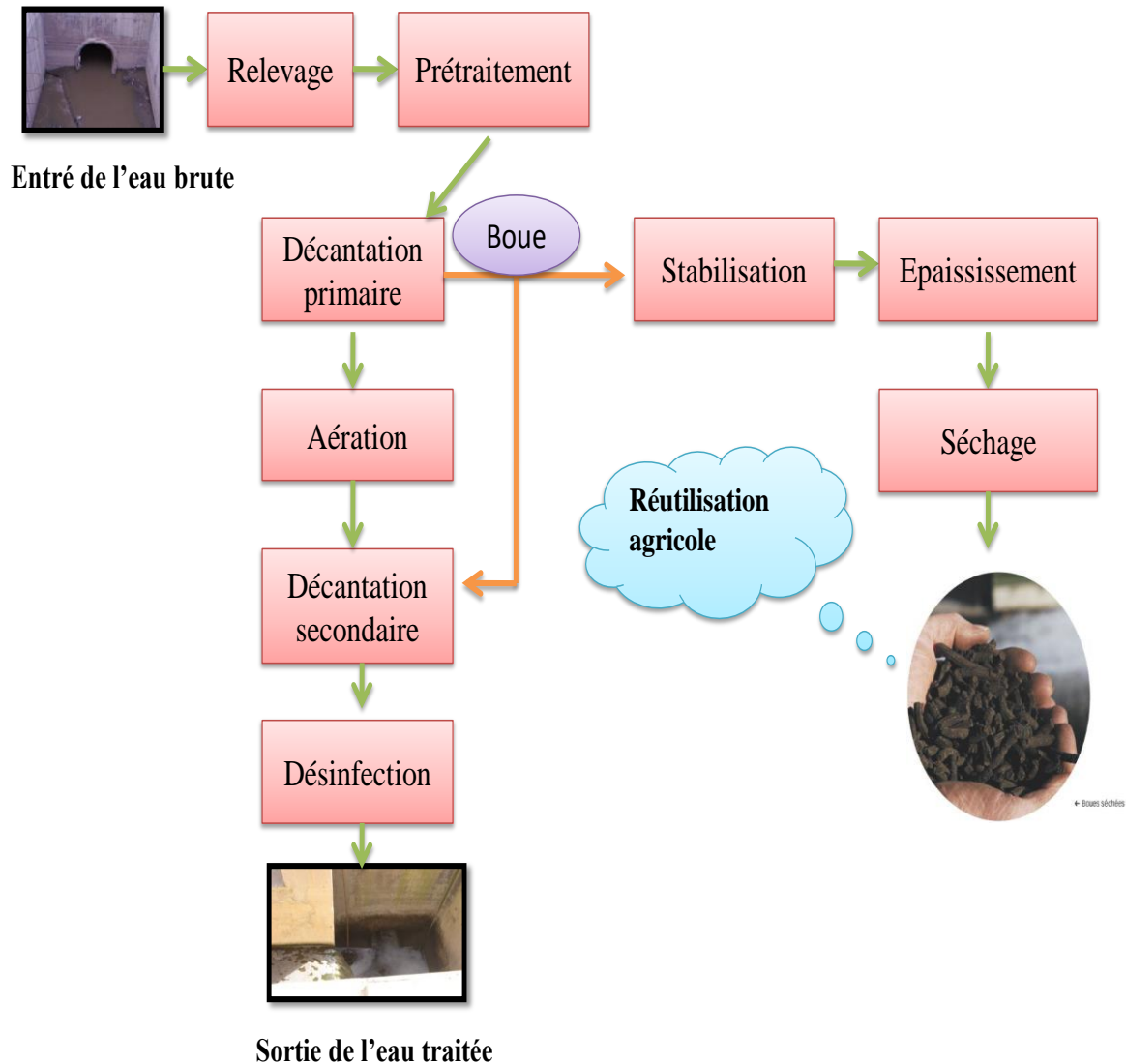


Figure n°6 : Schéma des procédés de traitement des eaux usées dans la STEP de SBA (ONA, 2021)

I.9-Les étapes de traitement des eaux usées :

I.9.1- Le relevage :

Le transport des eaux usées dans les collecteurs se fait généralement par gravité, sous l'effet de leur poids. Une station de relèvement permet d'acheminer les eaux dans la station d'épuration lorsque ces dernières arrivent à un niveau plus bas que les installations de dépollution, cette opération de relèvement des eaux s'effectue grâce à des pompes submersibles ou à vis d'Archimède (TIFRIT, 2011).

- La station est équipée de quatre(04) pompes de type submersible monocanal :
 - ✓ Deux pompes avec un débit de 555.68 m³/h.
 - ✓ Deux pompes avec un débit de 369.4 m³/h. (STEP, SBA, 2017).



Figure n°7 : Déversoir d'orage submersible (ONA, SBA, 2021)



Figure n°8 : le relevage par des pompes submersibles (ONA, SBA, 2021)

I.9.2- Prétraitement :

Les dispositifs de prétraitement sont présent dans toutes les stations d'«épuration, quels que soient les procédés mis en œuvre à l'aval. Ils ont pour but d'éliminer les éléments solides ou particulaires les plus grossiers, susceptibles de gêner les traitements ultérieurs ou d'endommager les équipements : déchets volumineux (dégrillage) sable (dessablage) et corps gras (dégraissage-déshuilage) (TIFRIT, 2011).

I.9.2.1- Dégrillage :

Les gros déchets sont tout d'abord éliminés par une grille grossière à nettoyage manuel (1unité) qui est constitué de barreaux espacés de 50mm, suivi ensuite par une grille fine mécanisée (2 unités) qui est constitué de barreaux espacés de 20mm (STEP, SBA, 2017).



Figure n° 9 : Les deux dégrilleurs automatiques et un dégrilleur manuel (ONA SBA, 2021).

I.9.2.2-Le dessablage :

Réalisé par décantation, le dessablage vise à éliminer les sables et les graviers.

L'écoulement de l'eau à une vitesse réduite dans un bassin appelé « dessableur » entraîne leur dépôt au fond de l'ouvrage. Ces particules sont ensuite aspirées par une pompe.

Les sables récupérés sont essorés, puis lavés avant d'être envoyés en décharge, soit réutilisés, selon la qualité du lavage (TIFRIT, 2001).



Figure n° 10 : Bassin de dessablage en cours de vidange (ONA, SBA, 2021).

I.9 .2.3- Le dégraissage-déshuilage :

Les opérations dégraissage-déshuilage consistent à séparer de l'effluent brut, les huiles et les graisses par flottation. Ces derniers étant des produits de densité légèrement inférieure à l'eau. L'injection des micros-bulle d'air permet d'accélérer la flottation des graisses.

Souvent ces opérations sont combinées dans un même ouvrage où la réduction de vitesse dépose les sables et laisse flotter les graisses. On enlève ainsi de l'eau les éléments grossiers et les sables de dimension supérieure à 200 microns ainsi que 80 à 90% des graisses et matières flottantes (soit 30% à 40% des graisses totales) (ONA, SBA, 2017).



Figure n° 11 : Vue latérale du racleur de surface (ONA, SBA, 2021).

I.9.3- Les traitements primaires et physico-chimiques :

Après les prétraitements, il reste dans l'eau une charge polluante dissoute et des matières en suspension. Les traitements primaires ne partent que sur les matières décantables (décantation primaire).

Les traitements physico-chimiques permettent d'agglomérer ces particules par adjonction d'agents coagulants et flocculant (sels de fer ou d'alumine, chaux).

Les amas de particules ainsi forés, ou floccs, peuvent être séparés de l'eau par décantation ou par flottation. Les stations physico-chimiques, sont adaptées aux contextes touristiques saisonniers où les variations de charge peuvent être très brutales sur une courte période.

Ces traitements (qui ne s'imposent que dans certaines filières de traitements) permettent d'enlever jusqu'à 90% des matières en suspension et réduisent approximativement de 30% la DCO (AMARI, 2011).



Figure n° 12 : Le décanteur primaire (ONA, 2021)

Tableau n°4 : Les dimensions de décanteur primaire (ONA SBA, 2017)

Diamètre	24 m
Hauteur d'eau	3 m
Volume	1397 m ³
Longueur du déversoir	69,12 m
Pente de fond	1/10

I.9.4- Les traitements secondaires :

Les traitements secondaires recouvrent les techniques d'élimination des matières polluantes solubles (carbone, azote et phosphore). Dans la majorité des cas, l'élimination des pollutions carbonée et azotée s'appuie sur des procédés de nature biologique. Les procédés membranaires combinent quant à ceux des procédés biologiques et physiques.

Les eaux prétraitées arrivent dans un chenal de répartition aboutissant en tête des bassins de dénitrification. Les vis d'Archimède localisées à l'aval de chaque bassin d'aération renvoient en tête de la cellule de dénitrification la liqueur mixte qui est maintenue dans un régime turbulent par le système d'aération.



Figure n°13 : Les vis d'Archimède (ONA, SBA, 2021)

Au niveau des bassins d'aération, le brassage et l'oxygénation de la liqueur mixte sont assurés par des aérateurs de surface à rotation lente installée sur des passerelles. Cette disposition assure une grande d'accès aux aérateurs. La liqueur mixte est évacuée dans une goulotte de collecte via une lame de débordement et cloison siphonide réalisée en béton, vers les décanteurs. Le temps de séjour dans le bassin d'aération est de 12heures.

Tableau n°5 : les dimensions de bassin d'aération (ONA SBA, 2016)

Volume	336.74
Forme rectangulaire	49.5*16.5
Hauteur d'eau	4.82 m
Hauteur béton	5.82 m



Figure n° 14 : Bassin d'aération (ONA, SBA, 2021)

I.9.5- La clarification et le rejet des effluents :

A l'issue des traitements une ultime décantation permet de séparer l'eau épurée et les boues ou les résidus secondaires produit par la dégradation des matières organiques (BOULANOUAR, 2013).

Le décanteur secondaire est muni d'un racleur de surface (récupération des flottants) et d'un racleur de fond (concentration des boues décantées vers le centre de l'ouvrage).



Figure n° 15 : Décanteur secondaire (ONA, SBA, 2021).

I.9.6- La désinfection :

Les eaux usées domestiques (eaux vannes et ménagères) et les eaux de ruissellement urbain, contiennent tous les agents susceptibles de déclencher des maladies transmissibles (MTH) sont les micro-organismes pathogènes qui se distribuent dans les classes génériques ci-après :

- Bactéries (Salmonella, Pseudomonas).
- Virus (Entérovirus, Réovirus...).
- Parasites (Protozoaires, Champignons et levures)

La désinfection des eaux traitées consiste à détruire les germes pathogènes de l'effluent ; elle s'effectue à partir de chlore introduit dans une cuve en béton de 700m³ de capacité.

Le temps de contact est donc supérieur à 30min au débit moyen.

Mais au niveau de la STEP de SBA, on ne recourt pas à la chloration parce que les eaux épurées sont directement rejetées dans l'Oued Makerra et ne sont pas réutilisées dans le domaine agricole.

Une partie de ces eaux épurées est récupérée pour les eaux de service c'est-à-dire pour l'irrigation de la station ou encore pour bouche d'incendie en cas d'incendie (ONA, SBA, 2016).



Figure n° 16 : Bassin de chloration (ONA, SBA, 2021).

Les traitements usuels abattent partiellement les teneurs en ces agents, d'où la nécessité de désinfecter ces eaux avant leur rejet. Une désinfection n'a de sens que si l'eau est préalablement bien épurée et clarifiée.

Il existe plusieurs moyens pour désinfecter les eaux usées, mais en pratique les seuls couramment utilisées aujourd'hui sont la chloration, l'ozonation, le rayonnement ultraviolet et le lagunage. Dans la STEP de la ville de Sidi Bel Abbès, la désinfection se fait par la collecte des eaux issues du traitement secondaires (biologiques) dans un grand bassin dit « bassin de chloration » le chlore c'est un agent antiseptique qui va inhiber la multiplication des microbes et provoquer leur morts (ONA, SBA, 2017).



Figure n° 17 : La sortie des eaux épurées de la STEP vers l'Oued Makerra (ONA, SBA, 2021).

I.10- Le traitement biologique des eaux usées :

Le traitement des eaux usées dans les stations de traitement biologique et d'épuration fait appel à différentes techniques : soit par la culture fixe ou la culture libre, cette dernière se fait par lagunage ou boues activées.

I.10.1- Culture fixe/lit fixe :

Une station est dite à culture fixe quand elle contient au sein de son bioréacteur des supports solides où les micro-organismes responsables du traitement des eaux et qui sont fixés. Le support bactérien est un lit fixé en mouvement.

Le Lit Bactérien est un procédé de traitement biologique des effluents (eaux à traiter) basé sur le principe de la culture fixée qui peut s'intégrer en amont d'un système de Rhizofiltration (**WEB MASTER 4**).

Ce lit est sous forme de disques partiellement immergés et équipés d'un axe de rotation en leur centre. La rotation est faite par l'intermédiaire d'un moteur électrique, elle permet aux micro-organismes d'être cycliquement immergés dans les eaux à traiter, exposés à l'oxygène atmosphérique, permettent ainsi d'assurer les conditions nécessaires à leur développement. La transmission peut se réaliser par une courroie ou une chaîne, l'existence d'un moteur entraîne une consommation électrique et des risques de panne (**EL ALAOUI et TAOUSSI, 2013**).

I.10.2- Culture libre :

Les dispositifs à culture libre permettent d'assurer le traitement des eaux usées suivant le principe d'une dégradation aérobie (avec oxygène) des eaux usées par des micro-organismes en culture libre (bactéries).

Les stations agissent par une oxygénation forcée qui développe de manière importante des bactéries aérobies. Ces micro-organismes dégradent les matières polluantes de l'eau. Le système d'aération est généré par un compresseur, un compresseur ou turbine (**EL ALAOUI et TAOUSSI, 2013**).

I.10.2.1- Lagunage :

Une station de lagunage est une succession de trois bassins de rétention peu profonds dans lesquels l'eau s'écoule lentement par gravité. Dans chacun de ces bassins, stagne une tranche d'eau où évolue un écosystème particulier.

Les eaux usées collectées par les égouts sont acheminées vers le lagunage.

Avant de se déverser dans le premier bassin, les eaux sont débarrassées de gros objets, des sables et des graviers, des huiles et des graisses.

Arrivées dans le bassin, les matières organiques vont se séparer en deux catégories :

-Celles qui vont se déposer au fond du bassin et qui seront traitées par des bactéries de fond.

-Celles qui resteront en suspension dans l'eau et qui seront traitées par des bactéries de pleine eau.

La digestion par les premières bactéries produit des sels nutritifs et de gaz de digestion (méthane, hydrogène sulfuré). Les sels nutritifs restent sur place et les gaz s'évaporent. Quant aux secondes ondes bactéries, elles produisent des sels minéraux et du gaz carbonique.

Dans le deuxième bassin, l'eau arrive chargée de bactéries de pleine eau. Productrices de gaz carbonique et des sels minéraux. Les sels minéraux et gaz carbonique rencontrent de minuscules algues qu'ils nourrissent sous l'action du soleil. Il se dégage alors de l'oxygène qui favorise la multiplication des algues.

Le troisième bassin accueille le reste des bactéries de pleine eau, des sels minéraux restant et les minuscules algues. Ce milieu est favorable au développement de la faune bactérienne, et utilise l'oxygène produit par celles-ci (**EL ALAOUI et TAOUSSI, 2013**).

I.10.2.2- Boues activées :

Les boues activées sont utilisées comme épurateur biologique dans le traitement des eaux usées. La boue activée, composée essentiellement de micro-organisme flocculant, est mélangée avec de l'oxygène dissous et de l'eau usées. C'est ainsi que les micro-organismes de la boue activée entrent constamment en contact avec les polluants organique des eaux résiduaire, ainsi qu'avec l'oxygène et sont maintenus en suspension. L'aération des eaux résiduaires a lieu dans des bassins en béton qui ont une forme appropriée en fonction du système d'aération, du mode d'introduction des eaux et de la boue activée. On appelle ces basins : -Bassin d'aération ou bassin à boue activée.

À fin de maintenir une biomasse suffisante, la boue est recyclées par pompage dans le bassin de décantation secondaire (**EL ALAOUI et TAOUSSI, 2013**).

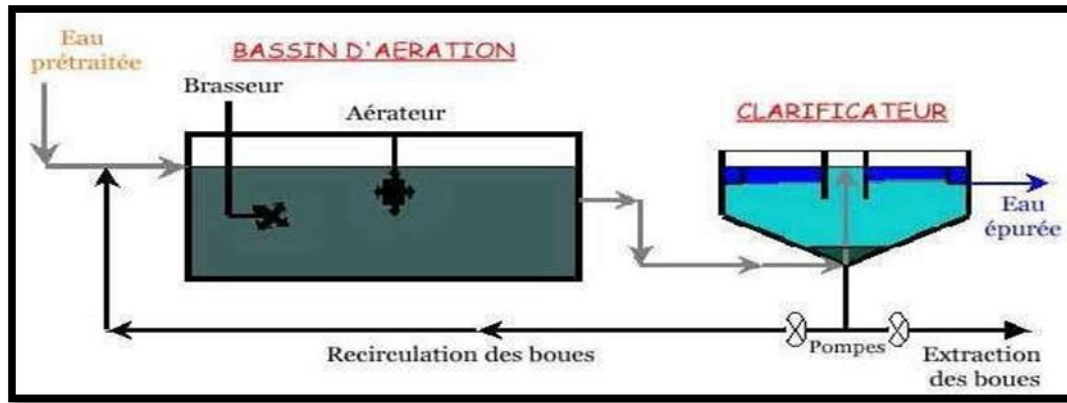


Figure n° 18 : Schéma de traitement des eaux usées par boues activées.

I.11- Traitement des boues :

I.11.1-La stabilisation :

C'est un processus qui permet de stabiliser les boues fraîches c'est -à-dire, les boues primaires et les boues secondaires en excès produites au niveau de l'épuration biologique des eaux. La stabilisation des boues est assurée par le procédé suivant :

- **Stabilisation aérobie** : elle est mise en œuvre dans les ouvrages ouverts à l'air libre.

Les stabilisations aérobies sont composées d'une ou plusieurs cellules. Dans ce dernier la Disposition cellulaire permet d'atteindre un taux de stabilisation plus élevé et plus homogène (STEP de SBA, 2012).

- **Stabilisation anaérobie** : la digestion des matières organiques est réalisée par les Bactéries anaérobies qui en absence d'oxygène, transforment les boues en gaz méthane (60% à 70%), en gaz carbonique (20% à 30%) et en azote (1% à 5%). L'opération s'effectue dans un digesteur, qui est une cuve fermée, équipée d'une installation de chauffage et d'un

Système d'agitation permanent (ONA, SBA, 2016).

I.11.2-Epaississement :

Les boues stabilisées sont dirigées vers l'épaississeur.

Les boues stabilisées sont pompées vers l'épaississeur ou elles sont introduites au centre de l'ouvrage dans une jupe de répartition. Les boues s'épaississent par l'action de la

Pesanteur et du mécanisme racleur équipé de herse facilitant le dégagement de l'eau en créant des "chemins" dans la masse de boue. L'eau ainsi séparée passe en sur verse dans une goulotte périphérique et retourne en tête de station pour y être réincorporée aux eaux brutes. Les boues épaisses sont reprises par pompage et expédiés soit vers les lits de séchage (STEP de SBA, 2015).

I.11.3-Séchage :

C'est une technique de déshydratation naturelle. Le système consiste à sécher les boues à l'air libre sur des lits de séchage drainés. C'est un procédé simple mais nécessitant une importance main d'œuvre et une grande surface de terrain.

Dans la station de SBA, il y a 24 lits de séchage, chaque lit est équipé d'une vanne d'alimentation à passage direct (STEP de SBA, 2015).



Figure n°19 : Les lits de séchage (ONA, SBA, 2021).

CHAPITRE II :

Matériels et méthodes

- **Matériels et méthodes :**

Le travail repose sur le contrôle précis de la qualité des eaux épurées dans la station d'épuration de la ville de Sidi Bel Abbès, les analyses physico-chimiques sont réalisées au niveau du laboratoire de la STEP.

II.1-Présentation du laboratoire de la STEP :

La STEP est équipée d'un laboratoire, processus spécifique au domaine de l'assainissement ; il regroupe deux personnels de laboratoire permettant de récolter les informations sur la nature des eaux usées et les eaux épurées à travers les analyses des paramètres.



Figure n° 20 : Laboratoire de la station d'épuration de la ville de SBA (ONA, SBA, 2021).

II.2-Mode opératoire de prélèvement :

II.2.1- Prélèvement :

Chaque heure de 8h à 16h deux échantillons de 200 ml sont prélevés le premier à l'entrée de la station (E), c'est une eau brute qui n'a pas subie de traitement.

Le deuxième échantillon est prélevé à la sortie (S) au niveau du bassin de clarification, c'est une eau épurée, une fois acheminé vers le laboratoire, c'est deux échantillons vont servir à l'analyse de (pH, T°) puis verser dans deux récipients appropriés pour former en fin de journée deux échantillons composites (E et S) sur lesquels seront réalisées les mesures de pH, T°, conductivité, turbidité et salinité, d'autre paramètres comme la couleur et l'odeur sont aussi de ter uni.

Chaque jour deux prélèvements de 1 L sont aussi prélevés des unités d'aération (unité 1 et unité 2) qui vont servir pour la détermination de l'indice de « MOHALMAN » et encore des prélèvements sont effectués dans la résurrection de bonne fraiche et le bassin de stabilisation et épaisseur et les lits de séchage (ONA, SBA, 2015).

II.2.2-Transport de prélèvement et conservation :

Le laboratoire supervise la station car grâce aux analyses effectués dans ce dernier les paramètres de pollutions sont déterminés, ainsi les responsables du laboratoire vont prendre des décisions au terrain (bien insuffisante ou en excès dans les bassins).

Les échantillons prélevés sont transportés et conservés dans des glacières spéciales pour le laboratoire.

II.2.3-Conditions de prélèvement :

Compte tenu de la diversité de la nature des eaux résiduaires que des systèmes de transfert et de dilution, il n'existe pas de technique de prélèvement satisfaisante en toutes circonstances. Il est essentiel d'obtenir des prélèvements représentatifs du rejet et du milieu récepteur. En fonction du but à atteindre, le prélèvement sera manuel instantané ou automatique en continu (RODIER et AL).

II.3-Matériels :

II.3.1-PH et température :

Ces deux paramètres sont mesurés chaque heure « 9h à 16h » pour les échantillons de 200ml (sortie et entrée) à l'aide d'un pH mètre de paillasse qui mesure aussi la température.

Pq : Unité de mesure.

II.3.2- La turbidité :

Le test est réalisé pour les échantillons composites en fin de journée (à 16h) à l'aide d'un appareil spéciale (turbidité mètre) ou remplit une cuvette de mesure avec 10ml d'échantillon toute en évitant la formation de bulles d'air lors de la fermeture. On place la cuvette dans l'appareil et on appuis sur (raide), le résultat s'affiche au sort de 30 sec.

Unité : NTU.

II.3.3- Conductivité :

Elle est mesurées pour les échantillons composites par un « conductivité – mètre » on prolonge la sonde de l'appareil dans un bécher qui contient l'échantillon et on lit directement le résultat.

II.3.4- Demande biochimique en oxygène (DBO5) :

Le DBO mètre à affichage numérique en lecture directe collecteur de données sur 5 jours. C'est un nanomètre électronique qui sert à viser directement sur le flacon à DBO avec affichage numérique, le DBO – mètre est placé dans l'enceinte DDBO où il sera maintenu à une température constante de 20° C sans lumière pendant 5 jours.

II.3.5- Demande chimique en oxygène DCO :

Le thermo réacteur permet de réaliser la digestion [0 – 1500 ppm pour l'eau brute (E) et 0 – 150 ppm pour l'eau épurée (S)].

La température est réglé à 150° C et on fait une incubation de l'échantillon pendant 120 min soit 2h. Après les 2h d'incubation on fait un refroidissement de 20 min puis on fait la lecture au spectrophotomètre.

Remarque : Longueur d'onde à 620 nm ___ Eau brute (E).

Longueur d'onde à 420 nm ___ Eau épurée (S).

II.3.6- Nitrate (NO₃-) :

- a. Remplir une éprouvette graduée bouchée avec 30 ml d'échantillon. Panatique F 25
- b. Ajouter le contenu d'un réactif (Nitrate 6) à l'éprouvette et agiter vigoureusement pendant 03 min.
- c. Laisser un temps de réactions de 2 minutes.

- d. Vider avec précaution 25 ml d'échantillon de l'éprouvette dans une cuvette colorimétrique propre.
- e. Ajouter le contenu d'une gélule de réactive Nitrater 3 à la cuvette (échantillon préparé).
- f. Laisser un temps de réaction de 10 minutes.
- g. Lire les résultats par spectrophotomètre.

II.3.7- Nitrite (NO₂⁻) :

- a. Remplir une cuvette avec 10ml d'échantillon.
- b. Ajouter le contenu d'une gélule de réactif nitrite 3 (I30) à la cuvette.
- c. Boucher un temps de réaction de 15 min.
- d. Lire les résultats par spectrophotomètre.

Norme :

- Nitrate 0 _____ 0.30
- Nitrite 0 _____ 0.30
- Phosphate 0 _____ 2.50 si dépasse 5 dilutions
- Azote Ammoniacal 0 _____ 3.22
- DCO _____ 90mg/l
- DBO5 : 30 g/l

Remarque : Nitrate dans la brute (E) moins concentration que l'eau épurée (s).

- Nitrite contraire de Nitrate.

II. 3.8- Azote ammoniacal (NH₄⁺) :

- a. Remplir une éprouvette graduée bouché avec 25ml d'échantillon.
- b. Ajouter 0 gouttes de stabilisant minéral et retourner plusieurs fois pour mélanger.
- c. Ajouter 03 gouttes d'alcool polyvinylique et retourner plusieurs fois pour mélanger.
- d. Pipeter 01ml de réactif de Nessler et retourner plusieurs fois pour mélanger.
- e. Laisser un temps de réaction de 1 minute.

f. Lire les résultats avec le spectrophotomètre.

II.3.9- Matières en suspension (MES) n'est pas réaliser eu niveau du laboratoire de STEP SBA.

II.3.10- Phosphate ortho (PO₄-3) :

- a. Remplir une cuvette avec 10 ml d'échantillon.
- b. Ajouter le contenu de réactif phosphate 3 à la cuvette.
- c. Agiter immédiatement pour mélanger.
- d. Laisser un temps de réaction de 02 minutes.
- e. Lire les résultats par spectrophotomètre.

CHAPITRE III :

Résultats et discussions

III.1-Introduction :

L'eau est salie après usage : si elle n'est pas traitée avant de rejoindre le milieu naturel, elle peut lui causer de graves dommages comme la destruction partielle ou totale de la faune et de la flore.

Alors, ce chapitre exprime les résultats finals après une série de 06 semaines d'analyses sur l'eau brute et épurée au bute de savoir l'efficacité du traitement au niveau de la STEP.

III.2-Paramètres de volume :

La STEP de SBA peut accueillir un volume d'eau maximum de 28000 (m³). Pendant toutes ces 06 semaines d'analyse au niveau du laboratoire, les bulletins hebdomadaires enregistrés par les eaux brutes sont entre 600 m³ et 27540 m³ qui s'approchent au même bulletin des eaux épurées qui sont compris entre 570 m³ et 26163 m³.

Tableau n° 6 : Le volume quotidien des eaux brutes pendant 06 semaines.

semaines jours	1 ^{ere} semaine	2 ^{eme} semaine	3 ^{eme} semaine	4 ^{eme} semaine	5 ^{eme} semaine	6 ^{eme} semaine
Dimanche	3210 m ³	27540 m ³	5760 m ³	3480 m ³	2790 m ³	6930 m ³
Lundi	7470 m ³	5580 m ³	17400 m ³	8430 m ³	3210 m ³	3240 m ³
Mardi	5550 m ³	12840 m ³	3810 m ³	10080 m ³	10230 m ³	6870 m ³
Mercredi	7080 m ³	4920 m ³	5460 m ³	3840 m ³	25800 m ³	26190 m ³
Jeudi	2280 m ³	18330 m ³	6570 m ³	600 m ³	1500 m ³	26580 m ³

Tableau n° 7 : Le volume quotidien des eaux épurées pendant 06 semaines.

Semaines jours	1ere semaine	2eme semaine	3eme semaine	4eme semaine	5eme semaine	6eme semaine
Dimanche	3049.5 m ³	26163 m ³	5472 m ³	3306 m ³	2650.5 m ³	6583.5 m ³
Lundi	7096.5 m ³	5301 m ³	16530 m ³	8008.5 m ³	3049.5 m ³	3078 m ³
Mardi	5272.5 m ³	12198 m ³	3619.5 m ³	9576 m ³	9718.5 m ³	6526.5 m ³
Mercredi	6726 m ³	4674 m ³	5187 m ³	3648 m ³	24510 m ³	24880.5 m ³
Jeudi	2166 m ³	17413.5 m ³	6241.5 m ³	570 m ³	1425 m ³	25251 m ³

On remarque que le taux de volume d'eau brute du 1er jour de la 2eme semaine qui a duré entre le 07mars 2021 et le 11 mars 2021 atteint presque le maximum (27540 m³) à cause peut être de la forte précipitation.

En revanche, il y a un taux de volume très bas dans le dernier jour de la 4^{eme} semaine entre le 21 mars 2021 et le 25 mars 2021 qui atteint 600 m³ cette diminution de volume est justifiée par l'utilisation du by-pass au cours des maintenances effectuées au niveau de la station d'épuration.

III.3-Paramètres organoleptiques :

III.3.1-Couleur :

A l'œil nue, il suffit d'observer la couleur de l'eau à la sortie pour comprendre qu'elle est moins claire (jaune claire) que l'eau brute (marron).

Ces observations indiquent qu'il y a une diminution de MES, après traitement ce qui confirme l'efficacité d'épuration au niveau de la station. Elle est conforme aux normes Algériennes de rejet (couleur clair).



Figure n° 21 : différence de couleurs entre l'eau brute et épurée.

III.3.2- Odeur :

L'eau brute (E) à une odeur désagréable, présence des produits chimiques et des matières organiques en décomposition donnée, une mauvaise odeur.

Dans ce cas, l'utilisation de masque avec filtre obligatoire pour l'examineur et préférable des lunettes spécialisées.

Paramètre	1 ^{er} semaine Du 28/02/2021 A 04/03/2021		2 ^{ème} semaine Du 07/03/2021 A 11/03/2021		3 ^{ème} semaine Du 14/03/2021 A 18/03/2021		4 ^{ème} semaine Du 21/03/2021 A 25/03/2021		5 ^{ème} semaine Du 28/03/2021 A 01/04/2021		6 ^{ème} semaine Du 04/04/2021 A 08/04/2021	
	E.B	E.E	E.B	E.E	E.B	E.E	E.B	E.E	E.B	E.E	E.B	E.E
Couleur	Marron	Jaune claire	Marron	Jaune claire	Marron	Jaune claire	Marron	Jaune claire	Marron	Jaune claire	Marron	Jaune claire
Odeur	Forte et désagréable	Aucune	Forte et désagréable	Aucune	Forte et désagréable	Aucune	Forte et désagréable	Aucune	Forte et désagréable	Aucune	Forte et désagréable	Aucune
pH	7.73	7.14	7.55	7.16	6.39	6.70	7.88	7.78	8.02	8.03	7.84	7.97
T° (°C)	15.87	16.02	14.68	14.74	17.31	17.14	15.78	16.03	18.56	18.51	19.95	19.58
MES (mg/l)	320	13	338	19	321	13	226	11	245	17	209	10
Turbidité NTU	177	20.27	230.33	36.94	216	35.68	185	22.18	123	39.76	158	20.44
DBO ₅ (mg/l)	246	18.6	335	7.90	364	06	542	30.10	/	/	239	80.10
DCO (mg/l)	627	29	865	28	826	61	932	73	/	/	640	19
NO ₂ ⁻ (mg/l)	0.19	0.57	0.22	0.56	0.21	0.57	0.28	0.57	/	/	0.18	0.55
NO ₃ ⁻ (mg/l)	0.35	1.11	0.02	0.56	0.41	1.1	0.56	1.09	/	/	0.34	1.07
PO ₄ ⁻ (mg/l)	3.13	8.73	4.46	6.69	4.88	4.95	2.34	4.45	/	/	7.98	8.37
NH ₄ ⁺ (mg/l)	105.26	12.20	132.09	3.23	60.77	24.89	90.40	17.12	/	/	69.72	38.26
O ₂ dissous (mg/l)	1.34	4.31	1.18	4.98	1.58	3.87	1.20	5.18	1.43	3.51	1.35	3.39

Tableau n° 08 : Les moyennes des résultats d'analyses physico-chimiques avant et après l'épuration pendant six semaines.

III.4-Paramètres physicochimiques :

III.4.1-Le potentiel d'Hydrogène (pH) :

Le PH n'est pas un élément, mais une unité de mesure. Le potentiel d'hydrogène ou pH, indique en effet la concentration d'hydrogène dans un liquide et permet de mesurer le degré d'activité de l'ion hydrogène à l'intérieur de celui-ci. Le PH est un indicateur déterminant pour la santé.

Les valeurs moyennes hebdomadaires de l'eau brute comprise entre 6.39 et 8.02 ce qui indique l'influence des effluents d'origine urbaine.

Le pH de l'eau épurée moyennes hebdomadaires mesurées sont entre 6.70 et 8.03, elle est inférieure aux normes 8.50, on observe qu'il y a une légère différence entre le PH de l'eau épurée et celui de l'eau brute, on peut dire qu'elle est négligeable.

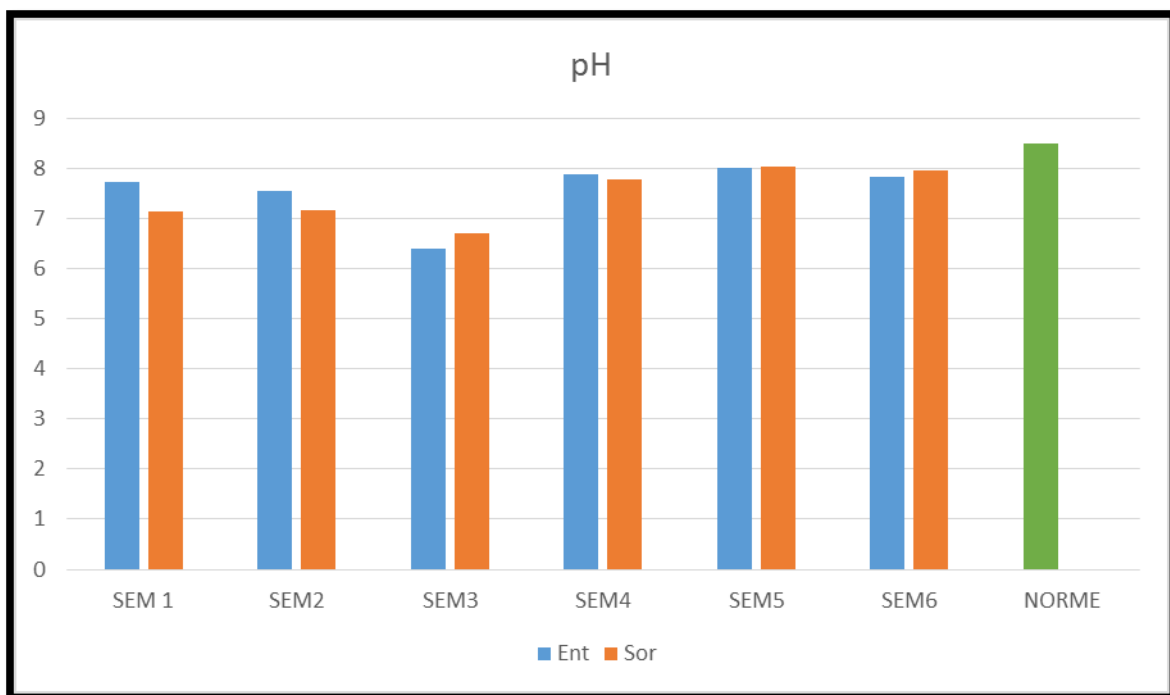


Figure n° 22 : comparaison graphique du pH entre l'eau brute et épurée avec les normes.

III.4.2-Température :

La température joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz. Elle conditionne les équilibres de dissociation et elle agit sur la conductivité électrique (EI MAROUFY, 1992).

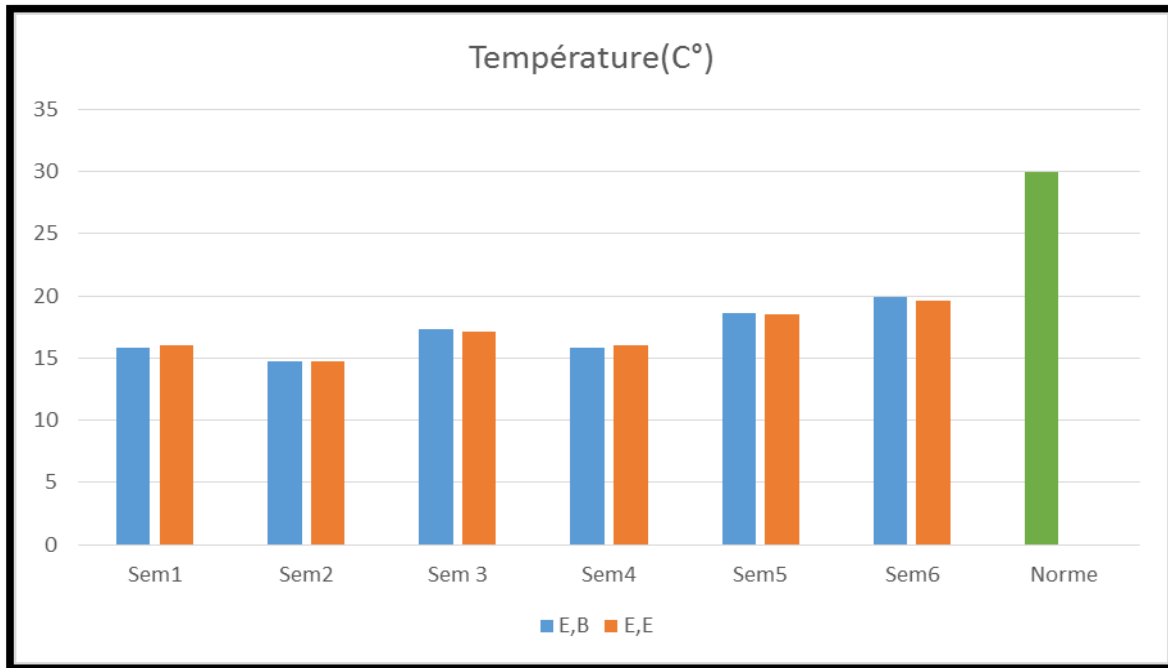


Figure n° 23 : comparaison graphique de la température entre l'eau épurée et brute avec les normes.

- Les valeurs des températures pour l'eau épurée sont comprises entre 14.74 et 19.58 C°.
- Les températures enregistrées à l'entrée de la station sont entre 14.68 et 19.95.
- Les conditions climatiques influencent les différentes valeurs mais elles sont favorables parce qu'elles restent en dessous de la norme à 30 C°.

III.4.3-Matières en suspensions :

Les particules fines en suspension dans une eau sont d'origine naturelle (les précipitations) ou industrielle (les rejets urbains).

La formation de sédiments et d'un écran empêche la bonne pénétration de la lumière qui finit à réduire la photosynthèse. Leur effet néfaste est mécanique.

Leur effet chimique présenté par la constitution d'une réserve de pollution, potentielle dans les sédiments.

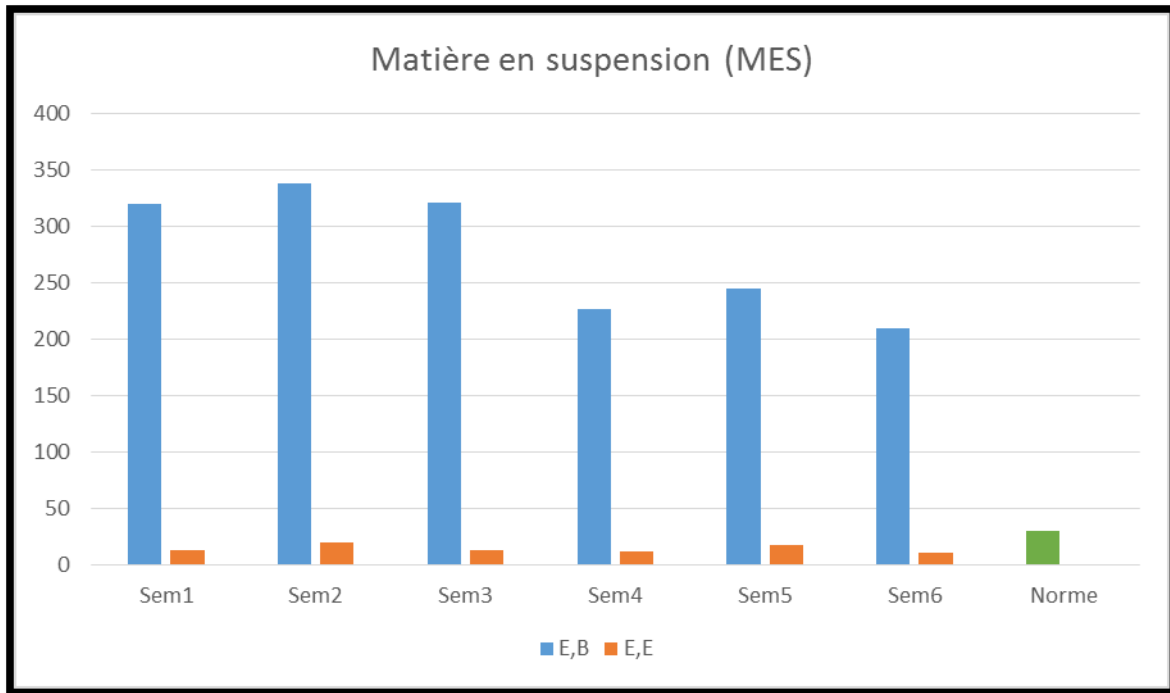


Figure n° 24 : comparaison des résultats de MES avec les normes.

Il est évident de voir cette énorme différence entre les valeurs obtenues des eaux épurées et eaux brutes, ces derniers varient entre 209 mg/l et 338 mg/l. tandis que l'eau épurée est entre 10 mg/l et 19 mg/l, en tous les cas, elles sont en dessous de la norme (30mg/l).

La diminution de la valeur du MES dans les eaux traitées est probablement due à l'élimination des particules par le dégrilleur ainsi que par le phénomène d'absorption de MES sur les floccs biologiques d'une part et de la bonne sédimentation au niveau du décanteur d'autre part. Ces mêmes constatations ont été faites par **(REJSEK, 2002)**.

III.4-Turbidité :

La turbidité d'une eau est due à la présence des matières en suspension finement divisées :

Argile, limons, grains de silice, matières organiques, etc.

L'appréciation de l'abondance de ces matières mesure en degré de turbidité **(JEMALI et KETAFI, 2002)**.

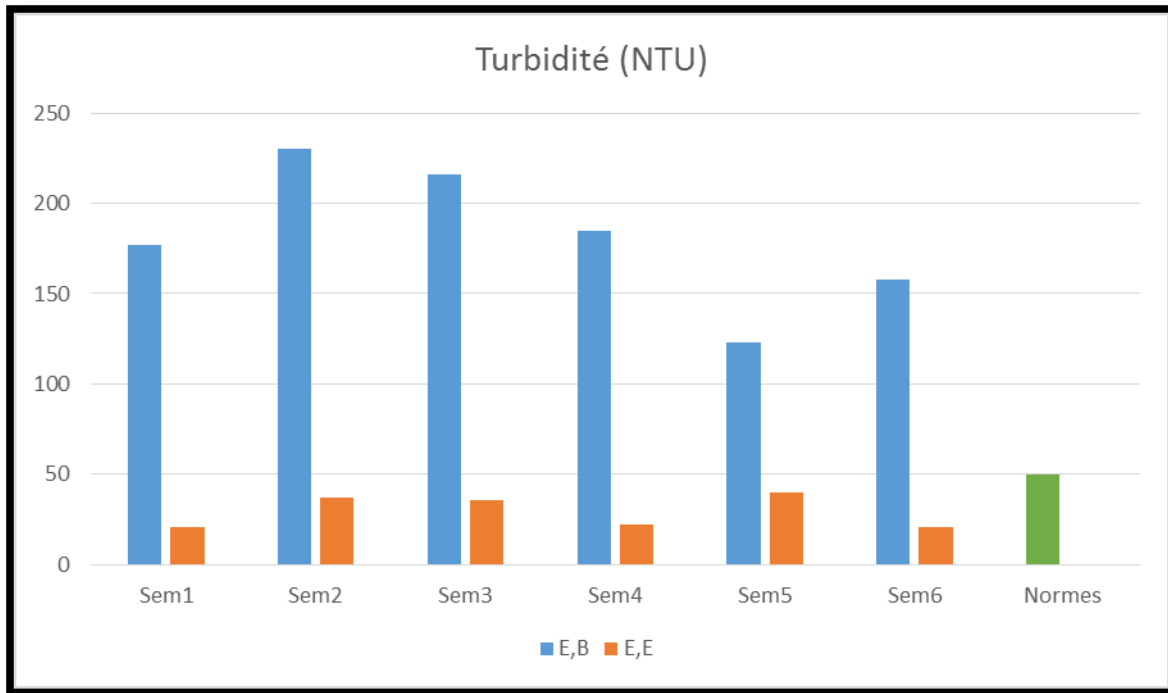


Figure n° 25 : Comparaison des résultats de turbidité avec les normes.

Il suffit de voir les résultats obtenues pour mieux comprendre, qu'il y a une différence majeure entre les eaux épurées qui varient entre 20.27 et 39 NTU et des eaux brutes dans l'intervalle qui sont entre 123 et 230.33 NTU.

Ces valeurs réduites de la turbidité dans les eaux traitées à cause de la bonne décantation des boues.

III.5-Paramètres de pollution :

III.5.1-Demande biologique en Oxygène :

La DBO5 est la quantité d'oxygène consommée par les bactéries à 20 C° à l'obscurité pendant 05 jours d'incubation d'un échantillon préalablementensemencé, temps qui assure l'oxydation biologique d'une fraction de matière organique carbonée (**BERNE et CORDONNIER, 1991**).

La détermination de la demande biochimique en oxygène est exigée dans les règlements suivants : Règlement sur les attestations d'assainissement en lieu industriel, règlement sur l'enfouissement et l'incinération des matières résiduelles, règlement sur l'évacuation et le traitement des eaux usées de résidences isolées et règlement sur les fabrications des pâtes et papiers.

Cette méthode est tirée de la méthode « 5-Day BOD tes » de standard méthodes for the examinassions of water and water wastewater.

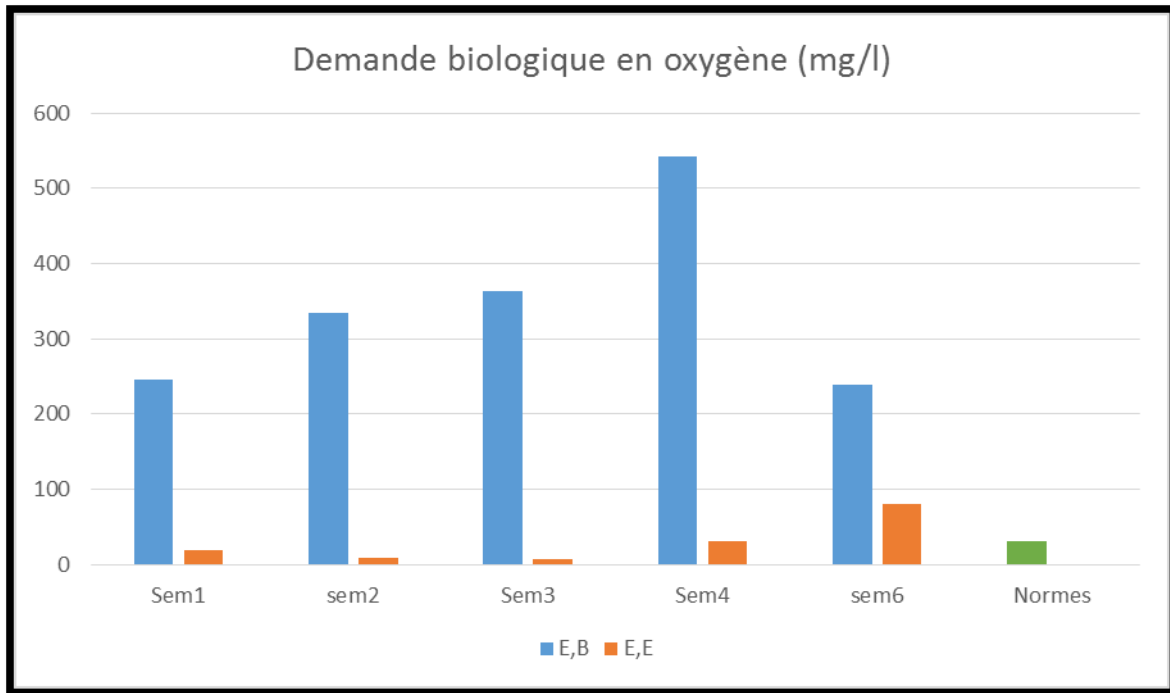


Figure n° 26 : Comparaison des résultats du DBO5 avec les normes.

Les résultats de la valeur de la DBO5 enregistrée des eaux brutes sont entre 542 mg/l et 239 mg/l, tandis qu'on observe une diminution très importante dans les eaux épurées. Ces valeurs sont comprises entre 06 et 80.10 mg/l.

Les 4 premières semaines qui concernent les eaux épurées sont inférieures aux normes.

Mais la dernière semaine il y a une augmentation potentielle par rapport aux normes 30mg/l, cela est confirmé par l'inactivité microbologique au cours de cette période indiquée.

III.5.2-Demande chimique en oxygène :

La demande chimique en oxygène (DCO) est la mesure de la quantité d'oxygène requise pour oxyder la matière organique et inorganique oxydable contenue dans un échantillon.

Ce paramètre donne une estimation de la quantité de polluants présents dans un effluent industriel ou une eau usée.

Les eaux d'un effluent industriel dont la DCO est élevée peuvent provoquer des problèmes de diminution de la concentration d'oxygène dans des caves d'eau.

La valeur de la DCO peut également servir d'indicateur pour les dilutions nécessaires lors de la mesure de la DBO5 (CENTRE D'EXPERTISE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUEBEC).

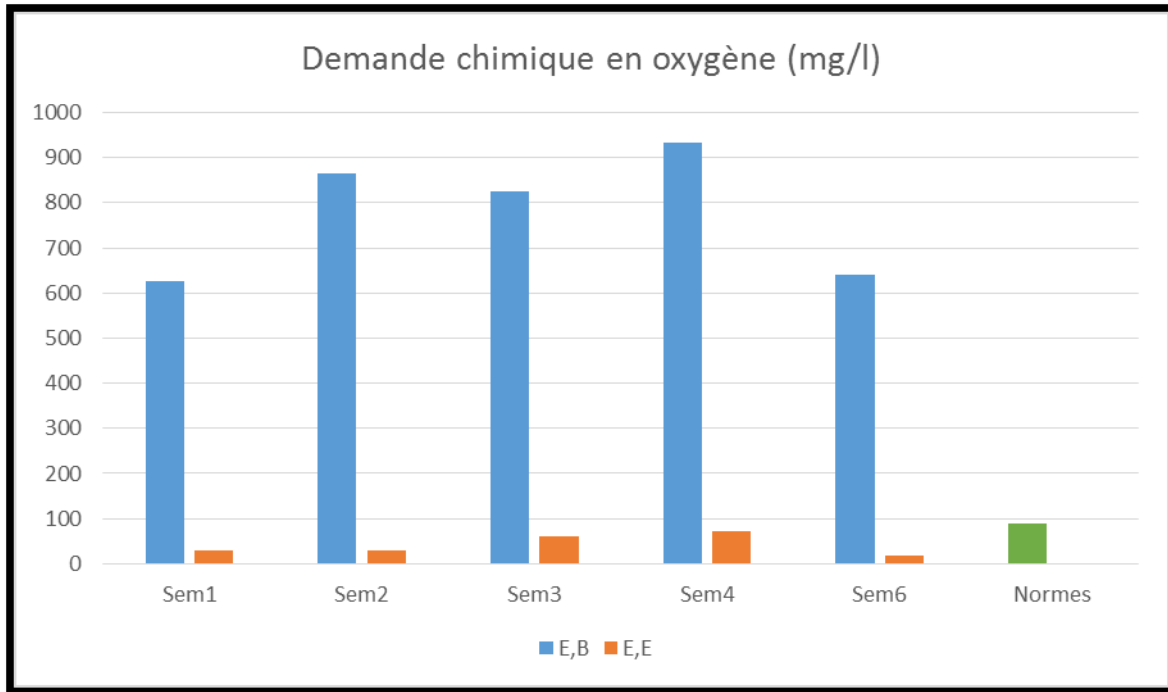


Figure n°27 : Comparaison des résultats du DCO avec les normes.

Les valeurs de la DCO des eaux brutes affichées sont entre 627 et 932 mg/l et les valeurs estimées des eaux épurées sont entre 19 et 73mg/l. Ces valeurs-là sont au-dessous des normes 90 mg/l.

III. 5.3-Nitrite : NO₂- et nitrate NO₃- :

La diminution de la valeur de nitrite et nitrate entre l'eau entrée et l'eau de sortie est due à une réduction séquentielle des nitrates et nitrites en azote gazeux assuré principalement par des bactéries spécifiquement réalisant donc le processus biologiques appelé la dénitrification dans le bassin d'aération (**MEBTOUCHE, 2014**).

Généralement, les nitrates dans les eaux brutes ont une concentration moins que les eaux épurées.

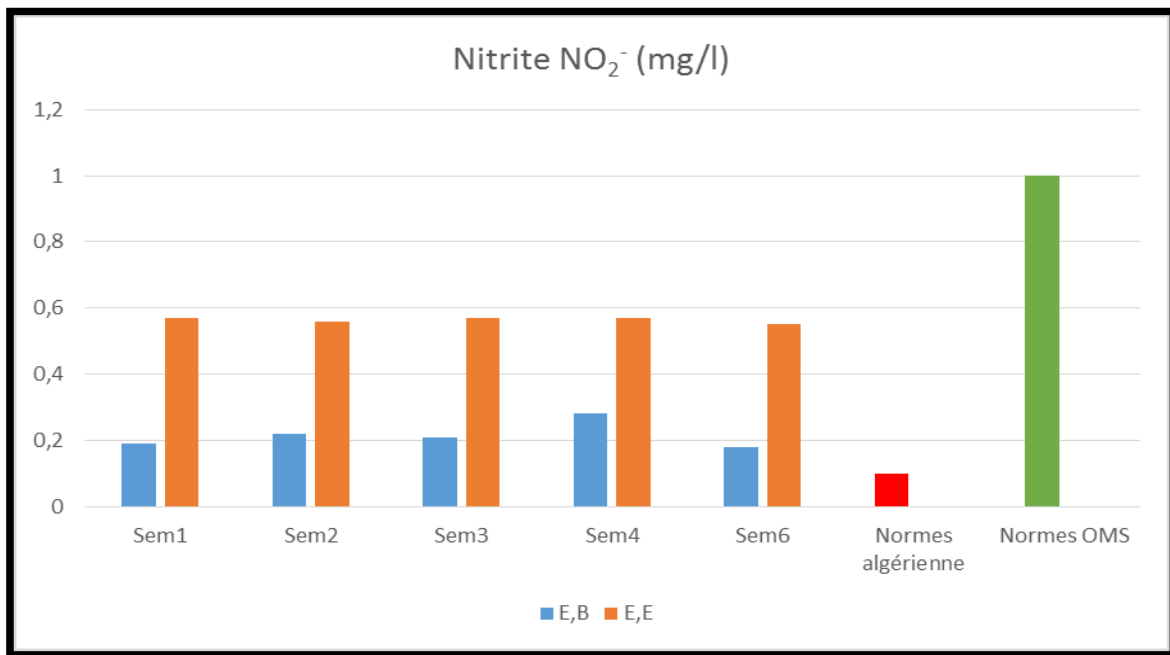


Figure n° 28 : Comparaison des résultats de NO_2^- avec les normes.

Si on compare les résultats des valeurs de Nitrite (NO_2^-) aux normes Algériennes (0.1 mg/l) les eaux brutes qui varient entre 0.55 et 0.57 mg/l, sont un peu élever, même cas pour les eaux épurées où les concentrations varient entre 0.18 et 0.28 mg/l mais par rapport à l'échelle mondiale (OMS). Ces concentrations restent toujours abordables. Car elles sont sous dessus des normes 01 mg/l.

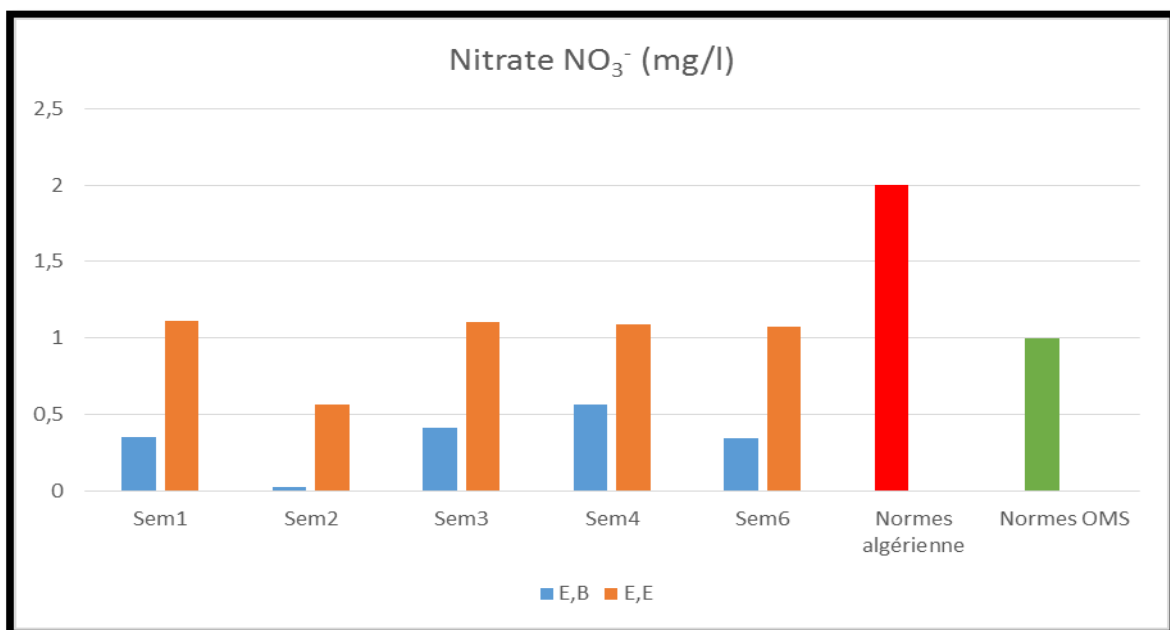


Figure n° 29 : Comparaison des résultats obtenus de NO_3^- avec les normes.

La présence de nitrates à haute concentration (>10mg/l) dans l'eau, augmente légèrement le risque de plusieurs types de cancer, car ils sont une source endogène de nitrites et de réactions subséquentes de nitrosation produisant des composés « N-Nitrosés » connus pour être très cancérigènes et pouvant agir systématiquement chez l'homme et chez plusieurs espèces utilisées comme modèle animale.

La faible concentration des nitrates rencontrée au niveau des eaux brutes et épurées est entre 0.02 et 0.56 mg/l et entre 1.07 et 1.11 mg/l donc elle est répondue aux normes.

III.5.4- Phosphore (PO₄⁻) :

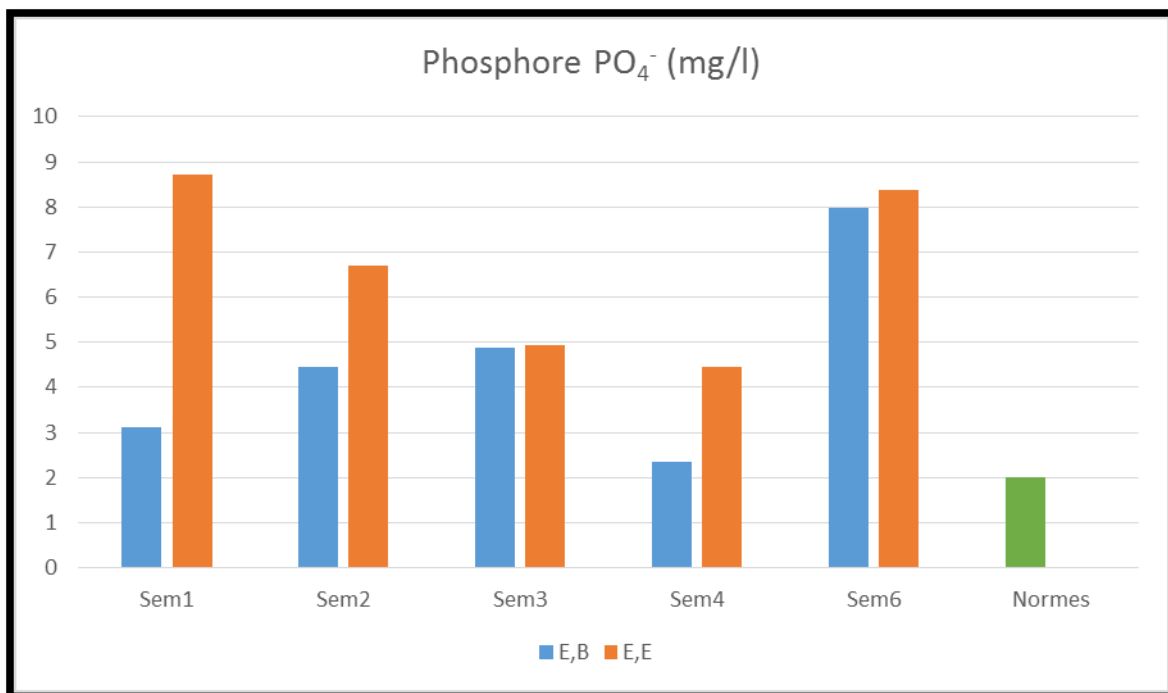


Figure n° 30 : Comparaison des résultats de PO₄⁻ aux les normes.

L'analyse montre une présence potentielle de phosphore dans les eaux brutes, varient entre 2.34 et 7.98 mg/l, même résultats élevée enregistrée dans les eaux épurées où l'intervalle est 4.45 et 8.37 mg/l, donc ces concentrations ne respectent pas les normes de rejet dans le milieu naturel, qui peut constituer un danger pour les écosystèmes marins, en favorisent une croissance supérieure à la normale des plantes aquatiques, qui consomment une grande quantité d'oxygène et font disparaître les poissons.

Cette forte teneur est expliquée probablement par la dégradation de la matière organique du milieu par l'intermédiaire des micro-organismes.

III.5.5-Azote ammoniacal (NH₄⁺) :

L'azote ammoniacal consiste un bon indicateur de la pollution des cours d'eau par les effluents urbains. Il existe en faible proportion inférieur à 0.1 mg/l d'NH₄⁺ dans les eaux naturelles.

L'azote ammoniacal rentre dans les eaux usées, et dont la présence est anormale, traduit habituellement en processus de dégradation, incomplet de la matière organique lorsque le teneur en oxygène est insuffisante pour assurer sa transformation cela explique l'élévation des teneurs en NH₄⁺ de l'eau usée avant le traitement (NISBET et VERNAUX, 1970).

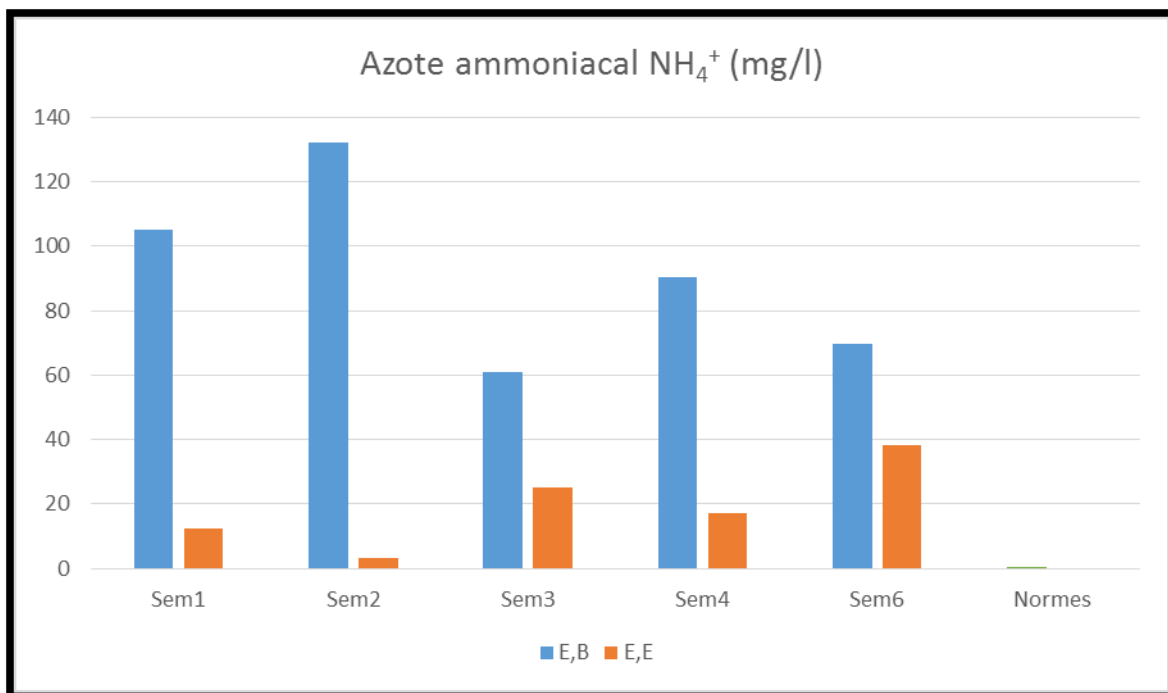


Figure n° 31 : Comparaison des résultats de NH₄⁺ aux les normes.

L'analyse du profil de l'ammonium (figure n°31) montre que les valeurs varient entre 60.77 et 132.09 mg/l pour les eaux brutes, les valeurs d'ammonium trouvées pour les eaux épurées varient entre 3.23 et 38.26 mg/l.

On remarque une forte diminution dans les valeurs obtenues de l'entrée (E) mais elles restent toujours supérieures aux normes 0.2 mg/l.

Le traitement à boues activées n'est pas très efficace en ce qui concerne les effluents phosphatés, d'où la nécessité d'un traitement de déphosphatation.

Selon RESJEK (2002), ce traitement consiste en un traitement physico-chimique qui permet la précipitation des phosphates ou bien un traitement biologique par l'ajout d'une zone d'anaérobie en tête de la STEP.

III.5.6-Oxygène dissous(OD) :

Les concentrations en oxygène dissous constituent l'un des plus importants paramètres de qualité des eaux dans la mesure où il est indispensable à la vie aquatique et à la dégradation des polluants se dégradables permettant l'autoépuration.

O₂ dissous dans les eaux de surface provient essentiellement de l'atmosphère et l'activité photosynthétique des algues et des plants aquatiques. Elle dépend de nombreux facteurs tels que la pression partielle en oxygène de l'atmosphère, la température de l'eau, la salinité, la pénétration de la lumière, l'agitation de l'eau et la disponibilité en nutriments.

Cette concentration en oxygène dissous est également fonction de la vitesse d'appauvrissement du milieu en oxygène par l'activité des organismes aquatiques et les processus d'oxydation et de composition de la matière organique.

Globalement, plus la concentration en oxygène dissous est proche de la saturation, plus l'aptitude de la rivière à absorber la pollution (processus d'autoépuration) est grande.

_ Une valeur inférieure à 1mg d'O₂ par litre indique un état proche de l'anaérobie.

_ Une valeur de 1 à 2 mg O₂ par litre indique une rivière fortement polluée de manière réversible.

_ Une teneur du 4 à 6 mg d'O₂ par litre caractérise une eau de bonne qualité.

_ Des teneurs supérieures à la teneur naturelle de saturation en oxygène indiquent une eutrophisation du milieu se traduisant par une activité photosynthétique intense.

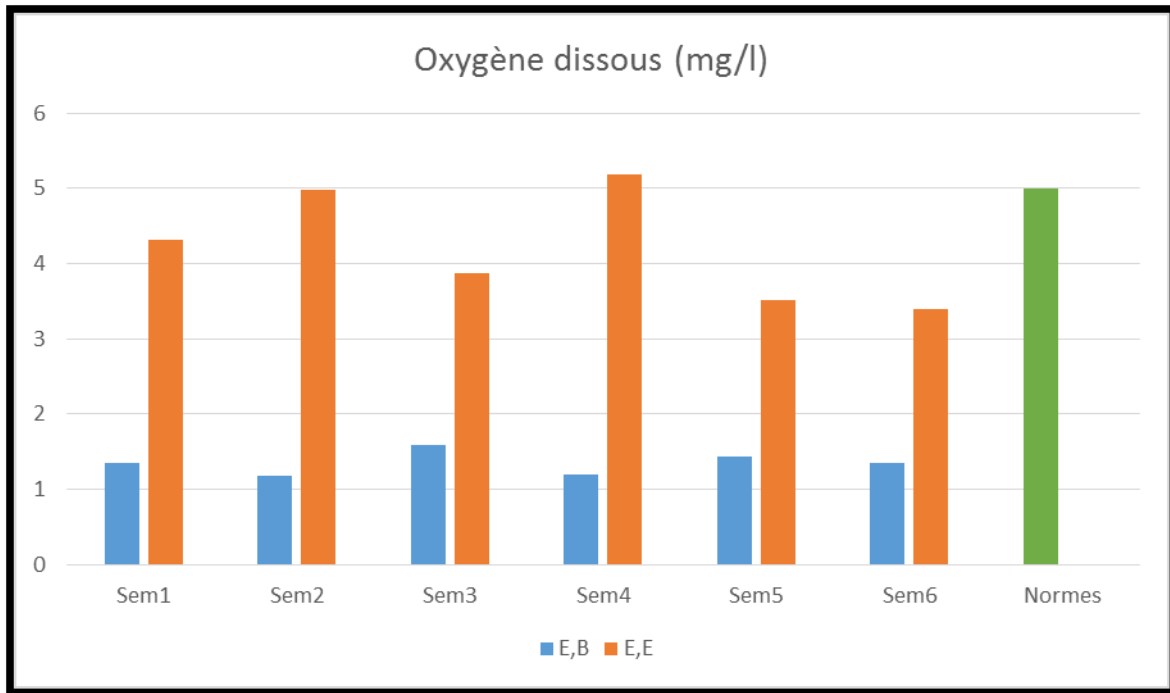


Figure n° 32 : Comparaison des résultats d'oxygène dissous avec les normes.

Les valeurs moyennes hebdomadaires d'oxygène dissous de l'eau brute varient entre 1.18 et 1.58 mg/l, cette teneur une forte pollution, tandis que les valeurs moyennes hebdomadaires enregistrées dans l'eau épurée sont entre 3.39 et 5.18 mg/l, ces résultats indiquent que les rejets naturels des eaux épurées sont favorables pour la vie aquatique qui concerne le taux nécessaire d'oxygène dissous dans l'eau.

III.6- Discussion générale :

Les différents analyses effectuées sur les échantillons d'eau brute et épurée, ont permis de relever le comportement de certains paramètres descriptifs de la qualité organoleptique et physico-chimique ainsi que les paramètres de pollution des eaux rejetés à la nature.

- L'analyse de la qualité organoleptique des eaux de la STEP (SBA), a relevé des normes de rejet pour les paramètres hebdomadaires (couleur et odeur) respectables.
- Tous les résultats obtenus pour les paramètres physico-chimiques (PH, T°C, MES et turbidité) montrent un respect des normes de rejet. (Norme Algérienne et OMS).

Remarque : la mesure des paramètres de la conductivité n'était pas possible, car l'appareil (conductivité mètre) est en panne depuis deux ans au niveau du laboratoire du STEP, ONA, SBA).

- Les résultats des paramètres hebdomadaires moyennes tel que la DBO5 et la DCO nous permettent d'apprécier la qualité du traitement biologique qui est conforme aux normes, sauf pour qui concerne le résultat moyen de la DBO5 de la 6ème semaine daté entre 04/04/2021 et 08/04/2021, on a remarqué un taux (80.10 mg/l) plus élevé que les normes acceptable (30 mg/l).
- Les paramètres de pollution où on les appelle les substances eutrophisantes (NO₂⁻, NO₃⁻, PO₄⁻, NO₄⁺) sont supérieurs à la norme Algérienne et OMS ce qui a pour effet de déstabiliser le milieu naturel aquatique par le phénomène appelé « Asphyxie des écosystèmes aquatiques ».
- Le taux d'oxygène dissous (O₂) dans les eaux épurées est vraiment acceptable pour la bonne continuation de la survie aquatique d'Oued Makerra de SBA.

Conclusion

Conclusion générale

L'eau dans le monde a un impact fondamental sur l'économie, elle est au centre des intérêts stratégiques, elle est indispensable à l'être humain c'est aussi un élément de production de richesse donc elle présente une ressource de valeur qu'il faudrait exploiter partout.

L'épuration des eaux usées a connu un essor considérable en Algérie, et plus particulièrement à l'ouest algérien, la protection de l'environnement contre les rejets des eaux usées non traitées reste un défi majeur, pour cela la seule issue afin d'économiser cette denrée, c'est l'orientation de ces eaux vers l'irrigation des périmètres agricoles situés à proximité.

A cet effet notre travail a été réalisé au niveau de la STEP de la ville de Sidi Bel Abbès, dont l'objectif est de montrer le fonctionnement et les procédés de traitement des eaux usées, ainsi que les méthodes d'analyses utilisées au laboratoire afin d'étudier les différents paramètres physico-chimiques de ces eaux avant et après l'épuration.

Les résultats présentent des rendements épuratoires satisfaisants pour l'élimination des matières en suspension (MES), ainsi que la turbidité, la DBO5, la DCO, l'azote ammoniacal et l'oxygène dissous, et cela en accord avec les normes de rejet des effluents qui sont énoncés par le journal officiel de la république algérienne.

A l'inverse les substances eutrophisantes tel que les nitrites, les nitrates et le phosphore sont mal pris en charge au niveau de la station ce qui est démontré par des valeurs en dessus des normes.

Le principal récepteur de ces rejets est l'oued Mekerra qui à son tour se déverse au niveau du barrage Chorfa principalement utilisé pour l'alimentation et l'irrigation des terres agricoles.

A cet effet un contrôle est non seulement obligatoire afin de prévenir les cas de pollution mais également de diagnostiquer les causes d'arrêt de la station pour engager des actions d'assainissement, d'habilitation et de gestion préventive.

Référence bibliographiques

Références bibliographiques

1. **ABDELLATIF H**, Mémoire de Licence, Traitement des eaux, traitement de l'eau de source Bousfer Oran, Université des Sciences et de la Technologie, Oran, p : 120, **2006**.
2. **ABDELLIOUI S, BOUKHDIM A & HAMZAOUI H**, Qualité microbiologique d'un écosystème lotique Cas de l'Oued El Kebir Ouest (Skikda, Nord-Est Algérien), Mémoire de Master, Université 08 Mai 1945 Guelma, **2012**.
3. **ABOUZLAM M**, Thèse de Doctorat, Optimisation d'un procédé de traitement des eaux par ozonation catalytique, Université de Sciences et Ingénierie pour information, Mathématiques, p : 167, **2014**.
4. **ACHOUR S**, La qualité des eaux du Sahara Septentrional en Algérie. Etude de l'excès en fluor. Tribune de l'eau, Cebedeau, 42(542) ,53-57, **1990**.
5. **AMARI N Z**, La réutilisation des eaux usées urbaines (station d'épuration de Sidi Bel Abbes). Mémoire de fin d'études. Université Djilali Liabes, SBA, **2011**.
6. **ANDI**, Agence Nationale de développement de l'investissement, **2013**.
7. **ANGLARET X, MORTIER E**, Maladies infectieuses, Edition, Med-Lin., p : 40-43, **2002**.
8. **ANONYME 2**, documentation de l'agence nationale des barrages, **2001**.
9. **ARRIGON J**, Aménagement écologique et piscicole des eaux douce, Edition Gauthier Villard, Paris, p : 320, **1976**.
10. **ASANO**, Wastewater reclamation and reuse. Water quality management library,
11. **AZIZI A**, Mémoire de Master, Réutilisation l'eau condensat, Université des Sciences et de Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf, p : 67, **2014**.
12. **BAUMONT S, CAMARD J-P, LEFRANC A, FRANCONIE A**, Réutilisation des eaux usées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS, p : 220, **2004**.
13. **BEN ABDELI K**, 50 connaissances pour préserver l'environnement, **1996**.
14. **BEN SAIDI M**, La gestion des eaux au niveau de la wilaya de Sidi Bel Abbes. Mémoire Université UDL. Faculté des sciences. Djilali Liabes, Sidi Bel Abbes, **2013**.
15. **BOUCENNA F**, Mémoire de Magister, Cartographie par les différentes méthodes de vulnérabilité à la pollution d'une nappe côtière cas de la plaine alluviale de l'Oued Djendjen, Université de Badji Mokhtar, Annaba(Algérie), p : 133, **2009**.

16. **BOUZIANI M**, L'eau de pénurie aux maladies. Edition IBN- Khaldoun, Oran, p : 132, **2000**.
17. **CSHAPF**, Recommandations sanitaires relatives à la désinfection des eaux usées urbaines, p : 22, **1995**.
18. **DEBABZA M**, Mémoire de Magister en Microbiologie appliquée : Analyse microbiologique des eaux des plages de la ville d'Annaba Evaluation de la résistance aux antibiotiques des microorganismes pathogènes, Université des sciences de Badji-Mokhtar, Annaba(Algérie), **2005**.
19. **DEGREMONT**, Mémento technique de l'eau, Tome 1 & 2, Collection DEGREMONT, ISBN 2-9503984-0-5, p : 1459, **1989**.
20. **DEKHIL W**, Traitement des eaux usées urbaines par boues activées au niveau de la ville de Bordj Bou Arreridj en Algérie effectuée par la station d'épuration des eaux usées ONA. Master de chimie et microbiologie de l'eau. Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi de Bordj Bou Arreridj, **2012**.
21. **DGF, SBA**, Direction générale des forêts, **2016**.
22. **DPAT, SBA**, Direction de la planification et de l'aménagement du territoire, **2016**.
23. **DPSB, SBA**, la direction de la programmation et de suivi budgétaire de la wilaya de Sidi Bel Abbes, **2016**.
24. **DRE, SBA**, Direction des ressources en eau, **2017**.
25. **EDELIN F**, « l'épuration physico-chimique des eaux ». 4^{ème} éd, technique et documentation Lavoisier, p : 49-76, **1998**.
26. **EL ALAOUI R et TAOUSSI I**, L'impact du chrome VI sur le traitement des eaux usées dans la station d'épuration de Marrakech. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme Licence en sciences et technique. Université Cadi Ayyad, **2013**.
27. **ENCYCLOPEDIA**, Industrial chemistry, Water in Ull man's, Wiley-VCH Verlags, vol.8.épuration. Techniques, Sciences et Méthodes, p : 81-118, **1995**.
28. **FABIANI G**, Prévention des maladies infectieuses, microbiennes et parasitaires. Edition HERMANN, p : 127,**1987**.
29. **FABY J.A, BRISSAUD F**, L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation. **1997**.
30. **FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations)**, Etude de l'irrigation avec des eaux usées traitées : Manuel d'utilisation FAO irrigation and drainage papier, **2003**.

31. **Galaf F et S. Ghanna M**, « Contribution à l'élaboration d'un manuel et d'un site Web sur la pollution du milieu marin ». Mémoire d'ingénieur d'état. Université, **2003**.
32. **GAUJOUS D**, La pollution des milieux aquatiques. Aide-mémoire. Edition Technique et Documentation Lavoisier, p : 220, **1995**.
33. **GENIN B**, et **AL**, Cours d'eau, et indices biologiques, 2ème édition, Edugri, Paris,
34. **GHIZELLAOUI S**, Thèse de magister en chimie analytique et traitement des eaux, Evaluation de la qualité des ressources en eau alimentant la ville de Constantine, prévision de la demande en eau à l'horizon, p : 13-24, **2010**.
35. **GHIZELLOUI S**, Thèse de magister en chimie analytique et traitement des eaux, Evaluation de la qualité des ressources en eau alimentant la ville de Constantine, prévision de la demande en eau à l'horizon, p : 13-24, **2010**.
36. **GROSCONDE G, COORD**, Un point sur l'eau (l'eau milieu naturel et maîtrise), Tome 1ème Edition., Inra, Paris, p : 17-18, **1999**.
37. **GROSCONDE G, COORD**, Un point sur l'eau (L'eau, usages et polluant), Tome 2ème édition, Inra, Paris, p : 51-94, **1999**.
38. **GUERD H, MESGHOUNI A**, Mémoire de fin d'étude, Performance de la station de dessalement des eaux dans la région d'El-Oued, Université Kasdi Merbah-Ouagla, p : 67, **2007**.
39. **GUIRAUD J.P**, Microbiologie Alimentaire, Edition Dunod., Paris, p : 136-139, **2003**.
40. **JOACHIM K**, Mémoire de Licences, Matrise de la qualité des eaux dans les industries agro-alimentaires- : cas de la Sobebra, Haute Ecole de Commerce et de Management de Cotonon (HECM), p : 57, **2010**.
41. **KADI A**, la gestion de l'eau en Algérie, hydrologique sciences journal, 42, 2,191-197, DOI, 10.1080/02626669709492019, **1997**.
42. **KECK G et VERNUS E**, « Déchets et risques pour la santé », Techniques de L'Ingénieur, Paris, p : 2450, **2000**.
43. **LADJEL F et BOUCHARREF S**, Exploitation d'une station d'épuration à boues activées Niveau 2, thème, CFMA (centre aux métiers de l'assainissement), Boumerdes p : 90, **2006**.
44. **LECOQ R**, Manuel d'analyse alimentaire et d'expertises usuelles, Tome2 1er édition, Dion-DERON et C'a, Paris, p : 910, **1965**.
45. **LOUNNAS A**, Mémoire de Magister, Amélioration des procédés de la station Hamadu de Skikda, Université du 20 Aout 1955 Skikda, p : 120, **2009**.

46. **MARTIN G et LAFFORT P**, Odeur et désodorisation dans l'environnement. Edition LAVOISIER TEC & DOC, p : 452, **1991**.
47. **MAYET J**, « La pratique de l'eau, Traitements aux points d'utilisation, le Moniteur » 2ème Edition, p382, Paris. **1994**.
48. **MEBARKI A**, ressources en eau et aménagement en Algérie. Les bassins hydrographiques de l'EST. DPU, Alger, p : 389 ,**2009**.
49. **METAHRI M.S**, Elimination simultanée de la pollution Azotée et Phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes. Cas de la STEP est de la ville de Tizi-Ouzou. Mémoire de Doctorat, option : Génie des procédés. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, **2012**.
50. **MIQUEL G**, La qualité de l'eau et de l'assainissement en France. Origine de la saisine : commission des Finances, de l'Economie générale et du Plan de l'Assemblée nationale, Référence Assemble national : 705(12 ème législature), Référence Sénat : 215 (**2002- 2003**).
51. **MIREILLE D**, l'eau dans tous ses états, édition Ellipses Marketing p : 1278, **1996**.
52. **MOUFFOK F**, Le cours national d'hygiène et de microbiologie des eaux de boisson, Manuel des travaux pratiques des eaux. Institut Pasteur d'Algérie, p : 53, **2008**.
53. **MOUFFOK F**, Le cours national d'hygiène et de microbiologie des eaux de boisson, Manuel des travaux pratiques des eaux. Institut Pasteur d'Algérie, p : 53, **2008**.
54. **OMS**, **Etude parasitologie médicale**, technique de base pour le laboratoire, **2005**.
55. **ONA**, Office Nationale d'Assainissement, **2012**.
56. **ONM, SBA**, Office Nationale de météo logique, **2017**.
57. **RACHEL D.O**, thèse de doctorat, université de Reims Champagne-Ardenne, France, **2009**.
58. **RAMADE F**, Ecologie des ressources naturelles, Edition Masson., France,
59. **REJSEK F**, Analyse des eaux, aspects réglementaires et techniques. Centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine, Bordeaux, p : 360,**2002**.
60. **REMINI BI**, la problématique de l'eau en Algérie, OPU Alger, p : 162, **2007**.
61. **RODIER et AL**, L'Analyse de l'eau, Edition 9ème, Dunod, Paris, p : 120-256-1002, **2009**.
62. **RODIER J et AL**, L'analyse de l'eau. Edition DUNOD, Paris, **2005**.
63. **RODIER J et AL**, L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires et eaux de mer. 8ème Ed., Dunod (Paris), p : 1383, **1996**.

- 64. ROUBA K**, Actualisation et dimension de la station d'épuration lagune naturel et aéré de la commune d'El Amira. Mémoire ingénieur d'état en hydraulique, Université Mohamed Boudiaf Oran, **2009**.
- 65. SAHNOUN M.EL**, Epuration des eaux usées du centre culturel islamique –Sidi Okba- par un filtre de macrophyte. Mémoire de Master en Hydraulique, option, Hydraulique Urbaine. Université Mohamed Khider. Biskra, **2015**.
- 66. SATIN M et SELMI B**, Guide technique de l'assainissement. Edition de Moniteur. Paris, **1999**.
- 67. SHUKURU SALULUM F**, Mémoire de Licence, Approvisionnement en eau dans la ville de Bukavu et son impact sur les maladies de mains sales, Université officielle de Bukavu, p : 68, **2010**.
- 68. TARMOUL F et SADIM**, Mémoire détermination de la pollution par lagunage naturel, tribine de l'eau N°563/3, Ed, CEBEDOC, p : 32-27, **2007**.
- 69. TIFRIT**, L'épuration des eaux usées par le principe de boue activée. Mémoire de 2^{ème} année Master microbiologie, Université Djilali Liabes de Sidi Bel Abbes.
- 70. TURCELIN J**, Traite d'irrigation, Edition tec et doc, Lavoisier, Paris, p : 13- 15, p : 429, **1998**.
- 71. VIERLING E**, Aliment et boisson-Filière et produit, 2ème édition doin éditeurs. Centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine, p : 11-270, **2003**.

Les sites internet

Web master 01 : <http://www.futura-sciences.com/planete/dossiers/developpement-durable-eau-elle-encore-bleue-618/page/6/>

Web master 02 : http://www.ac-nice.fr/college-hugo/1024/productionseleves/pages_SVT_2011/Pollution%20industrielle-Balaam-Bonnant-Dore-Giorgini/Page%20web/consequences-environnement.html

Web master 03 : <http://www.sante.dz/dsp22/files/Découpage%20Administratif.png>

Web master 04 : <http://www.hamon-watersolutions.com/introduction-63.php>

Annexes

Annexe 1

Les matériels utilisés au laboratoire

Tableau n° 9 : Matériel utilisé dans les analyses physico-chimique.

Paramètre	Matériel utilisé
pH et Température	 <p data-bbox="743 1016 1238 1128">Un pH-mètre est un appareil, souvent électronique, permettent la mesure du pH d'une solution.</p>
Thermo réactif	 <p data-bbox="743 1576 1200 1615">Thermo réactif : mesure de la DCO</p>

Un incubateur de DBO₅



Incubation des échantillons pour mesurer la DBO₅.

Etuve de laboratoire






Incubation et séchage des échantillons.

Spectrophotomètre



Dosage des paramètres physico-chimiques.

<p>Four à moufle</p>	 <p>Séchage à T°C élevé</p>
<p>Centrifugeuse</p>	 <p>Centrifugeuse est un appareil destiné à imprimer une accélération, grâce à un mouvement de rotation à mélange liquide-solide.</p>
<p>Dessiccateur</p>	 <p>Stabilisation et refroidissement des échantillons.</p>






<p>Balance de précision</p>	 <p>Peser les échantillons avec exactitude</p>
<p>Agitateur magnétique</p>	 <p>Un agitateur est un élément d'une unité de procédé ayant pour le but d'assurer l'homogène d'un milieu.</p>

Tableau n° 10 : Autre matériels et les réactifs

		
<p>pH-mètre mobile</p>	<p>Turbidité-mètre</p>	<p>Oxymètre</p>



Dessiccateur



Annexe 2 :

Tableau n°11 : les normes de l'OMS et les normes Algériennes.

paramètre	Normes OMS	Normes Algérienne
T°C	530	30
pH	6.8-8.5	6.8
Couleur	Incolore	/
Odeur	Incolore	/
MES	520	30-35
NO ₂ ⁻	1	0.1
NO ₃ ⁻	<1	25-50
DBO ₅	30	30
DCO	<90	120
NH ₄ ⁺	<0.5	0.5
PO ₄ ⁻³	<2	2

Source : (ONA, SBA, 2021).

Annexe 3 :

Les données de base de STEP.

1.	<u>Données de bases</u>	
	1 ère phase	2 ème phase
Type de réseau	unitaire	unitaire
. Nature des eaux brute	domestique	domestique
. Population raccordé	220.000	330.000 E.H.
. Débit		
. Journalier	28.000	42.000 m ³ /j
. Moyen	1.167	1.750 m ³ /h
. Pointe temps sec	1.910	2.820 m ³ /h
. Diurne sur 14 h	2.000	3.000 m ³ /h
. Pointe temps de pluie	2.920	4.375 m ³ /h
Caractéristiques eaux brutes		
. DBO ₅	11.880	17.820 kg/j
	424	424 mgr/l
	54	54 gr/l/h.j
. MES	15.400	23.100 kg/j
	550	550 mgr/l
	70	70 gr/E.j

2.**Finalité des traitements**

Après traitement, les eaux épurées seront déversés dans l'Oued MEKKARA

Les caractéristiques de l'effluent déterminé sur une période moyenne heure seront les suivantes :

DBO₅	: ≤ 5 à 30 mg/l.
MES	: ≤ 5 à 30 mg/l.
DCO	: ≤ 5 à 90 mg/l.
PH	: 5.5 < pH < 9

