

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département des Sciences Agronomiques



Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du
Diplôme de Master en Sciences Agronomiques
Option: Sol, Plante et Environnement

Thème

Contribution à l'évaluation des paramètres de
traitements des eaux usées domestiques de la
STEP d'Azeffoun wilaya de Tizi-Ouzou

Présenté par :

Melle. BOULAKDEM Ghania

Melle. AZEM Rissia

Devant le jury:

Mr.MEROUKI.K : Maitre de Conférences Classe B à l'UMMTO. PRESIDENT

Mr.BOUDJEMA.S : Maitre Assistant Classe A à l'UMMTO. PROMOTEUR

AIT-SIDHOUM .D : Maitre Assistant Classe A à l'UMMTO. EXAMINATEUR

OUMOURI. O : Maitre Assistant Classe A à l'UMMTO. EXAMINATRICE

Année universitaire : 2015/2016

Remerciements

Nous tenons à remercier Dieu de nous avoir donné la force et la bonne santé, la patience, la volonté et le courage de mener à bon terme ce modeste travail.

Nous tenons également à exprimer notre plus haute estime à notre promoteur Mr. BOUDJEMA.S pour son encadrement et ses orientations judicieuses qui nous ont été infiniment utiles.

Nous remercions Mr Merrouki.K qui nous fait honneur de présider le jury.

Nous tenons également à exprimer nous sincères remerciements aux égards des membres de jury Melle Omouri.O et Mr Ait Sidhoum.D pour avoir accepté d'examiner et de juger ce travail.

Nous remercions Mme Abbou.S qui nous a aidé à réaliser ce travail.

Nous adressons aussi nos profonds remerciements à l'ensemble du personnel ; Direction et STEP de Tizi-Ouzou qui nous ont permis d'effectuer notre stage et de nous avoir communiqué le maximum d'informations.

Nos plus vifs remerciements vont également à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

DÉDICACES



Je dédie ce modeste travail :

A la mémoire de mon père, que je n'oublierai jamais et qui aurait comblé de bonheur s'il était encore dans ce monde, que Dieu ait son âme et l'abrite dans son immense paradis.

A la bougie qui a éclairé mon chemin depuis ma naissance, à celle dont j'ai prononcé le premier mot, source de ma vie et de mon bonheur, à ma mère.

A mes très chers frères :

Dahmane, Salim et Lounes sans oublier Yanis et Aksil.

A ma petite sœur Anaïs.

A tous mes oncles et tantes et leurs enfants. Sans oublier mes grandes mères.

A mon fiancé Merzouk pour son encouragement et son confiance, à toute sa famille.

A tous mes amis (es) surtout Rafika, Ouahiba, Sarah et Fetta.

A ma chère binôme Ghania et toute sa famille.

A toute la promo Sol-Plante & Environnement 2015-2016.

RISSLA

Dédicaces



Je dédie ce travail

A la mémoire de mon très cher père, que dieu l'accueille dans son vaste paradis ;

A ma mère et ma grande mère pour leur amour et encouragement tout au long de mes études, gracieusement je leur suis très reconnaissante ;

A mon frère Djamel à qui je dois tout le respect, sa femme Sadia et ses deux enfants : Ali et Boussad ;

A mes sœurs : Karima, Kahina, Malika, Hakima et son mari Tahar ;

A mes grands parents ainsi qu'à mes tantes et mes oncles ;

A une personne à qui je suis très reconnaissante pour son soutien, son encouragement et sa gentillesse.

A tous mes ami(e)s ; et surtout ma promo d'étude 2016.

A ma copine Rissia pour son tendre amitié et sa compréhension sans oublier bien sûr tous les membres de sa famille ;

A tous mes camarades d'UMMTO.

GHANIA

Liste des figures

| | |
|--|-----|
| Figure N° 01 : Pollution de l'eau..... | 4 |
| Figure n°02 : Schéma de fonctionnement d'une station d'épuration à boues activées | 18 |
| Figure n° 03 :Carte administrative de la wilaya de T.O..... | 30 |
| Figure n° 04 :Image satellite de la STEP d'Azeffoun..... | 31 |
| Figure n° 05 :Températures moyennes mensuelles de la station de Tizi-Ouzou (2012-2014)..... | 33 |
| La figure n° 06 :Moyennes pluviométriques mensuelles de la station de Tizi-Ouzou (2012-2014)..... | 34 |
| La figure n°07 : Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GOUSSEN..... | 36 |
| Figure n° 08 : Carte représentative des différentes STEP fonctionnelles de la wilaya de Tizi-Ouzou..... | 38. |
| Figure N° 09 :Carte représentative des différentes STEP à réaliser dans la wilaya de TO... | 39 |
| Figure n° 10 :Valeurs des moyennes mensuelles de pH à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (année 2012)..... | 47 |
| Figure n° 11 :Valeurs des moyennes mensuelles de Ph à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (année 2013)..... | 48 |
| Figure n° 12 :Valeurs des moyennes mensuelles de Ph à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (année 2014)..... | 48 |
| Figure n° 13 :Valeurs des moyennes mensuelles de température à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (année 2012)..... | 49 |
| Figure n° 14 :Valeurs des moyennes mensuelles de température à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (année 2013)..... | 50 |
| Figure n° 15 :Valeurs des moyennes mensuelles de température à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (année 2014)..... | 50 |
| Figure n° 16 :Valeurs des moyennes mensuelles de MES à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (année 2012)..... | 51 |
| Figure n° 17 :Valeurs des moyennes mensuelles de MES à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (année 2013)..... | 52 |
| Figure n° 18 :Valeurs des moyennes mensuelles de MES à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (année 2014)..... | 52 |
| Figure n° 19 :Valeurs des moyennes mensuelles de la turbidité à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (année 2012)..... | 53 |

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure n° 20 : Valeurs des moyennes mensuelles de la turbidité à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (année 2013)..... | 54 |
| Figure n° 21 : Valeurs des moyennes mensuelles de la turbidité à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (année 2014)..... | 54 |
| Figure n° 22 : Valeurs des moyennes mensuelles de DBO ₅ à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (année 2012)..... | 55 |
| Figure n° 23 : Valeurs des moyennes mensuelles de DBO ₅ à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (année 2013)..... | 56 |
| Figure n° 24 : Valeurs des moyennes mensuelles de DBO ₅ à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (année 2014)..... | 56 |
| Figure n° 25 : Valeurs des moyennes mensuelles de DCO à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (année 2012)..... | 57 |
| Figure n° 26 : Valeurs des moyennes mensuelles de DCO à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (année 2013)..... | 58 |
| Figure n° 27 : Valeurs des moyennes mensuelles de DCO à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (année 2014)..... | 58 |
| Figure n° 28 : Valeurs des moyennes mensuelles de la teneur en nitrates dans l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (année 2012)..... | 59 |
| Figure n° 29 : Valeurs des moyennes mensuelles de la teneur en nitrates dans l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (année 2013)..... | 60 |
| Figure n° 30 : Valeurs des moyennes mensuelles de la teneur en nitrates dans l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (année 2014)..... | 60 |
| Figure n° 31 : Valeurs des moyennes mensuelles de la teneur en nitrites dans l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (année 2012)..... | 61 |
| Figure n° 32 : Valeurs des moyennes mensuelles de la teneur en nitrites dans l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (année 2013)..... | 62 |
| Figure n° 33 : Valeurs des moyennes mensuelles de la teneur en nitrites dans l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (année 2014)..... | 62 |
| Figure n° 34 : Valeurs des moyennes mensuelles de phosphate à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (année 2012)..... | 63 |
| Figure n° 35 : Valeurs des moyennes mensuelles de phosphate à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (année 2013)..... | 64 |
| Figure n° 36 : Valeurs des moyennes mensuelles de phosphate à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (année 2014)..... | 65 |

Liste des figures

| | |
|--|----|
| Figure n° 37 : Valeurs des moyennes mensuelles du débit à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (année 2012)..... | 66 |
| Figure n° 38: Valeurs des moyennes mensuelles du débit à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (année 2013)..... | 67 |
| Figure n° 39 : Valeurs des moyennes mensuelles du débit à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (année 2014)..... | 67 |

Liste des tableaux.

| | |
|---|----|
| Tableau n°1 : Les principales maladies à transmission hydriques..... | 8 |
| Tableau N°02 : Minéralisation de l'eau en fonction de la conductivité..... | 10 |
| Tableau n°03 : Le rapport de biodégradabilité ($K=DCO/DBO_5$)..... | 11 |
| Tableau n°04 : Caractéristiques épidémiologiques de quelques agents pathogènes des eaux usées..... | 15 |
| Tableau n° 05 :Les normes de rejets appliquées en Algérie selon l'OMS..... | 22 |
| Tableau n°06 :Les normes internationales de rejets selon l'organisation mondiale de la santé (OMS)..... | 22 |
| Tableau n°07 :L'apport en hectare d'élémentsd'une lame d'eau résiduaire..... | 25 |
| Tableau N° 08 : Cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées..... | 27 |
| Tableau n°09 : Températures moyennes mensuelles de la station de Tizi-Ouzou (2012-2014)..... | 33 |
| Tableau n° 10 : Précipitations moyennes mensuelles de la station de Tizi-Ouzou (2012-2014)..... | 34 |
| Tableau n°11 : Températures et précipitations moyennes mensuelles de la station de Tizi-Ouzou (2012-2014)..... | 35 |
| Tableau n° 12 : Données générales de la STEP..... | 40 |
| Tableau n°13 : Les bases de dimensionnement de la STEP..... | 40 |
| Tableau n°14 :Qualité des eaux épurées rejetées par la STEP..... | 41 |

Liste des abréviations

A.E.P : alimentation en eau potable.

$\mu\text{S}/\text{cm}$: Micro Siemens par Centimètre.

$^{\circ}\text{C}$: Degré Celsius.

CE : Conductivité Electrique.

DBO_5 : Demande Biochimique en Oxygène.

DCO : Demande Chimique en Oxygène.

EAU : Eaux Usées Agricoles.

Eq/hab : Equivalent habitant

EUD : Eaux Usées Domestiques

EUI : Eaux Usées Industrielles

FAO: Food and Agriculture Organisation

FTU :Formazin Turbidity Unit

Ha : Hectare

J.O.R.A : Journal Officiel de la République Algérienne.

K : Coefficient de Biodégradabilité

m^3 : mètre cube

MES : Matières En Suspension

$\text{Mg d}'\text{O}_2/\text{l}$: Milligramme d'Oxygène par Litre

mg/l : milligramme par litre

MO : Matières Organiques

MP : Matières Phosphatés

MTH : Maladies à Transmission Hydrique

NH_3 : Azote Ammonical

NH_4^+ :Ammounium

Liste des abréviations

NO_2^- : Nitrites

NO_3^- : Nitrates

NTK : Azote total

OD : Oxygène Dissous

OMS: Organisation Mondiale de la Santé

ONA : Office National d'Assainissement

ONM : Office National Météorologique

P : Phosphore

pH : Potentiel d'hydrogène

PO_4^{3-} : Ortho Phosphates

Pr : Précipitations

STEP : Station d'épuration

T : Température

Sommaire

| | |
|----------------------------------|----------|
| INTRODUCTION GENERAL..... | 1 |
|----------------------------------|----------|

CHAPITRE I : généralités et pollution des eaux

| | |
|--|----|
| Introduction : | 3 |
| 1_ Définition de l'eau : | 3 |
| 2. Définition de la pollution | 3 |
| 3. Définition de la pollution de l'eau | 3 |
| 4. Définition des eaux usées..... | 5 |
| 5. Origines des eaux usées | 5 |
| 5.1. Eaux usées domestiques..... | 5 |
| 5.2. Eaux usées industrielles..... | 5 |
| 5.3. Eaux usées agricoles..... | 5 |
| 6. Impacts sur l'environnement..... | 6 |
| 6.1. Sur la santé..... | 6 |
| 6.2. Sur le sol..... | 6 |
| 6.3. Sur les cultures..... | 7 |
| 6.4. Maladies à transmission hydrique..... | 7 |
| 6.5. Sur l'atmosphère..... | 9 |
| 7. Paramètres de pollution..... | 9 |
| 7.1. Paramètres physiques..... | 9 |
| 7.1.1. Température..... | 9 |
| 7.1.2. Odeur..... | 9 |
| 7.1.3. Couleur..... | 9 |
| 7.1.4. Matières en suspension(MES)..... | 10 |
| 7.1.5. Turbidité..... | 10 |
| 7.2. Paramètres chimiques..... | 10 |
| 7.2.1. Potentiel d'hydrogène (pH)..... | 10 |
| 7.2.2. Conductivité électrique (CE)..... | 10 |

Sommaire

| | |
|--|----|
| 7.2.3. Oxygéné dissous (OD)..... | 11 |
| 7.2.4. Demande biochimique en oxygène (DBO ₅)..... | 11 |
| 7.2.5. Demande chimique en oxygène (DCO)..... | 11 |
| 7.2.6. Notion de biodégradabilité (K=DBO ₅ /DCO)..... | 11 |
| 7.2.7Nutriment..... | 12 |
| 7.2.7.1. Azote..... | 12 |
| Azote kjeldahl | 12 |
| Azote ammoniacal (NH ₃)..... | 13 |
| Ammonium (NH ₄ ⁺)..... | 13 |
| Nitrites (NO ₂ ⁻) | 13 |
| Nitrates (NO ₃ ⁻)..... | 13 |
| a)Dénitrification..... | 13 |
| b)nitrication..... | 14 |
| 7.2.7.2 Phosphore..... | 14 |
| Ortho Phosphates (PO ₄ ³⁻)..... | 14 |
| 7.3.Paramètres biologiques..... | 14 |
| 7.3.1. Bactéries..... | 15 |
| 7.3.2. Virus..... | 15 |
| 7.3.3. Protozoaires..... | 16 |
| 7.3.4. Héminthes..... | 16 |
| Conclusion..... | 16 |

CHAPITRE II : Traitements des eaux usées et notion de réutilisation.

| | |
|---|----|
| Introduction | 17 |
| 1. Définition d'une station d'épuration | 17 |
| 2. Différents traitements d'une STEP | 17 |
| 2.1. Prétraitement | 19 |
| a) Dégrillage..... | 19 |
| b) Dessablage | 19 |
| c) Dégraissage-déshuilage..... | 19 |

Sommaire

| | |
|---|----|
| 2.1.1. Traitement primaire | 19 |
| 2.1.2. Traitement biologique..... | 19 |
| 2.1.3. Traitement complémentaires | 20 |
| 2.1.4. Traitements des boues..... | 20 |
| 3. Equivalent habitant | 21 |
| 4. Normes de rejets | 21 |
| 4.1. Normes internationales..... | 21 |
| 4.2. Norme de rejets appliqués en Algérie | 22 |
| 5. Notion de réutilisation..... | 23 |
| 5.1. Objectifs de la réutilisation des eaux traitées | 23 |
| 5.2. Avantages et inconvénients de la réutilisation | 23 |
| 5.2.1. Avantages | 23 |
| 5.2.2. Inconvénients..... | 23 |
| 5.3. Domaines de la réutilisation des eaux usées épurées | 24 |
| 5.3.1. Usage agricole | 24 |
| 5.3.2. paysagère | 25 |
| 5.3.3. forestière | 25 |
| 5.3.4. Industrielles | 25 |
| 6. La réutilisation des eaux usées traitées en Algérie | 26 |
| 7. Législation des eaux..... | 26 |
| 7.1. Textes relatifs à la lutte contre la pollution des eaux | 26 |
| 7.2. Textes relatifs à la réutilisation des eaux usées épurées..... | 26 |
| Conclusion..... | 27 |

CHAPITRE III : Objectifs et Méthodologie

| | |
|-------------------------------|----|
| 1. Introduction..... | 28 |
| 2. Données exploitées | 28 |
| a) Quotidiennes | 28 |
| b) Hebdomadaires | 28 |
| 3. Les données utilisées..... | 28 |

Sommaire

| | | |
|------------------|--|----|
| 4. | Présentation de la zone d'étude..... | 29 |
| 4.1. | Situation administrative..... | 29 |
| 4.2. | Situation géographique..... | 29 |
| 4.3. | Etude topographique | 29 |
| 4.4. | Aspect géologique et hydrologique..... | 32 |
| 4.5. | Aspect pédologique | 32 |
| 5. | Aspect climatique..... | 32 |
| 5.1. | Température | 32 |
| 5.2. | Précipitations..... | 34 |
| 5.3. | Synthèse climatique..... | 35 |
| 6. | Réseau d'assainissement de la zone d'étude..... | 36 |
| 7. | Représentation de la station d'Azeffoun..... | 36 |
| 8. | Les différentes stations d'épuration | 37 |
| 8.1. | STEP opérationnelles | 37 |
| 8.2. | STEP à réaliser | 37 |
| 9. | Fiche technique de la STEP d'azeffoun..... | 40 |
| 10. | Partie expérimentale..... | 41 |
| 10.1. | Prélèvement et échantillonnage..... | 41 |
| 10.2. | Techniques d'analyse des eaux usées..... | 42 |
| 10.2.1. | Paramètres physico-chimiques | 42 |
| 10.2.1.1. | Détermination du pH et de la température..... | 42 |
| 10.2.1.2. | Détermination de la turbidité : | 42 |
| 10.2.1.3. | Détermination des matières en suspension (MES) :..... | 42 |
| 10.2.2. | Paramètres chimiques | 43 |
| 10.2.2.1. | Détermination des nitrates NO_3^- | 43 |
| 10.2.2.2. | Détermination des Nitrites NO_2^- | 43 |
| 10.2.2.3. | Détermination des Orthophosphates PO_4^{3-} | 44 |
| 10.2.3. | Paramètres biologiques..... | 45 |
| 10.2.3.1. | Détermination de la DBO_5 | 45 |
| 10.2.3.2. | Détermination de la DCO | 45 |
| | Conclusion..... | 46 |

Sommaire

CHAPITRE IV : Résultats et discussions

| | |
|---|----|
| introduction | 47 |
| 1. Paramètres quotidiens | 47 |
| 1.1. pH..... | 47 |
| 1.2. Température | 49 |
| 1.3. Matières en suspension (MES)..... | 51 |
| 1.4. Turbidité..... | 53 |
| 1.5. Débits | 55 |
| 2. Paramètres hebdomadaires..... | 57 |
| 2.1. Demande biochimique en oxygène(DBO ₅)..... | 57 |
| 2.2. Demande chimique en oxygène | 59 |
| 2.3. Nitrates (NO ₃ ⁻)..... | 61 |
| 2.4. Nitrites (NO ₂ ⁻) | 63 |
| 2.5. Phosphates (PO ₄ ³⁻)..... | 66 |
| Conclusion générale et recommandations | 69 |

Introduction générale :

La poussée démographique, l'urbanisation et le développement industriel sont les facteurs majeurs qui accentuent la pénurie d'eau.

Selon les experts internationaux, lorsque les prélèvements dépassent 20% des réserves, la gestion de l'eau devient un élément très important de l'économie nationale, c'est le cas de quelques pays.(LAZAROVA,1999)

L'Algérie est confrontée à la rareté de l'eau due à l'insuffisance et à l'irrégularité des précipitations dans le temps et dans l'espace. Le climat chaud et sec qui sévit sur une grande partie du territoire réduit également les disponibilités de la ressource en eau. Cette dernière est en moyenne de 500 m³/habitant/an. Cette valeur est très inférieure au seuil de rareté admis au niveau international qui est de 1000 m³/habitant/an. (ABBOU, 2010)

L'eau est menacée dans sa qualité et dans sa quantité. Malgré la construction de nouveaux barrages et le recours au dessalement, l'Algérie enregistre un déficit en eau de 1 milliard de m³ d'ici l'an 2025. (LARHYSS, 2010)

L'agriculture consomme plus de 70 % des ressources en eau notamment dans les pays en développement tels que les pays méditerranéens. Actuellement, les eaux usées non traitées sont utilisées dans l'irrigation dont 10 % des récoltes mondiales.(SCOTT et al, 2004)

La production d'eaux usées souvent rejetées dans les milieux récepteurs (mer, rivières, lacs et sols) sans traitement préalable ou à défaut sans traitement tertiaires, visant l'élimination de la pollution azotée et phosphatée, ces effluents véhiculent des éléments toxiques, des agents pathogènes et beaucoup de matière organique biodégradable ou non ; menaçant ainsi l'avenir de l'équilibre des différents milieux récepteurs dont les conséquences peuvent être préjudiciables à la santé publique et à l'environnement. (MENECEUR, 2013)

En considérant les rejets en milieu urbain, de l'ordre de 75% des débits consommés, les volumes d'eaux usées rejetées à travers les réseaux d'assainissement ont été évalués à 350 millions de m³ en 1979 et 660 millions de m³ en 1985. Les prévisions de rejet d'eaux usées des agglomérations urbaines sont évaluées à près de 1300 millions de m³ en 2020.(LARHYSS, 2010)

Pour cette raison, tous les pays ont déployé des efforts pour résoudre cette problématique surtout des raretés et l'altération des qualités des eaux à cause de la diversité des ressources et de la pollution hydrique. La difficulté de gestion de cette pollution par les pays en voie de développement nécessite des projets avec des grands budgets pour résoudre ce problème.

Sachant que le volume d'eau mobilisable est sans cesse en diminution, ajoutés à cela l'augmentation des besoins en eau et des rejets d'eau usée, le recyclage de ces eaux reste parmi les solutions les plus importantes. Ce qui est l'objectif de notre travail.

Notre étude s'est articulée ainsi sur l'objectif suivant :

- Evaluation des paramètres essentiels du traitement des eaux usées domestiques de la STEP d' Azeffoun. ces paramètres étudiés sont entre autre : pH, température, MES, turbidité, DBO₅, DCO, nitrates, nitrites, phosphates et les débits.
- La période consacrée à l'évaluation de ces paramètres s'est faite sur trois années successives (2012, 2013 et 2014). Les données enregistrées ont été analysées, interprétées et comparées aux normes de rejets qu'elles soient nationales ou internationales.

Le plan de travail de notre étude est organisé de la manière suivante :

- Introduction générale ;
- Chapitre I : synthèse bibliographique ;
- Chapitre II : aperçue global et succincte sur le traitement des eaux usées et la notion de la réutilisation ;
- Chapitre III : objectifs et méthodologie ;
- Chapitre IV : résultats et discussions ;
- Conclusion générale et recommandations.

Chapitre I : Généralités sur la pollution des eaux.

Introduction :

Les activités humaines (industrielles, domestiques, agricoles...) engendrent une pollution immédiate de l'environnement. Elles altèrent la qualité des eaux qu'elles soient superficielles ou souterraines. De ce fait, la gestion de cette pollution des eaux nécessite la mise en place des projets d'ouvrages hydrauliques tels que les STEP (selon les types de pollution.)

Les pays en voie de développement (l'Algérie) s'investissent dans le concept de développement durable. Cette optique nécessite la mise en place de politiques environnementales appropriées pour une meilleure prise en charge des eaux polluées (industrielles, domestiques, agricoles).

1. Définition de l'eau :

L'eau est un composé chimique ubiquitaire sur la terre. C'est une substance inodore, incolore et sans vapeur essentielle pour tous les organismes vivants connus. Elle se trouve en général dans son état liquide, et possède à température ambiante des propriétés unique : c'est un solvant très efficace .Pour cette raison, l'eau quand trouve sur terre n'est qu'exceptionnellement un composé chimique pur formé de deux atomes d'hydrogène et un atome d'oxygène, On la note H_2O .

L'eau se présente sous différents états : solide (glace, neige....), liquide (océan, rivière...) et gazeux (vapeur d'eau).(ZOUAOUI, ZILLAL, 2014)

2. Définition de la pollution :

La pollution est une modification défavorable du milieu naturel qui apparait en totalité ou en partie comme un sous-produit de l'action humaine, au travers d'effets directs ou indirects altérant les critères 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 agricoles et autres produits biologiques. (RAMADE, 2005)

3. Définition de la pollution de l'eau :

Est toute modification néfaste des eaux, causées par l'ajout de substances susceptibles d'en changer la qualité, l'aspect esthétique, et son utilisation domestique. Ces agents polluants peuvent être d'origine physique, chimique, ou biologique, et provoquent une gêne, une nuisance, ou contamination du milieu, la faune, et la flore, ainsi qu'ils peuvent affecter l'homme directement, ou indirectement à travers les ressources agricoles, et autre produits biologiques.).

(BAUMONT *et al.* 2004), (Voir Figure n°1 :)

Chapitre I : Généralités sur la pollution des eaux.



Figure N° 01 : pollution de l'eau, (J.O.R.A n°46, 1993)

Chapitre I : Généralités sur la pollution des eaux.

4. Définition des eaux usées :

F.RAMADE (2000) définit les eaux usées comme étant des eaux ayant été utilisées pour des usages domestiques, industriels ou même agricoles. Elles constituent des effluents chargés de pollution et qui sont rejetées dans un émissaire d'égout.

Les eaux usées regroupent les eaux usées domestiques (les eaux vannes et les eaux ménagères), les eaux de ruissellement et les effluents industriels (eaux usées des usines).

5. Origines des eaux usées :

5.1. Eaux usées domestiques (EUD):

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont essentiellement porteuses de pollution organique. Elles se répartissent en eaux ménagères, qui ont pour origine les salles de bains et les cuisines, et sont généralement chargées de détergents, de graisses, de solvants, de débris organiques..., et en eaux « vannes » ; il s'agit des rejets des toilettes, chargés de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux. (EL RHAZI et HABIB, 2009).

5.2. Eaux usées industrielles (EUI) :

L'industrie a toujours eu une part prépondérante dans la pollution des rivières, plans d'eau et de la mer, malgré les efforts entrepris pour réduire les volumes de pollution rejetés par les usines.

L'eau est caractérisée par une grande diversité de composition. Suivant son utilisation, elle contient des matières organiques et graisses (industrie agro-alimentaire), des hydrocarbures (raffineries), métaux lourds (métallurgie), acide, bases et produits chimiques divers (industries, chimique, tanneries), eaux chaudes (circuit de refroidissement des centrales thermiques). (GAUJOURS, 1995).

5.3. Eaux usées agricoles (EUA):

Elles proviennent essentiellement des fermes ou des cultures. Elles se caractérisent par de fortes teneurs en sels minéraux (azote, phosphore, potassium..) provenant des engrais, des pesticides et les insecticides qui altèrent la qualité des nappes souterraines vers lesquelles elles sont entraînés.

Les différents polluants d'origines agricoles ne peuvent donc pas être recueillis et traités ultérieurement dans une station d'épuration. De ce fait, ils atteignent les cours d'eau par ruissellement et surface ou par écoulement souterrain. (GAUJOURS, 1995)

Chapitre I : Généralités sur la pollution des eaux.

6.Impacts sur l'environnement :

L'augmentation des volumes de rejets et les flux polluant font que le pouvoir auto-épuration des eaux de surface devient largement insuffisant pour recevoir toutes les eaux d'égouts sans causer des effets néfastes sur la santé, le sol et la couverture végétale (RIJNART, 1990).

6.1. Sur la santé :

L'identification de risque éventuel est liée à la présence d'un large spectre de pathogènes intestinaux dans les eaux usées. Ainsi l'isolement de ces derniers, dans l'environnement (eau, sol, végétaux.....) est souvent pris comme risques pour la santé des populations avoisinantes. (BOUTIN, 1981)

Par ailleurs la transmission des pathogènes et l'intoxication par les substances chimiques peuvent avoir lieu selon deux modes :

- par contact direct : avec les eaux usées : c'est le cas des ouvriers agricoles.
- par contact indirect : lors de l'ingestion des aliments qui fixent et amplifient le risque apporté par les eaux usées. Dans le milieu continental, le risque est souvent indirect, par la contamination des aliments irrigués par les eaux usées brutes, notamment se consommer crue.

En effet le risque sanitaire d'une réutilisation des eaux usées brutes peu se situé à deux niveaux :

- Un risque réel et effectif : c'est le risque de contracter la maladie ;
- Un risque théorique et potentiel : il représente une étape d'identification des risques mais il ne peut pas assimiler un risque réel. (OMS, 1989)

6.2.Sur le sol :

Les propriétés du sol peuvent être modifiées par les pratiques d'épandage. La connaissance du SAR (Rapport d'Absorption du Sodium) de l'effluent, est alors importante. Il y a un danger si le SAR approche de la valeur de 10 (DEGREMONT, 1989). Outre la perte de sa structure par l'apport de fortes quantités en sodium et/ou en autres élément salinisant, le sol peut être le siège d'accumulation d'élément traces au niveau des premières couches à cause de leur mobilité réduite ; ce qui peut conduire à la déstabilisation des équilibres biologiques et donc à la stérilisation progressive du sol. (JELLAL, 1996)

6.3.Sur les cultures :

Parmi les problèmes qui peuvent se poser par l'utilisation des eaux usées à des fins agricoles, celui de la salinité .Dès l'instant où l'accumulation des sels dans la

Chapitre I : Généralités sur la pollution des eaux.

zone racinaire atteint une concentration, on assiste à une baisse de rendement ou arrêt de la croissance du végétal.

Cette action inhibitrice est attribuée à :

- L'augmentation de la pression osmotique qui entraîne la diminution ou l'arrêt de l'absorption de l'eau ;
- L'accumulation de certains ions (Cl^- , Na^+), au niveau des feuilles de la plante après assimilation qui se traduit par des effets toxiques. De même, un excès en azote peut causer un retard de maturation et une grande sensibilité aux maladies.(AYERS & WESTCOT , 1985)

6.4. Maladies à transmission hydriques (MTH) :

Dans la nature l'eau n'est pas toujours source de vie, loin s'en faut. Elle véhicule nombre de micro-organismes, bactéries, virus et protistes en tout genre, qui y vivent et s'y développent, ainsi que le nombre de parasites dont les hôtes ont besoin d'eau pour vivre ou se reproduire. Or de tels organismes peuvent engendrer des maladies

parfois graves lorsqu'ils pénètrent dans le corps humain .L'eau est ainsi le vecteur de transmission privilégié de ces maladies que l'on dit hydrique, (Tableau n° :01)

Chapitre I : Généralités sur la pollution des eaux.

Tableau n° 01 : les différentes maladies à transmission hydrique

| origine des maladies | maladies | Agents ou germes pathogènes | Voies De transmission | symptômes |
|----------------------|--|---|--|---|
| bactérienne | choléra | Vibro cholera | Ingestion d'eau polluée, d'aliment ou de boissons souillés. | Diarrhée, vomissements abondants et crampes musculaires.il n'ya pas de fièvre |
| | Fièvre typhoïdes, paratyphoïdes | Salmonella typhi ou paratyphi | Eau de boisson ou d'aliment souillés | Fièvre troubles digestifs et nerveux et diarrhée |
| | Shigelloses ou Dysenteries bacillaires | Shigellaspp | Eau ou les main, souillées des déjection des malades, ou par les mouches | |
| virale | Poliomyélite | poliovirus | Ingestion d'eau ou d'aliments contaminés. | |
| | Hépatites A et E | Virus de l'hépatite A et E | Voie digestive par l'eau, les matières fécales et la consommation de fruits de mer | |
| parasitaire | Schistosomiasés | Bilharzies (ou schistosomes). | | |
| | Dracunculose | Dracunculusmedinensis. | Absorption de l'eau d'étang de mare, de ruisseau contenant des cyclops | |
| | Gastro-entérites | Giardia lamblia, Cryptosporidiumparvum. | Se transmet tel quel d'un individu malade à un | |

Chapitre I : Généralités sur la pollution des eaux.

| | | | | |
|--|--|--|----------------|--|
| | | | individu sain. | |
|--|--|--|----------------|--|

(LA ROUSSE MEDICALE, 2006).

6.5. Sur l'atmosphère :

La collecte et le traitement des eaux usées entraînent également le rejet dans l'atmosphère de certains produits chimiques volatils, notamment le méthane, le dioxyde de carbone, d'oxyde d'azote, de sulfure d'hydrogène, de thiol, du chlore (s'il est utilisé dans le processus de traitement).

Divers produits chimiques peuvent également être libérés dans l'atmosphère mais en quantités moins élevées. (RODIER, 2005)

7. Paramètres de pollution :

Les paramètres de pollution concernent les trois catégories principales (physiques, chimiques et biologiques). Nous allons donner des définitions succinctes à tous ces paramètres.

7.1. Paramètres physiques :

7.1.1. Température :

La température est un facteur écologique important des milieux aqueux. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Elle joue un rôle important dans la nitrification et la dénitrification biologique. La nitrification est optimale pour les températures variant de 28 à 32 C par contre, elle est fortement diminuée pour les températures 12 à 15 C et elle s'arrête pour des températures inférieures à 5° C. (BOLLAGS, 1973).

7.1.2. Odeur :

Le test d'odeur ne constitue pas une mesure mais une appréciation, et/ou un caractère personnel. Les odeurs proviennent des produits chimiques, des matières organiques en décomposition (en anaérobie) et des protozoaires ou d'organismes aquatiques. (RODIER, 2005)

7.1.3. Couleur :

La couleur de l'eau résulte des éléments qui s'y trouvent à l'état dissous colloïdal. Une eau colorée n'est pas agréable pour les usages domestiques (eau de boisson), car elle présente toujours un doute sur la potabilité. La couleur grise de l'égout est d'origine domestique, alors qu'une couleur noire indique une décomposition partielle. Les autres nuances indiquent un apport d'eau résiduaire industrielle.

Chapitre I : Généralités sur la pollution des eaux.

(GUERRE et GOMELLA, 1978)

7.1.4. Matières en suspension(MES) :

Les MES désignent toutes les matières minérales ou organiques qui ne solubilisent pas dans l'eau et la troublent. Les MES diminuent la luminosité dans l'eau, et freine la photosynthèse, d'où les espèces végétales se développent plus difficilement. L'oxygène qu'elles produisent diminue dans le milieu et les espèces animales en souffrent. (BECHAC, 1987)

7.1.5. Turbidité :

La turbidité est liée à la présence dans l'eau de particules ou matières en suspension (MES) d'origine diverse ; organiques, argiles et des colloïdes...etc. Elle est variable dans le temps selon le mode de rejet, et suivant les saisons. La turbidité de l'eau usée est intense pendant les premières pluies, car il y a le nettoyage des chaussés et toitures(LAVOISIER, 2006).

7.2 Paramètres chimiques :

7.2.1. Potentiel d'Hydrogène (pH) :

Il est aussi appelé potentiel hydrogène. Il mesure la valeur de dissociation en ions des acides et des bases (produits alcalins) en solution dans l'eau. (GROSLAUDE, 1999)

7.2.2. Conductivité électrique (CE) :

C'est l'aptitude d'une eau à permettre le passage du courant électrique. La conductivité est l'inverse de la résistivité. Elle augmente avec la teneur en sels dissous. Elle dépend de la température. On l'exprime usuellement en micro siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$). (LAVOISIER, 2006), (voir tableau n°02)

Tableau N°02 : Minéralisation de l'eau en fonction de la conductivité

| Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) | Appréciation |
|--|--------------------------------------|
| Conductivité < 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ | Minéralisation très faible |
| 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ <conduc < 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ | Minéralisation faible |
| 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ <conduc < 333 $\mu\text{S}/\text{cm}$ | Minéralisation moyennement accentuée |
| 333 $\mu\text{S}/\text{cm}$ <conduc < 666 $\mu\text{S}/\text{cm}$ | Minéralisation moyenne |
| 666 $\mu\text{S}/\text{cm}$ <conduc < 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ | Minéralisation importante |
| Conductivité > 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ | Minéralisation excessive |

(RODIER.J, 1978)

* $\mu\text{S}/\text{cm}$: l'unité mesure de la conductivité, micro siemens par centimètres.

Chapitre I : Généralités sur la pollution des eaux.

7.2.3. Oxygène dissous(OD) :

Il caractérise le degré de pollution d'un cours d'eau. Sa concentration dans l'eau varie en fonction de la température. La détermination de ce paramètre dans l'eau se fait à l'aide d'un oxymètre. (ALPHA SEDDIKI, 2005)

7.2.4 Demande biochimique en oxygène(DBO₅) :

Elle représente la pollution organique carbonée biodégradable. Ce paramètre mesure la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction des matières organiques. Pour la mesurer, on prend comme référence la quantité d'oxygène consommé au bout de 5 jours d'incubation : C'est la DBO₅. Ce paramètre est utilisé pour établir un classement qualitatif des eaux et définir l'altération du milieu par les matières organiques biodégradables. (GROSCLAUDE, 1999)

7.2.5.Demande chimique en oxygène (DCO) :

La demande chimique en oxygène (DCO), exprimée en mg d'(O₂)/l, correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation par voie chimique et dans des conditions définies de la matière organique ou inorganique contenue dans l'eau. Elle représente donc, la teneur totale de l'eau en matières oxydables. (GROSCLAUDE, 1999).

7.2.6. Notion de biodégradabilité (K=DBO₅/DCO) :

La biodégradabilité est un concept métabolique qui traduit l'aptitude à la décomposition biologique (par voie microbienne) d'un substrat dans des conditions physico-chimiques déterminées. Le tableau n°03 indique les valeurs de biodégradabilité d'un effluent :

Tableau n°03 : Le rapport de biodégradabilité (K=DCO/DBO₅).

| Coefficient (K) | Appréciation |
|-----------------|---|
| K=1 | DCO =DBO ₅ l'effluent est complètement biodégradable |
| 1 < K < 1.5 | l'effluent est biodégradable |
| 1.5 < K <2.5 | l'effluent est moyennement biodégradable |
| K > 2.5 | l'effluent n'est pas biodégradable |

Chapitre I : Généralités sur la pollution des eaux.

(ROUABAH.N, 2008).

La biodégradabilité est exprimée par un coefficient K, tel que, $K=DCO/DBO_5$;

- Si $K < 1.5$: cela signifie que les matières oxydables sont constituées en grande partie de matières fortement biodégradables ;
- Si $1.5 < K < 2.5$: cela signifie que les matières oxydables sont moyennement biodégradables ;
- Si $2.5 < K < 3$: les matières oxydables sont peu biodégradables ;
- Si $K > 3$: les matières oxydables sont non biodégradables ;

Un coefficient K très élevé traduit la présence dans l'eau d'éléments inhibiteurs de la croissance bactérienne, tel que, les sels métalliques, les détergents....etc.

La valeur de coefficient K détermine le choix du procédé d'épuration à adopter, si l'effluent est biodégradable on applique un traitement biologique, sinon on applique un traitement physico-chimique (ACHAT et NAIT SIDENAS,2002).

7.2.7. Nutriments :

Ce sont l'azote et le phosphate présent dans l'eau usée qui sont responsables de l'eutrophisation des milieux aquatiques. La connaissance de leurs quantités est nécessaire pour contrôler les rejets d'une part et pour assurer le traitement par voie biologique d'autre part.

7.2.7.1. Azote :

Les formes d'azote dans les eaux usées sont l'azote total (NTK), les nitrates (NO_3^-) et les nitrites (NO_2^-). En plus de la toxicité de la forme ammoniacale et nitrique, l'azote intervient dans le phénomène de l'eutrophisation. Donc, sa caractérisation et sa quantification sont primordiales pour les rejets liquides dans le milieu naturel.

(BOUMENT et al, 2004).

❖ Azote kjeldahl :

Il comprend l'azote sous les formes organique et ammoniacale (NH_4^+), à l'exclusion des formes nitreuses (nitrite) et nitrique (nitrate). L'origine de l'azote organique peut être la décomposition des déchets organiques, les rejets organique humains ou animaux (urée), et les adjuvant de certains détergents. La présence d'azote organique est donc souvent un signe de pollution des eaux usées. (AIT AHMED et NOURI, 2004)

Chapitre I : Généralités sur la pollution des eaux.

❖ Azote ammoniacal (NH_3) :

C'est un gaz incolore, alcalin dans des conditions de température et de pressions normales, il présente une odeur piquante caractéristique. Il est issu, à l'état naturel, de la dégradation biologique des matières azotées (acides aminés) présentes dans les déchets organiques ou le sol et joue un rôle essentiel dans le cycle de l'azote dans la nature. L'azote pouvant subir différentes transformations au cours d'un traitement biologique (passage de la forme ammoniacale à la forme nitreuse puis nitrique et retour à la forme gazeuse). (GHISLAIN et al.)

❖ Ammonium (NH_4^+) :

L'ammonium est un indicateur de pollution. Il doit être éliminé dans les eaux de consommation car c'est un élément qui peut permettre à certaines bactéries de proliférer dans les réseaux de distribution, et provoquer des goûts désagréables quand il réagit avec le chlore pour former les chloramines.(ALPHA SEDDIKI, 2005)

❖ Nitrites (NO_2^-)

Les ions nitrites (NO_2^-) sont un stade intermédiaire entre l'ammonium (NH_4^+) et les ions nitrates (NO_3^-). Les bactéries nitrifiantes (nitrosomonas) transforment l'ammonium en nitrites. Cette opération, qui nécessite une forte consommation d'oxygène, est la nitratation.

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).

❖ Nitrates (NO_3^-)

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

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

a) Dénitrification :

C'est une réaction anaérobie, qui utilise l'oxygène des nitrates, pour réduire en azote gazeux (N_2) qui retourne ainsi sous sa forme primitive dans l'atmosphère.

(DEBIANE et DJENADI, 2004)

Chapitre I : Généralités sur la pollution des eaux.

b) La nitrification :

Le principe de la nitrification consiste en l'oxydation, par des bactéries autotrophes aérobies, de l'azote ammoniacal en azote nitrique (nitrate). Elle peut être représentée par la réaction suivante :



7.2.7.2. Phosphore :

Le phosphore est présent dans l'eau sous plusieurs formes : phosphates, poly phosphates, phosphore organique ... ; les apports les plus importants proviennent des déjections humaines et animales, et surtout des produits de lavage. Les composés phosphorés sont indésirables dans les réservoirs de distribution d'eau potable, parce qu'ils contribuent au développement d'algues et plus généralement du plancton aquatique. (BONTOUX, 1993).

Agents d'eutrophisation gênant dans le milieu naturel, les phosphates n'ont pas d'incidence sanitaire et les polyphosphates sont autorisés comme adjuvants pour la prévention de l'entartrage dans les réseaux. (BONTOUX, 1993).

❖ Ortho phosphates (PO_4^{3-}) :

Le phosphate joue un rôle très important dans le développement des algues ; il dégrade les qualités organoleptiques de l'eau (couleur, turbidité, et gout). sa présence dans les eaux est due aux sources naturelles (érosion, lessivage), aux pollution diffuses (engrais) ou ponctuelles (rejet des détergents).

(ALPHA SEDDIKI, 2005)

7.3. Paramètres biologiques :

Les eaux usées contiennent tous les microorganismes excrétés avec les matières fécales. Cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes. L'ensemble de ces organismes peut être classé en quatre grands groupes, par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes (BAUMONT et al, 2004).

Les données du tableau(04) indiquent que presque tous les pathogènes excrétés peuvent survivre suffisamment longtemps dans l'eau, le sol, et sur les cultures pour engendrer des risques potentiels vis à vis des ouvriers agricoles et des consommateurs.

Chapitre I : Généralités sur la pollution des eaux.

Tableau n°04 : Caractéristiques épidémiologiques de quelques agents pathogènes des eaux usées

| Type pathogène | Temps de survie en jours | | | |
|----------------------------|--|---|----------------|-----------------|
| | Dans les fèces, les matières de vidange et les boues | Dans les eaux claires et les eaux usées | Sur le sol | Sur les plantes |
| Virus | | | | |
| Entérovirus | < 100 (< 20) | < 120 (< 50) | < 100 (<20) | < 60 (<15) |
| Bactéries | | | | |
| Coliformes fécaux | < 90 (<50) | < 60(< 30) | < 70 (< 20) | < 30 (< 15) |
| Salmonella spp. | < 60 (< 30) | < 60 (< 30) | < 70 (< 20) | < 30 (<15) |
| Shigellaspp. | < 30 (<10) | < 30 (< 10) | - | < 10 (< 5) |
| Vibriocholerae | < 30 (< 5) | < 30 (< 10) | < 20 (< 10) | < 5 (< 2) |
| Protozoaires | | | | |
| Entamoeba histolyticacysts | < 30 (< 15) | < 30 (< 15) | < 20 (< 10) | < 10 (< 2) |
| | < 30 (< 15) | < 30 (< 15) | < 20 (< 10) | < 10 (< 2) |
| Helminthes | | | | |
| Ascaris lumbricoidesoefs | Plusieurs mois | Plusieurs mois | Plusieurs mois | < 60 (< 30) |

FAO (2003).

7.3.1. Bactéries

Les eaux usées urbaines contiennent environ 10^6 à 10^7 bactéries/100 ml dont 10^5 porteuses et entérobactéries, 10^3 à 10^4 streptocoques et 10^2 à 10^3 clostridium. La concentration en bactéries pathogènes est de l'ordre de 10^4 /l. Parmi les plus communément rencontrées, on trouve les *salmonellas* 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 thermotolérants. (BRISSAUD, RODIER, 1989).

Chapitre I : Généralités sur la pollution des eaux.

7.3.2. Virus

Les virus sont des parasites intracellulaires obligés qui ne peuvent se multiplier que dans une cellule *hôte*. On estime leur concentration dans les eaux usées urbaines comprise entre 10^3 et 10^4 particules par litre. Leur isolement et leur dénombrement dans les eaux usées sont difficiles, ce qui conduit vraisemblablement à une sous-estimation de leur nombre réel. Les virus entériques sont ceux qui se multiplient dans le trajet intestinal ; parmi les virus entériques humains les plus importants, il faut citer les entérovirus (exemple : polio), les rotavirus, les rétrovirus, les adénovirus et le virus de l'Hépatite A. Il semble que les virus soient plus résistants dans l'environnement que les bactéries et que leurs faibles dimensions soient à l'origine de leurs possibilités de dissémination. (BRISSAUD, 1997)

7.3.3. Protozoaires

Parmi les protozoaires les plus importants du point de vue sanitaire, il faut citer *Entamoebahistolytica*, responsable de la dysenterie amibienne et *Giardia lamblia*. Au cours de leur cycle vital, les protozoaires passent par une forme de résistance, les kystes, qui peuvent être véhiculés par les eaux résiduaires. . (BRISSAUD, 1997)

7.3.4. Helminthes

Les helminthes sont fréquemment rencontrés dans les eaux résiduaires. Dans les eaux usées urbaines, le nombre d'œufs d'helminthes peut être évalué entre 10 et 10^3 /l. Il faut citer, notamment, *Ascaris lumbricades*, *Oxyurisvermicularis*, *Trichuristrichuria*, *Taeniasaginata*. Beaucoup de ces helminthes ont des cycles de vie complexes comprenant un passage obligé par un hôte intermédiaire. Le stade infectieux de certains helminthes est l'organisme adulte ou larve, alors que pour d'autres, ce sont les œufs. Les œufs et les larves sont résistants dans l'environnement et le risque lié à leur présence est à considérer pour le traitement et la réutilisation des eaux résiduaires). (BRISSAU, RODIER, 1989).

Conclusion :

Les conséquences de la pollution des eaux sont multiples, que ce soit sur l'homme directement ou sur le milieu où il vit. L'assainissement des eaux usées répond donc à deux préoccupations essentielles : préserver les ressources en eaux, le patrimoine naturel, ainsi que la qualité de vie. Les ouvrages conçus pour les traitements des eaux usées permettent leur collecte, leur dépollution et une éventuelle valorisation.

Chapitre II : Traitements Des Eaux Usées et Notion De Réutilisation.

Introduction :

Les eaux usées, sont collectées par un réseau d'assainissement d'une agglomération et acheminées vers la station d'épuration. Elles vont subir une dépollution qui nécessite une succession d'étapes faisant appel à des traitements physiques, physico-chimiques, et biologiques. En dehors des plus gros déchets présents dans les eaux usées, l'épuration doit permettre, au minimum, d'éliminer la majeure partie de la pollution hydrocarbonée pour obtenir au final des eaux usées traitées destinées à la réutilisation.

Dans ce contexte, la réutilisation des eaux usées pour l'irrigation des surfaces agricoles reste l'usage prépondérant et en fort développement car le secteur agricole prélève une part très importante des ressources en eau conventionnelles, d'une part, et que la proportion d'eaux usées traitées au regard du volume total potentiellement réutilisable reste à ce jour minime pour la plupart des pays.

1. Définition d'une station d'épuration :

Une station d'épuration peut s'apparenter à une usine de dépollution des eaux usées avant leur rejet en milieu naturel, généralement en rivière. Par sa fonction, elle est installée à l'extrémité d'un réseau de collecte des égouts et en amont du milieu naturel. Elle rassemble une succession de dispositifs, empruntés tour à tour par les eaux usées, chacun de ces dispositifs étant conçu pour extraire au fur et à mesure les différents polluants contenus dans les eaux. (VANDERMEERSCH, 2006)

2. Différents traitements d'une STEP:

La station d'épuration d'une agglomération urbaine importante comporte une chaîne de traitement dont la complexité dépend du degré d'épuration jugé nécessaire. (OUALI, 2001).

La Figure n°02 représente un schéma de fonctionnement classique d'une STEP à boues activées.

Chapitre II : Traitements Des Eaux Usées et Notion De Réutilisation.

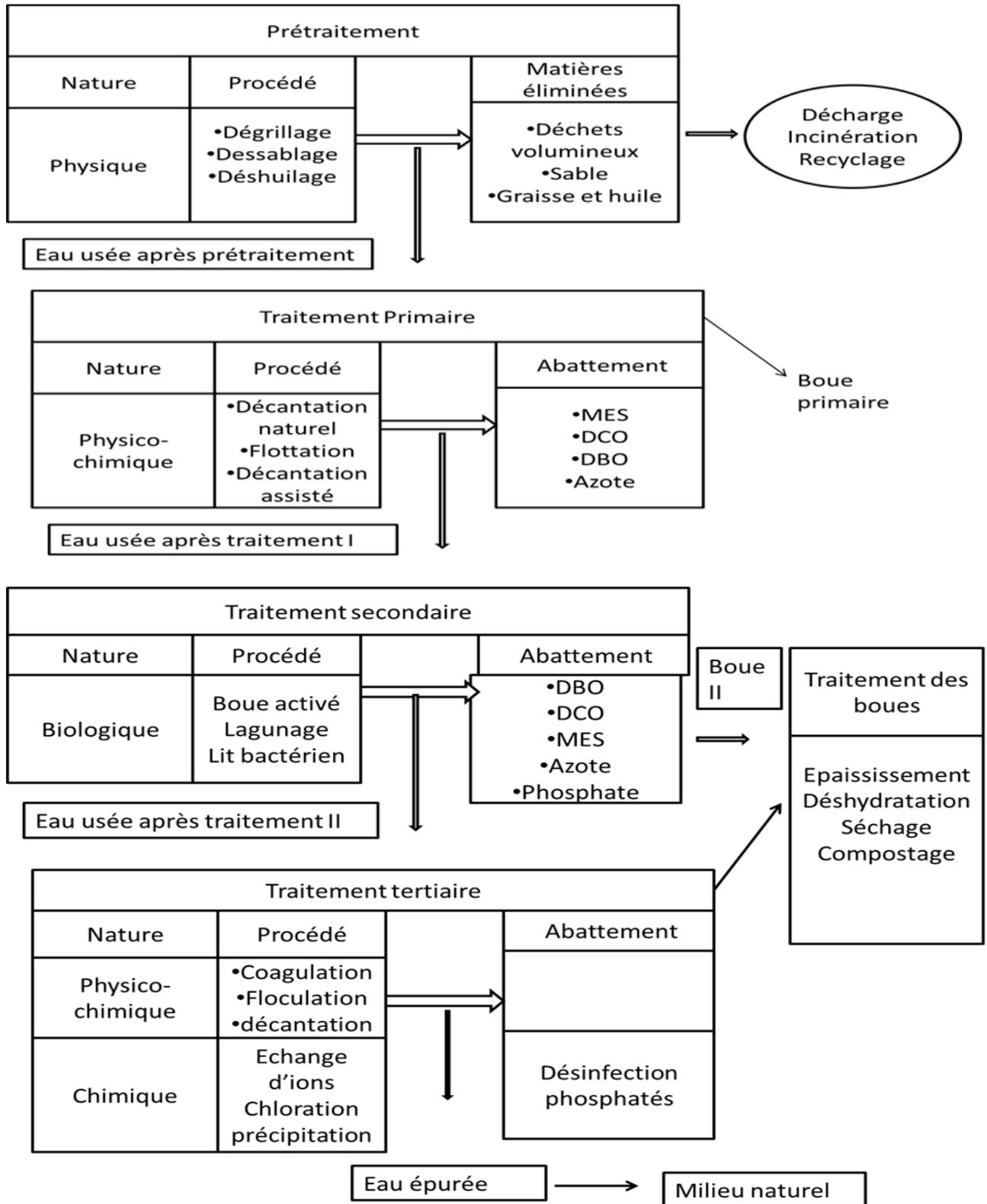


Figure n°02 : schéma de fonctionnement d'une STEP à boues activées

Chapitre II : Traitements Des Eaux Usées et Notion De Réutilisation.

On classe habituellement ces traitements de la façon suivante :

2.1. Prétraitement :

De nature mécanique, ils sont semblables à ceux de l'eau potable : dégraissage, et dessablage.(OUALI,2001)

a) Dégrillage :

A l'arrivée, l'eau usée en provenance des égouts passe entre les barreaux métalliques d'une grille (ou d'un tamis) qui retiennent les déchets volumineux (papiers, feuilles, matières plastiques, objets divers.....) et l'effluent est relevé jusqu'au niveau de l'usine à l'aide de vis d'Archimède ou de pompes. . (AUSSEL et al,2004)

b) Dessablage :

Les sables et graviers susceptibles d'endommager les installations en aval (ensablement de conduites, des bassins, usures des pompes et autre organes métalliques....) se déposent au fond de bassins conçus à cet effet. Ils sont récupérés de différentes façons : raclage vers une fosse de collecte, pompe suceuse. (AUSSEL et al,2004)

Dégraissage-déshuilage :

L'injection de fines bulles d'air dans un bassin permet de faire remonter les huiles et les graisses en surface ou elles sont raclées selon le principe de l'écumage.(AUSSEL et al,2004)

Traitement primaire :

La décantation « primaire » s'effectue dans des bassins, le plus souvent de forme cyclonique, mais il existe bien d'autres types de décanteurs. Elle permet d'éliminer 70 % environ des matières minérales et organiques en suspension qui se déposent au fond du bassin ou elles constituent les boues dites « primaires ». Celles-ci sont récupérées par raclage au fond du bassin et envoyées dans des épaisseurs pour y être traitées.(AUSSEL et al,2004)

Traitement biologique :

Après décantation, l'effluent est introduit dans des bassins équipés de dispositifs d'aération (turbines, insufflation d'air...) ou des microorganismes, naturellement présent dans l'effluent, dégradent les matières organique dissoutes. L'air insufflé leur fournit l'oxygène nécessaire pour respirer et ils se développent en se nourrissant de

Chapitre II : Traitements Des Eaux Usées et Notion De Réutilisation.

la pollution organique. Ces microorganismes exercent également un effet physique de rétention de la pollution par leur propension à se rassembler en films ou flacons.

Les techniques de traitement biologiques les plus couramment employées sont :

- Les boues activées. (celle utilisé dans la station d'étude).
- Les lits bactériens (bactéries fixées),
- Les bios filtres (bactéries fixées),

Des procédés membranaires sont utilisés depuis quelques années.(AUSSEL et al,2004)

-

2.1.1. Traitement complémentaires :

Pour obtenir une épuration plus poussée, notamment lorsque la sensibilité de milieu récepteur l'exige (zone de baignade, vie piscicole, prise d'eau potable en aval de la station...), il peut être nécessaire d'effectuer des traitements complémentaires du type :

- filtration sur lits de sable,
- désinfection par le chlore ou d'autres produits oxydants (ozone..),
- élimination de l'azote,
- élimination de phosphore. (AUSSEL et al,2004)

2.1.4. Traitements de boues :

Le traitement d'un mètre cube d'eaux usées produit de 350 à 400g de boues. Ces boues, généralement très liquides, contiennent une forte proportion de matières organiques. Elles sont donc très fermentescibles et susceptibles de causer des nuisances.

Le traitementa pour but de les conditionner en fonction des filières d'élimination :

- réduction de leur volume par épaissement, déshydratation, séchage thermique ou incinération
- diminution de leur pouvoir de fermentation par stabilisation biologique, chimique ou thermique (rajout de chaux par exemple).

Un traitement chimique des odeurs est souvent associé à ce traitement.

La gestion des boues représente souvent une préoccupation pour les exploitants des usines de traitement et pour les collectivités locales. L'élimination des boues connaît d'importantes évolutions, en particulier au niveau des filières et des débouchés finaux : utilisation agricole, compostage, incinération, récupération d'énergie, envoi en centre d'enfouissement technique..(AUSSEL et al, 2004)

3. Equivalent habitant :

Il correspond à la pollution quotidienne que génère un individu. Généralement et selon les pays la consommation en eau par jour et par individu est différente (pays européennes, pays nord africains.....etc.) ;

Exemple :

La quantité de pollution journalière produite par un individu est estimée à 57g de matières oxydables (OM), 90g MES, 15g de matières azotées (MA) et 4g de matières phosphatées (MP). Enfin, la concentration en germes est généralement de l'ordre 1 à 10 milliards de germes pour 1000 ml d'eau usée.

Les équivalents habitant pour la pollution des eaux sont calculés en ne prenant en compte que les matières oxydables (essentiellement les matières organiques). Un équivalent habitant standard correspond à 57g de matières oxydables par jour. (KOLLER, 2004).

4. Normes de rejets :

Les quantités maximales de matières polluantes pouvant être rejetées dans un milieu récepteur appelées normes de rejet, répondent à des lois nationales qui peuvent être adaptées localement par des textes législatifs et réglementaires qui définissent ces normes de rejets (REJESK , 2002).

4.1. Normes internationales :

La norme est représentée par un chiffre qui fixe une limite supérieure à ne pas dépasser ou une limite inférieure à respecter. Un critère donné est rempli lorsque la norme est respectée pour un paramètre donné. Une norme est fixée par une loi, une directive, un décret-loi.

Les normes internationales de rejets selon l'organisation mondiale de la santé (**OMS**) respective pour les eaux usées (LADJEI.2004), voir tableau n°05.

Chapitre II : Traitements Des Eaux Usées et Notion De Réutilisation.

Tableau n°05 : Les normes internationales des rejets selon l'organisation mondiale de la santé (OMS)

| Caractéristiques | Normes utilisées (OMS). |
|-------------------------------|-------------------------|
| PH | 6.5-8.5 |
| DBO ₅ | < 30 mg/l |
| DCO | < 90 mg/l |
| MES | < 20 mg/l |
| NH ₄ ⁺ | < 0.5 mg/l |
| NO ₂ ⁻ | 1 mg/l |
| NO ₃ ⁻ | 1 mg/l |
| P ₂ O ₅ | < 2 mg/l |
| TEMPERATURE | < 30°C |
| COULEUR | Incolore |
| ODEUR | Incolore |

(LADJEL ,2004)

4.2. Norme de rejets appliqués en Algérie :

Les normes de rejets appliquées en Algérie sont celles de l'OMS. Elles sont indiquées dans le tableau n°06.(LADJEL,2004)

Tableau n°06 : Les normes de rejets appliquées en Algérie selon l'organisation (OMS)

| Paramètres | Unités | Normes |
|--------------------|--------|---------|
| T | C° | 30 |
| PH | / | 6,5-8,5 |
| O ₂ | Mg/l | 05 |
| DBO ₅ | Mg/l | 30 |
| DCO | Mg/l | 90 |
| MES | Mg/l | 30 |
| ZINC | Mg/l | 02 |
| CHROME | Mg/l | 0,1 |
| AZOTE TOTAL | Mg/l | 50 |
| PHOSPHATES | Mg/l | 02 |
| DETERGEANTS | Mg/l | 01 |
| HYDROCARBURES | Mg/l | 10 |
| HUILES ET GRAISSES | Mg/l | 20 |

(LADJEL ,2004)

Chapitre II : Traitements Des Eaux Usées et Notion De Réutilisation.

5. Notion de réutilisation :

5.1. Objectifs de la réutilisation des eaux traitées :

L'objectif principal de la réutilisation des eaux usées est non seulement de fournir des quantités supplémentaires d'eau de bonne qualité en accélérant le cycle d'épuration naturelle de l'eau, mais également d'assurer l'équilibre de ce cycle et la protection de l'environnement (les sols, les cours d'eau, les plan d'eau, les eaux littorales , voire les eaux souterraines qui autrement, auraient pu être polluées par les rejets des stations d'épurations).

En effet, les volumes d'eau issus des traitements sont en grande partie destinés aux domaines agricoles, vu leurs demande en eau élevée. La recharge de la nappe, usages municipaux et les besoins industriels (les usines de fabrication d'acier....) pour le refroidissement moteurs des machines, peuvent être couverts. (KESSI ET IHADADENE, 2012).

5.2. Avantages et inconvénients de la réutilisation :

La réutilisation des eaux usées peut être un atout important dans la politique d'aménagement du territoire des collectivités locales. Les avantages et les bénéfices les plus importants de la réutilisation de l'eau, ainsi que les défis et les contraintes les plus fréquemment rencontrés dans l'exécution et l'exploitation de tels projets, sont les suivants :

5.2.1. Avantages:

- Prévention de la pollution des eaux qui se produirait si les eaux usées étaient rejetées dans les cours d'eau ou les lacs ;
- Conservation des ressources en eaux douces et leurs réutilisation rationnelle, ce qui est d'une grande importance dans les régions arides et semi-arides comme la méditerranées.
- Accroissement de la fertilité » du sol, puisque les effluents sont riches en éléments nutritifs (azote, phosphore et potassium notamment) et permettent ainsi de réduire l'application d'engrais artificiels ;
- Amélioration des caractéristique physique du sol grâce a l'apport de matière organique. (KESSI ET IHADADENE, 2012).

5.2.2. Inconvénients:

- Risque sanitaire lié à la présence des germes dans les eaux usées traités aussi bien pour le travailleur que pour le consommateur ;
- L'apport en quantité importante des doses de l'azote et de phosphore peut nuire la production agricole et contribue à la pollution des nappes :
- Les sites d'utilisation doivent se trouver à proximité des stations d'épurations, c'est-à-dire dans les zones périurbaines peuplées ;

Chapitre II : Traitements Des Eaux Usées et Notion De Réutilisation.

- La réticence des usagers à utiliser l'eau usée, soit pour des raisons culturelles, soit parce que les cultures proposés sont de faible rentabilités économiques ;
- Les rejets urbains ont des débits continus et presque constants durant l'année, alors que l'utilisation agricole est saisonnière et la demande est différente selon les saisons et les périodes de productions. (KESSI ET IHADADENE, 2012).
- Risques sur le sol :

Le principal risque encouru par le sol lors de l'irrigation des cultures au moyen des différentes techniques existantes et celui du colmatage. En général, ce colmatage n'affecte que la partie superficielle du sol.

En ce qui concerne les sols sur les quels est pratiqué une irrigation, les expérimentations menées montrent que les labourages fréquent suffisent à limiter ces phénomènes de colmatage, d'une part par action mécanique, d'autre part en activant la dégradation des matières organiques fait de l'aération du sol.

Il y a problème de perméabilité si l'eau ne pénètre pas rapidement dans le sol pendant une irrigation pour reconstituer la réserve d'eau nécessaire à la culture jusqu'à l'arrosage suivant. Une mauvaise perméabilité du sol entrave donc l'apport d'eau à la culture et risque de rendre beaucoup plus difficile les pratiques culturales en raison d'un courtage sur les semences, d'un engorgement à la surface du sol, phénomènes qui s'accompagnent de toutes sortes d'inconvénients : maladies, salinité, mauvaise herbes, problèmes d'aération et de nutrition.

Parmi les solutions d'aménagement envisageables aux problèmes de perméabilité, on peut citer :

- Les amendements du sol par utilisation du gypse.
- Les façons culturales ou le labour profond constituent une autre solution efficace mais provisoire. (IDDIR.F ET LAFDAL.S, 2009).

5.3. Domaines de la réutilisation des eaux usées épurées :

5.3.1. Usage agricole :

Le secteur agricole constitue actuellement le plus grand débouché pour la valorisation des eaux usées, c'est également la solution qui a le plus d'avenir à court et à moyen terme (CAUCHI, 1996).

L'irrigation des cultures est l'une des types les plus anciennes et les plus courantes de la réutilisation des effluents. Au plan conceptuel ; elle est identique à la bio génération du sol à faible débit. Les cultures irriguées comprennent les arbres, les pâturages, le blé, la luzerne et autre plantes fourragères, et les cultures textiles.

Chapitre II : Traitements Des Eaux Usées et Notion De Réutilisation.

Des cultures vivrières ont également été irriguées avec des effluents tertiaires désinfectés (LOUMI ET YEFSAH, 2010).

L'azote, le phosphore, le potassium, les oligo-éléments, le zinc, le bore et le soufre indispensable à la vie des végétaux, se trouvent en quantités appréciable dans les eaux usées et constituent un paramètre de qualité important dans la valorisation des eaux usées épurées en agriculture.

Une lame d'eau résiduaire de 100mm peut apporter à l'hectare :

Tableau n°07 : L'apport en hectare d'éléments d'une lame d'eau résiduaire de 100mm.

| Les éléments | L'apport |
|--------------|-------------|
| Azote | 16 à 62 kg |
| Phosphore | 4 à 24 kg |
| Potassium | 2 à 69 kg |
| Calcium | 18 à 208 kg |
| Magnésium | 9 à 100 kg |
| Sodium | 27 à 182 kg |

(ABOU.,2010)

5.3.2. paysagère :

L'irrigation paysagère également appelée réutilisation urbaine, consiste à irriguer notamment :

- Les parcs ;
- Les terrains de sport ;
- Les espaces aménagés autour des centres commerciaux, immeubles de bureaux et établissements industriels ; (KESSI ET IHADADENE, 2012).

5.3.3. forestière :

Dans les pays occidentaux, c'est une pratique qui commence à se généraliser. En effet les zones irriguées concernent des zones vierges pour le reboisement. (KESSI ET IHADADEN, 2012).

5.3.4. Industrielles :

Les principales utilisations que l'industrie ait faites de l'eau recyclée sont l'eau de refroidissement, l'eau de procédé de transformation, l'eau d'alimentation de chaudière, l'irrigation et entretien des espaces entourant l'usine.

Chapitre II : Traitements Des Eaux Usées et Notion De Réutilisation.

6. La réutilisation des eaux usées traitées en Algérie :

Les capacités de réutilisation des eaux usées traitées dans l'irrigation agricole ont été portées de 45 millions m³ en 2012 à quelque 325 millions m³ en 2014, à l'échelle nationale, selon l'Office national d'assainissement (ONA).

Il est également attendu l'entrée prochaine de 25 stations d'épuration en phase de réutilisation des eaux usées traitées dans l'irrigation de 70.000 hectares de terres agricole, notamment dans les régions de Béni-Senous, Baraki, Ben-Ziad, Chelghoum-Laid, Tipaza, Ouargla, Saida, Tiaret et Chleff

Selon le personnel, chargée des stations de traitement des eaux à l'ONA, un plan d'action associant l'ONA et l'Office national d'irrigation et de drainage (ONID), est en cours d'étude pour explorer des opportunités de mobilisation des eaux traitées dans l'irrigation de grandes surfaces, dans cinq grands bassins hydrographiques du pays.

Des laboratoires habilités à assurer des analyses de qualité de l'eau, aux plans microbiologiques et physico-chimiques, pour définir les normes techniques de l'eau et les types de cultures pouvant être irrigués avec des eux traitées, et ce au niveau de 15 stations d'épuration sont en exploitation à travers le pays.

Les quantités d'eaux traitées et réellement réutilisées dans l'irrigation agricole, ont atteint en 2013 un volume de 19 millions m³ pour l'irrigation de 12.000 hectares, a-t-on signalé. D'autres utilisations existent pour les eaux usées traitées, telles que la lutte contre les incendies, le nettoyage des villes, la production d'engrais naturels, en plus de l'industrie. (WWW.MAGHREBEMERGENT.COM)

7. Législation des eaux :

Face au danger de pénurie d'eau, et dans le but du maintien de sa qualité et sa conformité à la réglementation ; les organisations internationales ont pris les devants et multiplient les conférences et les rencontres pour tenter de développer une politique commune à l'échelle mondiale afin d'obtenir de tous les pays des engagements politiques fermes afin de résoudre le problème à l'échelle planétaire.

7.1. Textes relatifs à la lutte contre la pollution des eaux :

- Décret exécutif N° 93-160 du 10 Juillet 1993 réglementant les rejets d'effluents liquides industriels. (J.O N°46/1993)
- Décrets exécutif N° 93-163 du 10 Juillet 1993 portant institution d'un inventaire du degré de pollution des eaux superficielles. (J.O N° 46/1993)
- Décrets exécutif N° 09-209 du 11 Juin 2009 fixant les modalités d'octroi de l'autorisation de déversement des eaux usées autres que domestiques dans un réseau public d'assainissement ou dans une station d'épuration. (J.O N° 36/2009)

7.2. Textes relatifs à la réutilisation des eaux usées épurées :

- Un nouveau texte figuré dans le tableau n ° 06, encadrant les projets de la réutilisation a été élaboré en 2012. Il s'agit de l' « arrêté interministériel du 2012

Chapitre II : Traitements Des Eaux Usées et Notion De Réutilisation.

fixant la liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées (J.O N° 41/ 2012) »

Tableau N° 08 : cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées

| Groupe de cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées | Liste des cultures |
|---|---|
| Arbre fruitiers | Dattiers, vigne, pêche, poire, abricot, cerise, prune, nectarine, grenade, figure, rhubarbe, arachides, noix, olives. |
| Cultures fourragères (2) | Pamplemousse, citron, orange, mandarine, tangerine, lime, clémentine. |
| Cultures industrielles | Bersim, maïs, sorgho, fourragers, vesce et luzerne. |
| Cultures céréalières | Tomate industriel, haricot à rames, petit pois à rame, betterave sucrière, coton, tabac, lin. |
| Cultures de production de semences | Blé, orge, triticales et avoine. |
| Cultures de production de semences | Pomme de terre, haricot, et petit pois. |
| Arbuste fourragers | Acacia et atriplexe. |
| Plantes florales à sécher ou à usage industriel | Rosier, iris, jasmin, marjolaine et romarin |

(JORA, N°41, 2012)

CONCLUSION :

La présence de normes de rejets spécifiques à la réutilisation des eaux usées en agriculture ainsi que la présence de textes réglementaires fixant les modalités de réutilisation des eaux usées et la liste des cultures et les conditions de leur irrigation par les eaux usées épurées constituent une promotion de projets de réutilisation des eaux usées épurées.

Les auteurs socio-économiques (publics et privés), ont des décisions à prendre en matière de réutilisation des eaux usées en agriculture. Ils sont confrontés à la nécessité d'exploiter des quantités en augmentation, afin de répondre à une demande toujours plus grande. La gestion intégrée des eaux usées épurées en Algérie, désormais institutionnellement reconnue comme un modèle de partenariat public-privé, est la meilleure approche pour une mise en valeur et une gestion efficace et durable des eaux usées épurées, face à des demandes en eau en augmentation.

Chapitre III : Objectifs et Méthodologie.

1. Introduction :

Dans ce chapitre, nous allons mettre en exergue les objectifs assignés à cette étude à savoir :

- L'efficacité du processus épuratoire des eaux usées de la STEP d'Azeffoun ;
- La possibilité de la réutilisation des eaux usées traitées.
- L'analyse statistique descriptive de données enregistrées.

2. Données exploitées:

Après des services de l'ONA de Tizi-Ouzou, nous avons enregistré un ensemble de données chiffrés de la STEP d'Azeffoun (située sur le territoire de la commune d'Azeffoun).

Ces valeurs ont été enregistrées pendant trois années de suite (2012-2013-2014). Elles nous renseignent sur l'ensemble des paramètres analysées quotidiennement ou bien hebdomadairement en nous indiquant au final les taux des rendements épuratoires des eaux usées domestiques de notre station d'étude.

Nous signalons aussi que ces données enregistrées concernent les eaux brutes (eaux d'entrée) et les eaux épurées (eaux de sortie).

Durant notre stage pratique qui s'est déroulé du 29 au 02 juin 2016, nous avons analysé les paramètres de traitements au niveau du laboratoire central de la STEP Est de Tizi-Ouzou. Les analyses effectuées sont comme suit :

- a) Quotidiennes : MES, ph, température, turbidité, conductivité.**
- b) Hebdomadaires : DBO5, DCO, NO3-, NO2-, po4-**

3. Les données utilisées :

Toutes les valeurs enregistrées dans notre station d'étude (2012-2013-2014) sont insérés successivement dans les tableaux (n°01 à n°30) en annexe.

Ces tableaux sont repartis en deux phases : phase eau brute et phase eau épurée. Chaque une de ces phases nous renseigne sur les valeurs des paramètres étudiés qui représentent les moyennes mensuelles par paramètre. Ces données vont nous aidé à présenter une analyse statistique descriptive de chaque un des paramètres.

Afin de présenter les résultats et discussions de notre étude, nous avons procédé de la manière suivante :

Les paramètres étudiés ont été analysés et interprétés individuellement pour les trois années (2012-2013-2014). Quand aux discussions, nous avons jugé utile de les présenter une seule fois pour les trois années d'observation.

Chapitre III : Objectifs et Méthodologie.

4. Présentation de la zone d'étude :

4.1. Situation administrative :

Azeffoun est une ville côtière située au Nord-Est de la wilaya de Tizi-Ouzou. Elle est distante d'environ 65km de chef-lieu de la wilaya et de 82km de chef de Bejaia. Elle se délimite :

- Au Nord par la Méditerranée.
- A l'Est par la commune d'Ait Chaffaa.
- A l'Ouest par la commune Iflissen.
- Au Sud par la commune d'Aghrib et Akerrou. (voir figure n°03)

4.2. Situation géographique :

Les coordonnées géographiques de la commune sont : 32°53'46 N 22° 13E .Elle présente une superficie de 126,66 km². Selon GPRH 2008 (recensement générale de la population et de l'habitat), la commune d'Azeffoun comporte 17435 habitants pour une densité de 138 habitants par km². (Figure n°04).

4.3. Etude topographique :

L'étude topographique est très importante pour distinguer la distribution de la population et leurs activités. Les reliefs sont accidentés représentés de la façon suivante :

- Montagnes représentent 70 % de la superficie total.
- Les collines représentent 25%. alors que les plaines ne représentent que 5%.

La nature du sol est calcaire de texture argileuse, fine, rougeâtre de profondeur moyenne. La région est une partie incluse dans la chaîne littorale de Kabylie. Ce massif de Djurdjura est orienté de l'Est à l'Ouest et ondulé par quelques dépressions et marqué de quelques saillies rocheuses, contrefort accidentés et ravinés. (YAKOUB, 2005.)

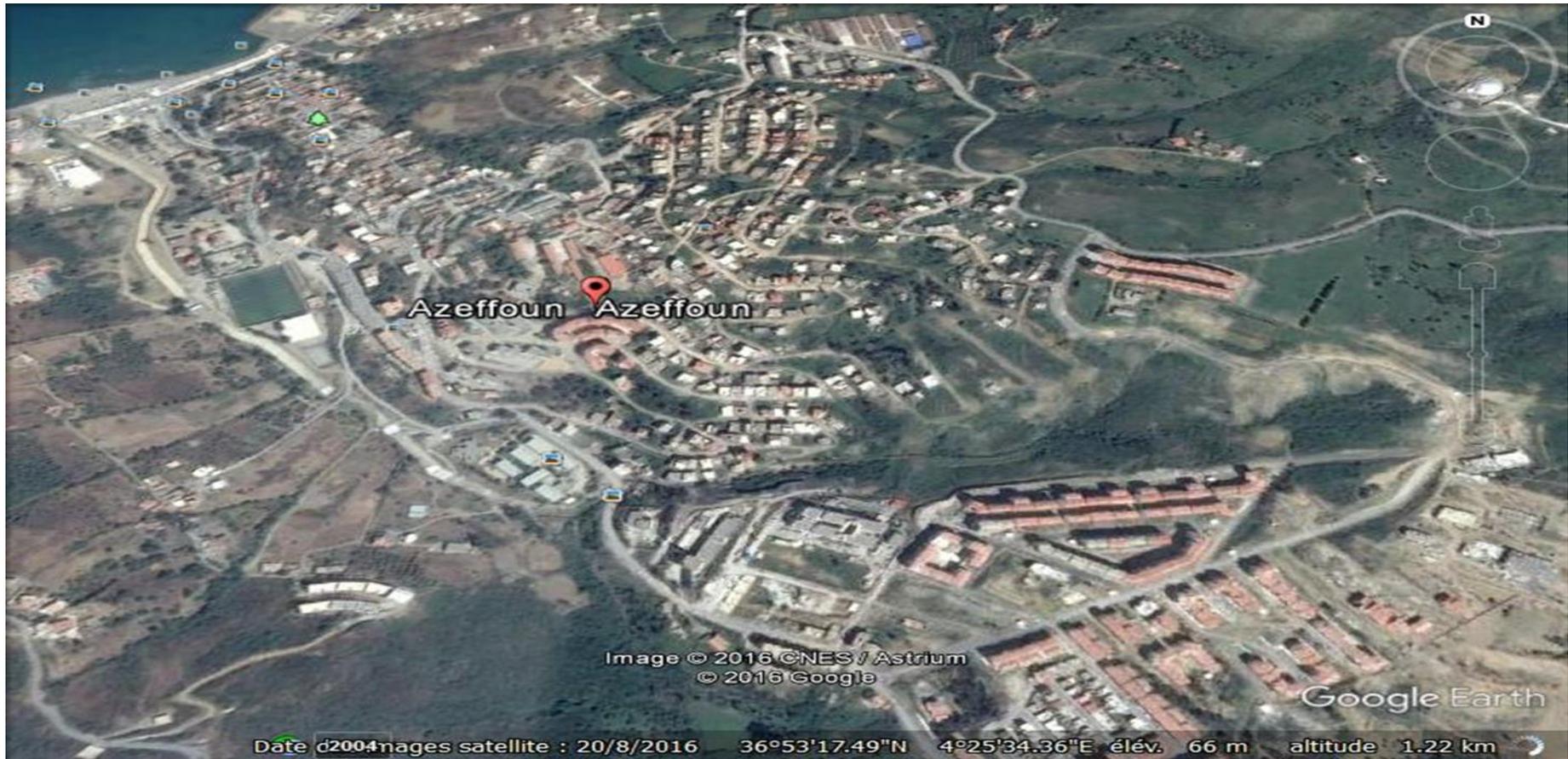


Figure n° 04 : image satellite de la de la STEP d'Azeffoun (Google Earth, 2016)

Chapitre III : Objectifs et Méthodologie.

4.4. Aspect géologique et hydrologique :

Azeffoun fait partie de flanc Nord du géosynclinal Kabylie. C'est une chaîne littorale complexe à axe sensible de l'est de l'éocène Numidien où affluent les formations bourbeuses et dans les zones déprimées. Les grès de Numidie sont présents sur l'ancien noyau d'Azeffoun : ce sont des grès à quartz fins occupant les flancs des collines.

Les argiles gréseuses se présentent une puissante assise s'étalant de sud vers la mer en suivant une forme concave. Des éboulis de grès numidien comprennent des sédiments, des cailloutis arrachés aux faciès environnants.

On remarque que le territoire de la commune est parcouru par un réseau hydrographique assez dense. Les eaux des oueds existants se déversent directement dans la mer Méditerranéenne. Ces oueds sont caractérisés par des débits faibles et très irréguliers en printemps, importants en hiver et secs en été. (YAKOUB.B.2005).

4.5. Aspect pédologique

Les pédologues qui ont fait des analyses au niveau de sol d'Azeffoun ont prouvé que la majorité des sols sont alluvionnaires (bloc de galets, graviers et sables) caractérisés par des résistances dynamiques de pointe supérieures à 36 bars à partir de 3 m de profondeur. (YAKOUB, 2005).

5. Aspect climatique :

Le territoire de la wilaya de Tizi-Ouzou situé au Nord de l'Algérie, se trouve sur la zone de contact et de dualité entre les masses d'air polaire et tropicale. (BOUDJEMA, 2008).

D'une manière générale, la wilaya de Tizi-Ouzou est située dans les latitudes moyennes chaudes. Elle répond à un climat de type méditerranéen, qui se caractérise à l'échelle de l'année par une opposition thermique et pluviométrique (YAKOUB.B, 1996). Ce climat se caractérise par deux saisons distinctes : un été chaud et sec et un hiver froid et pluvieux.

La région d'Azeffoun est définie par un climat méditerranéen avec quelques nuances continentales. Cette région est caractérisée par un hiver frais et pluvieux et d'un été chaud et humide.

5.1. Température :

La température est une grandeur physique, elle est exprimée en degré Celsius (°C), et mesurée dans une station météorologique à l'aide de thermomètre.

Chapitre III : Objectifs et Méthodologie.

C'est la conséquence directe du rayonnement solaire reçu à la surface de la terre. Elle varie en fonction de l'altitude, la latitude et l'influence de la mer et d'autres facteurs locaux.

Les températures moyennes enregistrées pendant la période (2012-2014) de la station de Tizi-Ouzou sont représentées dans le tableau n°09.

Tableau n°09 : Températures moyennes mensuelles de la station de Tizi-Ouzou (2012-2014).

| mois | Janvier | Février | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Août | Septembre | Octobre | Novembre | Décembre |
|--------|---------|---------|------|-------|-------|-------|---------|------|-----------|---------|----------|----------|
| T (°C) | 11 | 9.6 | 13.3 | 16.2 | 18.86 | 24.03 | 27.16 | 28.4 | 24.6 | 21.83 | 15.73 | 11.33 |

(ONM, Tizi-Ouzou 2016)

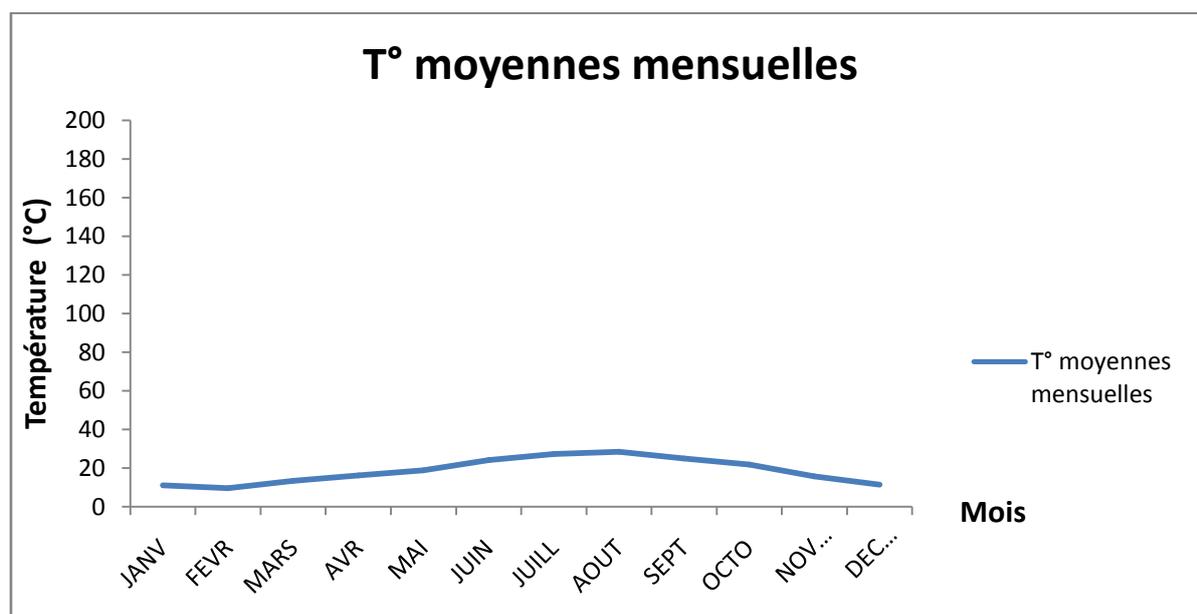


Figure n° 05: Températures moyennes mensuelles de la station de Tizi-Ouzou (2012-2014)

La figure représente la répartition des températures moyennes mensuelles de la station de Tizi-Ouzou pendant la période 2012-2014.

La courbe des températures moyennes mensuelles montre que, les températures augmentent au fur et mesure que la saison estivale approche. Les mois de Janvier, Février présentent les températures les plus basses, et sont

Chapitre III : Objectifs et Méthodologie.

respectivement de 11°C ; 9.6 °C. Alors que les plus élevées sont enregistrées durant les mois de Juillet et Aout, dont les valeurs sont respectivement : 27.16 °C ; 28.4 °C.

5.2. Précipitations :

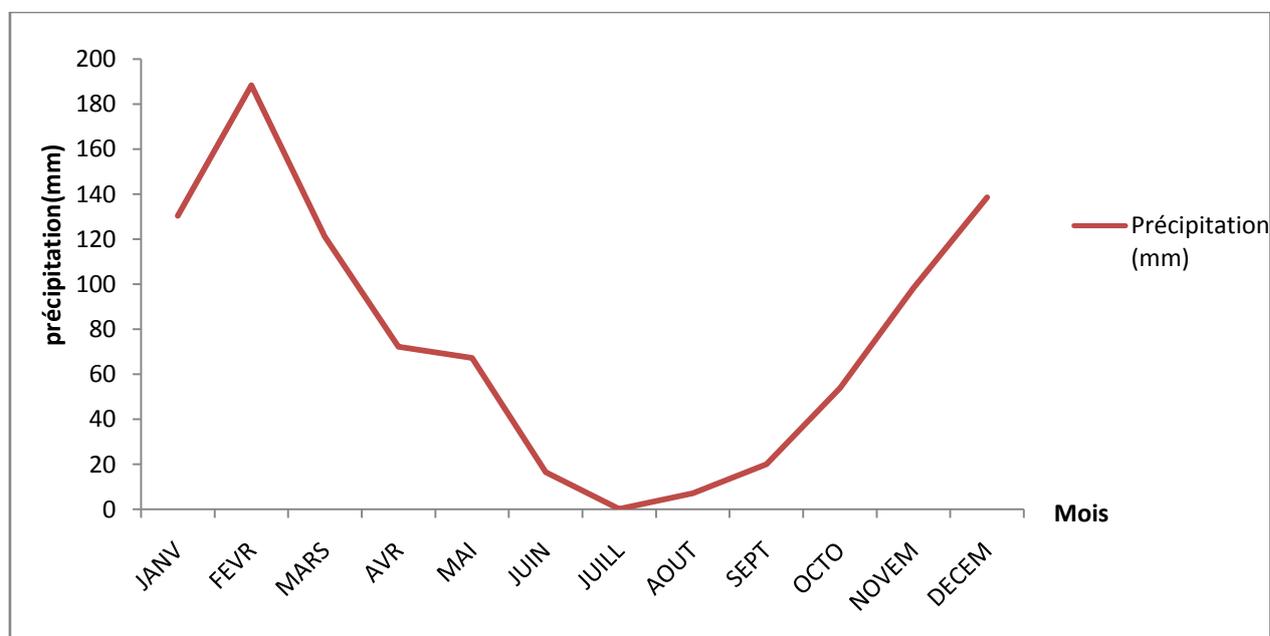
Les précipitations sont le facteur prépondérant pour la détermination du type de climat dans une région donnée. La quantité des précipitations est mesurée à l'aide de pluviographe, il donne la valeur en mm. La quantité et la qualité des précipitations varient selon plusieurs facteurs : l'altitude, la continentalité ... etc.

Les moyennes pluviométriques pendant la période (2012-2014) de la station Est de Tizi-Ouzou sont portées dans le tableau suivant :

Tableau n° 10 : précipitations moyennes mensuelles de la station Est de Tizi-Ouzou (2012-2014).

| mois | Janvier | Février | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Aout | Septembre | Octobre | Novembre | Décembre |
|---------|---------|---------|--------|-------|-------|------|---------|------|-----------|---------|----------|----------|
| Pr (mm) | 130.46 | 188.46 | 121.23 | 72.2 | 67.26 | 16.5 | 0.2 | 7.1 | 20.1 | 53.93 | 98.4 | 138.63 |

(ONM, Tizi-Ouzou 2016)



La figure n° 06 : moyennes pluviométriques mensuelles de la station de Tizi-Ouzou (2012-2014).

Chapitre III : Objectifs et Méthodologie.

Les valeurs les plus importantes s'observent au mois de décembre (138.63 mm), et au mois de Janvier (130.46 mm), avec un maxima en Février (188.46 mm), qui correspond à la saison hivernale. La valeur la plus basse est enregistrée en mois de Juillet (0.2 mm), qui correspond à la saison estivale.

5.3. Synthèse climatique :

Afin de procéder à établissement d'une synthèse des principaux facteurs climatiques (pluviométrie, températures), et pour mettre en évidence la saison sèche dans la wilaya de Tizi-Ouzou, nous avons jugé utile de réaliser un diagramme ombrothermique de BANGNOULS.F et GAUSSEN.G (1953).

Selon les deux auteurs, il ya apparition de période de sécheresse lorsque $Pr = 2T$:

- Pr : précipitations (mm).
- T : températures (°C).

On trace sur le même graphe deux courbes, l'une pluviométrique et l'autre thermométrique, correspondant à une même période. Les précipitations sont portées en ordonnées selon une échelle double des températures.

Selon les même auteurs, il ya sécheresse lorsque la courbe des précipitations rencontre celle des températures, et passe en dessous de cette dernière.

Les données climatiques utilisées pour l'établissement du diagramme ombrothermique de la wilaya de Tizi-Ozou durant la période (2012-2014), sont résumées dans le tableau n°09.

Tableau n°11 : Températures et précipitations moyennes mensuelles de la station Est de Tizi-Ouzou (2012-2014).

| mois | Janvier | Février | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Août | Septembre | Octobre | Novembre | Décembre |
|---------|---------|---------|--------|-------|-------|-------|---------|------|-----------|---------|----------|----------|
| T (°C) | 11 | 9.6 | 13.3 | 16.2 | 18.86 | 24.03 | 27.16 | 28.4 | 24.6 | 21.83 | 15.73 | 11.33 |
| Pr (mm) | 130.46 | 188.46 | 121.23 | 72.2 | 67.26 | 16.5 | 0.2 | 7.1 | 20.1 | 53.93 | 98.4 | 138.63 |

Chapitre III : Objectifs et Méthodologie.

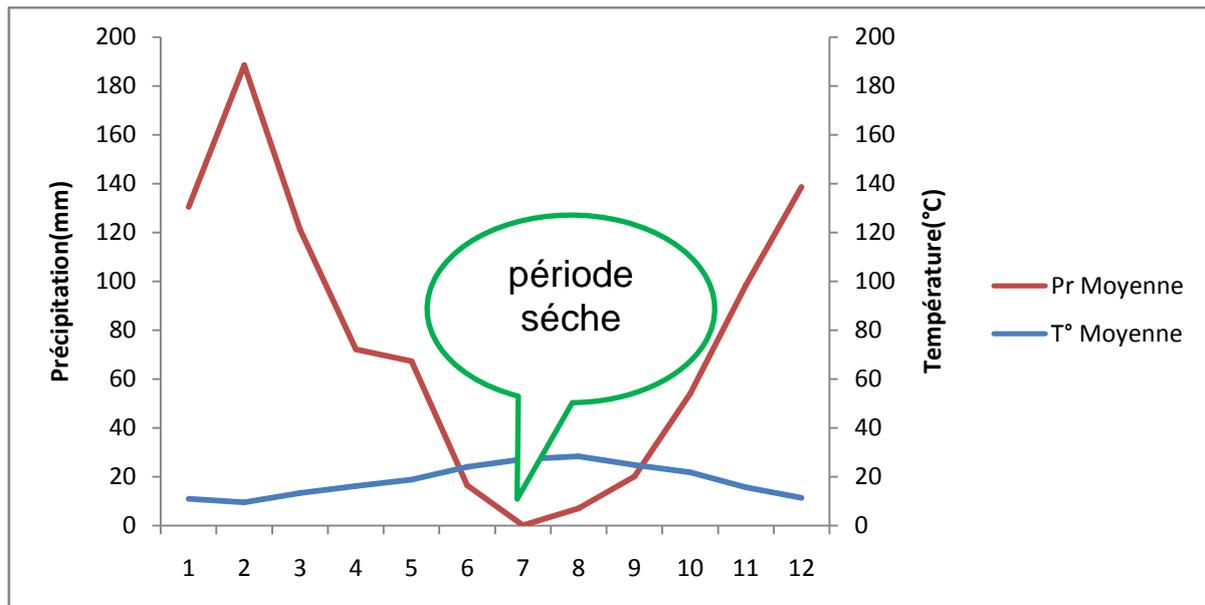


Figure n°07 : Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN.

La figure n°09 présente le diagramme ombrothermique, qui est établi sur une période de 3 ans pour la région de Tizi-Ouzou.

La période sèche s'étale sur environ 3 mois, allant du juin jusqu'au début septembre. Elle est assez courte par rapport à la saison humide ; cette dernière s'étale sur environ 9 mois (de fin septembre jusqu'au mai).

6. Réseau d'assainissement de la zone d'étude :

Le réseau d'assainissement de la ville d'Azeffoun est de type unitaire il est distribué de la façon suivante :

- Raccordement des collecteurs venant de limites de la protection civil au regard, achevé le regard rempli de la tranchée et remise en état de la piste.
- Réalisation d'un DVO au niveau du parc communal + raccordement à la station de relevage N°1.
- Raccordement d'un collecteur de Sidi Karchi d'un regard de 1000mm venant de CEM au collecteur principal RN24 en face de siège de la daïra.
- Présence d'un DVO et batardeau à proximité de l'hôtel de « le marin » qui est raccordé à un collecteur serve directement à la tête de la station. (services technique de la commune.2016).

7. Représentation de la station d'Azeffoun :

- Le site de la STEP est suffisamment éloigné de l'agglomération.
- La STEP verse directement à la mer car elle se situe à côté de la plage de caroubier.
- Le pompage de l'eau est assuré par deux stations de relevage.

Chapitre III : Objectifs et Méthodologie.

- Le terrain de la STEP est plat ce qui facilite les travaux de terrassement lors de la réalisation du projet.
- Le site de la STEP est à proximité de la route nationale n°24 ce qui favorise l'exploitation et la gestion.
- La STEP est alimenté par une ligne de 30000 V (moyenne tension) et équipée d'un poste de transformateur.

8. Les différentes stations d'épuration :

8.1. STEP opérationnelles :

Dans le cadre du programme national de la protection de l'environnement et des nappes alluviales, la wilaya de Tizi-Ouzou ne dispose que de sept stations d'épuration fonctionnelles avec une capacité totale de 211000 eq/hab.

(Voir figure n°08)

8.2. STEP à réaliser :

Le nombre de STEP à réaliser est de l'ordre de neuf STEP, à moyen terme (horizon 2020). Celle de Draa Ben Khedda (DBK) est en voie de réalisation avec une capacité de 25 000.

La réalisation de ces projets permis d'éliminer toutes contaminations du réseau d'AEP, des nappes phréatiques et la pollution des rivières notamment, l'Oued Sebaou et l'Oued Boghni, ainsi que la protection de littoral.

(Voir figure n°09)

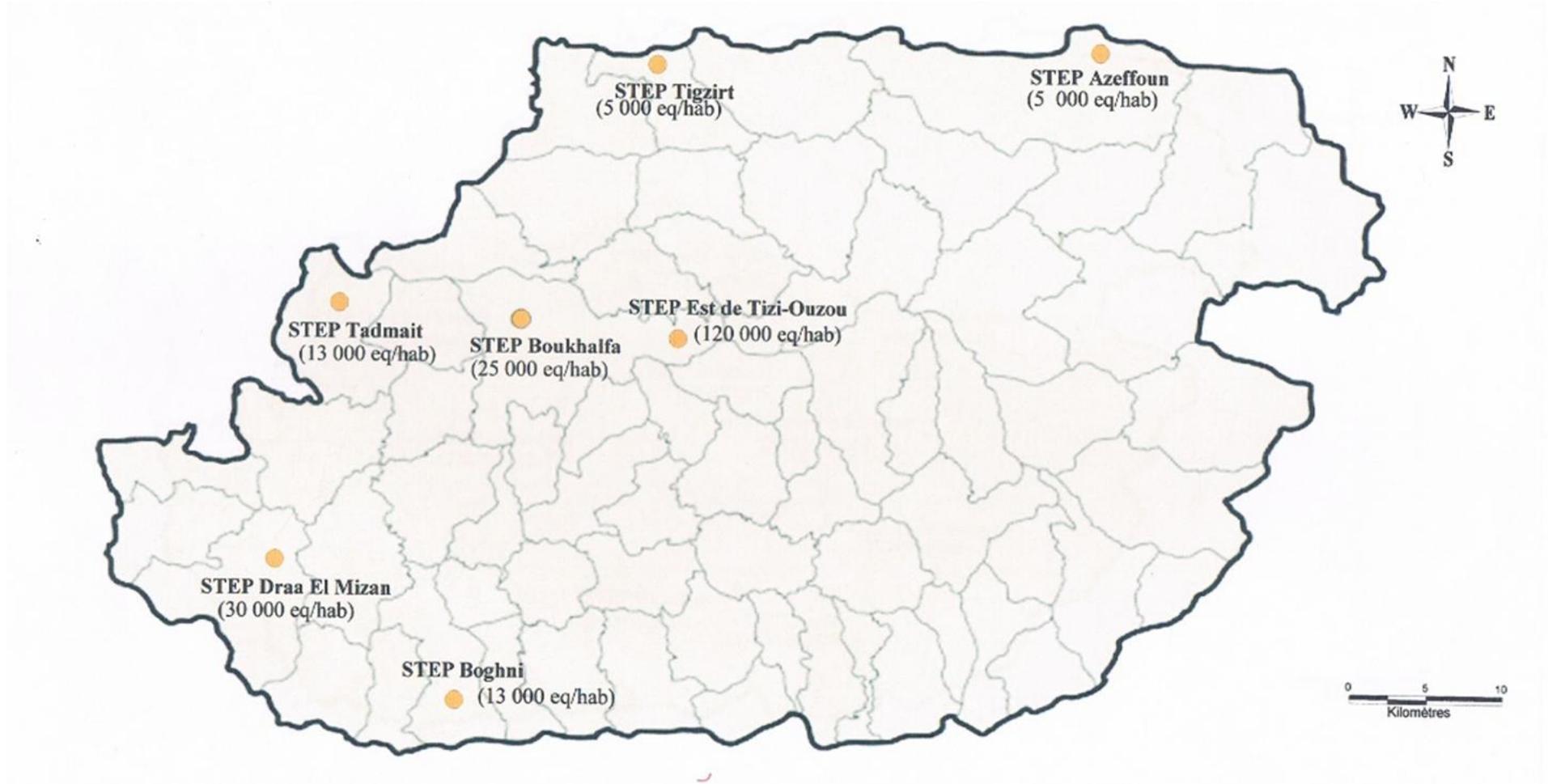


Figure n ° 08 : Carte représentative des différentes STEP fonctionnelles de la wilaya de Tizi-Ouzou

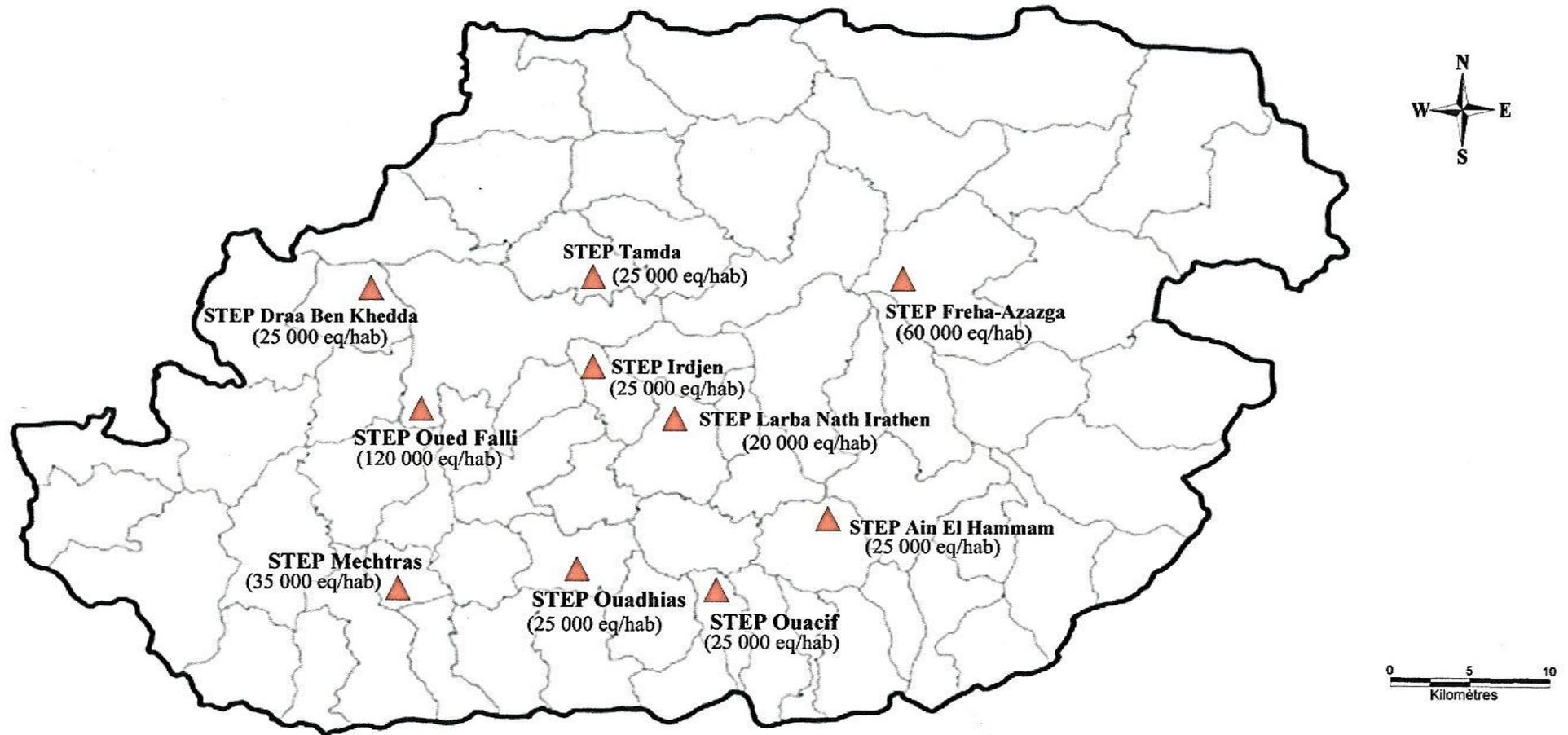


Figure N°09 : Carte représentative des différentes STEP à réalisé dans la wilaya de TO

Chapitre III : Objectifs et Méthodologie.

9. Fiche technique de la STEP d'Azeffoun :

Tableau n° 11 : Données générales de la STEP

| | | |
|--|--|-----------------------|
| Nom de la station | STEP Azeffoun | |
| Wilaya de | Tizi-ouzou | |
| Milieu récepteur | La Mer | |
| Date de mise en service | 13 juillet 2006 | juin 2013 |
| Date de transfert de la station à l'ONA | Février 2007 | non encore transférée |
| Localité concernée par le traitement | Ville d'Azeffoun | |
| Nature des eaux brutes | urbaines | |
| Capacité de la station | 5000EQ/H-500.m3/j | 15000EQ/H 1500.m3/j |
| Superficie de l'assiette | 15396,6 m ² | |
| Groupement de réalisation -génie civil -équipement | -Hydrotraitement-Hydrotraitement -Hydrotraitement-Hydrotraitement | |
| Type de dispositif d'assainissement de la ville | unitaire | |
| Système d'épuration | Le procédé biologique dit boues activées à faible charge | |
| Alimentation en eaux usées | (par refoulement+gravitaire) jusqu'à la station | |

(ONA, 2016).

Tableau n°12 : les bases de dimensionnement de la STEP

| Paramètres | QUANTITES | |
|--|------------------|---------------------|
| | partie existante | partie extension |
| Equivalent. Habitant | 5000 EQ/H | 15000 EQ/H |
| Volume journalier | 500 m3/j | 1500m3/j |
| Débit moyen de temps sec | 20,83m3/j | 62,5m3/j |
| Débit de pointe temps sec | 50,9m3/h | 150m3/h |
| Débit maximale admis en temps de pluie | M3/h | m3/h |
| Charge polluante | | |
| Charge massique(Cm) | 0,069Kg DBO5/Kg | |
| Charge journalière en DCO | Kg/j | 900 kg/j - 600mg/l |
| Charge journalière en DBO5 | 225KG/J | 600KG/J - 400mg/l |
| Charge journalière en MES | 300kg/j | 600KG/J - 400mg/l |
| Charge en azote ammoniacal(N-NH ₄) | Kg/j | NTK :135kg/j 90mg/l |

(ONA,2016)

Chapitre III : Objectifs et Méthodologie.

Tableau n°13: QUALITÉ DES EAUX ÉPURÉES REJETEES

| Parameters | unite | Concentration en mg/L | rendements |
|------------|-------|-----------------------|------------|
| DBO5 | Mg/l | 30 | 94,01* |
| DCO | Mg/l | 90 | 89,08* |
| MES | Mg/l | 30 | 95,43* |
| NTK | Mg/l | | - |

(ONA,2016)

10. Partie expérimentale :

Notre travail expérimental a été réalisé dans la station d'épuration (STEP Est de Tizi-Ouzou) au niveau de laboratoire d'analyse physico-chimique et biologique de la dite station pour une durée d'une semaine allant de 29 mai au 02 juin 2016 afin de comprendre méthodologiquement le fonctionnement d'une station.

L'objectif de ce travail est de caractériser les eaux brutes et les eaux épurées de la station par l'analyse de certains paramètres physiques et chimiques ; quotidiens : (T°, pH, MES, turbidité, conductivité) et hebdomadaires : (DCO, DBO₅, NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻), afin de quantifier les taux de participation par année en eau, en azote et en phosphore de l'effluent traité de la station d'épuration en vue d'une éventuelle réutilisation agricole.

10.1. Prélèvement et échantillonnage :

La méthode appliquée dans la station d'épuration Est de Tizi Ouzou est celle de l'échantillon composite ; elle consiste à prélever deux à trois fois par jour un volume déterminé pour l'eau brute (entrée) et l'eau épurée (sortie).

Cet échantillon sera conservé au réfrigérateur après avoir effectué quelques analyses journalières, chaque volume prélevé sera bien mélangé avec tous les prélèvements précédents pour constituer l'échantillon moyen à analyser par la suite. Cette méthode permet donc de récolter une fraction de l'ensemble des matières polluantes qui transite dans les différents ouvrages de la station durant la journée.

Aussi y a des analyses qui se font sur place pour les boues de la station à savoir les boues des deux bassins d'aération (BA(1,2)), les boues de la stabilisation (BS(1,2)).

Chapitre III : Objectifs et Méthodologie.

10.2. Techniques d'analyse des eaux usées :

10.2.1. Paramètres physico-chimiques :

Les paramètres physico-chimiques analysés au niveau de la STEP Est de Tizi-Ouzou sont : la température, le pH, la conductivité (ce qui n'est pas mesuré dans l'analyse complète d'Azeffoun) et la turbidité. Ce sont des paramètres décisifs dans la détermination de la qualité de l'eau.

10.2.1.1. Détermination du pH et de la température :

Ceci se fait par l'électrométrie : (utilisation d'un pH - mètre)

- 1- préparer le pH - mètre
- 2- Etalonner l'appareil.
- 3- Verser une quantité d'échantillon dans un bécher.
- 5- Plonger la sonde de température et l'électrode dans l'échantillon.
- 6- Attendre jusqu'à ce que la mesure se stabilise et faire la lecture.

10.2.1.2. Détermination de la turbidité :

Elle se détermine par la méthode spectrophotométrique :

- 1- Prélever 500 ml d'échantillon à analyser et homogénéiser.
- 2- Préparer le spectrophotomètre.
- 3- Entrer le numéro du programme "750" et régler la longueur d'onde à "450"
- 4- Remplir un flacon colorimétrique avec 25 ml d'échantillon à analyser.
- 5- Préparer le blanc en remplissant un autre flacon colorimétrique de 25 ml d'eau distillée.
- 6- Placer le blanc dans le puits de mesure, fermer le capot.
- 7- Presser "zéro", l'affichage indique "0 FTU".
- 8- Agiter le flacon d'échantillon.
- 9- Placer l'échantillon dans le puits de mesure et fermer le capot.
- 10- Presser la touche Read Enter", l'affichage indique le résultat en "FTU".

10.2.1.3. Détermination des matières en suspension (MES) :

Par la méthode spectrophotométrique :

- 1- Prélever 500 ml d'échantillon à analyser et homogénéiser.
- 2- Préparer le spectrophotomètre.
- 3- Entrer le numéro du programme "630" et régler la longueur d'onde à "810"
- 4- Remplir un flacon colorimétrique avec 25 ml d'échantillon à analyser.

Chapitre III : Objectifs et Méthodologie.

- 5- Préparer le blanc en remplissant un autre flacon colorimétrique de 25 ml d'eau distillée.
- 6- Placer le blanc dans le puits de mesure, fermer le capot.
- 7- Presser "zéro", l'affichage indique "0 mg/l MAT.EN SUSP".
- 8- Agiter le flacon d'échantillon.
- 9- Placer l'échantillon dans le puits de mesure et fermer le capot.
- 10- Presser la touche Read Enter",
L'affichage indique le résultat en "mg/l MAT. EN SUSP".

10.2.2. Paramètres chimiques :

10.2.2.1. Détermination des Nitrates NO_3^- :

Méthode spectrophotométrie (DR 2000).

Gamme 0-30mg/l

1. préparer le spectrophotomètre
2. entrer le numéro de programme *355* et régler la longueur d'onde à *500nm*
3. presser la touche READ ENTER l'affichage indique en mg/l N NO_3^- H.
4. Remplir un flacon colorimétrique avec 25ml d'échantillon à analyser en tenant dans un chiffon au de papier adsorbant.
5. Ajouter avec précaution le contenu d'une pastille *nitra ver 5* au flacon .
6. Mettre la pastille utilisée dans un sachet de stockage.
7. Presser shift Timer, agiter le flacon pendant une minute jusqu'à ce que le minuteur sonne.
8. Presser shift Timer une période de réaction de 5min commence.
9. Préparer le blanc en remplissant un flacon colorimétrique avec 25ml
10. Lorsque le minuteur sonne l'affichage indique en mg/l N NO_3^- H.
11. Placer le blanc dans le puits de mesure.
12. Presser zéro l'affichage indique 0,0mg/l N NO_3^- H.
13. Essuyer le flacon colorimétrique avec de papier absorbant puis le mettre dans un sachet de stockage
14. Placer l'échantillon préparé dans le puits de mesure et presser READ INTER LE résultat sera exprimé en mg/l N NO_3^-
15. Après avoir effectué l'analyse le rejet est transporté par le chef de station vers le local des déchets chimiques

10.2.2.2. Détermination des Nitrites NO_2^- :

Méthode : spectrophotométrie

Gamme de 0 à 150 mg/l

- 1- Porter des vêtements de sécurité à savoir : gants, masque et lunettes de protection.
- 2-Préparer le spectrophotomètre.

Chapitre III : Objectifs et Méthodologie.

- 3- Entrer le numéro du programme "373" et régler la longueur d'onde à "585 mm".
- 4- Presser "Read Enter" l'affichage indique "mg/l NO₂⁻H".
- 5- Remplir un flacon colorimétrique avec 25ml d'échantillon à analyser en le tenant dans un chiffon ou du papier absorbant.
- 6-Ajouter avec précaution le contenu d'une gélule "Nitri Ver2" au flacon puis agiter.
- 7- Mettre la pastille utilisée dans un sachet de stockage.
- 8- Presser "Shift Timer", une période de réaction de 10' commence.
- 9- Préparer le blanc en remplissant un flacon colorimétrique avec 25ml d'échantillon
- 10-Lorsque le minuteur sonne, l'affichage indique : " mg/l NO₂⁻H".
- 11-Placer le blanc dans le puits de mesure.
- 12- Presser "Zéro", l'affichage indique " 0 mg/l NO₂⁻H".
- 14- Placer l'échantillon préparé dans le puits de mesure, presser "Read/Enter", le résultat s'affiche.
- 15- Après avoir effectué l'analyse, le rejet est immédiatement neutralisé puis rejeté à l'évier.

10.2.2.3. Détermination des Orthophosphates PO₄³⁻ :

Méthode : spectrophotométrie

* **Gamme de 0 à 2 ,50 mg/l**

- 1- Porter des vêtements de sécurité à savoir : gants, masque et lunettes de protection.
- 2-Préparer le spectrophotomètre.
- 3- Entrer le numéro du programme "490" et régler la longueur d'onde à "890 mm".
- 4- Presser la touche "Read Enter" l'affichage indique "mg/l PO₄³⁻PV".
- 5-Remplir un flacon colorimétrique avec 25ml d'échantillon à analyser en le tenant dans un chiffon ou du papier absorbant.
- 6-Ajouter avec précaution le contenu d'une pastille "Phos Ver3" au flacon puis agiter.
- 7- Mettre la pastille utilisée dans un sachet de stockage.
- 8- Presser "Shift Timer", une période de réaction de 2' commence.
- 9- Préparer le blanc en remplissant un flacon colorimétrique avec 25ml d'échantillon.
- 10- Lorsque le minuteur sonne, l'affichage indique : "mg/l PO₄³⁻PV".
- 11-Placer le blanc dans le puit de mesure.
- 12- Presser "Zéro", l'affichage indique " 0,00 mg/l PO₄³⁻PV".
- 13- Essuyer le flacon colorimétrique avec le papier absorbant puis le mettre dans un sachet de stockage.
- 14- Placer l'échantillon préparé dans le puit de mesure, presser "Read/Enter", le résultat s'affiche.

N.B. : Le blanc de réactif doit être déterminé pour chaque nouveau lot de Phos Ver 3.

Chapitre III : Objectifs et Méthodologie.

10.2.3. Paramètres biologiques :

10.2.3.1. Détermination de la DBO :

Par la méthode manométrique avec Oxy Top :

- 1- Mettre en marche l'incubateur DBO tout en réglant le thermostat à $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.
- 2- Réchauffer ou refroidir un volume d'échantillon à $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.
- 3- Préparer les flacons DBO, y introduire une quantité appropriée d'échantillon à analyser, le volume de l'échantillon est défini dans le tableau suivant :

| Volume de l'échantillon | Echelle de mesure | Facteur |
|-------------------------|---------------------------|---------|
| 432 ml | 0-40 mgO ₂ /l | 1 |
| 164 ml | 0-400 mgO ₂ /l | 10 |

- 4- Introduire un barreau magnétique dans chaque flacon.
- 5- Placer une cupule dans le goulot de chaque flacon
- 6- Placer l'hydroxyde de Potassium en pastilles dans chaque cupule
- 7- Placer les Oxy top sur les flacons en les serrant bien
- 8 – Appuyer sur les Oxy Top jusqu'à apparition de zéro

10.2.3.2. Détermination de la DCO :

Mesurée par le spectrophotomètre

Mode opératoire :

❖ Gamme 0-150mg/l et 0-1500mg/l

1. Porter des vêtements de protection (lunettes et masque de protection et des gants) pour utiliser le réacteur DCO,
2. Prélever environ 500ml d'échantillon dans un bécher et l'homogénéiser.
3. Préchauffer le réacteur DCO à 150°C .
4. Entourer le tube de réactif de la gamme désirée avec du papier absorbant et retirer le bouchon avec précaution.
5. Pipeter avec précaution 2ml d'échantillon dans le tube tout en le tenant incliné.
6. Fermer et serrer le bouchon tout en gardant le papier autour du tube.
7. Pour éviter toute perte de vapeurs et tout déversement accidentel, s'assurer que le tube est bien fermé en tenant le tube par le bouchon, le retourner plusieurs fois jusqu'à mélange du contenu (si le produit est renversé, il doit être essuyé immédiatement avec un chiffon ou du papier absorbant qui sera stocker dans un sachet de stockage.
8. Placer les tubes hermétiquement bouchés dans les réacteurs, préchauffés et placer l'écran de protection.
9. Préparer le blanc du réactif en répétant l'opération 3 à 9 en remplaçant l'échantillon par 2 ml d'eau distillée.
10. Chauffer les tubes pendant 2 heures à 150°C sur un réacteur DCO.

Chapitre III : Objectifs et Méthodologie.

11. Eteindre le réacteur et laisser les tubes refroidir à 120°C au moins.
12. Placer les tubes dans un portoir et laisser refroidir à température ambiante.
13. Faire la lecture sur spectrophotomètre.

Conclusion :

Le stage d'une semaine (du 29 mai au 02 juin 2016) nous a permis de connaître et comprendre exactement les méthodes d'analyses et de traitements des paramètres d'eaux de pollution domestiques. C'est grâce à toutes ces techniques que nous allons essayer de commenter et analyser et interpréter les résultats des données enregistrées au sein de la STEP d'Azeffoun.

L'interprétation des résultats se fera sur la base de la discussion et l'analyse des paramètres physico-chimiques et bactériologiques de la station d'Azeffoun. . Pour une période qui s'étale sur 3 années successives (2012,2013 et 2014).

1. Paramètres quotidiens :

1.1. pH :

a. année 2012 :

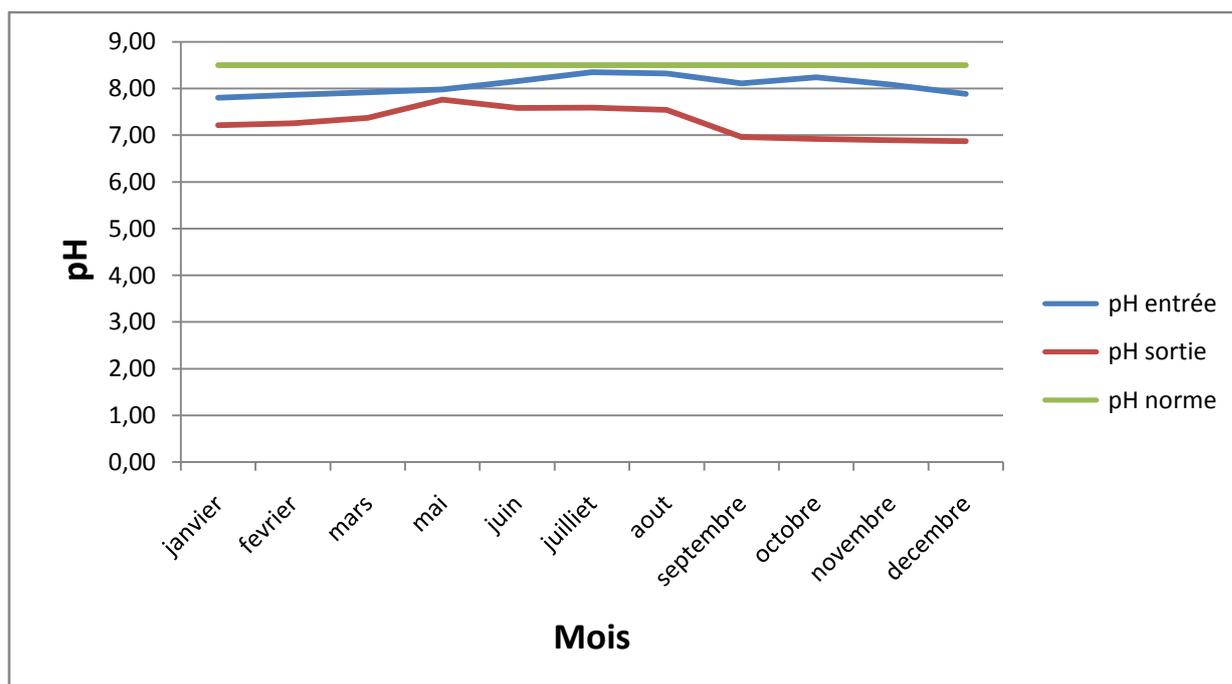


Figure n°10 : valeurs des moyennes mensuelles du potentiel d'hydrogène à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (année 2012)

La figure n°10 indique que le pH d'entrée se situe dans l'intervalle allant du 7,80 à 8,35. Le pH d'eau de sortie est compris entre (6,87 à 7,76). Ces valeurs sont conformes aux valeurs indiquées par l'OMS (6,5-8,5).

b. Année 2013 :

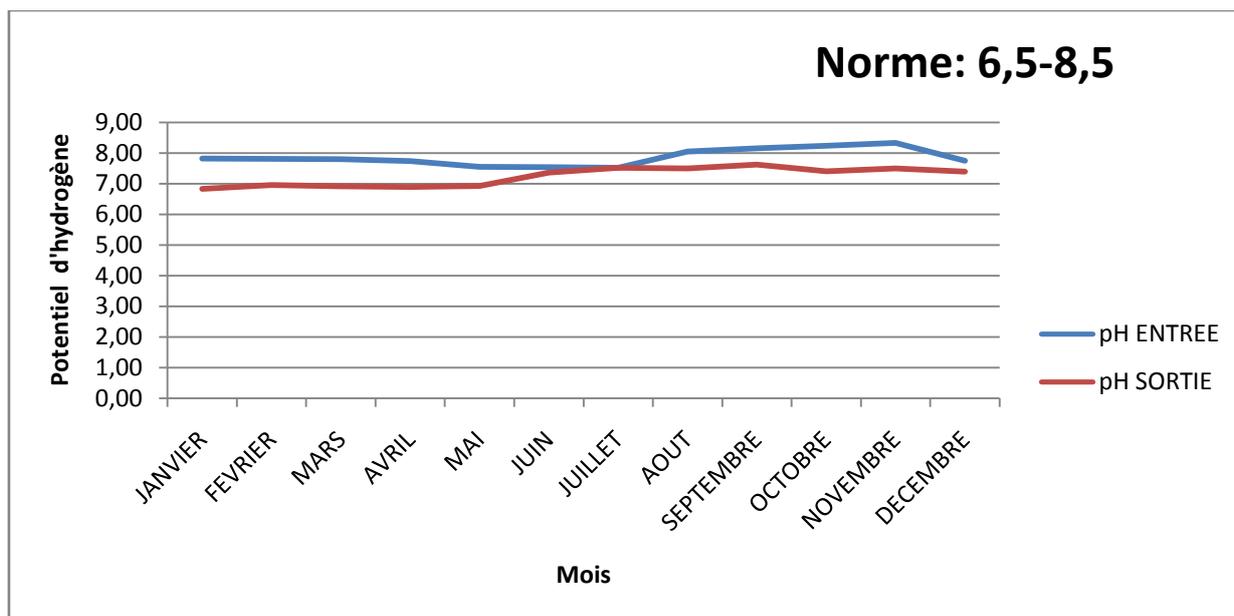


Figure n°11 : valeurs des moyennes mensuelles de potentiel d'hydrogène à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (année 2013)

La représentation graphique de la figure n°11 indique que le pH d'entrée se situe dans l'intervalle 7,52 et 8,33. Le pH de l'eau de sortie est compris entre 6,83 et 7,62. Ces valeurs sont conformes aux valeurs indiquées par l'OMS (6,5-8,5).

c. Année 2014 :

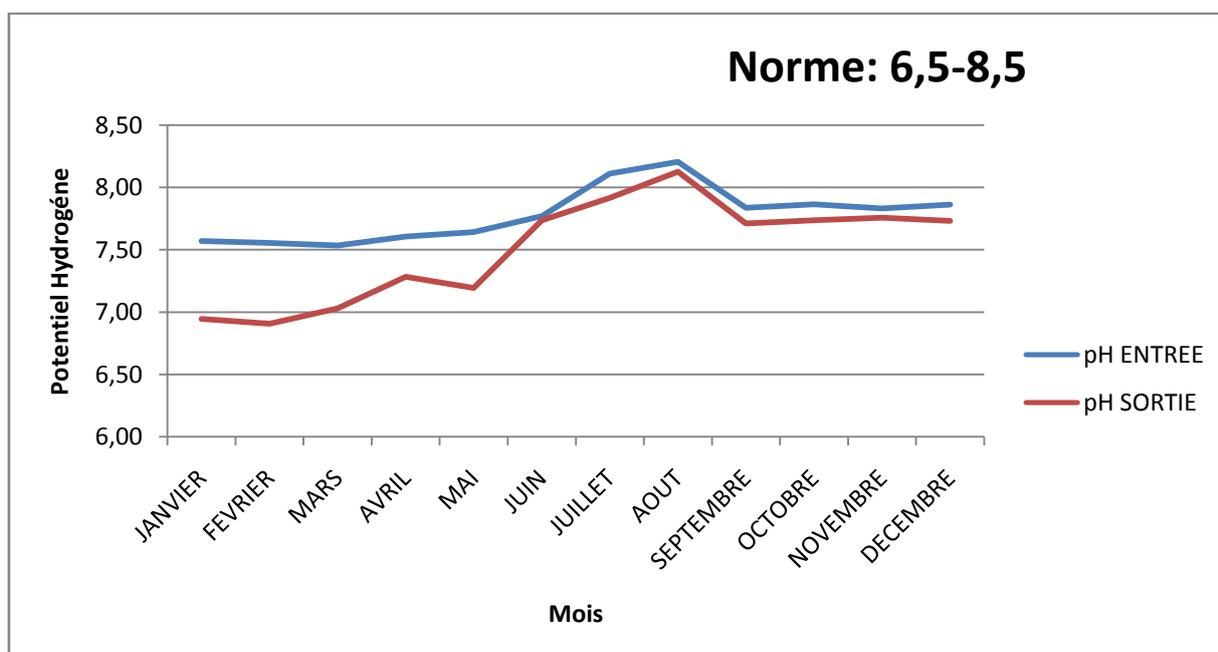


Figure n°12 : valeurs des moyennes mensuelles de potentiel d'hydrogène à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (année 2014)

La représentation graphique de la figure n°12 indique que le pH d'entrée se situe dans l'intervalle 7,53 et 8,21. Le pH de l'eau de sortie est compris entre 6,91 et 8,13. Ces valeurs sont conformes aux valeurs indiquées par l'OMS (6,5-8,5).

❖ Discussion :

L'importance du pH dans les traitements biologiques est capitale car il indique son acidité ou son alcalinité. Il indique aussi l'efficacité du traitement de coagulation et floculation. Les valeurs de nos échantillons au cours des trois ans montrent que le pH est favorable pour l'activité microbienne.

1.2. Température :

a. Année 2012 :

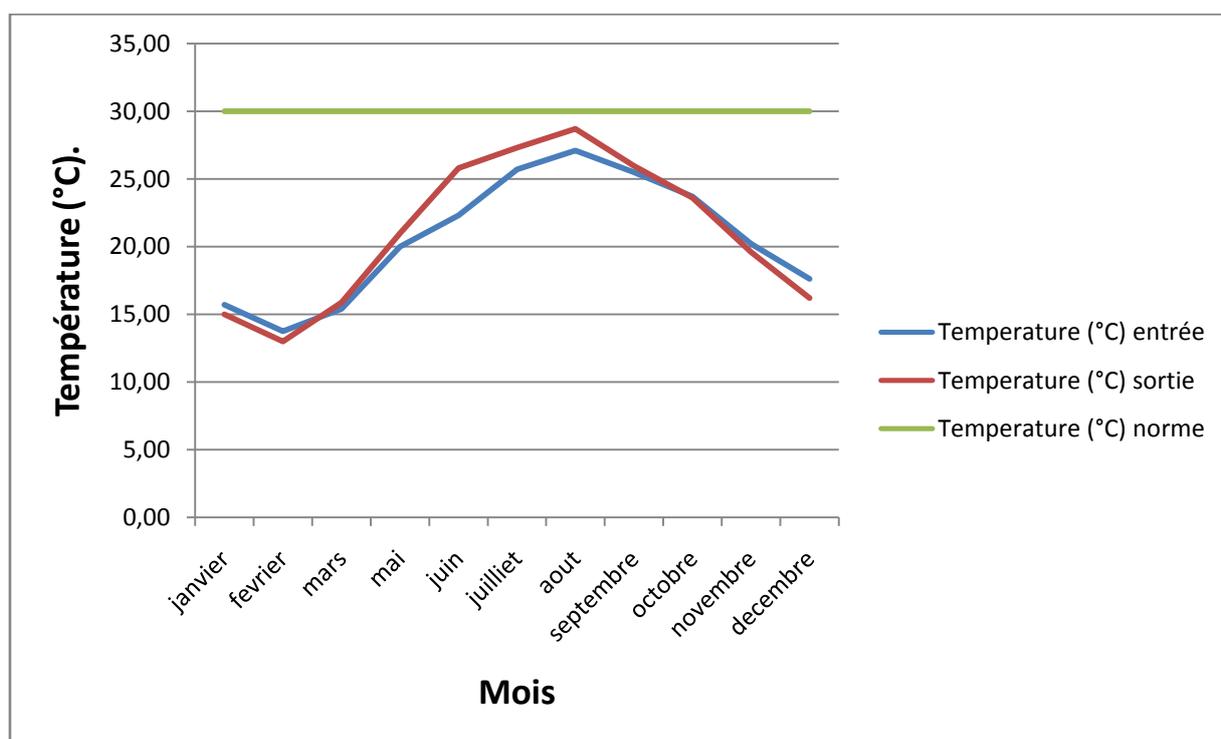


Figure n°13 : valeurs des moyennes mensuelles de la température à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun(année 2012)

La représentation n°13 montre que les températures de l'eau à l'entrée se situent entre 13,74 à 27,10 °C et celles d'eau à la sortie se situent entre 13 à 28,70°C. Elles sont inférieures à la norme fixée par l'OMS (30°C).

b. Année 2013 :

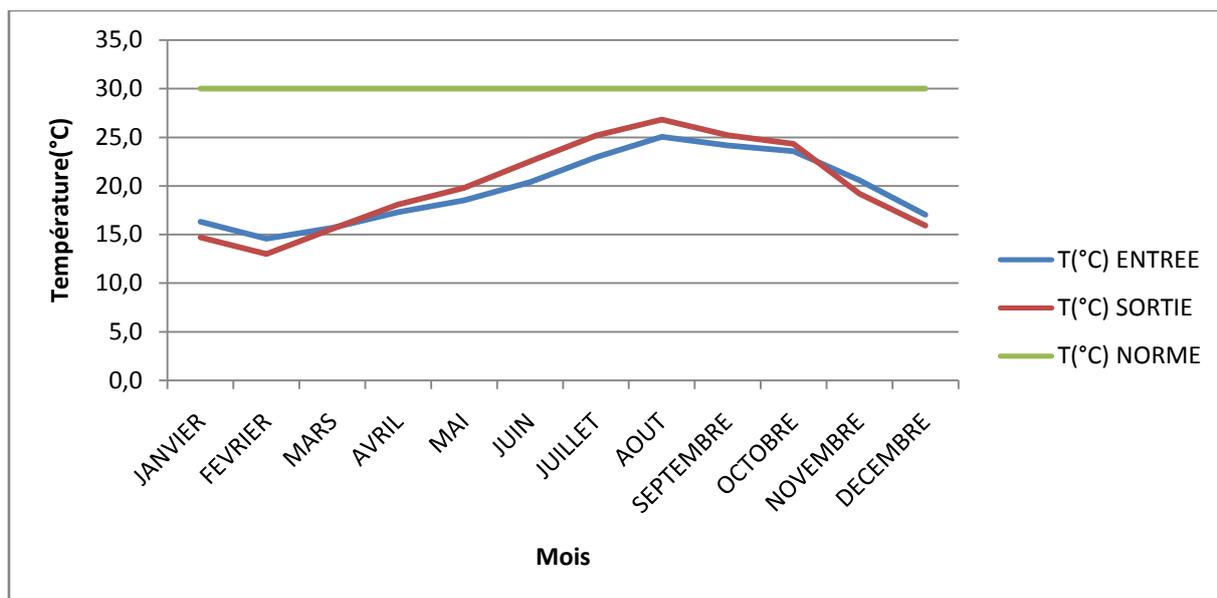


Figure n°14 : valeurs moyennes mensuelles de la température à l’entrée et à la sortie de la STEP d’Azeffoun(année 2013)

La représentation graphique de la figure n°14 montre que les températures de l’eau à l’entrée de la STEP se situent entre 14,6 et 25,03°C et celles de l’eau à la sortie se situent entre 13,00 et 26,82°C.Elles sont inférieures à la norme fixée par l’OMS (30°C).

c. Année 2014 :

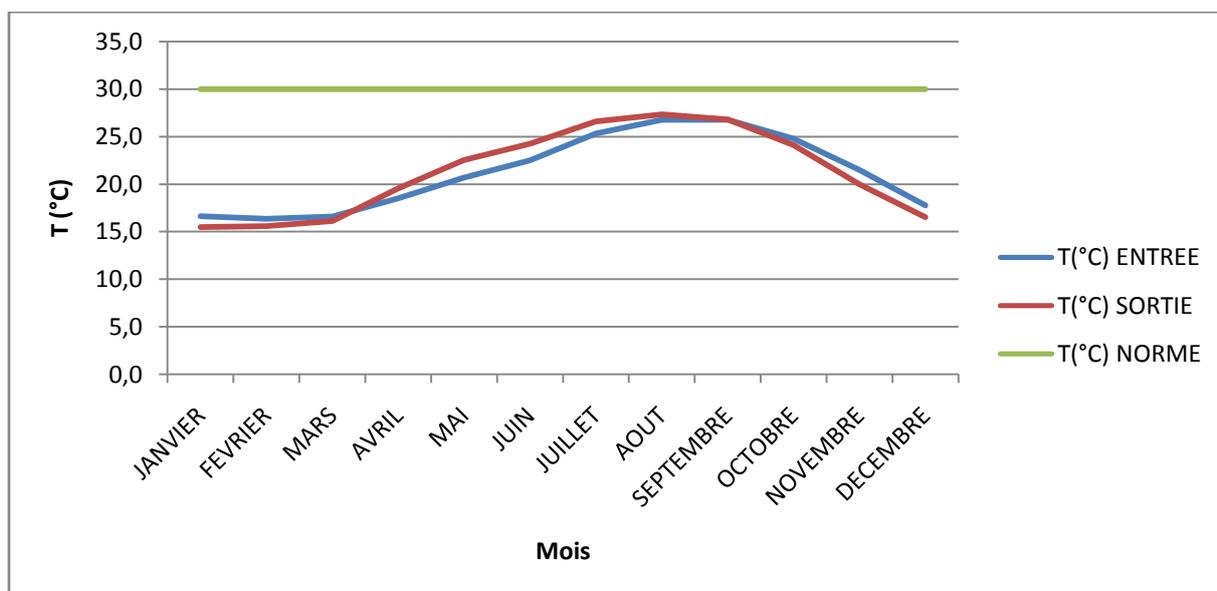


Figure n°15 : valeursdes moyennes mensuelles de la température à l’entrée et à la sortie de la STEP d’Azeffoun (année 2014)

La représentation graphique de la figure n°15 montre que les températures de l'eau à l'entrée de la STEP se situent entre 16,37 et 26,77°C et celles de l'eau à la sortie se situent entre 15,48 et 27,33.elles sont inférieures à la norme fixée par l'OMS (30°C).

❖ Discussion :

La température joue un rôle important dans la stabilité des sels et des gaz (O_2) dans l'eau, ainsi que la valeur de pH et la vitesse des réactions chimiques. Nous observons qu'il y a augmentation des températures et cela correspond aux saisons printanières et été. Cette élévation successive entraîne la diminution de la teneur en oxygène dissous dans l'eau. il joue un rôle important dans la nitrification et la dénitrification biologique. La nitrification est optimale pour les T° variant de 28 à 32°C. Par contre, elle est fortement diminuée pour les T° 12 à 15 °C et elle s'arrête pour des T° inférieures à 05 °C.

1.3. Matières en suspension (MES) :

a. Année 2012 :

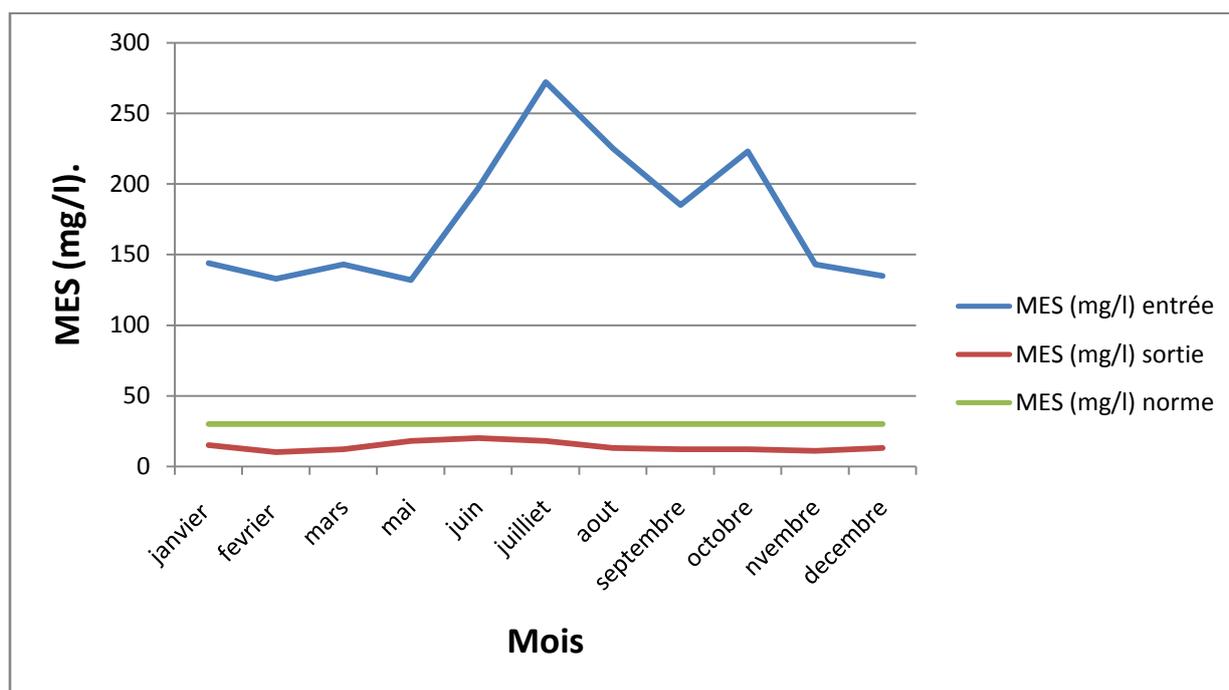


Figure n°16 : valeurs des moyennes mensuelles de MES à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (année 2012)

La représentation graphique de la figure n°16 montre que les valeurs de MES de l'eau à l'entrée sont situées dans la fourchette **132 à 272 mg/l**. par contre leur concentrations dans l'eau de sortie sont situées entre **10 à 20 mg/l**. Ces valeurs sont inférieures a la norme **30mg/l**.

b. Année 2013 :

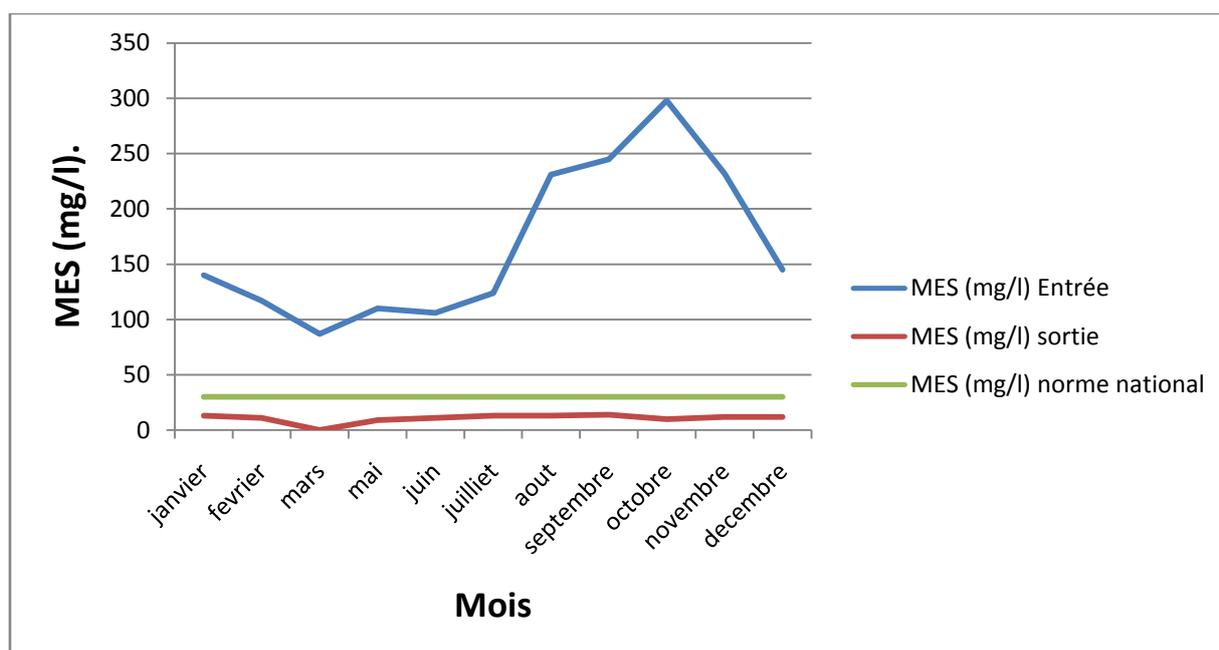


Figure n°17 : valeurs des moyennes mensuelles de MES à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (année 2013)

La représentation graphique de la figure n°17 montre que les valeurs de MES de l'eau à l'entrée sont situées dans la fourchette 87 à 298 mg /l. par contre leur concentrations dans l'eau de sortie sont situées entre 7,67 à 14 mg/l.

c. Année 2014 :

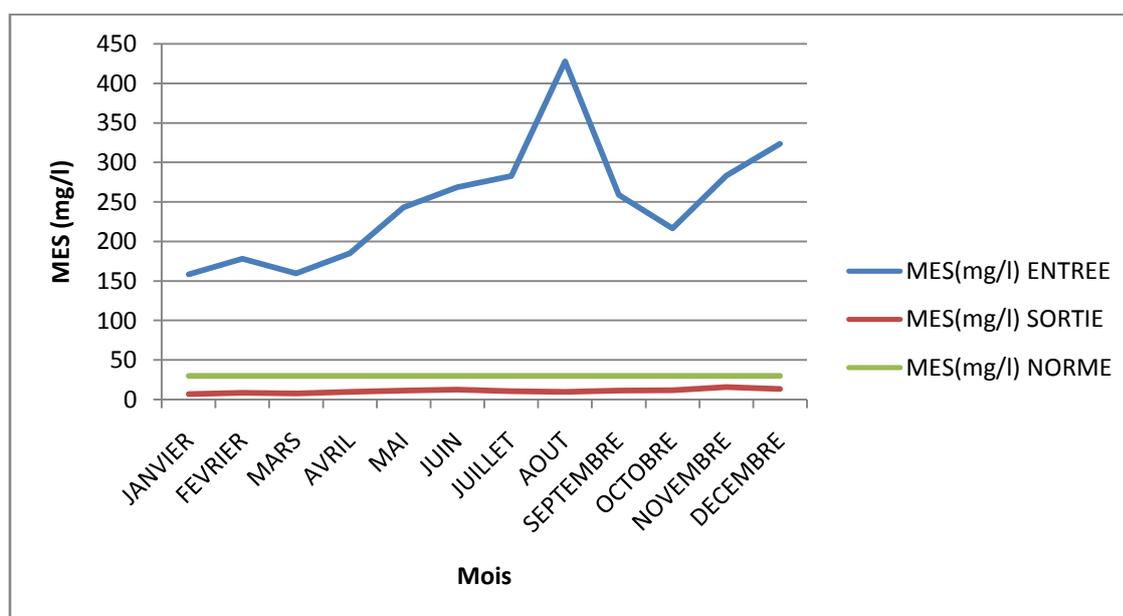


Figure n°18 : valeurs des moyennes mensuelles de MES à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (année 2014)

La représentation graphique de la figure n°18 montre que les valeurs de MES de l'eau à l'entrée sont situées dans la fourchette 158 et 427 mg/l. Leurs concentrations sont très élevées par rapport à la norme (30 mg/l). Les concentrations de MES dans l'eau de sortie sont situées entre 7 et 16 mg/l. Elles sont inférieures à la Norme fixée par l'OMS (30 mg/l).

❖ Discussion :

Les matières en suspension (MES) sont, en majeure partie, de nature biodégradable (FAO, 2003). La présence de matière en suspension dans les eaux usées ne constitue pas, sauf cas très particulier, un obstacle à la réutilisation de ces eaux. Bien au contraire, elle contribue à la fertilité des sols.

Cependant, l'expérience montre que le maintien d'une concentration importante en matière en suspension dans les eaux usées gêne considérablement l'efficacité des traitements destinés à éliminer les germes pathogènes (FAO, 2003).

Enfin, une présence excessive de matières en suspension peut entraîner des difficultés de transport et de distribution des effluents ainsi que l'obturation des systèmes d'irrigation (BELAID, 2010).

Les concentrations élevées de MES à l'entrée de la STEP sont dues à l'origine des rejets, leur concentration s'est diminuée à la sortie de STEP. Ceci s'explique par leur élimination par agglomération physique ensuite par floculation et d'adsorption des matières en suspension sur les floccs biologiques et d'autre part, la bonne sédimentation au niveau du clarificateur.

1.4. Turbidité :

a. Année 2012 :

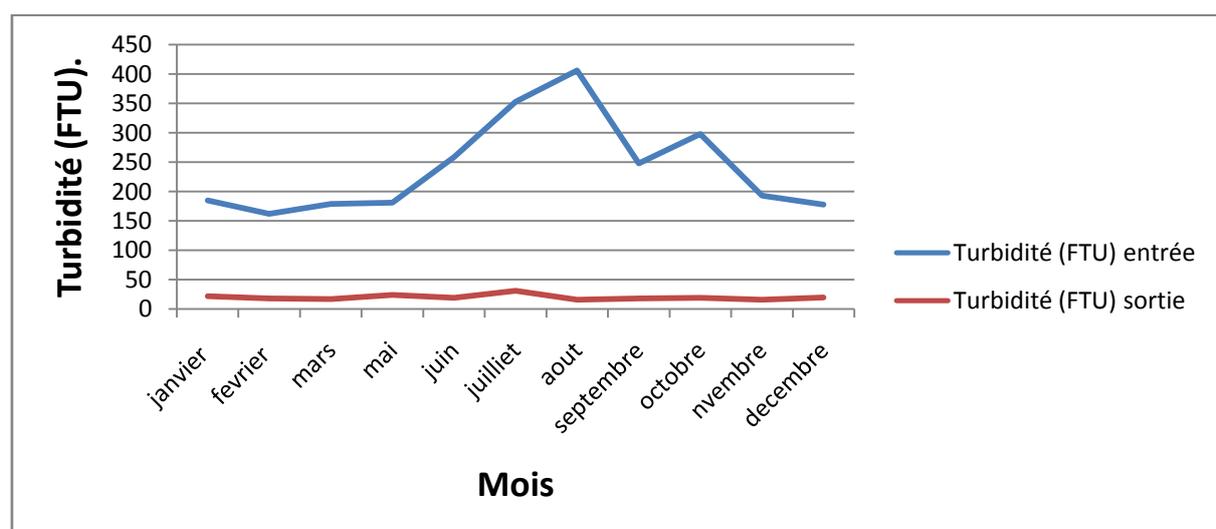


Figure n°19 : valeurs des moyennes mensuelles de la turbidité à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffounannée 2012

La figure n°19 indique que la turbidité de l'eau d'entrée est comprise entre 178 à 406 FTU alors que celle de la sortie est comprise entre 16 à 24 FTU.

b. Année 2013 :

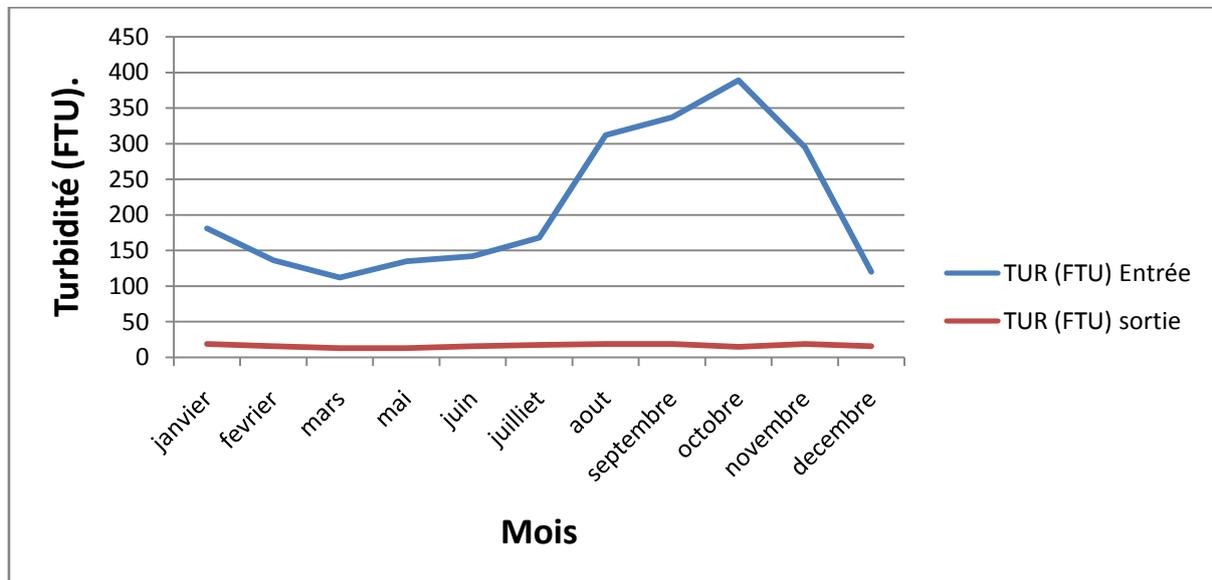


Figure n°20 : valeurs des moyennes mensuelles de la turbidité à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (année 2013)

La figure n°20 indique que la turbidité de l'eau d'entrée est comprise entre 112 à 387 FTU alors que celle de la sortie est comprise entre 13 à 19 FTU.

c. Année 2014 :

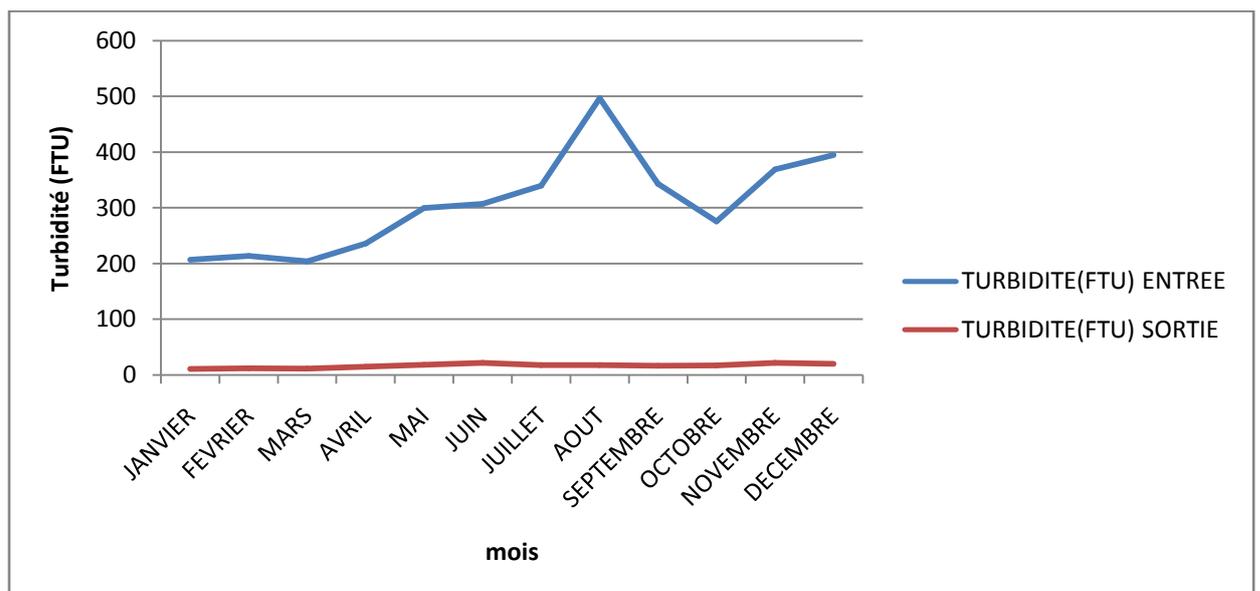


Figure n°21 : valeurs des moyennes mensuelles de la turbidité(FTU) à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun(année 2014)

La représentation graphique de la figure n°21 indique que la turbidité de l'eau à l'entrée de la STEP est comprise entre 204 et 497 mg/l, alors que celle de l'eau de sortie est comprise entre 11 et 22 mg/l.

❖ Discussion :

C'est un paramètre important pour la détermination de la qualité d'une eau. Nous observons une diminution importante des concentrations de la turbidité à la sortie de la STEP qui s'explique par la réduction des concentrations de MES par les différents procédés de traitements.

La turbidité, indicateur de présence de matières particulaires, renseigne donc indirectement sur la présence de microorganismes : plus la teneur en particules de l'eau est élevée, plus il est probable de trouver des microorganismes (**Santé Canada, 1995**).

1.5. Débits :

a. Année 2012 :

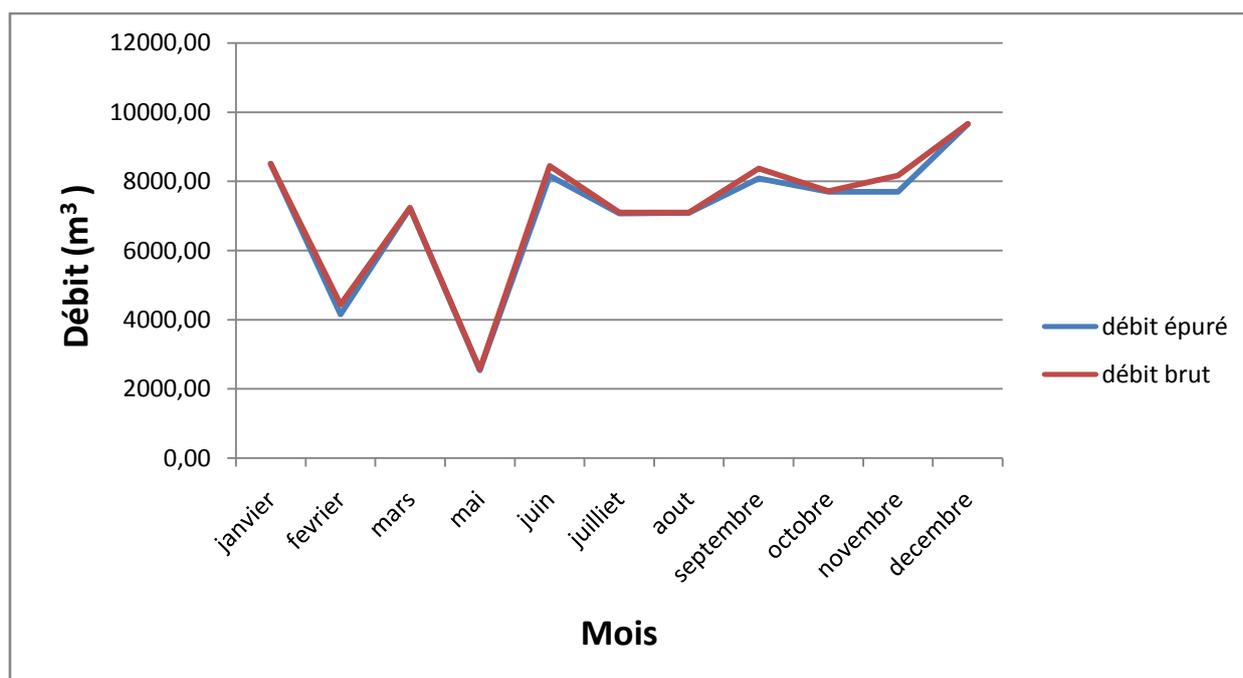


Figure n°22 : valeurs des moyennes mensuelles du débit à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (2012)

La représentation graphique de la figure n°22 montre que les débits d'eau d'entrée sont situés dans la fourchette 2570,83 à 9666,11 m³ et ceux de la sortie sont situés entre 2542,00 à 9653,68 m³.

b. Année 2013 :

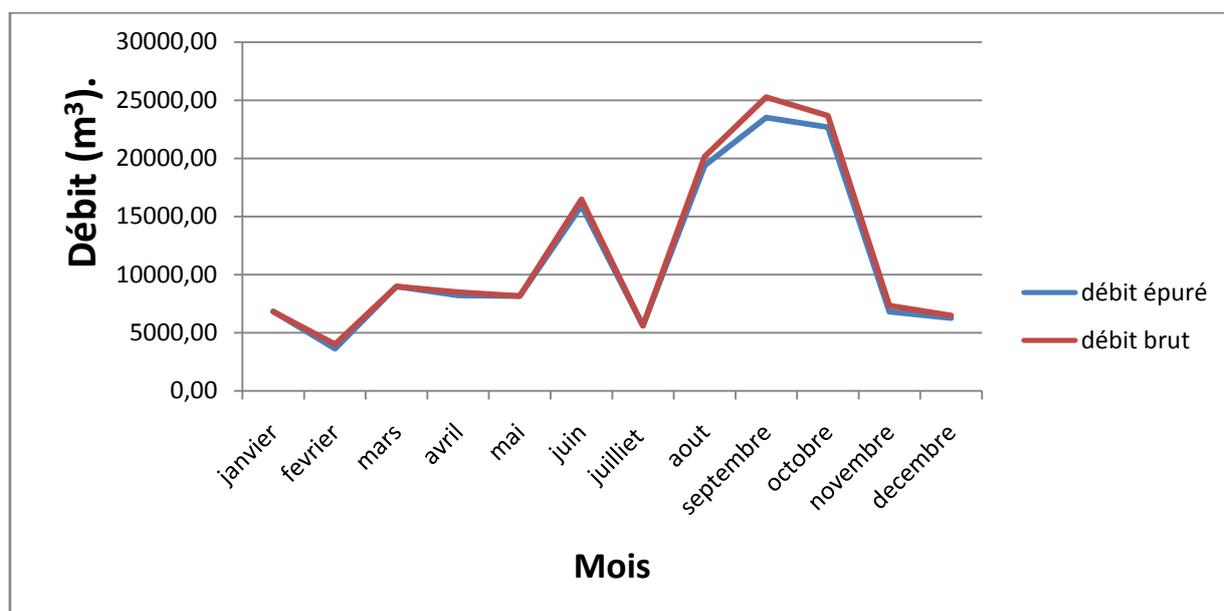


Figure n° 23: valeurs des moyennes mensuelles du débit à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (année 2013)

La représentation graphique de la figure n°23 montre que les débits d'eau d'entrée sont situés dans la fourchette 4012,95 à 25265,93 m³ et ceux de la sortie sont situés entre 3621,52 à 23499,28m³.

c. Année 2014 :

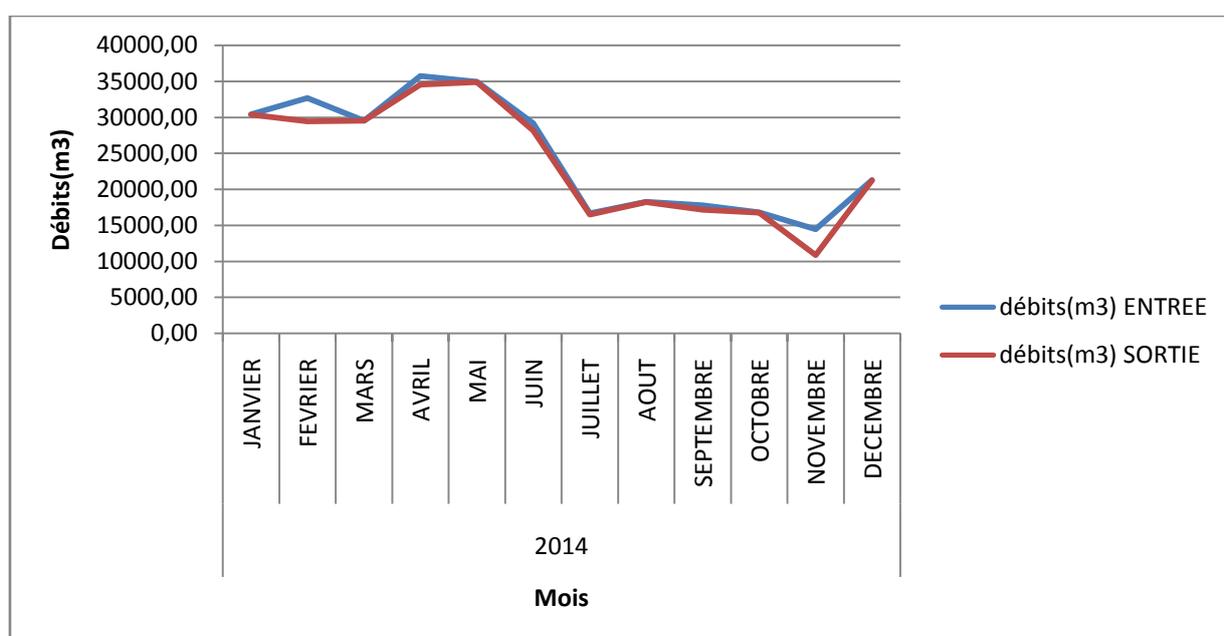


Figure n° 24: valeurs des moyennes mensuelles du débit à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (année 2014)

La représentation graphique de la figure n°24 montre que les débits d'eau d'entrée sont situés dans la fourchette 14443,20 et 35729,67 m³ et ceux de la sortie sont situés entre 10871,70 et 34898,25 m³.

❖ Discussion :

Nous observons que les quantités des eaux brutes sont presque égales avec ceux épurées, ce qui signifie que la station d'épuration traite presque la totalité des eaux usées qu'elle reçoit. Le taux de diminution de ces eaux réfère à l'élimination d'une partie de la charge polluante.

2. Paramètres hebdomadaires :

2.1. Demande biochimique en oxygène(DBO₅) :

a. Année 2012 :

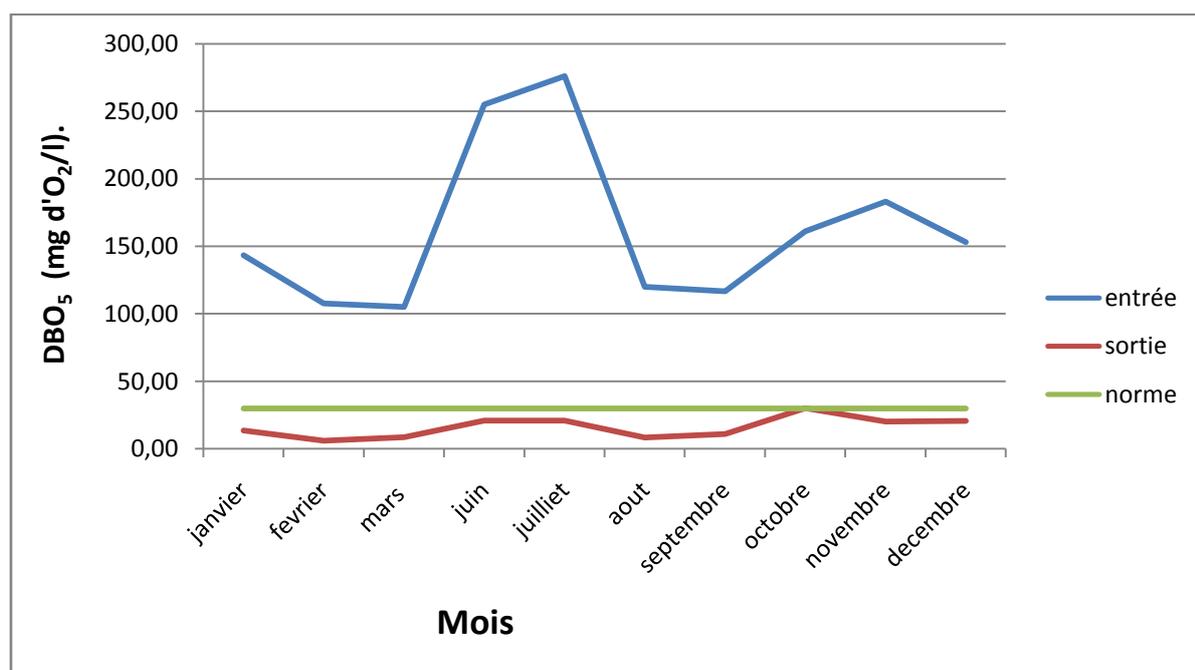


Figure n°25 : valeurs des moyennes mensuelles de la DBO₅ à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun(année 2012)

La représentation graphique de la figure n°25 montre que les valeurs de la DBO₅ à l'entrée sont très élevées par rapport à la norme fixée par l'OMS (**30mg/l**). Elles sont comprises entre **120 à 276 mg/l**. celles de la sortie de la STEP sont comprises entre **6 à 30,10 mg/l** elles sont inférieures à la norme (**30 mg/l**).

b. Année 2013 :

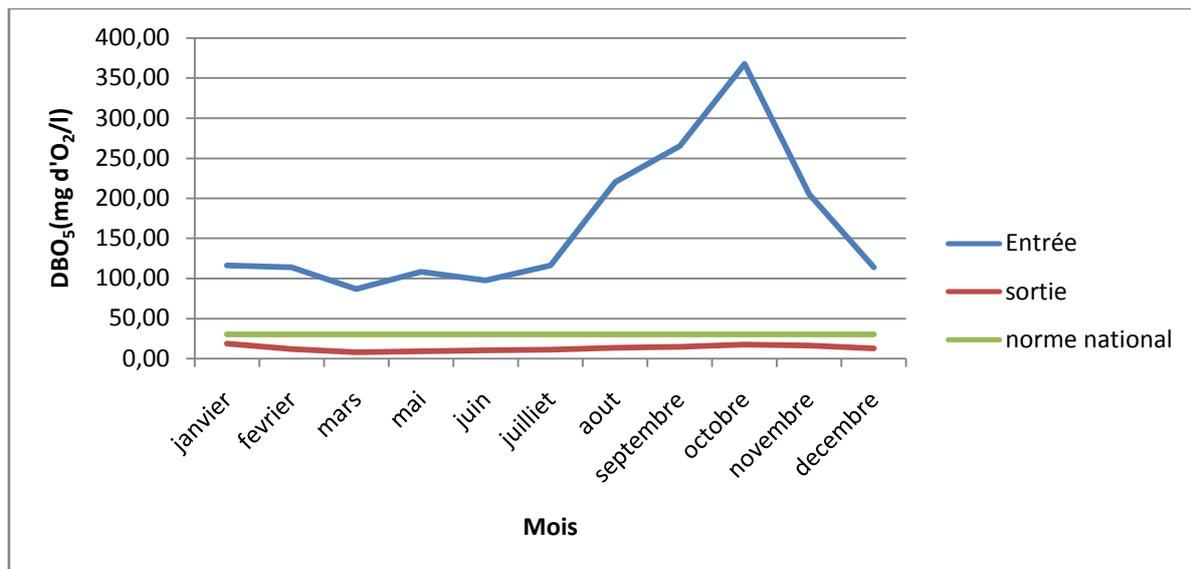


Figure n°26 : valeurs des moyennes mensuelles de la DBO₅ à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (année 2013)

La représentation graphique de la figure n°26 indique que les valeurs de la DBO₅ à l'entrée sont très élevées par rapport à la norme fixée par l'OMS (**30mg/l**). Elles sont comprises entre **86 à 367 mg d'O₂ /l**.

c. Année 2014 :

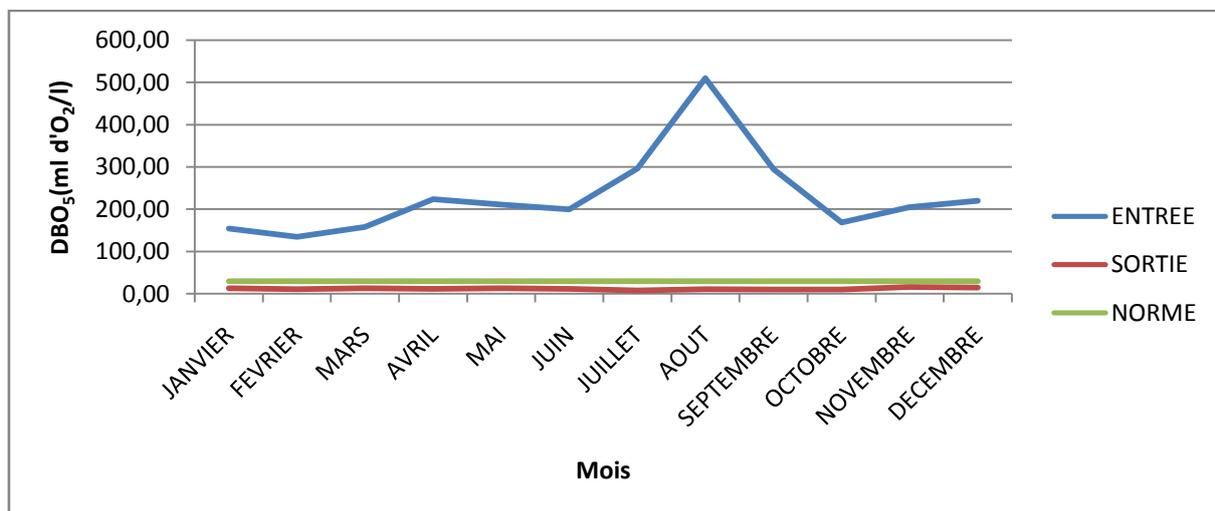


Figure n°27 : valeurs des moyennes mensuelles de la DBO₅ à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun(année 2014)

La représentation graphique de la figure n°27 montre que les teneurs en DBO₅ à l'entrée de la STEP sont très élevées, elles sont situées dans la fourchette 135 et 510 (mg d'O₂/l).leurs concentrations sont très élevées par rapport à la Norme fixée

par l'OMS (90 mg/l). Les teneurs en DBO₅ dans l'eau de sortie sont situées entre 8 et 16,5 mgd'O₂/l. elles sont inférieures à la Norme fixée par l'OMS (90 mg/l).

❖ Discussion :

A la sortie de la STEP, nous observons une diminution des valeurs de la DBO₅, ce qui est induit par la diminution du taux de matières organiques (diminution de MES). Cette action réduit les populations des micro-organismes chargées de la pollution biodégradables. La quantité d'oxygène est ainsi réduite. C'est un paramètre qui permet une classification qualitative des eaux.

2.2. Demande chimique en oxygène :

a. Année 2012 :

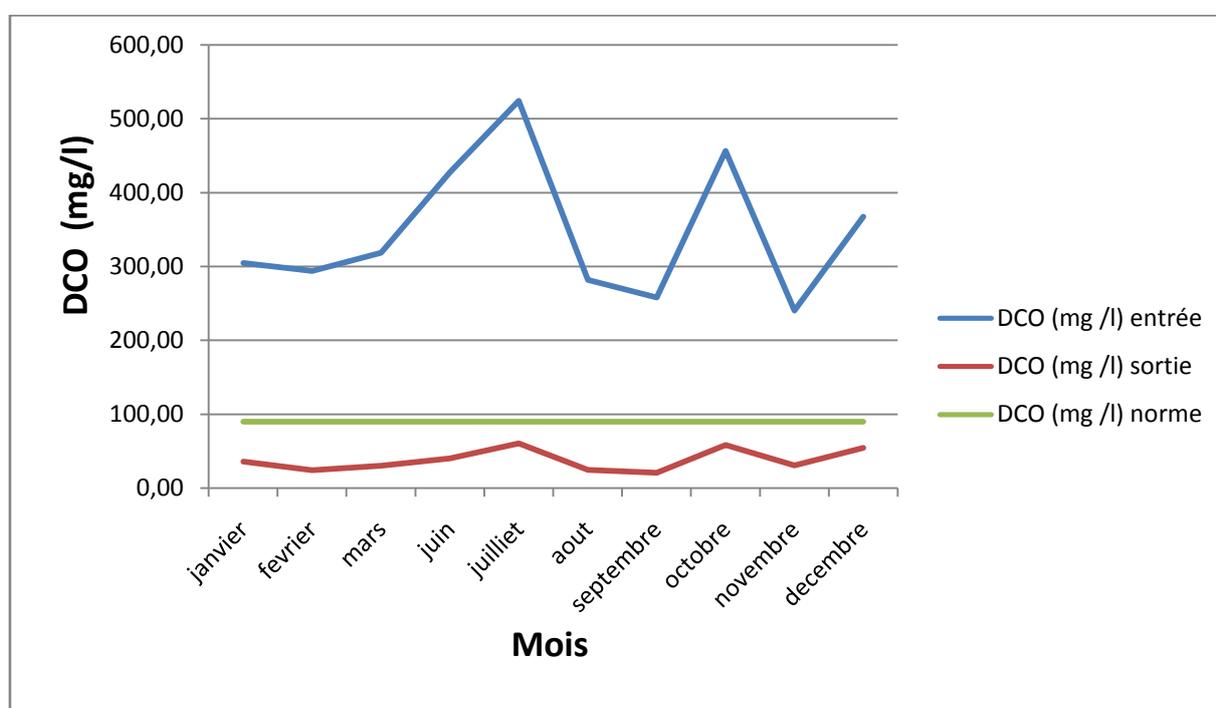


Figure n°28 : valeurs des moyennes mensuelles de la demande chimique en oxygène à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun(année 2012)

D'après la figure n°28, nous observons à l'entrée de la station nous remarquerons des teneurs très élevées en DCO. Elles varient entre **240,50 à 524,33 mg/l**. a la sortie nous remarquerons des teneurs en DCO inférieures à la norme recommandée par l'OMS (**90mg d'O₂/l**). Elles se situent dans la fourchette **20 à 60 mg d'O₂ /l**.

b. Année 2013 :

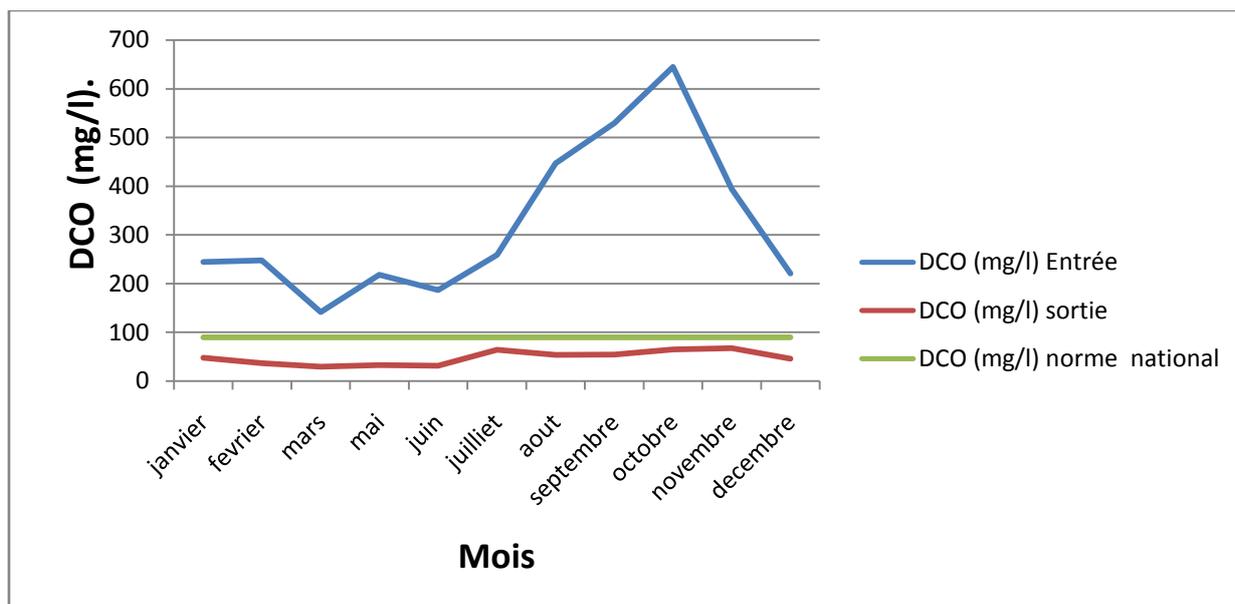


Figure n° 29: valeurs des moyennes mensuelles de la demande chimique en oxygène à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (année 2013)

La représentation graphique de la figure n°29 indique que les valeurs de la DBO₅ à l'entrée sont très élevées par rapport à la norme fixée par l'OMS (**90mg/l**). Elles sont comprises entre **142à 649 mg d'O₂/l**.

A la sortie, les valeurs de la DBO₅ sont comprises entre **30 à 67,75mg d'O₂/l**. Elles sont inférieures a la norme (**90mg/l**).

c. Année 2014 :

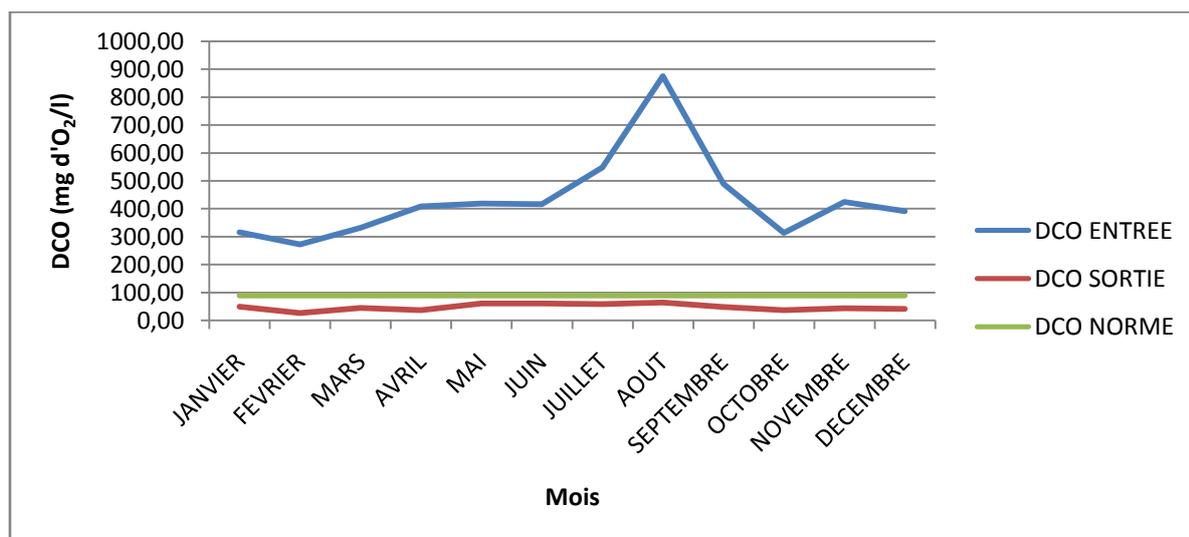


Figure n°30 : valeurs des moyennes mensuelles de la demande chimique en oxygène à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun(année 2014)

La représentation graphique de la figure n°30 montre que les teneurs en DCO à l'entrée de la STEP sont très élevées, elles sont situées dans la fourchette 272 et 875 (mg d'O₂/l). Leurs concentrations sont très élevées par rapport à la Norme fixée par l'OMS (90 mg/l). Les teneurs en DCO dans l'eau de sortie sont situées entre 27,25 et 65 mg d'O₂/l. elles sont inférieures à la Norme fixée par l'OMS (90 mg/l).

❖ Discussion :

Nous observons à la sortie de la STEP des concentrations faibles de la DCO ce qui est due à l'élimination d'une partie importante des matières organiques exigeant une présence forte d'oxygène pour son activité pendant le traitement subit par les eaux usées.

2.3. Nitrates (NO₃⁻) :

a. Année 2012 :

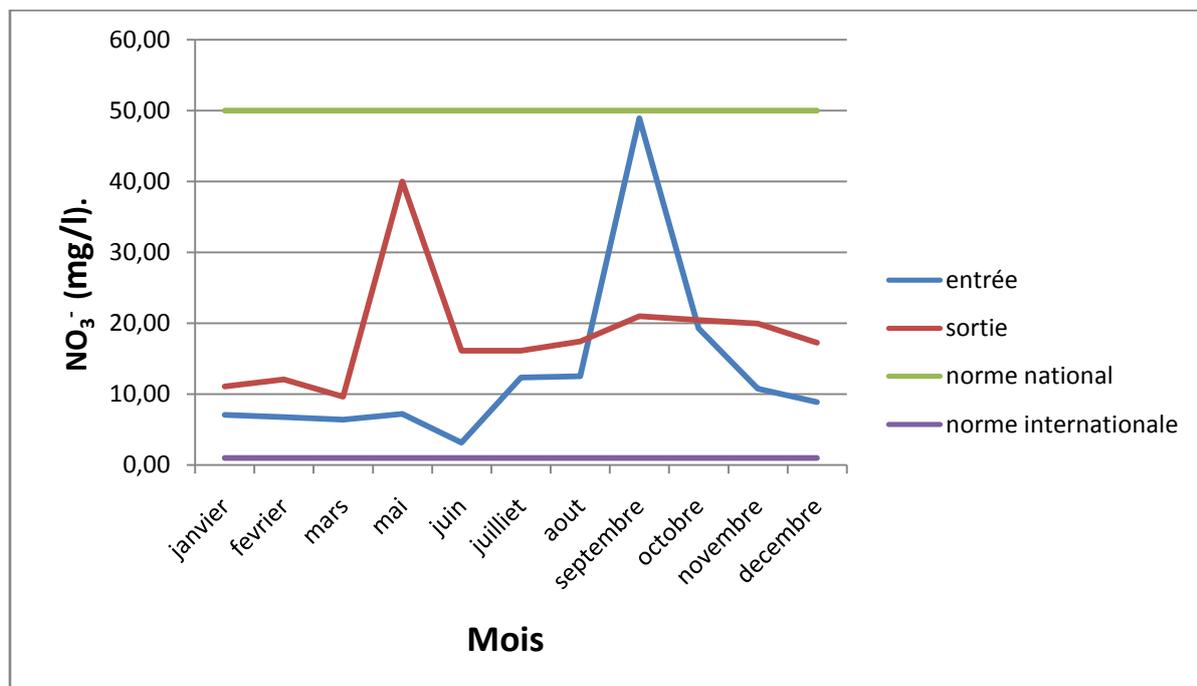


Figure n°31 : valeurs des moyennes mensuelles de la teneur en nitrates dans l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azefoun (année 2012)

D'après la représentation graphique de la figure n°31 les teneurs en nitrates à l'entrée de la STEP sont comprises entre **3,15 à 48,60**. A la sortie, elles se situent entre **9,65 à 40**. Ces valeurs sont conformes à la norme de l'Azote totale fixée par l'OMS (**50mg/l**). Par contre, elles sont supérieures à la norme internationale des nitrates fixée par l'OMS (1mg/l).

b. Année 2013 :

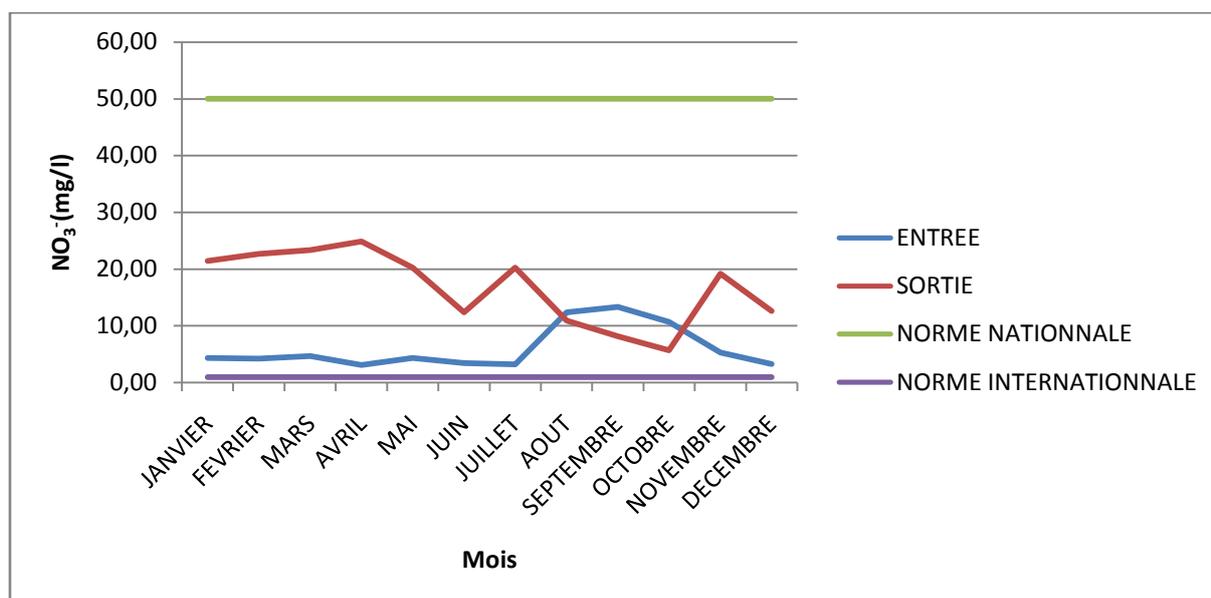


Figure n°32 : valeurs des moyennes mensuelles de la teneur en nitrates dans l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (année 2013)

La représentation graphique de la figure n°32 montre que les teneurs en nitrates à l'entrée de la STEP sont comprises entre 3,12 et 13,35 mg/l, et celles de l'eau à la sortie se situent entre 5,70 et 24,90(mg/l).Elles sont inférieures à la norme de l'azote total fixée par l'OMS (50 mg/l). Par contre, elles sont supérieures à la norme internationale des nitrates fixée par l'OMS (1mg/l).

c. Année 2014 :

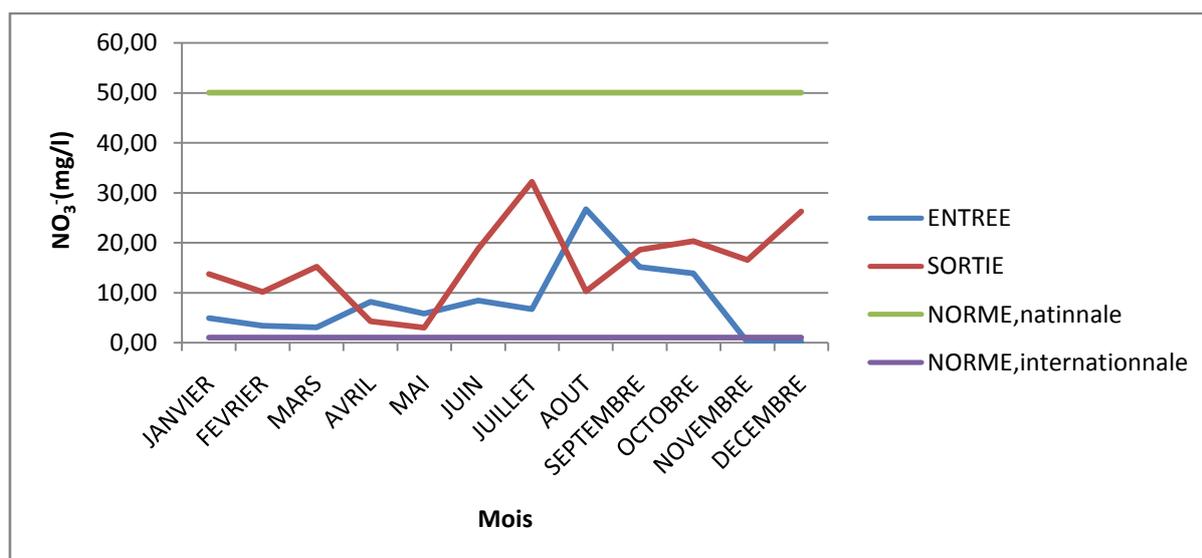


Figure n°33 : valeurs des moyennes mensuelles de la teneur en nitrates dans l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun(année 2014)

La représentation graphique de la figure n°33 montre que les teneurs en nitrates à l'entrée de la STEP sont comprises entre 0,07 et 26,65 et celles de l'eau à la sortie se situent entre 2,95 et 32,20(mg/l).Elles sont inférieures à la norme de l'azote total fixée par l'OMS (50 mg/l), par contre, elles sont supérieures à la norme internationale des nitrates fixée par l'OMS (1mg/l).

❖ Discussion :

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote organique dans l'eau. Nous observons à l'entrée de la STEP parfois des teneurs faibles en nitrates et à la sortie de la STEP une augmentation des nitrates ce qui est due à l'absence de dénitrification qui réduit les nitrates en azote gazeux. L'absence de ce processus est due aux fortes concentrations en oxygène fournies par les aérateurs de surfaces.

En outre nous observons une diminution dans certains mois ce qui s'explique par l'élévation de températures ce qui entraîne une diminution d'oxygène dans l'eau. Ce qui favorise la dénitrification des nitrates.

2.4. Nitrites (NO_2^-) :

a. Année 2012 :

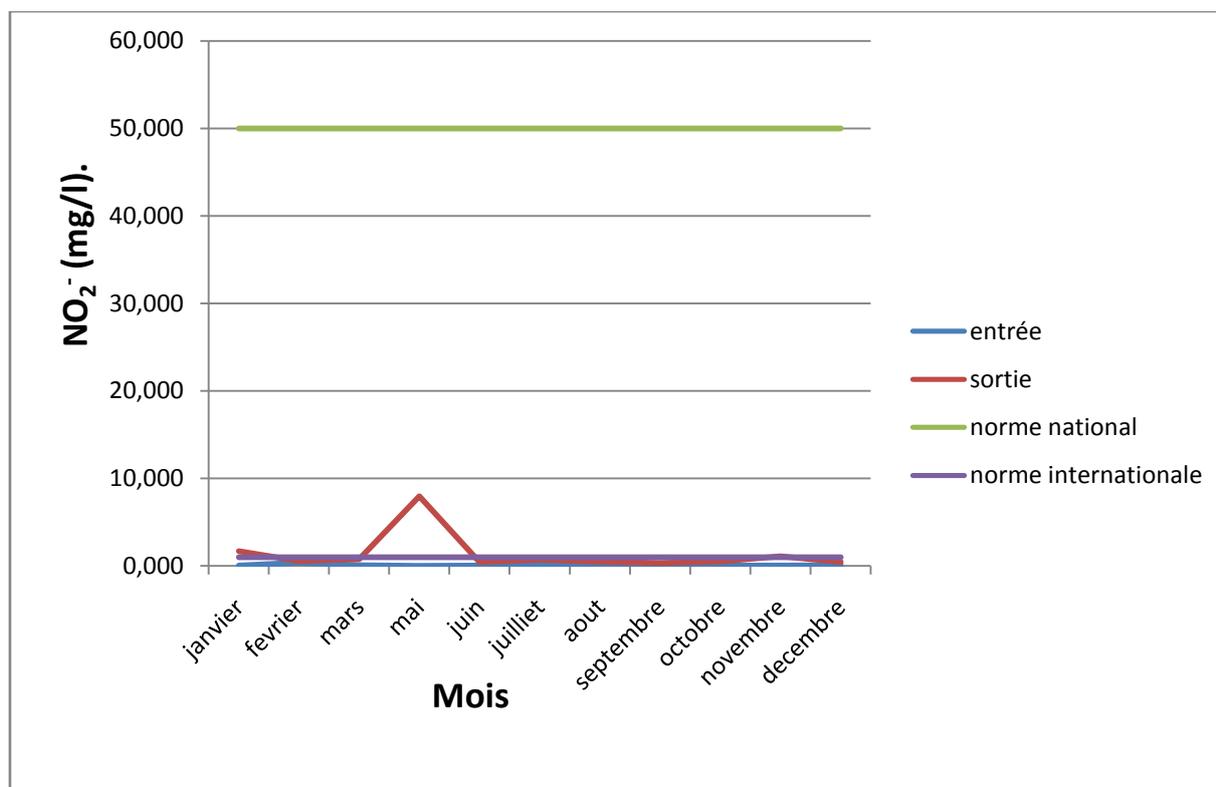


Figure n°34 : valeurs des moyennes mensuelles de la teneur en nitrites à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azefoun dans l'eau (année 2012)

D'après la représentation de la figure n°34 les valeurs des nitrites sont situées entre **0,012 à 0,078mg /L.** a la sortie elles sont comprises entre **0,35 à 7,96 mg/l.** ces résultats sont inférieures a la norme de l'azote totale fixée par l'OMS (**50mg/l**).

Pour ce qui concerne la norme internationale fixée par l'OMS (1mg/l) nous observons que toutes les valeurs sont avoisinantes à la norme sauf au mois de mai ou on enregistre un pic important qui atteint 9ml/l.

b. Année 2013 :

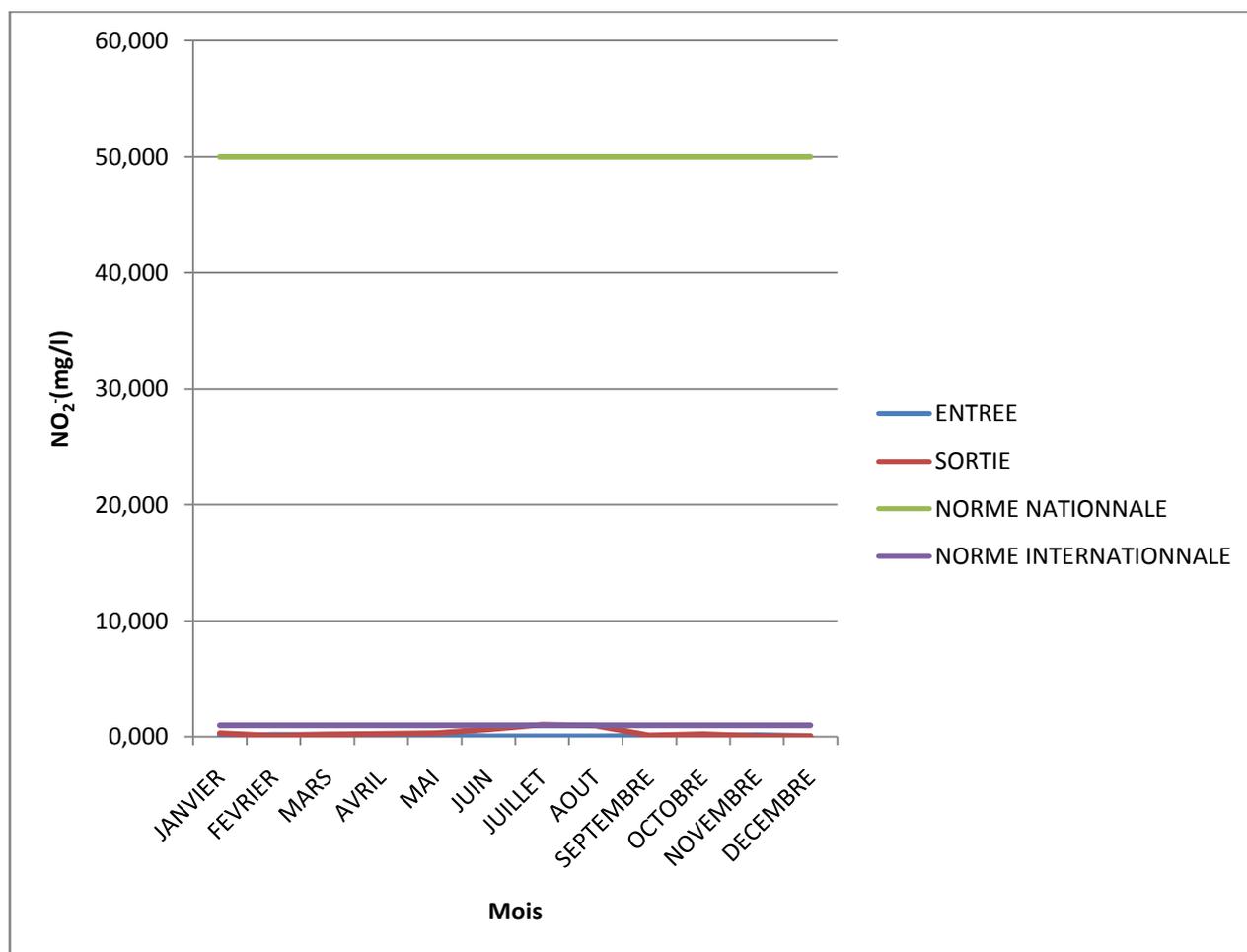


Figure n°35 : valeurs des moyennes mensuelles de la teneur en nitrites dans l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (année 2013)

La représentation graphique de la figure n°35 montre que les teneurs en nitrites à l'entrée de la STEP sont comprises entre 0,027 et 0,170 mg/l et celles de l'eau à la sortie se situent entre 0,07 et 1,04(mg/l).Elles sont inférieures à la norme de l'azote total fixée par l'OMS (50 mg/l).

Pour ce qui concerne la norme internationale fixée par l'OMS (1mg/l) nous observons que toutes les valeurs sont avoisinantes à la norme.

c. Année 2014 :

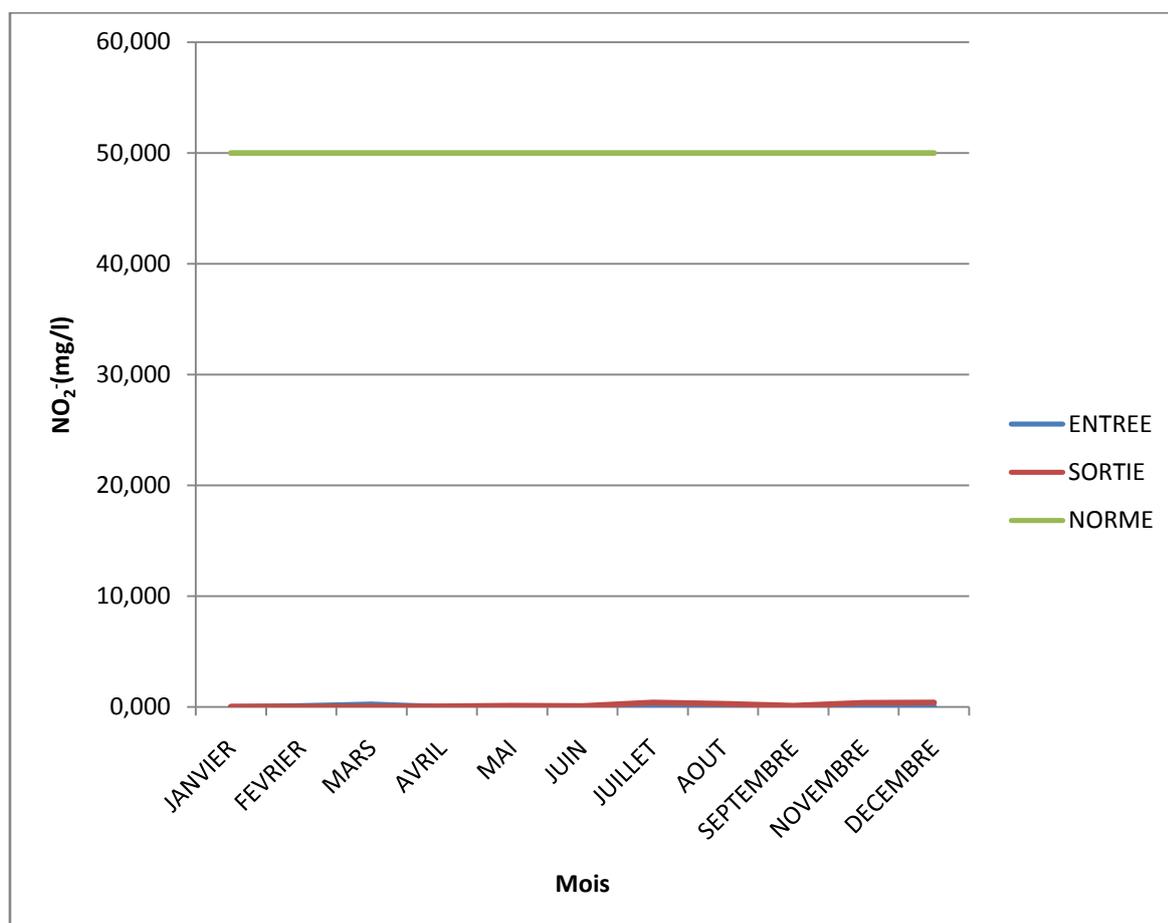


Figure n°36 : valeurs des moyennes mensuelles de la teneur en nitrites dans l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (année 2014)

La représentation graphique de la figure n°36 montre que les teneurs en nitrites à l'entrée de la STEP sont comprises entre 0,021 et 0,256 mg/l et celles de l'eau à la sortie se situent entre 0,04 et 0,43(mg/l).Elles sont inférieures à la norme de l'azote total fixée par l'OMS (50 mg/l). Pour ce qui concerne la norme internationale fixée par l'OMS (1mg/l) nous observons que toutes les valeurs sont avoisinantes à la norme.

❖ **Discussion :**

D'après les résultats obtenus, au cours des trois ans, nous remarquons que la teneur en nitrites des eaux, à savoir brutes et traitées est très faible. Ainsi, la différence de cesvaleurs entre l'entrée et la sortie nous renseigne sur une légère variation. Ceci est fonction de laqualité d'eau usée.

Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque où la nitrification n'était pas conduite à son terme, soit d'une réduction des nitrates sous

l'influence d'une action dénitrifiante à des températures élevées, cette dernière joue un rôle important pour le fonctionnement du système de traitement (**CHOUBERT, 2002**).

Les travaux de **SANZ,(1996)** montrent qu'il existe des changements de l'activité de la biomasse autotrophe nitrifiante sous l'effet des variations de la température, ce qui influence le taux de nitrification.

Remarque :

Les concentrations des nitrates et nitrites observées au-dessus des normes des nitrates et nitrites internationales fixées par l'OMS (1mg/l), s'expliquent par l'absence de traitements tertiaires.

2.5. Phosphates (PO_4^{3-}) :

a. Année 2012 :

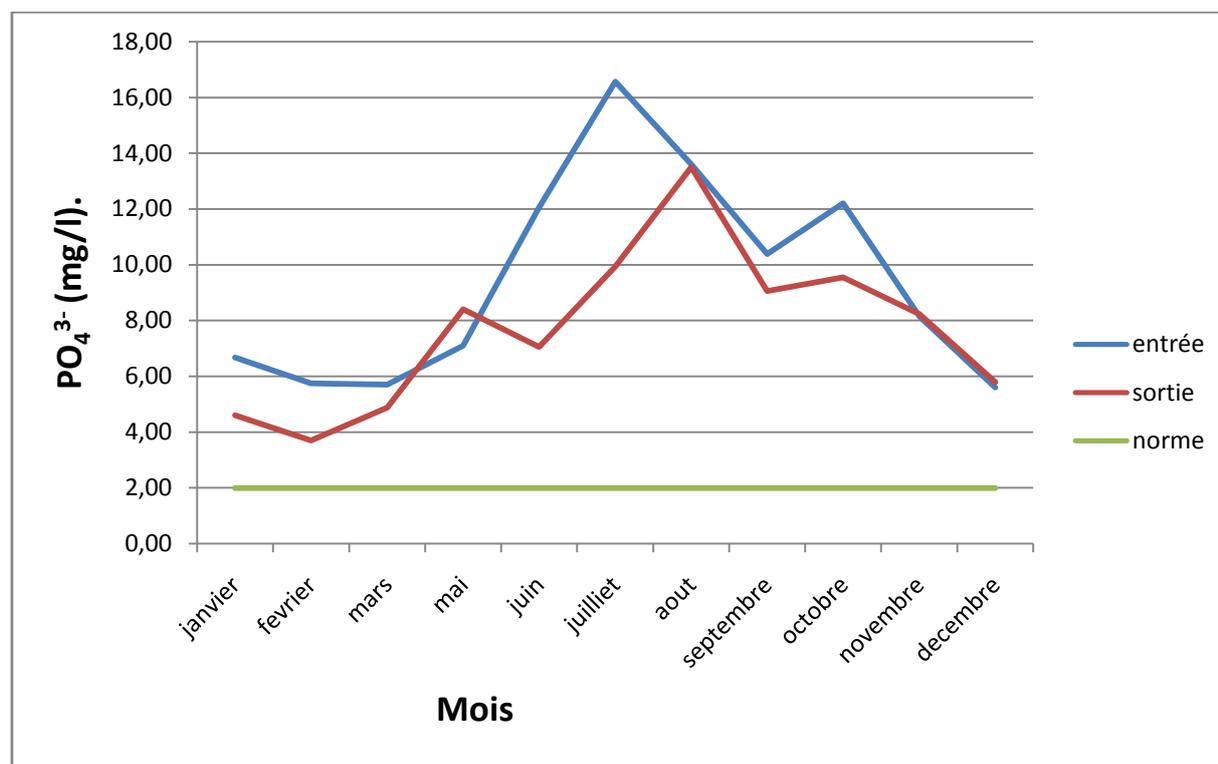


Figure n°37 : valeurs des moyennes mensuelles des phosphates à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun (année 2012)

La représentation graphique de la figure n°37 montre que les teneurs en phosphates à l'entrée de la STEP sont comprises entre 5,60 à 16,56 mg/L et celles de la sortie sont comprises entre 3,70 à 13,50 mg/l. leurs concentrations sont très élevées par rapport à la norme fixée par l'OMS (2 mg/l).

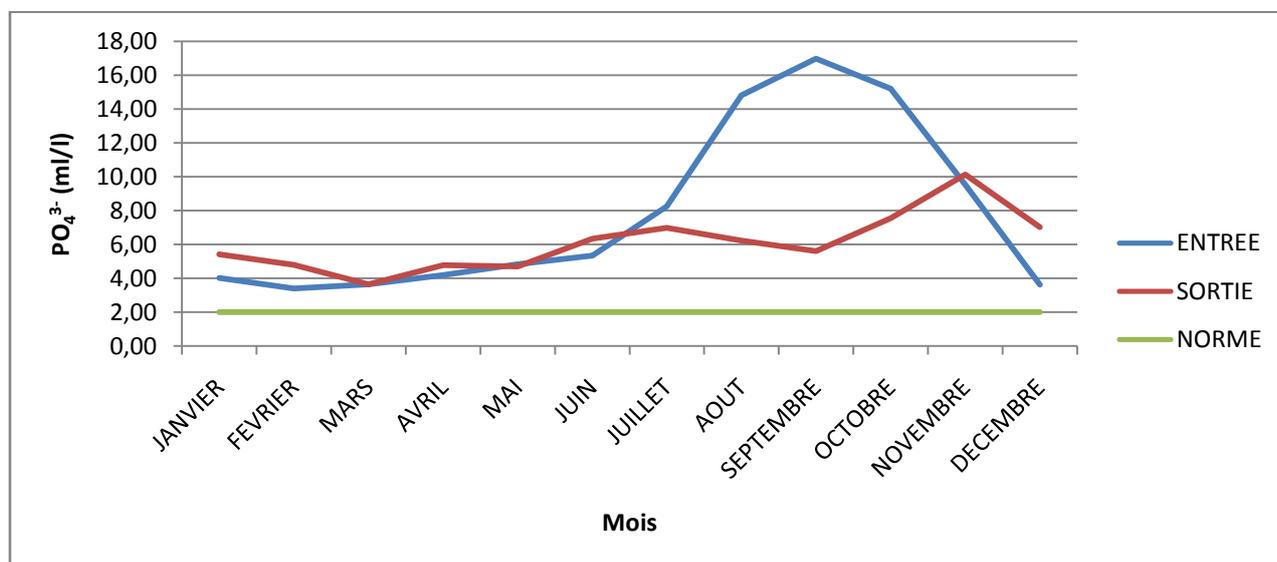
b. Année 2013 :

Figure n° 38: valeurs des moyennes mensuelles des phosphates à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun(année 2013)

La représentation graphique de la figure n°38 montre que les teneurs en phosphates à l'entrée de la STEP sont comprises entre 3,40 et 16,98 mg/l et celles de la sortie sont comprises entre 3,65 et 10,13 mg/l. leurs concentrations sont très élevées par rapport à la norme fixée par l'OMS (2 mg/l).

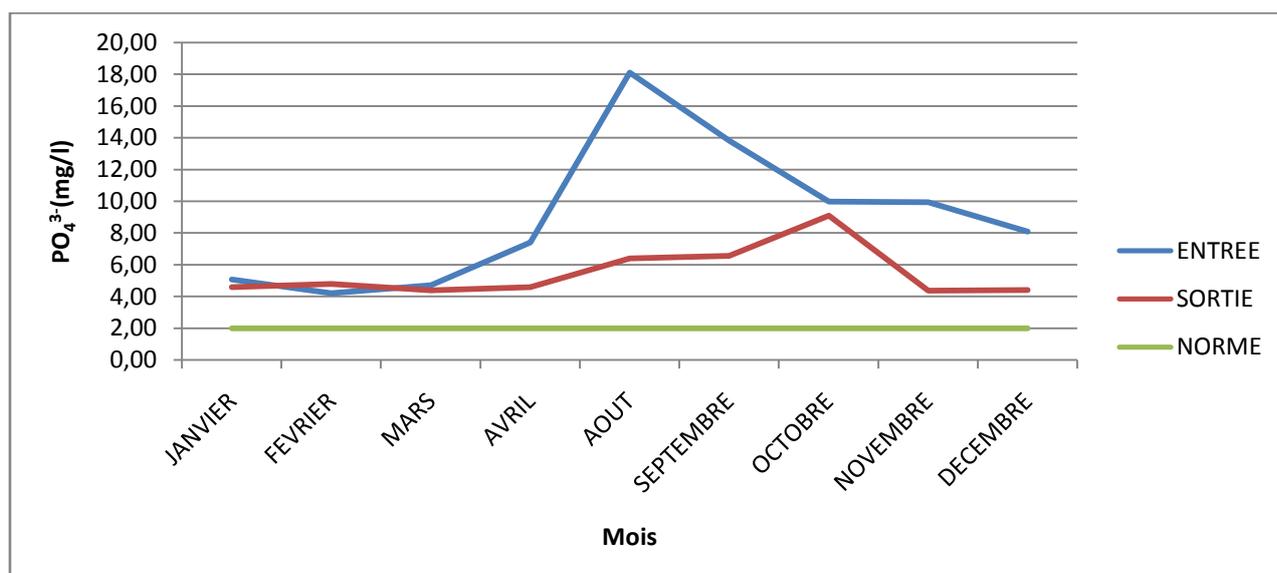
c. Année 2014 :

Figure n°39 : valeurs des moyennes mensuelles des phosphates à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Azeffoun(année 2014)

La représentation graphique de la figure n°39 montre que les teneurs en phosphates à l'entrée de la STEP sont comprises entre 4,20 et 18,10 mg/l et celles de la sortie sont comprises entre 4,38 et 9,10 mg/l. leurs concentrations sont très élevées par rapport à la norme fixée par l'OMS (2 mg/l).

❖ **Discussion :**

Le phosphore joue un rôle très important dans le développement des algues ; il dégrade les qualités organoleptiques de l'eau (couleur, turbidité et gout.....).

Le phosphore des eaux usées, particulaire ou soluble, est essentiellement constitué : de phosphore inorganique (essentiellement des poly phosphates) et des ortho phosphates dont une part provienne de l'hydrolyse des poly phosphates, de phosphore organique : phospholipides, esters, poly nucléotides, ATP, ADP, (DERONZIER et CHOUBERT, 2004).

La teneur moyenne en orthophosphates des eaux traitées semble supérieure à celle enregistrée dans les eaux brutes, cela est due à l'activité des microorganismes qui participent à la transformation du phosphore organique en polyphosphates et orthophosphates (augmentation du taux des ortho phosphates dans l'eau traitée).

Comme nous avons aussi expliqué la diminution du taux des ortho phosphates dans l'eau traitée par l'intégration de ces derniers dans le matériel cellulaire des microorganismes lors de la dégradation de l'azote et du carbone.

Ces valeurs sont élevées et dépassent les normes algériennes et internationales des rejets (<2 mg/l) fixée par l'OMS.

Conclusion générale et Recommandations

L'Algérie est un pays semi-aride à faible pluviométrie où les apports climatiques sont irréguliers et subissent des variations chroniques et ne répondent que pour une infime partie des besoins globaux en eau de la population qui s'élèvent à près de $1700 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{an}$, alors que, le taux de satisfaction en eau en Algérie n'est que $350 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{an}$.

Par ailleurs le recours aux eaux usées, qui représente un réservoir important fiable et bien localisé, peut constituer sans doute l'une des solutions attrayantes et incontournables pour les pays souffrant de déficit hydrique.

Les eaux usées urbaines rejetées chaque année, aujourd'hui délaissées au rebut, représentent une ressource de valeur qu'il faudra exploiter par tout et où est possible dans l'agriculture, et d'autres usages municipaux afin de préserver les eaux conventionnelles pour les usages les plus nobles.

Les résultats expérimentaux obtenus lors de notre étude qui s'est portée dans l'objet de l'évaluation des paramètres de traitement de la STEP d'Azeffounde la wilaya de Tizi-Ouzou pour une durée de trois ans (2012-2013-2014) montrent que, les rendements épuratoires sont satisfaisants pour l'élimination des matières en suspension en accord avec les normes de rejet des effluents de boues activées fixées par l'OMS. Les effluents traités sont caractérisés par un pH légèrement alcalin. Les concentrations de la DCO et la DBO_5 des eaux traitées sont respectivement satisfaisantes.

L'élimination des nutriments, en NO_3^- , NO_2^- et en PO_4^{3-} est très faible. Les concentrations résiduelles restent très élevées dans l'effluent traité. Cependant, ils constitueront un apport intéressant de fertilisation en nutriments azotés et phosphorés dans le cas d'une réutilisation en agriculture.

Ces résultats obtenus affirment que les eaux usées traitées de la station d'épuration d'Azeffoun sont d'une bonne qualité par rapport aux traitements appliqués, ainsi la richesse de l'effluent en éléments nutritifs lui permet de être facilement utilisée dans le domaine agricole (irrigation).

A l'avenir, le recyclage des eaux usées traitées peut avoir un effet prodigieux pour l'agriculture de la région, pour cela nous tenons à faire les recommandations normatives et administratives suivantes :

- ❖ Consolider les connaissances et les expériences acquises sur la réutilisation des eaux usées domestiques dans toutes les régions du monde ;
- ❖ Fournir des conseils de bonnes pratiques agricoles dans une approche de gestion intégrée d'une réutilisation efficace ;
- ❖ Réaliser des campagnes d'analyses des caractéristiques biologiques, physico-chimiques et toxicologiques de ces effluents ;

Conclusion générale et Recommandations

- ❖ Pour assurer une rupture de la chaîne des transmissions des risques sanitaires, ainsi que une économie de l'eau, on préconise l'utilisation de l'irrigation localisée ;
- ❖ Généraliser les périmètres irrigués au voisinage des stations d'épuration, afin de faciliter l'acheminement de ces eaux ;
- ❖ Vulgariser les bienfaits de la réutilisation des eaux épurées en agriculture ;
- ❖ Réserver les eaux conventionnelles pour les usages les plus nobles , à savoir l'alimentation des populations (A E P).

Références bibliographiques :

- ❖ ABBOU S, (2010) : Réutilisation des eaux usées épurées et valorisation agricole. des boues, Master Professionnel en Gestion de l'environnement et traitement des eaux, 2010.
- ❖ ACHAT & SIDENAS, (2002) : Contribution à la caractérisation des effluents traités de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou, mémoire d'ingénieur en sciences agronomique, université U.M.M.T.O
- ❖ AIT AHMED.S et NOURI.O, (2004) : Elimination de la pollution carbonée, azotée et phosphatée de l'eau par procédé biologique à boues activées avec zone anoxique en tête. . Mémoire de fin d'étude d'ingénieur en agronomie, Université Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou.
- ❖ ALPHA SEDDIKI.M (2005): Thèse de doctorat en pharmacie sur : qualité organoleptique de l'eau de consommation ; l'université de Bamako.
- ❖ BECHAC.JP, (1987) : Traitement des eaux usées. Edition
- ❖ BELAID N., (2010) : Evaluation des impacts de l'irrigation par les eaux usées traitées, mémoire de magistère en microbiologie appliquée.
- ❖ BOLLAGS JM, (1973) : Analyse de l'eau ; eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer.8ème Edition DUNOD
- ❖ BOUDJEMA.S (2008) : Etude perspective de des l'état de l'environnement en Algérie : cas de bassin versant de Sébaou, Wilaya de Tizi-Ouzou. Mémoire Magistère en Agronomie. UMMTO.
- ❖ BOUTIN, (1981) : problèmes sanitaires résultants de l'utilisation agricole des eaux usées et des boues résiduaires
- ❖ CAUCHI et al, (1996) : La réutilisation des eaux usées après épuration. Techniques, sciences et méthodes.
- ❖ CHOUBERT J-M., (2002) : Analyse et optimisation du traitement de l'azote par les boues activées à basse température. Thèse Doctorat de l'Université Louis Pasteur Strasbourg.
- ❖ DEGUMENT, (1989) : Memento technique de l'eau 9^{ème} édition, Tom 1 et 2.
- ❖ EL RHAZI.O et HABIB.R, (2009) : L'impact sanitaire de la réutilisation des eaux usées. Projet fin d'études de Licence-SV. Université CADY AYYAD MARRAKECH. Maroc

- ❖ FRANÇOIS BRISSAUD, (1997) : l'utilisation des eaux usées épurées en irrigation, Université de Montpellier.
- ❖ GAUJOUS.D, (1995) : La pollution des milieux aquatiques (aide-mémoire). Edition Technique et Documentation LAVOISIER 2ème édition. Paris.
- ❖ GROSCLAUDE.G, (1999) : L'eau usages et polluants (tome 2), édition INRA. Paris.
- ❖ GUERREE.H et GOMELLA.C, (1978) : Les eaux usées dans les agglomérations urbaines et rurales. Editions EYROLLES. Paris.
- ❖ H.ZOUAOUI, Z.ZILLAL., (2014) : évolution de volume des eaux usées épurées, cas de wilaya de Bejaia, mémoire d'ingénieur d'établissement.
- ❖ HOUATI.T, (2005) : Etude de réhabilitation de la station d'épuration de la ville de Djelfa, mémoire d'ingénieur d'hydraulique, ENHB.
- ❖ IDDIR.F & LAFDAL.S, (2009) : Etude de la possibilité d'exploitation des eaux traitées de la STEP de Tizi-Ouzou, mémoire d'ingénieur d'hydraulique rurale.
- ❖ JELLAL.J, (1996) : la gestion de l'eau. Séminaire à l'école d'ingénieurs Mohamedia Département de Génie civil, Univ.mohammed V. Rabat.
- ❖ KESSI.KH & IHADADENE.S, (2012) : Evaluation des performances épuratoires de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou et calcule des taux de participation à la fertilisation des cultures, mémoire d'ingénieur d'hydraulique agricole.
- ❖ KOLLER EMILIAN, (2004) : Traitement des déchets industriels. Edition Dunod.
- ❖ M.S.OUALI, (2001) : cours de procédés unitaires biologiques et traitement des eaux, Edition : 2.10.4334.
- ❖ MENECEUR.R, (2013) : Caractérisation des paramètres physicochimiques et quantification des nutriments des eaux traitées de la STEP de la ville de Tizi-Ouzou. Mémoire d'ingénieur d'état en science agronomique, UMMTO
- ❖ REDJESK.F, (2002) : Analyse des eaux : Aspects réglementaires et techniques. Edition Centre Régional de Documentation Pédagogique d'Aquitaine. Paris.
- ❖ RIJNART, (1990): le développement du traitement des eaux usées Pays-Bas. Séminaire international « Eaux usées et milieu récepteur »
- ❖ RODIER C., BRISSAUD F., (1989) : Réutilisation des eaux usées par l'irrigation. Méthodologie. Réalisations en France.

- ❖ RODIER.J, (1978) : Analyse de l'eau ; eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8^{ème} édition DUNOD. Paris.
- ❖ ROUABAH N., (2008) : Conception de la station de la ville de KhemisMliana.Thèse d'Ingénieure d'Etat En Hydraulique E.N.S.H.
- ❖ LA ROUSSE MEDICALE (2006).
- ❖ SOPHIE VANDERMEERSCH, (2006) : Etude comparative de l'efficacité des traitements d'épuration des eaux usées pour l'élimination des micro-organismes pathogènes. Université Libre de Bruxelles IGEAT Institut de Gestion de l'Environnement et d'Aménagement du Territoire.
- ❖ YAKOUB.B, (2005) : le problème de l'eau en grande Kabylie, le bassin versant du Sebaou et la wilaya de Tizi Ouzou . Edition, université de Tizi Ouzou.
- ❖ AUSSEL H., LEBACLE C., DORNIER Y., (2004) : le point des connaissances sur le traitement des eaux usées. ED 5026, N°11, p1-4.
- ❖ AYERS et WESTCOT , (1985) : water quality for agriculture. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO irrigation and drainage) Paper 29, Revision 1.
- ❖ BAUMONT S, CAMARD J-P, LEFRANC A, FRANCONI A., (2004) : Réutilisation des eaux usées: risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS, 220p.
- ❖ BONTOUX. J, (1993) : Introduction à l'étude des eaux douces : eaux naturelles, eaux usées, eaux de boisson. Edition Technique et Documentation Lavoisier, 166p.
- ❖ DEBIANE .DJ et DJENADI.S, (2004) :Elimination de la pollution carbonée et phosphatée de l'eau par traitement physicochimique p12
- ❖ DERONZIER G, CHOUBERT J-M., (2004) : Traitement du phosphore dans les petites stations d'épuration à boues activées, Comparaisons techniques et économiques des voies de traitement biologique et physico-chimique. Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche et des Affaires rurales FNDAE n° 29. Edition Cemagref,Antony, 24 pages.
- ❖ FAO, (2003) : L'irrigation avec des eaux usées traitées : Manuel d'utilisation.
- ❖ J.O.R.A, (2012) : Journal Officiel de la République Algérienne.
- ❖ LADJEL.F, (2004) : Exploitation d'une station d'épuration a boues activées niveau 02 (CFMA-Boumerdes).
- ❖ LARHYSS JOURNAL, (2010) : ISSN 1112-3680, n° 08,pp. 27-46.

- ❖ LAZAROVA V., (1999) : Role de la réutilisation des eaux usées épurées pour la gestion intégrée des ressources, n°227, 47-57.
- ❖ M.GHISLAIN de MARSILY et al: la qualité de l'eau et l'assainissement en France,
- ❖ OMS, (1989) : L'utilisation des eaux usées en agriculture et aquaculture : recommandation a visées sanitaires. Organisation Mondiale de la Santé, Genève.
- ❖ OMS, (1992): a guide to the development of in-site sanitation, prepared R.J, Pickford and R Reed
- ❖ ONA, (2016) : office national d'assainissement.
- ❖ Rapport ORS : Réutilisation des eaux usées: risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France., 220p
- ❖ RIJNART F.W.A.M , (1990): le développement du traitement des eaux usées Pays-Bas. Séminaire international « Eaux usées et milieu récepteur »
- ❖ SANTE CANADA., (1995) : La turbidité. Document de support aux recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada.
- ❖ SANZ. J. P., FREUND. M., and HOTHER. S. (1996)-Nitrification and dénitrification in continuous upflow filters process modelling and optimization. Water Science and Technology, 34, pp 441-448.
- ❖ WWW.magherebebeemergent.com

Résumé :

Pour remédier à la rareté de l'eau en Algérie, la recherche de toute ressource alternative dont la réutilisation des eaux usées épurées s'avère une solution. C'est dans cet objectif que s'articule notre étude. Le déficit en eau des terres en Algérie et l'augmentation des quantités des eaux usées rejetées allant de pair avec l'accroissement du nombre de station d'épuration, ce qu'il permet de réutiliser ces eaux épurées dans différents domaines (agriculture...), à condition de respecter les normes de rejets fixées par l'OMS.

Les résultats expérimentaux obtenus lors de notre étude qui s'est porté dans l'objet de l'évaluation du paramètres de traitement de la station d'épuration d'Azeffoun de la wilaya de Tizi-Ouzou pour une durée de trois ans (2012-2013-2014) montrent que , les rendements épuratoires sont satisfaisants pour l'élimination des matières en suspension en accord avec les normes de rejet des effluents de boues activées fixées par l'OMS. Les effluents traités sont caractérisés par un pH légèrement alcalin. Les concentrations de la DCO et la DBO₅ des eaux traitées sont respectivement satisfaisantes. L'élimination des nutriments, en NO₃⁻, NO₂⁻ et en PO₄³⁻ est très faible. Les concentrations résiduelles restent très élevées dans l'effluent traité. Cependant, ils constitueront un apport intéressant de fertilisation en nutriments azotés et phosphorés dans le cas d'une réutilisation en agriculture.

Ces résultats obtenus affirment que les eaux usées traitées de la station d'épuration d'Azeffoun sont d'une bonne qualité par rapport aux traitements appliqués, ainsi la richesse de l'effluent en éléments nutritifs lui permette d'être facilement utilisée dans le domaine agricole (irrigation).

Mots clés : réutilisation, station d'épuration, paramètres de traitement, boues activées, normes de rejets,

Résumé :

Pour remédier à la rareté de l'eau en Algérie, la recherche de toute ressource alternative dont la REUE s'avère une solution. C'est dans cet objectif que s'articule notre étude. Le déficit en eau des terres en Algérie et l'augmentation des quantités des eaux usées rejetées allant de pair avec l'accroissement du nombre de STEP, ce qu'il permet de réutiliser ces eaux épurées dans différents domaines (agriculture...), à condition de respecter les normes de rejets fixées par l'OMS.

Les résultats expérimentaux obtenus lors de notre étude qui s'est porté dans l'objet de l'évaluation du paramètres de traitement de la STEP d'Azeffoun de la wilaya de Tizi-Ouzou pour une durée de trois ans (2012-2013-2014) montrent que , les rendements épuratoires sont satisfaisants pour l'élimination des matières en suspension en accord avec les normes de rejet des effluents de boues activées fixées par l'OMS. Les effluents traités sont caractérisés par un pH légèrement alcalin. Les concentrations de la DCO et la DBO₅ des eaux traitées sont respectivement satisfaisantes. L'élimination des nutriments, en NO₃⁻, NO₂⁻ et en PO₄³⁻ est très faible. Les concentrations résiduelles restent très élevées dans l'effluent traité. Cependant, ils constitueront un apport intéressant de fertilisation en nutriments azotés et phosphorés dans le cas d'une réutilisation en agriculture.

Ces résultats obtenus affirment que les eaux usées traitées de la station d'épuration d'Azeffoun sont d'une bonne qualité par rapport aux traitements appliqués, ainsi la richesse de l'effluent en éléments nutritifs lui permette d'être facilement utilisée dans le domaine agricole (irrigation).

Mots clés : REUE, STEP, paramètres de traitement, boues activées, normes de rejets,