

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POLULAIRE
MINISTTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE BLIDA 1

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE CELLULAIRE

Mémoire de projet de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de Master en
Biologie

Option : Biodiversité et fonctionnement des écosystèmes aquatiques

Thème

Analyse physicochimique et microbiologique des eaux du
lac de Reghaïa (W. d'Alger) après traitement par la station
d'épuration de Reghaïa.

Présenté par :

Mlle ABDERRAHIM Hanane

Devant le jury :

- | | | |
|------------------|-------------|---------------|
| • Mme SOUR S. | MAA (Blida) | Présidente |
| • Mme RADIN. | MAA (Blida) | Examineur |
| • Mme KHEDDAM H. | MAA (Blida) | Promotrice |
| • Mme KHETTAR S. | MAA (Blida) | Co-promotrice |

Soutenu le : 28/10/2015

Promotion 2014-2015

Résumé

Ce mémoire a pour objectif d'étudier l'efficacité de filtration du procédé de traitement, par bous activées, des eaux usées au niveau de la STEP de Réghaïa.

Des échantillons d'eaux brutes, d'eaux filtrées ont été analysés et suivi pendant 2 mois.

Les paramètres analysés sont physico-chimique (MES, DBO5, DCO, azote total, phosphore total), bactériologique (coliformes totaux, coliformes fécaux, les streptocoques fécaux et les Clostridium sulfito-réducteurs et les œufs d'helminthes).

Les résultats obtenus sont :

Pour les analyses physico-chimiques effectuées au laboratoire de la STEP de Réghaïa présente un très bon rendement épuratoire des paramètres suivants : pH, DBO5, conductivité phosphore total. Nous constatons que la qualité de l'eau était conforme à la norme,

Pour les analyses microbiologiques réalisées au laboratoire de contrôle de qualité et de conformité à bab Zouar, nous constatons que la qualité de l'eau était conforme à la norme, avant le raccordement des deux oueds chebcheb et braïdia, après ce branchement, la qualité de l'eau s'est détériorée en dépassant largement les normes. La capacité de traitement de la STEP est bien limitée et ne peut traiter que la quantité qui lui a été conçu au départ.

Mots clés : Eaux usées, Bous activées, Station d'épuration de Réghaïa, Eaux filtrées, Eaux brutes,

المُلخَص

تهدف هذه لأطروحة إلى دراسة كفاءة الترشيح من عملية معالجة مياه الصرف الصحي بالأحوال المنشطة في محطة معالجة مياه الصرف بالرغاية ،

وقد تم تحليل عينات من المياه الخام والمياه المرشحة التي قمنا بها خلال شهرين

تحليلات الفيزيوكيماية (MES , DCO ,DBO5,azote total, phosphore total) و البكتريولوجية

(Les œufs, les Clostridium sulfito-réducteurs ,Coliformes fécaux ,Coliformes totaux)

(d' helminthes

النتائج التي تم الحصول عليها هي:

التحليلات الفيزيوكيماية قدمت في مختبر رغاية كفاءة معاملة جيدة جدا من المعلمات التالية : الرقم الهيدروجيني ، BOD5 ,الناقلية, إجمالي الموصلية الفوسفور. نجد أن نوعية المياه امتثلت المعيار.

التحليلات الميكروبيولوجية قدمت في مختبر مراقبة الجودة والنوعية بباب الزوار ، نجد أن نوعية المياه امتثلت المعيار، قبل التوصيل من واديين شبشب وبريدية و بعد الاتصال ، قد تدهورت المياه بشكل كبير يتجاوز المعايير. والقدرة على تجهيز محطة معالجة مياه الصرف و يمكن التعامل فقط مع القدرة الذي تم تصميمه منه .

كلمات المفتاح :

مياه الصرف، الاحوال المنشطة، محطة مياه الصرف بالرغاية ، المياه الخام ، المياه المرشحة .

Summary

This memory aims to study the filtration efficiency of the treatment process, activated sludge Wastewater at the step of Réghaïa.

Samples of raw water, filtered water were analyzed and followed through 2 months.

Analyses are physicochemical parameters (MES, DB5, DCO, total nitrogen, total phosphorus,), bacteriological (total coliforms, faecal coliforms, faecal streptococci and sulphite-reducing Clostridium and helminth eggs).

The results obtained are:

For physico- chemical analysis made at the laboratory STEP Réghaïa has a very good treatment efficiency of the following parameters: pH, BOD5, total phosphorus conductivity. We find that the water quality complied with the standard,

For microbiological analyzes in quality control laboratory and conformity Bab Zouar , we find that the water quality complied with the standard, prior to connection of the two wadis chebcheb and braïdia ,after connecting, quality water has deteriorated greatly exceed the standards. The STEP processing capacity is limited and can only deal with the amount that was designed from him.

Keywords:

Wastewater, activated Bous , Sewage Treatment Plant of Réghaïa , filtered water , raw water ,

REMERCIEMENTS

Tout d'abord nous remercions Dieu le tout puissant qui nous a donné autant de courage et de volonté pour la réalisation de ce travail.

Nous tenons à exprimer notre gratitude à :

Notre promotrice Mme kheddami H, je le remercie d'avoir accepté mon projet et de m'avoir prodigué tous les conseils indispensables.

Notre co-promotrice Mme khettar S ,qui nous a suivi tout au long de notre travail.

Mes vifs remerciements s'adressent aussi à :

Mr Said, Mme hamidi, qui nous a apporté une aide précieuse.

Mme Sour S, Qui nous a fait l'honneur de présider notre jury.

Mme Radi N d'avoir bien voulu examiner ce travail.

Tout les membres du laboratoire physicochimique et bactériologique de Réghaia et bab

Zouar

Je tiens aussi à remercier : toute l'équipe de la station d'épuration de Réghaia.

Sans oublier tout nos anciens enseignants.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, à ma mère *Z o h r a*.

A mon père **Attalah**, écho de mon enfance, qui a été mon ombre durant toutes les années d'études, et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et à me protéger.

Que dieu les gardes et les protège.

A mon frère Ahmed

que je chéris énormément et à qui je souhaite le grand bonheur dans sa vie et la réussite dans ces études.

A ma tante maternelle *H o u r i a*

A toutes les familles **Abderrahim et Tamelikecht**

A tous les amis,

A tous ceux qui me sont chers.

A tous ceux qui m'aiment.

A tous ceux que j'aime.

Listes des abréviations

AT : Azote total

ASR : Anaérobie sulfito-Réducteur.

CE : conductivité électrique.

CF: coliformes fécaux

CT : Coliformes totaux.

F.A.O: Food and Agriculture Organisation.

JO : Journal officiel.

MES : Matières en suspensions.

OMS : organisation mondiale de la santé.

PPM : Partie par million

PT: Phosphore total.

SEAAL : Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger.

S.T.E.P : Station d'épuration.

UFC : Unité formant colonie.

Liste des tableaux

Tableau I: Bactéries pathogènes.....	09
Tableau II : Dates de prélèvement	19
Tableau III : Valeurs des volumes d'échantillon pour l'estimation de la DBO ₅	23
Tableau IV : Normes de rejet au niveau de la S.T.E.P de Réghaïa.....	Annexe III
Tableau V : Résultats des analyses physico-chimiques.....	Annexe III
Tableau VI : Résultats des analyses microbiologiques.....	Annexe III
Tableau VII: Normes de rejet de journal officiel.....	Annexe III

Liste des figures

Fig1: Filières de traitement au niveau de la S.T.E.P de REGHAIA.....	11
Fig2: Bassin de comptage.....	12
Fig3: Bassin d'orage.....	13
Fig4: Echantillonneur automatique.....	13
Fig5: Dégrilleur automatique.....	14
Fig6: Dessableur /Déshuileur.....	15
Fig7: Principe de fonctionnement du décanteur	15
Fig8: Décanteur primaire.....	16
Fig9 : Bassin d'aération	16
Fig10: Les décanteurs secondaires	16
Fig11 : Filtre vide et à l'arrêt.....	17
Fig12: variation du pH dans les eaux usées brutes et les eaux filtrées dans la S.T.E.P.....	32
Fig13: variation de la conductivité dans les eaux usées brutes et les eaux filtrées dans la S.T.E.P.....	33
Fig14: variation de la concentration des MES des eaux usées brutes et filtrées.....	34
Fig15: Variation de la DCO dans les eaux usées brutes et les eaux filtrées au niveau de la S.T.E.P de Réghaïa.....	35
Fig 16: variation de la DBO5 des eaux usées brutes et filtrées de la S.T.E.P de Reghaïa.....	36

Fig 17: Variation du Phosphore totale dans les eaux usées et les eaux filtrées dans la S.T.E.P de Réghaïa	37
Fig 18: Variation de l'ammonium dans les eaux usées et les eaux filtrées dans la S.T.E.P de Réghaïa	37
Fig 19: variation de la concentration des nitrites dans les eaux usées et les eaux filtrées dans la S.T.E.P de Réghaïa.....	38
Fig 20: Variation des nitrates dans les eaux usées et les eaux filtrées au niveau de la S.T.E.P de Reghaïa.....	39
Fig 21 : variation de l'azote total dans les eaux usées et les eaux filtrées dans la S.T.E.P de Réghaïa.....	40
Fig 22 : variation des Coliformes totaux dans les eaux filtrées au niveau de la S.T.E.P de Reghaïa.....	41
Fig 23: Variation des Coliformes fécaux dans les eaux filtrées au niveau de la S.T.E.P de Reghaïa.....	42
Fig 24: variation des Streptocoques fécaux dans les eaux filtrées au niveau de la S.T.E.P de Reghaïa.....	42
Fig 25 : Variation des <i>Clostridium</i> dans les eaux filtrées au niveau de la S.T.E.P de Reghaïa.....	43
Fig 26 : Variation des œufs d'helminthes dans les eaux filtrées au niveau de la STEP de Reghaïa.....	44
Fig 27: Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux par méthodes de filtration sur membrane.....	AnnexII
Fig 28 : Recherche et dénombrement des <i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs en milieux	

liquide.....Annexe II

Fig 29 : recherche et dénombrement des *Streptocoques fécaux* par méthode de filtration sur membraneAnnexe II

Sommaire

Introduction.....	01
Chapitre I : partie théorique	
I. Généralité sur les eaux usées	
I.1. Définition des eaux usées	03
I.2. Origines des eaux pluées.....	03
I.3. principaux polluants des eaux	04
I.4. Déversement d'eau usée dans le milieu naturel.....	05
I.5. Analyses physicochimiques et microbiologiques	
I.5.1. Paramètres organoleptiques.....	06
I.5.1.1. Couleur	06
I.5.1.2. Odeur.....	06
I.5.2. Paramètres physiques.....	06
I.5.2.1. Température (T°).....	06
I.5.2.2. Matières en suspension(MES).....	06
I.5.2.3. Potentiel d'hydrogène (pH)	06
I.5.2.4. Conductivité électrique (CE).....	07
I.5.3. Paramètres chimiques.....	07
I.5.3.1. Demande biologiques en oxygène (DBO ₅).....	07
I.5.3.2. Demande chimique en oxygène (DCO).....	07

I.5.3.3. Azote total. (AT).....	07
I.5.3.4.Phosphore total (PT).....	08
I.6.Analyses microbiologiques.....	08
I.7. Principe de fonctionnement de la S.T.E.P de Réghaïia.	
I.7.1. Définition.....	10
I.7.2.Situation géographique de la S.T.E.P.....	10
I.7.3.présentation de la S.T.E.P.....	10
I.7.4.Alimentation générale de la S.T.E.P.....	12
I.7.5.Prétraitement.....	13
I.7.6. Traitement primaire.....	15
I.7.7. Traitement secondaire.....	16
I.7.8.traitement tertiaire.....	17

Chapitre II : Matériels et méthode

II.1. Matériels	
II.2. Echantillonnage et conservation.....	19
II.3 Analyses physicochimiques.....	20
II.4 .Analyses microbiologiques.....	26

Chapitre III : Résultats et discussion

III.1. Analyses physicochimiques.....	32
III.2. Analyses microbiologiques.....	40

Conclusion

Références bibliographiques

Annexes

Introduction

L'eau ne peut être considérée comme un simple produit commercial, elle doit être classée comme un patrimoine universel qui doit être protégée, défendue et traitée (**Devaux , 1999**). est de plus en plus rare en Algérie et de moins en moins renouvelable. Elle fait actuellement l'objet d'une exploitation concurrentielle entre les besoins de la population, ceux de l'agriculture et de l'industrie qui se disputent une disponibilité limitée (**Dekhil et Zaibet, 2013**). En effet, la pollution des eaux de surface et souterraine, par les rejets d'eaux usées, tant urbaines qu'industrielles, peut constituer à court terme, un risque de pénurie d'eau accentué imposant la nécessité de protéger cette ressource contre toute altération et utilisation irrationnelle.

Les polluants contenus dans les eaux usées ont des origines diverses, les cinq principales sources de pollution sont : l'industrie, l'agriculture, les ménages, les transports et l'urbanisation. Le rejet de ces eaux dans le milieu naturel est la principale pollution qui affecte nos cours d'eaux et plus généralement tout le milieu naturel. Par conséquent, l'analyse de ces eaux résiduaires permet d'identifier la ou les substances indésirables qu'on doit éliminer lors d'un traitement d'épuration. La charge en agents polluants dans une eau peut être évaluée à partir de certains paramètres.

L'intérêt porté par les pouvoirs publics algériens au traitement des eaux usées s'est manifesté par l'allocation de crédits importants à la réalisation de stations d'épuration (S.T.E.P) qui sont en nombre d'une centaine déjà réalisées ou en voie de réalisation (**Hamsa, 2006**).

Dans ce mémoire nous allons étudier l'efficacité de filtration de la S.T.E.P de Réghaïa située dans L'EST d'Alger, son eau épurée n'est pas exploitée jusqu'à présent, elle est tout simplement versée dans le lac de Réghaïa. Cependant, elle présente un intérêt écologique et social certain sur la région.

La station d'épuration comprend un traitement tertiaire qui consiste en un système de filtration sur sable de l'eau de rejet épurée au préalable par un traitement primaire et secondaire.

Cette étude a pour objectif la vérification de l'efficacité du traitement tertiaire en déterminant la qualité de l'eau filtrée sur les plans physicochimiques et microbiologiques, notamment la recherche des œufs d'helminthes et son impacte sur le milieu récepteur.

Chapitre I

PARTIE THEORIQUE

I. Généralités sur les eaux usées

I. I. Définition

Les eaux usées correspondent aux eaux ayant été utilisées par les individus ou d'autres secteurs (industrie ou agriculture) (**Chocat, 1997**), elles résultent de la pollution tant physico-chimique que bactériologique des eaux de consommation (**Rodier, 1996**). Elles sont généralement chargées en matières minérale ou organique sous forme dissoutes ou en suspension (**Bouziani, 2000**)

Les eaux usées sont principalement toutes les eaux parvenant dans le réseau d'assainissement dont les propriétés naturelles sont transformées. La plupart des eaux usées sont offensives, d'autres sont pathogènes, elles peuvent être à l'origine de graves problèmes de santé publique (**Tfyeche, 2014**).

I. 2. Origines des eaux polluées

Selon **Baumont et al. (2004)**, les eaux polluées ont trois origines possibles :

- Les eaux domestiques
- Les eaux industrielles
- Les effluents agricoles

I. 2. 1. Eaux usées domestiques

Les eaux usées domestiques sont essentiellement porteuses de pollution organique. Elles se répartissent en deux catégories :

- **les eaux ménagères** des salles de bain et des cuisines qui sont généralement chargées de substances biodégradables, de détergents, de produits nettoyants, désinfectants, et détartrants ainsi que de pesticides pour usage domestique et de solvants pour le bricolage. Ces eaux peuvent aussi contenir des polluants cosmétiques et médicamenteux (**Elskens, 2010**)
- **les eaux vannes** comprenant les rejets de toilettes. Ces dernières sont chargées de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux (**Pons et al., 2008**)

I. 2. 2. Eaux usées industrielles

Sont les eaux usées provenant des usines sont caractérisées par une grande diversité, suivant l'utilisation de l'eau. Tous les produits ou sous-produits de l'activité industrielle se trouvent concentrés dans l'eau.

- Matières organiques et graisses (industries agroalimentaire, équarrissage...);
- Sels métalliques, produits chimique, tanneries...);
- Eau chaude (circuits de refroidissement des centrales thermiques);
- Matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs). (**Gaid, 1984**)

I.2.3. Les effluents agricoles :

Les effluents agricoles renferment diverses substances d'origine agricole ou animale, Il s'agit de solutions d'engrais lessivées par les sols fortement fertilisés, des produits phytosanitaires (pesticides) et des déjections animales (purins et lisiers de bétail). (**Bontoux,1993**)

1.3. Principaux polluants des eaux

Selon **Hugo (2007)**, les principaux polluants sont :

- **Les matières organiques** : constituent de loin, la première cause de pollution des ressources en eaux. Ces matières organiques (déjection animales et humaines, graisses...) sont notamment issues des effluents domestiques, mais également des rejets industriels (industries agro-alimentaire, en particulier). La pollution organique peut être absorbée par le milieu récepteur tant que la limite d'auto-épuration n'est pas atteinte ;
- **Les éléments minéraux** : regroupent essentiellement les produits azotés ainsi que les produits phosphorés. Ces matières proviennent principalement des activités agricoles. La pollution minérale des eaux peut provoquer le dérèglement de la croissance végétale ou des troubles physiologiques chez les animaux ;
- **Les germes pathogènes** : sont constituées de virus et bactéries entraînant souvent une inhibition des mécanismes biologiques. La pollution microbiologique se développe conjointement à la pollution organique, par une prolifération des germes d'origines humaine ou animale dont certains sont éminemment pathogènes.

- **Les substances toxiques :** sont des composés chimiques de synthèse, issus des activités industrielles et agricoles. Les conséquences souvent dramatiques de la pollution chimique sur les écosystèmes, varient suivant la concentration de composées dans les rejets.
- **Les hydrocarbures :** provenant des industries pétrolières et des transports, ces composés chimiques sont des substances peu solubles dans l'eau est difficilement biodégradables. Leur densité inférieure à l'eau les fait surnager et leur vitesse de propagation dans le sol est 5 à 7 fois supérieure à celle de l'eau. Ils constituent un redoutable danger pour les nappes phréatiques.
- **Les métaux lourds :** les plus fréquemment rencontrés mais qui sont aussi les plus dangereux sont le mercure, le cuivre, le cadmium, le chrome, le plomb et le zinc. Ils ont la particularité de s'accumuler dans les organismes vivants ainsi que dans la chaîne trophique. La pollution radioactive peut avoir des effets cancérigènes et mutagènes sur les peuplements aquatiques.

I.4. Déversements d'eaux usées dans le milieu naturel

Le rejet direct des eaux usées dans le milieu naturel perturbe l'équilibre aquatique en transformant les rivières en égouts à ciel ouvert. Cette pollution peut aller jusqu'à la disparition de toute vie. Il faut retirer des eaux usées un maximum de déchets, avant de les rejeter dans l'environnement, pour que leur incidence sur la qualité de l'eau, en tant que milieu naturel aquatique, soit la plus faible possible (**Chellé et al ., 2005**).

Quant les eaux usées ou les eaux résiduaires industrielles ne sont pas épurées avant rejet dans le milieu naturel, l'altération de ce dernier et les déséquilibres qui s'y produisent ont non seulement des effets immédiats sur les utilisations de l'eau, mais aussi des effets à long terme, parfois irréversibles dans le domaine de la vie humaine (**Vaillant, 1974**).

I. 5. Analyses physicochimiques et microbiologiques :

Les normes des rejets des eaux usées, fixent des indicateurs de qualité physico-chimique et biologique. Ce potentiel de pollution généralement exprimés en mg/L, est quantifié et apprécié par une série d'analyses, certains de ces paramètres sont indicateurs des modifications que cette eau sera susceptible d'apporter aux milieux naturels récepteurs, pour les eaux usées domestiques, industrielles et les effluents naturels (**Boukredimi et Berrahal , 2014**), on peut retenir les analyses suivantes :

I. 5. 1. Paramètres organoleptiques

I.5.1.1. Couleur

La couleur apparente est due aux matières en suspension et en solution et en fonction des composées chimiques solubles colorées (**Djermakoye, 2005**).

I.5.1.2. Odeur

Les eaux résiduaires se caractérisent par une odeur de moisi. Toute odeur est signe de pollution qui est due à la présence de matières organiques en décomposition (**Botta A, 2001**).

I. 5. 2. Paramètres physiques

I. 5. 2. 1. Température (T)

La connaissance de la température est essentielle pour les réactions physicochimiques et biologiques régies par leurs caractéristiques thermodynamique et cinétique. A titre d'exemple, la concentration à saturation de l'oxygène dissous, plus l'eau est chaude et plus sa concentration limite diminue. Le pH et la conductivité sont également dépendants de la température de même que les processus de biodégradation carbonée (**Thomas, 1995**).

I. 5. 2. 2. Matières en suspension (MES)

Ce sont des matières non dissoutes contenues dans l'eau .Elles comportent à la fois des éléments minéraux et organiques. Le plus grand part des microorganismes pathogènes contenus dans les eaux est associée aux MES (**Tose, 2006**) .elles donnent également à l'eau une apparence trouble et souvent une mauvaise odeur (**F.A.O, 2003**).

I. 5. 2. 3 Potentiel hydrogène (pH)

Permet de mesurer l'acidité ou l'alcalinité des eaux usées. La mesure doit s'effectuer sur place de préférence, par la méthode potentiométrique (**Rodier et al, 2005**).

Le pH est un paramètre important qui influe sur la vie et le développement de la faune et la flore existante dans les cours d'eau. Cependant, sa valeur peut être à l'origine des ennuis dans les canalisations (corrosion et dépôts calcaires). Le pH conditionne les réactions chimiques des milieux aqueux ainsi que la prolifération bactérienne. Il peut également être un indice de pollution pour les rejets industriels (**Tfyeche L, 2014**). Le pH est l'un des paramètres chimiques importants lorsqu'il

s'agit de déterminer la qualité d'une eau. Il sert au contrôle de la qualité de l'eau à l'entrée de la station d'épuration (S.T.E.P) (les variations importantes du pH sont presque toujours la conséquence de rejets industriels) **(OMS, 2007)**.

I. 5. 2. 4. Conductivité électrique (CE)

La mesure de la conductivité permet d'avoir très rapidement une idée sur la concentration des sels dissous dans l'eau. Une conductivité élevée traduit soit des PH anormaux, soit le plus souvent une salinité élevée **(Edeline, 1992)**

I. 5. 3. Paramètres chimiques

I. 5. 3. 1. Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

Sa détermination consiste à mesurer la quantité totale de l'oxygène par des processus biochimiques, au cours de l'oxydation des matières organiques dans un échantillon donné. La DBO₅ a été mesurée au bout de 5 jours considère comme une période significative du processus globale de biodégradation qui prend des semaines **(Pelmont, 2005)**.

I. 5. 3. 2. Demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène est la quantité d'oxygène consommée par les matières existantes dans l'eau et oxydables dans des conditions opératoires bien définies **(Rodier , 1996)**. Elle est d'autant plus élevée qu'il y'a des corps oxydables dans le milieu. L'oxygène affecte pratiquement la totalité des matières organiques biodégradables et non biodégradables. La DCO est exprimée en mg d'O₂/L **(Tardat- Henry, 1992)**. La DCO est également évaluée en mg et même en Kg dans les eaux usées industrielles **(Pelmont, 2005)**

I. 5. 3. 3. Azote total (AT)

L'azote est présent dans les effluent sous différentes formes : azote organique, azote ammoniacal (ammoniac NH₃, ion ammonium NH₄⁺), Nitrates (NO₃⁻), Nitrites (NO₂⁻) **(Koller, 2004)**. Toutes les formes d'azotes sont susceptibles d'être à l'origine des nitrites par un processus d'oxydation biologique **(Dib, 2009)**. L'azote est un élément qui cause la prolifération d'algues (eutrophisation) donc son élimination est très importante pour notre environnement **(Degrément, 1989)**.

I.5.3.4. Phosphore total (PT)

Le phosphore se trouve dans les eaux usées sous formes :

- ✓ D'orthophosphate, soluble PO_4H_2
- ✓ De polyphosphate qui a tendance à s'hydrolyser en orthophosphate.
- ✓ De phosphore non dissous

La somme de ces diverses formes constitue le phosphore total, dont chaque forme peut être mesurée indépendamment des autres par spectrométrie (Mizi, 2006).

I. 6. Analyses microbiologiques

La bactériologie de l'eau est basée sur la recherche des germes du groupe coliforme, en particulier *Escherichia coli*, et de quelques autres germes sporulés qui sont des indicateurs d'une pollution par matières fécales (Dabbadie, 2005). En effet, les bactéries aquatiques sont extrêmement diverses et variées.

I. 6. 1. Coliformes totaux et fécaux

Sous le terme de «*Coliformes totaux*» (CT) est regroupé un certain nombre d'espèces bactériennes appartenant en fait à la famille des *Enterobacteriaceae*. La définition suivante a été adoptée par l'Organisation Internationale de Standardisation (ISO). Le terme «coliforme » correspond à des organismes en bâtonnets, non sporogènes, facultativement anaérobies, capables de croître en présence de sels biliaries ou d'autres agents de surface possédant des activités inhibitrices de croissance, capables de fermenter le lactose (et le mannitol) avec production d'acide et d'aldéhyde en 48 heures, à des températures de 35 à 37 °C. Les coliformes sont intéressants car un très grand nombre d'entre eux vivent en abondance dans les matières fécales des animaux à sang chaud et de ce fait, constituent des indicateurs fécaux de la première importance.

Les coliformes fécaux (CF) sont appelés aussi les coliformes thermo-tolérants, ce sont des coliformes qui fermentent le lactose mais à 44 °C. Le germe *Escherichia coli* est le type de coliformes fécaux d'habitat fécal exclusif, sa recherche est donc extrêmement importante (Rodier, 1996).

I. 6. 2. Streptocoques fécaux

Les *Streptocoques fécaux* sont des bactéries à Gram⁺ de forme sphérique ou ovoïde, se présentent en chainettes plus ou moins longues, non sporulées, aéro-anaérobie facultatifs. Il

est à souligner que les *Streptocoques fécaux* ne possèdent ni catalase ni oxydase et fermentent le glucose (Haslay et Leclerc, 1993). Ces germes sont des hôtes normaux de l'intestin de l'homme et des animaux à sang chaud et ne sont pas considérées comme pathogènes (Potelon et Zysman, 1998). Ils sont utilisés comme indicateurs de pollution fécale (Haslay et Leclerc, 1993).

I. 6. 3 Clostridium sulfito-réductrices

Elles ne sont pas seulement d'origine fécale, mais sont des germes omniprésents, dont la présence dans l'eau est souvent révélatrice d'infiltrations telluriques ou de matières organiques en putréfaction. Elles se rencontrent normalement dans les matières fécales humaines et animales; leur spores peuvent survivre dans l'eau et l'environnement pendant plusieurs mois (Tfyeche , 2014).

Tableau I : Les bactéries pathogènes dans les eaux usées

Agent pathogène	Symptômes, maladie	Voies de contamination Principales
<i>Salmonella</i>	Typhoïde, paratyphoïde, salmonellose	Ingestion
<i>Shigella</i>	Dysenterie bacillaire	Ingestion
<i>E.coli</i>	Gastro-entérite	Ingestion
<i>Yersinia</i>	Gastro-entérite	Ingestion
<i>Campylobacter</i>	Gastro-entérite	Ingestion
<i>Vibrio</i>	Choléra	Ingestion
<i>Leptospira</i>	Leptospirose	Cutanée/Inhalation/Ingestion
<i>Legionella</i>	Légionellose	Inhalation
<i>Mycobacterium</i>	Tuberculose	Inhalation

Source : Asano(1998)

I.6.4. Les helminthes

Les helminthes sont des parasites intestinaux, fréquemment rencontrés dans les eaux résiduaires. Dans les eaux usées urbaines, le nombre d'œufs d'helminthes peut être évalué entre 10 et 10³ germes/l. Beaucoup de ces helminthes ont des cycles de vie complexes comprenant un passage obligatoire par un hôte intermédiaire. (Compoos ,2008)

Le stade infectieux de certains helminthes est l'organisme adulte ou larve, alors que pour d'autres, se 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. Les helminthes pathogènes rencontrés le plus fréquemment dans les eaux usées sont : *Ascaris lumbricades*, *Oxyuris vermicularis*, *Trichuris trichuria*, *Taenia saginata*. (Bellucci ; Muscillo ; Larasa ,1996)

I.7. Principe de fonctionnement de la S.T.E.P de Réghaïa

I.7.1. Définition

Les stations d'épuration (S.T.E.P) servent à épurer les eaux usées en dégradant le niveau de pollution pour une éventuelle réutilisation dans divers domaines : industriel, agricole ou recharge des nappes.

Une station d'épuration rassemble une succession de dispositifs, empruntés tour à tour par les eaux usées. Chacun de ces dispositifs est conçu pour extraire un ou plusieurs polluants contenus dans ces eaux usées. Dans le langage courant, l'appellation des stations d'épuration est basée sur la spécificité dominante ou l'originalité des procédés épuratoires mis en œuvre. On en dénombre cinq familles :

- Les stations primaires
- Les stations physico-chimiques
- Les stations boues activées
- Les stations lits bactériens
- Le lagunage naturel

La STEP ciblée dans ce mémoire est du type boues activées, c'est pourquoi nous nous attarderons plus longuement sur cette catégorie. Ainsi, nous présentons les différentes étapes de traitements des eaux usées au niveau de la S.T.E.P de REGHAIA.

I.7.2. Situation géographique de la S.T.E.P

La S.T.E.P de REGHAIA est située à environ 28 km à l'Est d'Alger. Elle est bordée au Nord par le lac de Reghaïa, au Sud par la Route Nationale RN24, à l'Est par la ville de Boudouaou et à l'Ouest par la ville d'Ain taya.

I.7.3. Présentation de la S.T.E.P

La station d'épuration de REGHAIA mise en service en 1997, a été réalisée en deux

phases. La première par la société Française DEGREMONT en 1997 avec une seule filière de traitement qui est « le traitement primaire » et la deuxième phase par les sociétés multinationales en 2008 pour le traitement biologique.

Les eaux usées déversées dans cette station sont d'origine industrielle et urbaine. Elles proviennent des régions suivantes : Rouiba, Reghaïa, Heraoua, Bordj El Kiffan, Bordj El Bahri, Ain-Taya et Marsa. Plusieurs industries, de ces mêmes régions, déversent leurs rejets au niveau de cette station, nous citons par exemple : SARL TANGO (production de la bière) ; HENKEL ALGERIE (Production de détergent) ; TAMEG SPA (Tannerie) ; ERC (Ex ERWA) (Récupération et traitement de déchets ferreux) ; JOMETAL (Récupération du plomb de batteries autos).

La station d'épuration de REGHAIA (Figure 01), de type « boue activée », est constituée de quatre filières de traitement :

- Prétraitement ;
- Traitement primaire (décantation) ;
- Traitement secondaire (biologique) ;
- Traitement tertiaire (filtre à sable) ;



Figure 1 : Filières de traitement au niveau de la S.T.E.P de REGHAIA. (Beghoura et Heraoui S., 2012)

a. Filière Eau

1. Entrée / Bassin d'orage

2. Prétraitement
3. Décantation primaire (deux décanteurs)
4. Bassin biologiques (deux bassins d'aération)
5. Clarification (trois clarificateurs)
6. Filtration (six filtres)

b. Filière boues

7. Epaissement (deux épaisseurs)
8. Stockage des boues (deux bâches)
9. Déshydratation (04 centrifugeuses)
10. Aires de stockage des boues déshydratées

I.7.4. Alimentation générale de la station d'épuration de Réghaïa

Les eaux usées sont acheminées du bassin d'arrivée vers le bassin de comptage (Figure 2) pour quantifier le volume journalier.



Figure 2 : Bassin de comptage (Photo originale)

Un déversoir d'orage (Figure 3) a été installé pour la réception des eaux qui dépassent le débit maximal toléré (Beghoura et Heroui, 2012).



Figure 3 : Bassin d'orage. (Photo originale).

Un échantillonneur automatique (figure 4) a été installé au niveau du canal venturi, il permet de prélever automatiquement, chaque deux heures, des échantillons représentatifs asservi au temps ou au débit dans une enceinte réfrigérée à l'abri de la lumière.

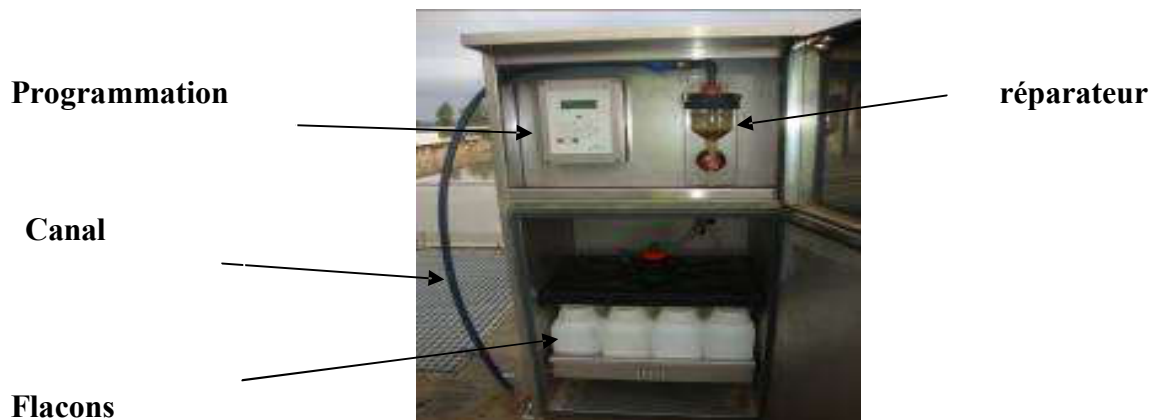


Figure 4 : Echantillonneur automatique (Photo original)

I. 7.5. Prétraitement

Les eaux brutes doivent généralement subir, avant leur traitement proprement dit, un prétraitement qui comporte un certain nombre d'opérations unitaires mécaniques. Il est destiné à extraire de l'eau brute la plus grande quantité possible d'éléments dont la nature ou la dimension constituerait une gêne pour les traitements ultérieurs (**Saim et Rouis, 2002-2003**). Les différentes opérations présentent au niveau de la S.T.E.P de REGHAIA sont les suivantes :

- Dégrillage (volumineux) ;
- Dessablage (sables et graviers) ;
- Dégraissage (graisses) et Déshuilage (huiles).

1.7.5.1. Dégrillage

Il permet de filtrer les objets ou les débris les plus grossiers véhiculés par les eaux usées. Son principe consiste à faire passer l'eau brute à travers des grilles composées de barreaux placés verticalement. Le choix d'espacement des barreaux de la grille est défini par la taille et la nature des déchets acceptés par la S.T.E.P. Son rôle consiste à **(Boukredimi et Berrahal , 2014)**:

- ❖ Protéger les ouvrages en aval contre l'arrivée de gros objets susceptibles de provoquer des bouchages dans les différentes unités de l'installation ;
- ❖ Séparer et évacuer facilement les matières volumineuses charriées par l'eau brute, qui pourraient nuire à l'efficacité des traitements suivants, ou en compliquer l'exécution.

Le système du dégrillage comprend un ensemble de 02 dégrilleurs automatiques (espace entre barreaux de 20 mm) disposés en parallèle. Le dimensionnement de chaque grille est de 1 m de largeur et 1.5 m de profondeur. (figure 05)



Figure 5: Dégrilleur automatique. **(Photo originale)**

I. 7.5. 2. Dessablage/déshuilage

Les effluents dégrillés sont ensuite transmis dans des canaux parallèles pour subir une élimination combinée des graisses et des sables, éléments perturbateurs du traitement aval. Une insufflation d'air implantée en longueur favorise la concentration des graisses à la surface des canaux. Les sables, plus denses, décantent au fond des canaux. (Figure 6)

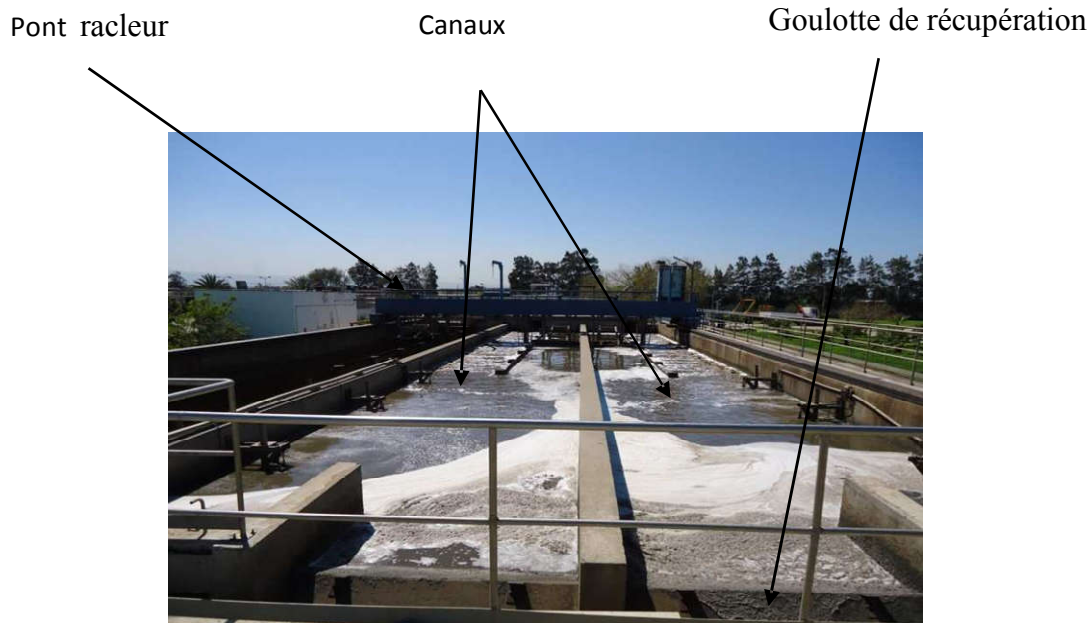


Figure 6 : Dessableur /Déshuileur (Photo originale)

I.7.6. Traitement primaire

Après les prétraitements, les effluents prétraités sont orientés vers les décanteurs primaires. Les effluents conservent une charge polluante dissoute et des matières en suspension, cette étape du traitement consiste à provoquer la sédimentation de la majorité des matières décantables, en jouant sur la vitesse de passage et le temps de séjour des effluents dans ces décanteur. Les eaux décantées sont orientées vers le traitement biologique.

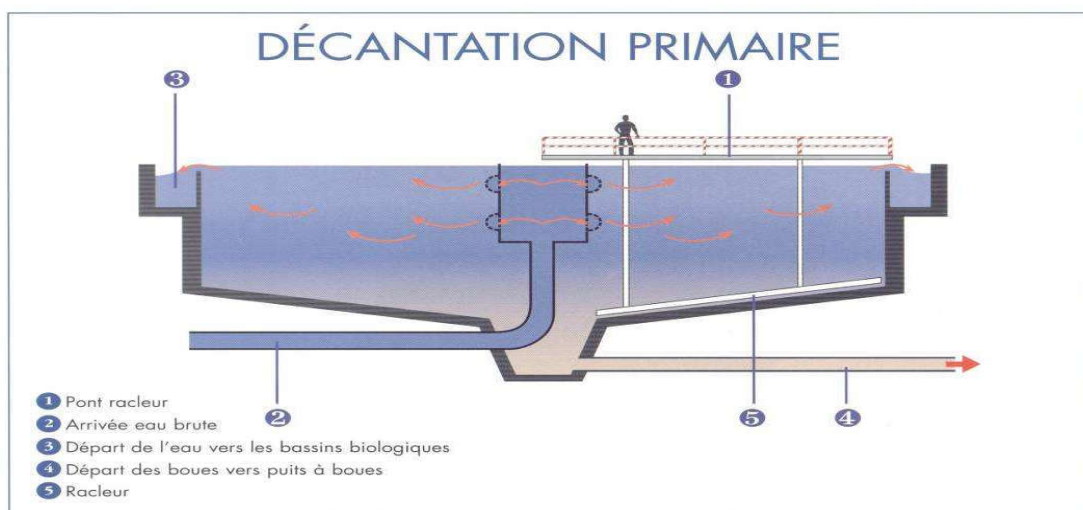


Figure 7 : Principe de fonctionnement du décanteur (Beghoura et Heraoui ., 2012)



Figure 8 : Décanteur primaire. (Photo originale)

I.7. 7. Traitement secondaire

I.7.7.1. Bassin d'aération

Les eaux décantées sont mises en contact avec une culture biologique, appelée « boue activée », riche en micro-organismes qui vont assurer l'élimination de la pollution biodégradable présente. Ces micro-organismes, aérobies, nécessitent un apport d'oxygène dans le milieu.

Dans la S.T.E.P de Réghaïa, cette aération est assurée par trois turbines de surface (Figure 9) .Ces dispositifs ont une fonction double, aération et brassage des boues activées, pour éviter toute décantation de la biomasse. Après cette phase de contact, la clarification consiste à séparer par simple décantation l'eau épurée des boues activées (Figure 10).

Le traitement biologique conventionnel est composé du couple bassin d'aération/clarificateur (**Beghoura et Heraoui, 2012**)



Figure 9 : Bassin d'aération (Photo originale)



Figure 10 : Les décanteurs secondaires (Photo originale)

A ce stade, l'eau de sortie du clarificateur peut être rejetée dans le milieu naturel et on peut dire que l'épuration a été effectuée.

Il est à noter, que contrairement à certaines S.T.E.P, au niveau de la STEP de REGHAIA, il existe une autre filière de traitement qui est le « traitement tertiaire » qui a pour but d'améliorer la qualité de l'eau épurée d'un point de vue biologique.

I.7.8. Traitement tertiaire

I.7.8.1. Filtration

La station d'épuration de Réghaïa est la seule S.T.E.P dotée de ce traitement où les eaux épurées sont acheminées vers une unité de traitement dans le but est l'enlever les solides en suspension dans l'eau et de réduire la contamination microbiologique. La filtration permet une élimination correcte des bactéries, de la couleur et de la turbidité et indirectement les odeurs (**Cardot, 2002**)

C'est un procédé de séparation permettant de séparer les constituants d'un mélange qui possède une phase liquide et une phase solide au travers d'un milieu poreux (lit de sable). Les impuretés restent piégées entre les espaces inter granulaires de sable (**Beghoura et Heraoui, 2012**).

➤ **Constitution d'un filtre sur sable**

Tout filtre est composé de trois parties :

- Le fond : doit être solide pour supporter le poids de l'eau, du sable et du gravier. Il doit permettre la collecte et l'évacuation de l'eau filtrée.
- Le gravier support : a pour rôle de retenir le sable et d'améliorer la distribution de l'eau de lavage dans le filtre.
- Le matériau filtrant : les matériaux utilisées sont des granules libres non adhérents les uns aux autres, insolubles, inattaquables par le liquide filtré ni par les particules solides retenus (**Cardot, 2002**).



Figure 11 : Filtre vide et à l'arrêt. (Photo originale)

I.7.8.2.. Evacuation de l'eau épurée :

Les eaux épurées, qui sont traitées par la station d'épuration de Réghaïa ont rejetées dans le lac da Réghaïa et ensuite vers la mer méditerranéenne

Chapitre II

MATERIELS ET METHODES

Notre travail a été réalisé au niveau de la station d'épuration (S.T.E.P.) des eaux usées de Réghaia (Alger) durant la période allant du mois d'avril au mois de mai 2015 et au niveau du laboratoire de contrôle de qualité et conformité de Bab Zouar (Cité 5 juillet).

L'objectif principal de cette étude est de suivre les caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques des eaux : brutes et filtrées par cette station.

II.1. Matériels

II.1.1. Matériels biologiques

- ⇒ Eaux brutes
- ⇒ Eaux filtrées

Le matériel non biologique (appareillages, verreries, solutions, réactifs, indicateurs colorés) utilisé lors de nos analyses physicochimiques et bactériologiques est regroupé dans annexe I

II. 2. Echantillonnage et conservation

Durant notre étude nous avons effectué six (06) prélèvements pour chaque type d'eau (eau brute et eau épurée filtrée), le nombre et la fréquence des prélèvements ont été déterminés par le laboratoire de la STEP

- Les échantillons d'eau usée sont prélevés dans des flacons en polyéthylène de 1 litre. Les analyses physico-chimiques ont lieu immédiatement après prélèvement, au laboratoire de la STEP de Réghaïa.
- Les échantillons pour les analyses microbiologiques sont prélevés dans des flacons en verre stérile borosilicaté, ils sont ensuite transportés dans une glacière maintenue à 4°C jusqu'au laboratoire de contrôle de qualité et conformité TAMELIKECHT à Bab El Zouar.

Tableau II : Dates de prélèvement

Prélèvements	Date
P1	19 avril 2015
P2	26 avril 2015
P3	27 avril 2015
P4	05 mai 2015
P5	10 mai 2015
P6	13 mai 2015

II. 3. Analyses physico-chimiques

Pour évaluer l'efficacité du procédé d'épuration au niveau de la station de Reghaïa, nous avons effectué les analyses physico-chimiques au niveau de leur laboratoire, suivant les modes opératoires cités ci-dessous. Toutefois, il est à noter que nos analyses ne représentent pas tous les paramètres de mesure de la pollution, du fait qu'on se soit limités à celles qui sont réalisables au niveau du laboratoire de la station.

Les paramètres à analyser sont :

- matière en suspension (MES);
- demande chimique en oxygène (DCO);
- demande biologique en oxygène après cinq jours (DBO₅);
- potentiel hydrogène (pH);
- conductivité;
- phosphore total; azote total, ammoniacque, nitrite et nitrate;

II. 3. 1. Potentiel hydrogène (pH)

a. Principe

Si l'on plonge une électrode indicatrice dans le milieu à analyser, il s'établit entre celui-ci et l'électrode une différence de potentiel, qui est en fonction du pH. Il s'agit donc de mesurer cette différence de potentiel.

b. Mode opératoire

Etablir les connexions électriques nécessaires du pH-mètre, puis laver l'électrode avec l'eau distillée, en suite verser l'échantillon d'eau dans un bêcher, puis y plonger les électrodes et lire la valeur du pH indiquée sur l'écran de l'appareil.

Nous avons mesuré le pH de nos échantillons à l'aide d'un pH-mètre de laboratoire (**sension « Hach »** (Anexe I) doté d'une électrode en platine, combinée avec une sonde de température.

II. 3. 2. Conductivité

a. Principe

Le passage du courant électrique est lié directement à la concentration ionique de la solution, sa détermination donne la quantité de sels dissoute.

b. Mode opératoire

L'appareil utilisé est un conductimètre **WTW inolab cond-720** (Annexe I), équipé d'une électrode de mesure, d'une sonde de température et d'un convertisseur fourni par le fabricant.

La lecture de la conductivité se fait directement sur l'appareil.

II. 3. 3. Les matières en suspension (MES)

a. Principe

Les MES s'obtiennent soit par filtration des effluents peu chargés, soit par centrifugation des solutions, séchage jusqu'à obtention d'un résidu sec.

Dans le cas de notre étude, la détermination des MES se fera par filtration. Cette méthode repose sur le principe de la double pesée : un volume d'eau est filtré sur une membrane (préalablement pesée à vide) de 1µm et les résidus sur cette dernière sont pesés après séchage.

b. Mode opératoire

- ✓ Prendre une membrane à fibre en verre et la marquer avec précaution pour ne pas l'abîmer;
- ✓ Peser la membrane et noter sa masse à vide M_0
- ✓ Placer la membrane sur la rampe de filtration;
- ✓ Bien agiter l'échantillon, puis prélever un volume et le transvider sur la membrane;
- ✓ Procéder à la filtration;
- ✓ Récupérer la membrane après filtration, puis la placer dans une étuve à 105 °C pendant 2 h pour enlever l'excès d'eau.

Le rapport entre la différence des masses et le volume filtré donnent la concentration de matières en suspension dans l'échantillon en milligramme/litre. En appliquant la formule suivante :

$$\text{MES (mg/L)} = (M_1 - M_0) / v$$

M_0 : masse de la membrane avant filtration; M_1 : masse de la membrane après filtration;

V : volume d'échantillon filtré.

II. 3. 4. Demande chimique en oxygène (DCO)

a- Principe

La méthode est basée sur l'utilisation des **KIT HACHLCK 114/314** (Annexe I) préparés dans des cuves à code bar. En introduisant la cuve remplie avec des réactifs ainsi que l'échantillon à analyser dans un spectrophotomètre DR2800/DR3800 qui va donner la valeur de la DCO en mg/L.

b- Mode opératoire

1. Prendre une cuve de gamme indiquée et bien l'agiter : l'agitation de la cuve est obligatoire afin de mélanger les dépôts des substances décantées avec le reste de la solution dans la cuve DCO.
2. Chauffer le tube pendant 2 h à 148 °C : le chauffage de la cuve dans le thermostat LT200 est une étape essentielle, afin de permettre aux substances oxydables de réagir avec le bichromate de potassium sulfurique en présence du catalyseur, le sulfate d'argent
3. Essuyer la cuve puis l'insérer dans l'emplacement approprié : sélectionnez le mode à code barre sur le menu principal sur l'écran du DR2800/DR3800, la valeur de la DCO s'affichera en mg O₂/L, qui est la concentration en masse d'oxygène consommée par la matière organique présente dans l'échantillon.

II. 3. 5. Demande biologique en oxygène (DBO₅)

a. Principe

La méthode consiste à mesurer l'évolution de la pression de l'air à l'intérieur d'un flacon contenant l'échantillon ; cette évolution est directement liée à la diminution de la concentration en oxygène de l'atmosphère d'incubation.

En effet, Les microorganismes, lors de la biodégradation des molécules organiques, consomment l'oxygène dissous dans l'eau de l'échantillon et l'oxygène de l'air se dissout pour remplacer l'oxygène consommé. Ceci crée un déficit en gaz dans l'air du flacon qui n'est pas renouvelé, à condition que le CO₂ formé lors de la biodégradation, soit absorbé par la soude présente dans le flacon.

b. Mode opératoire

Après l'estimation de la valeur de la DCO dans l'eau à analyser, on remplit les flacons de mesures par un volume adéquat de l'échantillon selon le tableau (III) :

Tableau III. : Valeurs des volumes d'échantillon pour l'estimation de la DBO₅

Volume d'échantillon	Intervalle de mesure (mg/l)	Facteur
432	0 - 40	1
305	0 – 80	2
250	0 – 200	5
164	0 – 400	10
97	0 – 800	20
43,5	0 – 2000	50
22,7	0 - 4000	100

Plonger le barreau magnétique dans les flacons. Puis, ajouter un inhibiteur de nitrification et placer les tiges qui contiennent de 4 à 5 pastilles de KOH ou NaOH. Ensuite fermer les par les têtes de mesures, presser sur les touches 'S' et 'M' jusqu'à l'apparition du Zéro.

Enfin, placer les bouteilles dans un incubateur à 20°C, pendant 5 jours (temps nécessaire pour que les microorganismes consomment l'oxygène présent à l'intérieur des bouteilles), à l'obscurité.

Après 5 jours, la lecture se fait en appuyant sur la touche 'M':

$$[\text{DBO}_5] \text{ ppm} = \text{valeur lue} \times \text{facteur}$$

II. 3. 6. Détermination des formes azotées et phosphore

➤ Azote total

a. Principe

L'azote de composition organique et inorganique s'oxyde en présence de préoxydisulfate et se transforme donc en nitrates. Les ions nitrates réagissent dans une solution d'acide sulfurique et phosphorique avec du diméthylphénol-2,6 en formant du nitrophénol..

b. Modes opératoires

1. Pipeter l'échantillon dans un tube à essai et ajouter la solution A et une pastille B ;

2. Chauffer le tube à essai 60 min à 100 °C ;
3. Laisser refroidir le tube jusqu'à atteindre 20 °C ;
4. Pipeter du tube à essai 0.5ml dans la cuve à code barre et lui ajouter 0.2 ml de la solution D.
5. Bien mélanger la cuve à code barre et attendre 15 min ;
6. Nettoyer la cuve et procéder à la mesure.

➤ **Nitrate**

a- Principe

Dans une solution d'acide sulfurique et phosphorique, les ions nitrates réagissent avec le 2.6-diméthylphénol pour donner du 6nitro-2.6-diméthylphénol.

b- Mode opératoire

1. Pipeter 1ml d'échantillon dans la cuve à code barre ;
2. Ajouter 0.2 ml de la solution A (LCK 339) ;
3. Fermer la cuve et mélanger le contenu en le retournant plusieurs fois de suite jusqu'à ce que le mélange soit complet;
4. Laisser reposer la cuve pendant 15 min ;
5. Insérer la cuve dans le DR2800/DR3800 après avoir nettoyé son extérieur en appuyant sur le menu code à barre.

➤ **Nitrite**

a- Principe

Les nitrites réagissent dans une prise d'essai à pH 1,9 avec le réactif amino-4benzène sulfonamide en présence d'acide orthophosphorique pour former un sel diazoïque qui forme un complexe de coloration rose avec le dichlorohydrate de N-naphtyl-1 Diamino – 1,2éthane.

b- Mode opératoire

1. Enlever délicatement la feuille de protection Dosi Cap Zip détachable;
2. Dévisser le Dosi Cap Zip;
3. Pipeter 2 ml d'échantillon;
4. Visser immédiatement le Dosi Cap Zip en dirigeant le cannelage vers le haut;

5. Secouer énergiquement ; attendre 10 min et mélanger de nouveau;
6. Bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer en appuyant sur le menu code à barre.

➤ **Ammonium**

a- Principe

En présence de sodium nitroprussique agissant comme catalyseur et à une valeur du pH d'environ 12.6, les ions ammonium réagissent avec les ions hypochloreux et salicyliques et donnent une coloration bleue indophénol.

b- Mode opératoire

1. Enlever délicatement la feuille de protection Dosi Cap Zip ;
2. Dévisser le Dosi Cap Zip ;
3. Pipeter 0.2ml d'échantillon dans la cuve à code barre pour LCK302/LCK303 et 0.5ml de l'échantillon pour LCK305 ;
4. Visser immédiatement le Dosi Cap Zip en dirigeant le cannelage vers le haut et secouer énergiquement ;
5. Attendre 15min ; bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer en appuyant sur le menu code à barre.

➤ **Phosphore total**

a- Principe

Les ions phosphates réagissent en solution acide avec les ions molybdate et antimoine pour donner un complexe de phosphore molybdate d'antimoine .Celui-ci est réduit par l'acide ascorbique en bleu de phosphoremolybdène.

b- Mode opératoire

1. Enlever délicatement la feuille de protection du Dosi Cape Zip;
2. Dévisser le Dosi Cape Zip;
3. Pipeter 0.4 ml de l'échantillon;
4. Visser le Dosi Cape Zip en dirigeant le cannelage vers le haut;
5. Secouer énergiquement. Chauffer dans le thermostat à 100 °C pendant 60 min;
6. Visser un Dosi Cape Zip (LCK350) gris sur la cuve;
7. Mélanger le contenu de la cuve en le retournant plusieurs fois de suite;
8. Laisser reposer la cuve pendant 10 min puis mélanger de nouveau;

9. Nettoyer bien l'extérieur de la cuve et mesurer en appuyant sur le menu code à barre.

II. 4. Analyse microbiologique

Les germes recherchés sont les coliformes totaux, les coliformes fécaux, les streptocoques fécaux et les *Clostridium sulfito-réducteurs* et les œufs d'helminthes. Ces germes sont peu ou pas pathogène, ils sont révélateur de contamination fécale et entraînent par leur abondance la présomption de contamination plus dangereuse.

II.4.1. Préparation des dilutions

Les dilutions sont réalisées en vue de réduire le nombre de micro-organisme par unité de volume pour permettre, après incubation, d'observer leur développement (cas des tubes) ou d'effectuer le dénombrement des colonies (cas des boites) (SEAAL.2012).

- prendre une série de flacons stériles contenant 225 ml d'eau distillée stérile ;
- ajouter dans le premier flacon 25 ml de l'échantillon à analyser, fermer et agiter le flacon : la suspension alors obtenue est de 10^{-1} ;
- de la même façon prélever 25 ml de la dilution 10^{-1} et transférer dans le deuxième flacon afin d'obtenir la dilution 10^{-2} ;
- répéter la même procédure jusqu'à atteindre la dilution idéale.

Dans notre cas, cette dilution est estimée entre 10^{-4} à 10^{-6} pour les eaux brutes et 10^{-2} à 10^{-4} pour les eaux traitée. La dilution est choisi selon la saison et la charge polluante (MES) de l'eau à analyser.

III. 4. 2. Dénombrement des coliformes et streptocoques par filtration sur membrane

a- Principe

La méthode de filtration sur membrane consiste à recueillir, identifier et dénombrer les bactéries recherchées dans un échantillon à la surface d'une membrane filtrante stérile.

b- Mode opératoire

On procède à la filtration sur membrane de 100 ml de l'échantillon d'eau à analyser.

- le milieu de culture est coulé préalablement dans les boîtes de pétri petit diamètre. Laisser refroidir couvercle en partie ouvert. Quand la gélose est solide, fermer la boîte et placer au réfrigérateur, gélose vers le haut.
- Préparer une zone stérile : placer autour du bec Bunsen les boîtes de pétri avec gélose au Tergitol 7 et les pipettes stériles
- Placer la membrane stérile sur le système de filtration.
- Mettre en place la pompe à vide.
- Agiter le flacon vigoureusement.
- Verser 100 ml d'échantillon d'eau et filtrer en aspirant avec une pompe à vide.
- Ouvrir le système de filtration et retirer la membrane avec une pince stérile.
- Déposer la membrane sur la gélose, face quadrillé en haut. Les éléments nutritifs de la gélose traversent la membrane, ce qui permet le développement des bactéries en surface.

c- Incubation

- Placer les boîtes à l'étuve à 37°C (incuber les boîtes couvercle vers le bas pour que la condensation s'accumule dans le couvercle).
- Pour la recherche de coliformes, placer les boîtes à 37°C pendant 24 et 48 heures. Pour la recherche de coliformes thermo tolérants, placer les boîtes à 44°C pendant 24 et 48 heures.

d- Résultats

Identification des colonies et dénombrement :

- Le dénombrement des bactéries repose sur le principe selon lequel une colonie se forme par divisions d'un seul micro-organisme.
- Examiner la membrane à la fin de l'incubation, à travers le couvercle.
- Pour des raisons de sécurité, ne jamais ouvrir la boîte.
- **Coliformes** : sont considérées comme caractéristiques les colonies qui présentent une coloration jaune orangé.
- **Coliformes thermotolérants** : sont considérées comme caractéristiques les mêmes colonies que pour les coliformes, mais après incubation à 44°C.
- Compter les colonies en marquant chaque colonie sur le fond de la boîte avec un marqueur indélébile.

e- Calcul

Exprimer le résultat en nombre de bactéries par 100 ml. Tenir compte de la dilution éventuelle.

II.4.3. Recherche et dénombrement des spores d'anaérobies Sulfito -réducteurs**a- Mode opératoire**

A partir de l'eau à analyser :

- Prendre environ 25 ml et répartir dans 4 tubes différents et stériles, à raison de 5 ml par tube, qui seront par la suite soumis à un chauffage de l'ordre de 80°C pendant 8 à 10 minutes dans le but de détruire toutes les formes végétatives- ASR éventuellement présentes.
- Après chauffage, refroidir immédiatement les tubes, sous l'eau de robinet.
- Ajouter environ 18 à 20 ml de gélose Viande Fois (GVP), fondue puis refroidie à 45 ±1°C, additionnée d'une ampoule d'Alun de fer et d'une ampoule de Sulfite de sodium.
- Mélanger doucement le milieu et l'inoculum en évitant les bulles d'air et en évitant l'introduction d'oxygène.
- Laisser solidifier sur paillasse pendant 30 minutes, puis incuber à 37°C, pendant 24 à 48 heures.
- La première lecture doit absolument être faite au bout de 16 heures car très souvent les colonies des ASR sont envahissantes auquel cas on se trouverait en face d'un tube complètement noir rendant ainsi l'interprétation difficile voire impossible et l'analyse sera à refaire en utilisant des dilutions décimales de 10⁻¹ voire 10⁻², la deuxième lecture se fera au bout de 24 heures et la troisième et dernière au bout de 48 heures.

b- Lecture

- Dénombrer toute colonie noire de 0,5 mm de diamètre, poussant en masse.
- Repérer et dénombrer, de façon impérative, toutes les colonies noires poussant en masse et rapporter le total des colonies à 20 ml d'eau à analyser

II.4.4. dénombrement des Streptocoques fécaux**a- Principe**

Au sens de cette méthode, on entend par streptocoques fécaux des bactéries qui se présentent sous forme de cocci à Gram positive, sphériques ou ovoïdes. Ils sont capable de se

développer en 24 à 48 heures à 37 °C sur un milieu sélectif à l'azoture de sodium en donnant des colonies caractéristiques réduisant le TTC et qui de plus hydrolysent l'esculine en 2 heures à 44°C après repiquage d'une colonie sur une gélose biliée à l'esculine et à l'azoture

b- Mode opératoire

La recherche des streptocoques fécaux par filtration sur membrane nécessite une préparation au préalable, qui se déroule selon les étapes suivantes :

- Stériliser l'entonnoir gradué en acier inoxydable ainsi que la membrane poreuse à l'aide d'un bec bunsen.
- Laisser refroidir, après, avec l'eau à analyser si on en dispose en quantité suffisante ou bien avec de l'eau distillée stérile.
- Mettre en place une membrane de porosité nominale de 0,45µ entre la membrane poreuse et l'entonnoir à l'aide d'une pince stérile.
- Déposer ensuite aseptiquement 100 d'eau à analyser, selon les types d'eaux à analyser, devant un bec bunsen.
- Actionner ensuite la pompe à vide pour absorber l'eau à travers la membrane.
- Retirer l'entonnoir puis transférer la membrane à l'aide d'une pince, à la surface d'une plaque de gélose SLANETZ et BARTLEY préalablement préparée.
- Cette dernière sera incubée couvercle en bas à 36 ±2°C pendant 44±4 heures

c- Lecture

Après l'incubation, les *streptocoques fécaux* apparaissent sous forme de petites colonies lisses à contours réguliers et pigmentées en rouge, marron ou rose.

Transférer aseptiquement la membrane du milieu de Slanetz et Brateley sur une plaque de gélose Bile esculine azoture (BEA) préchauffée préalablement à 44°C. Cette dernière sera incubée à son tour à 44±0,5°C pendant 2 heures.

Les colonies caractéristiques prennent alors une coloration noire

II. 4. 5. Dénombrement des œufs d'helminthes par la technique de BAILENGER

La technique de BAILENGER fortement recommandée par l'OMS pour sa facilité d'exécution, son faible cout et sa fiabilité.

a- Utilisation de la lame Mc Master

La lame de numération McMaster est une lame spéciale pour microscope qui permet de compter les œufs ou les larves d'helminthes contenus dans un volume connu de solution de flottation.

Le principe de la lame McMaster est que les œufs placés dans la solution de flottation viennent en surface. Au contact immédiat du verre supérieur, tandis que les débris plus lourds décantent. Quand la mise au point est faite sur le quadrillage, les œufs sont nets, contrairement aux débris, en explorant systématiquement le champ vers le haut et vers le bas. On peut compter le nombre exact d'œufs en suspension dans le volume de 0,15 ml.

b- Réactifs

Les réactifs nécessaires sont les suivants : solution de sulfate de zinc (33%, densité 1,18) ; éther (ou acétate d'éthyle) ; tampon acéto-acétique (ph4,5) (15 g d'acétate de sodium trihydraté, 3,6 ml d'acide acétique glacial, complétés à 1 litre avec de l'eau distillé) ; solution détergente (1ml de Triton X-100 ou de Tween 80, complété à 1 litre avec de l'eau du robinet).

c- Equipement

Sont nécessaires : des récipients en matière plastique pour le collecte des échantillons ; une centrifugeuse réglable jusqu'à 1000 g et des tubes à centrifuger ; des pipettes pasteur.

d- Mode opératoire

- Centrifuger l'échantillon d'eau filtrée et remplir dans les tubes à centrifuger on centrifuge pendant 15 mn
- Après centrifugation, éliminer le surnageant des tubes
- Prélever rapidement du culot avec une pipette pasteur et la déposer sur une lame McMaster en vue de l'examen final.
- Laisser reposer la lame McMaster rempli sur une surface plane pendant 5 min avant de l'examiner. Cela laisse le temps à tous les œufs de venir flotter à la surface.
- Placer la lame McMaster sur la platine d'un microscope et l'examiner au grossissement 10x ou 40x. compter tous les œufs visibles à l'intérieur du micromètre dans chacune des cellules de la lame McMaster. pour plus de précision, répéter la numération dans deux lames ou de préférence trois, et noter le nombre moyen trouvé.

-

e- Expression des résultats

- Calculer le nombre d'œufs par litre à l'aide de la formule ci-dessous :

$$N=AX/PV$$

Où :

N=nombre d'œufs par litre d'échantillon

A=nombre d'œufs comptés sur la lame McMaster ou moyenne des nombres trouvés dans deux ou trois lames

X= volume du produit final (ml)

P= contenance de la lame McMaster (0,3ml)

V= volume de l'échantillon initial (litres).

Chapitre III

RESULTATS ET DISCUSSION

III. 1. Analyses physico-chimiques

Les résultats des analyses physico-chimiques des eaux usées, déterminés à partir de prélèvements effectués de manière régulière sont représentés dans le tableau V (annexe II)

III. 1. 1. Potentiel hydrogène (pH)

Les résultats des analyses du pH effectuées sur les eaux usées brutes et filtrées au niveau de la S.T.E.P sont représentés dans la figure 12.

D'après ces résultats, nous constatons une faible variation du pH au cours des différents prélèvements. En effet, les valeurs de pH, sont comprises entre 7.54 et 7.66 et varie dans la fourchette des valeurs admises par les normes de rejet (6.5-8.5), les valeurs de pH des eaux usées à l'entrée de la station; ne dépassent pas les normes requises (normes des eaux de rejet journal officiel N°41 du (15 juillet 2012).

Il faut savoir que le pH influence la plupart des processus chimiques et biologiques des écosystèmes aquatiques. Ainsi, la valeur favorable pour l'activité des micro-organismes utilisés pour l'épuration des eaux usées doit être autour de 7

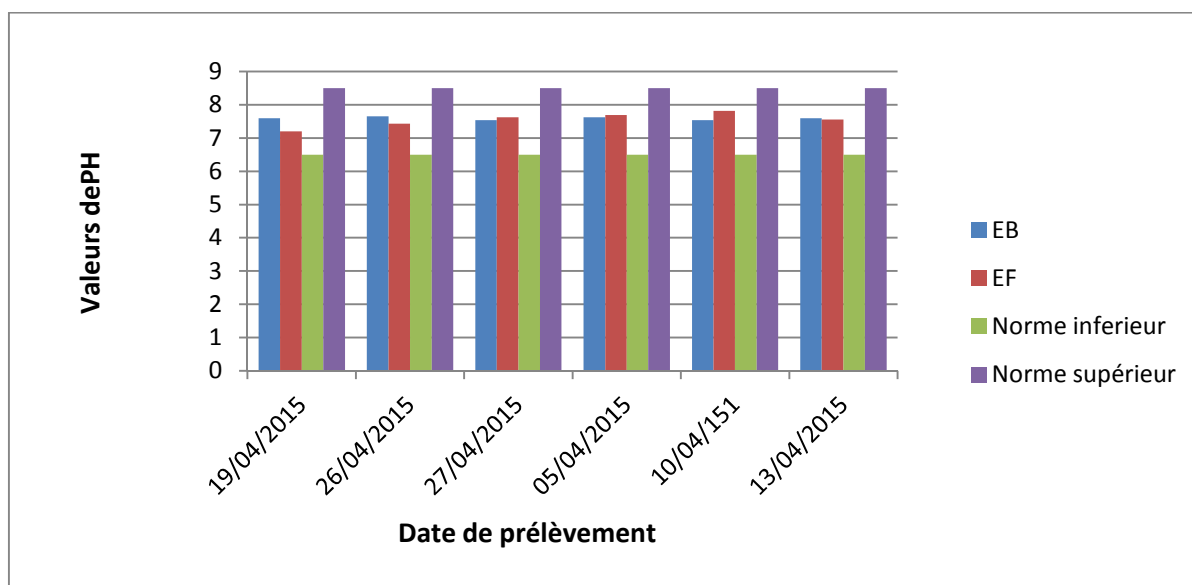


Figure 12 : variation du pH dans les eaux usées brutes et les eaux filtrées dans la S.T.E.P

III. 1. 2. Conductivité électrique (CE)

Selon les normes fixées par la loi algérienne dans le journal officiel N°47 du 15 juillet 2012, nous constatons que les valeurs de la conductivité pour les eaux brutes et les eaux

filtrées (Figure 13) sont en conformité avec la norme qui est de 3000 $\mu\text{s}/\text{cm}$.

Nous notons également, l'élévation des valeurs de la conductivité dans la 4^{ème} semaine comparativement aux autres semaines pour l'eau filtrée (1913 $\mu\text{s}/\text{cm}$). Cette variation inhabituelle, correspond au raccordement de la S.T.E.P à deux oueds (Braidia et Chebcheb).

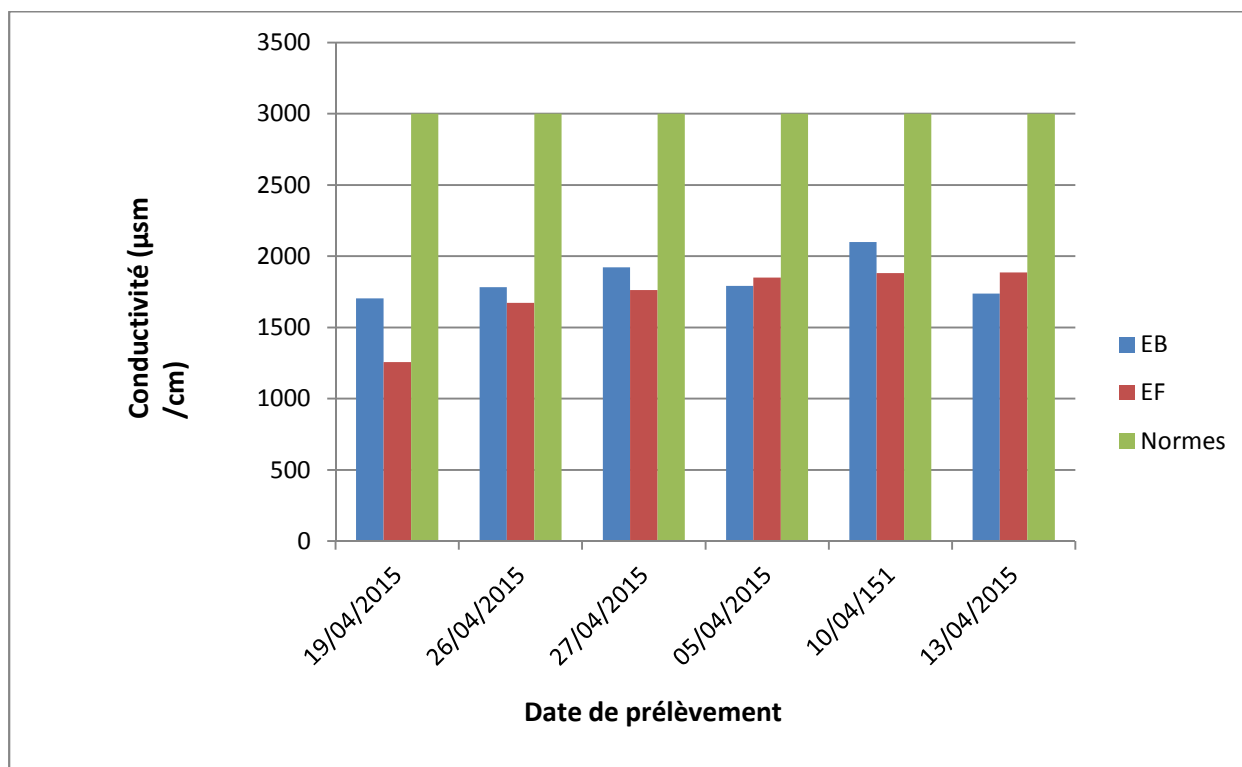


Figure 13 : variation de la conductivité dans les eaux usées brutes et les eaux filtrées dans la S.T.E.P.

III. 1. 3. Matières en suspension (MES)

Les résultats des analyses des MES effectuées sur l'eau brute et l'eau filtrées sont représentés dans la figure 14

La teneur en MES à l'entrée de la station varie entre une valeur maximale de 468 mg/L et une valeur minimale de 76.8 mg/L. Ces valeurs dépassent largement les valeurs limites générales de rejet des eaux usées traitées indiquées dans la notice de la station et qui sont de 20 mg/L. Cette teneur subit une baisse le long du processus de traitement à l'exception d'un pic intense enregistré le 10/05/15 qui correspond à l'eau épurée filtrée et qui pourrait être du au raccordement des deux oueds (Braidia et Chebcheb) à la STEP, entrainant une surcharge sur les clarificateurs.

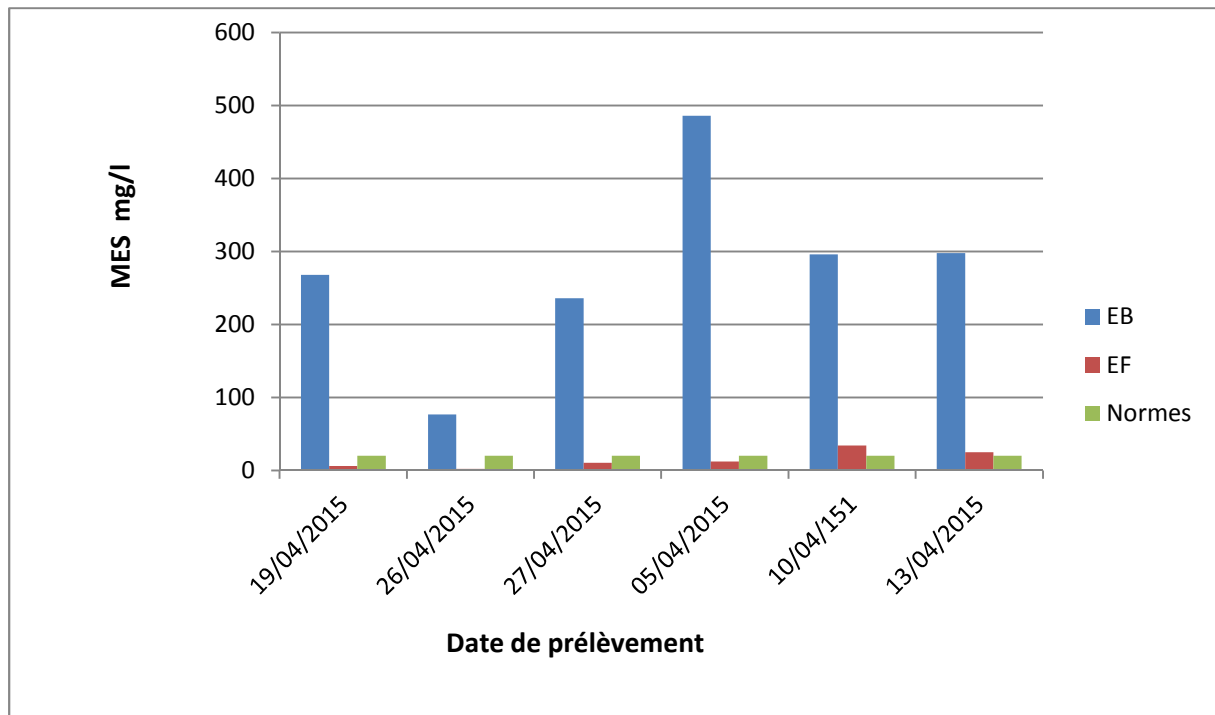


Figure 14 : variation de la concentration des MES des eaux usées brutes et filtrées.

A la sortie de la S.T.E.P, cette teneur est réduite à une valeur comprise entre 2 mg/L (résultats du 26/04/15) et 10.25 mg/l (résultats du 27/04/15); excellents résultats ceci explique l'efficacité du traitement au niveau de la S.T.E.P. Cependant ces valeurs ne sont plus respectées après le raccordement des deux oueds, tel qu'il est illustré dans la figure ci-dessus, les MES sont en croissance à partir de la date du 05/05/15 et atteignent 34.25 mg/l pour le prélèvement du 13/05/15 dépassant ainsi les normes relatives aux rejets dans un milieu aquatique, qui est de 20 mg/L.

III. 1. 4. Demande chimique en oxygène (DCO)

D'après la figure ci-dessous, nous constatons que les valeurs de la DCO des eaux brutes à l'entrée de la station dépassent la norme défini par la S.T.E.P et limitée à 50 mg O₂/L.

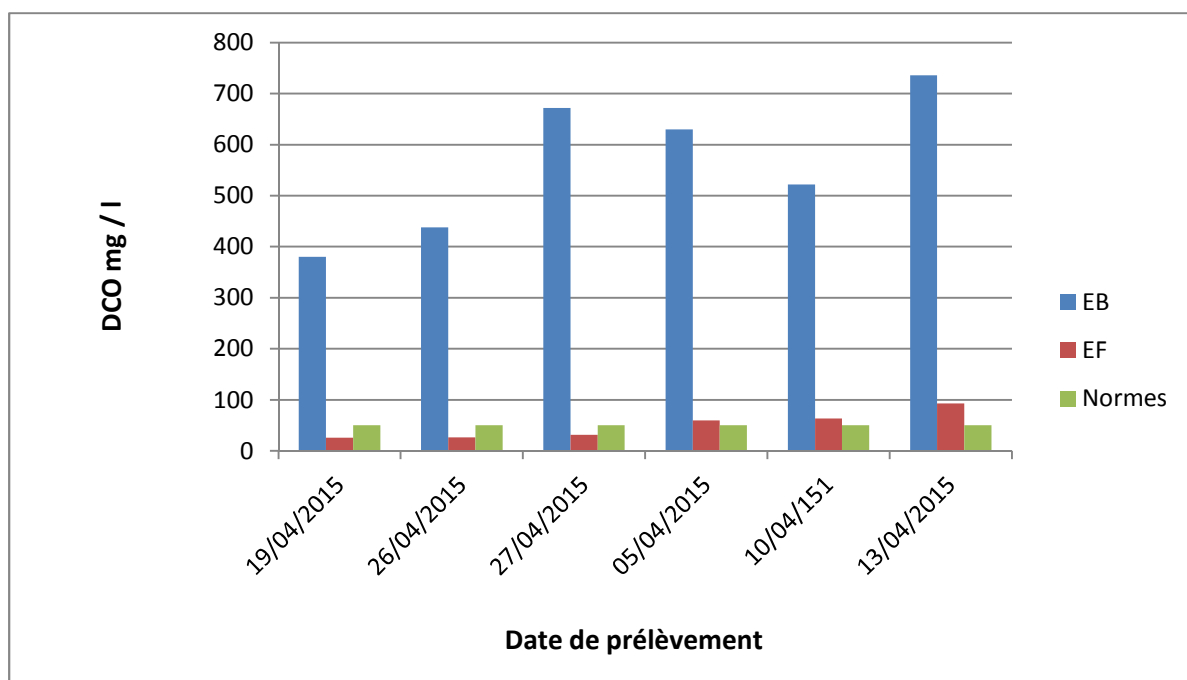


Figure 15: Variation de la DCO dans les eaux usées brutes et les eaux traitées au niveau de la S.T.E.P de Réghaïa.

D'après les résultats illustrés dans la figure ci-dessus, nous remarquons que les teneurs en DCO enregistrées à l'entrée de la S.T.E.P sont comprises entre 380 et 736 mg O₂/L, cette teneur est fortement réduite durant le traitement.

à la sortie de la S.T.E.P, la DCO est réduite à des valeurs comprises entre 25.8 et 39.7 (mg O₂/L) et 31.1 (mg O₂/L) répondant ainsi à la norme fixée par la S.T.E.P qui est de 50 mg O₂/L, cependant les résultats sont non conformes après la date du 05/05/2015 et atteignent les 92.9 mgO₂ /L pour le prélèvement de 13/05/15 cette anomalie a pour cause le débit très important des eaux à traiter suite au raccordement des deux oueds (Braidia et Chebcheb) avec la S.T.E.P.

III. 1. 5. Demande biologique en oxygène (DBO₅)

Nous remarquons que l'eau brute à l'entrée de la station présente des valeurs de DBO₅ qui varient entre 200 et 400 (mg O₂/L) (Figure 16). Par ailleurs, l'eau traitée (filtrée), présente une valeur de DBO₅ stable allant de 6 à 13 mg O₂/L, bien en dessous de la valeur limite de rejet. Tout comme les MES et la DCO, la DBO₅ présente un rendement d'élimination important à la suite du traitement. Toutefois, nous remarquons une anomalie au niveau du clarificateur pour la dernière semaine qui est toujours due au raccordement avec les oueds.

En résumé, toutes les étapes du procédé affectent l'abattement de la DBO₅ et permettent des réductions non négligeables de ce paramètre

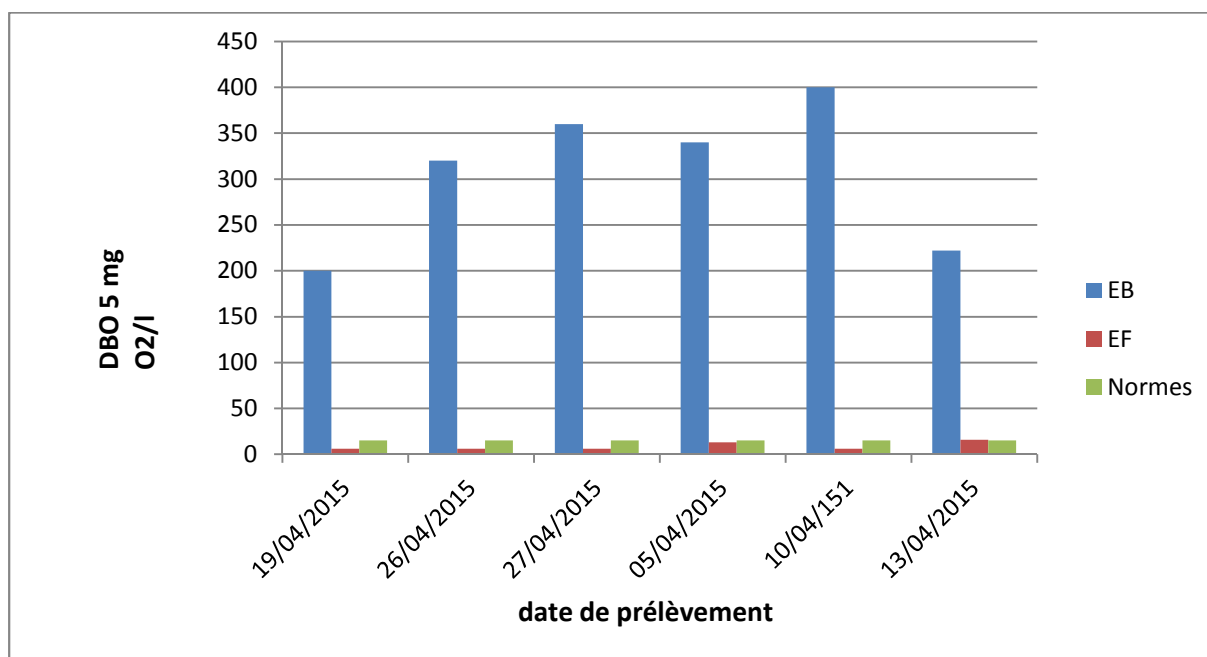


Figure 16: variation de la DBO₅ des eaux usées brutes et filtrées de la S.T.E.P de Reghaïa.

III. 1. 6. Phosphore total (Pt)

Les résultats des analyses du phosphore total sont représentés dans la figure 17, nous constatons que la teneur en phosphore, à l'entrée de la station d'épuration, dépasse légèrement la norme limitée à 3 mg/L, sauf pour la date du 13/05/15 où elle a été au dessous de la norme.

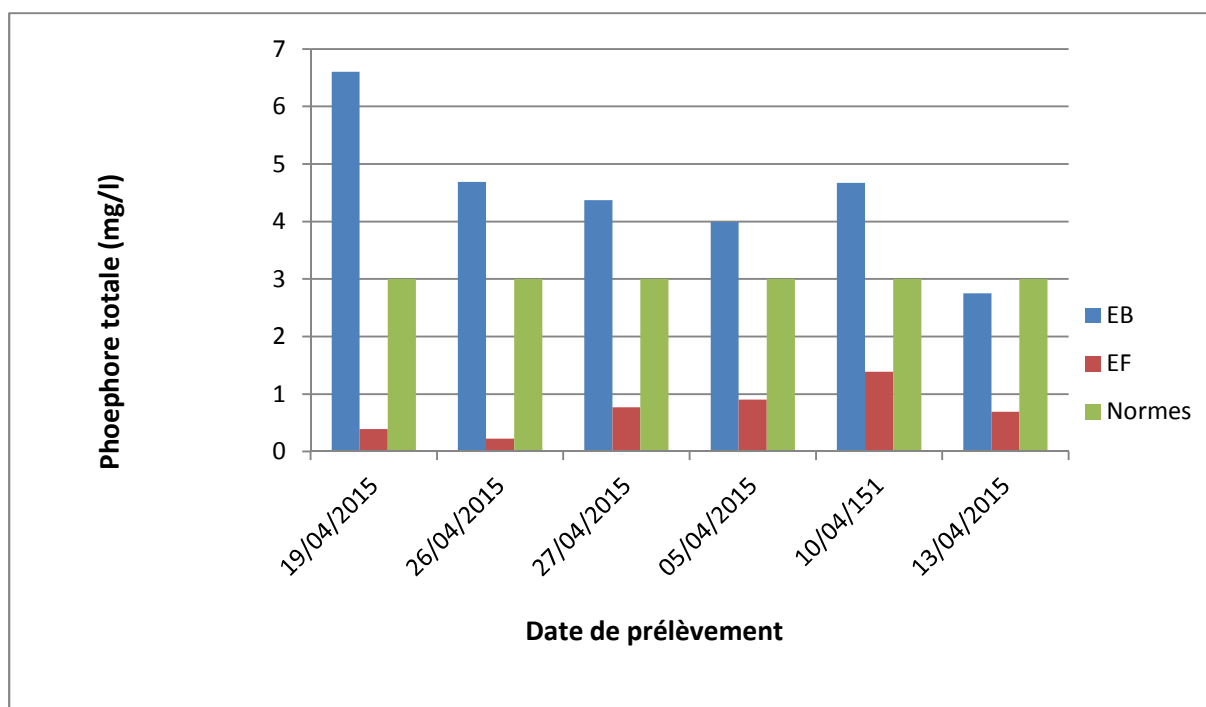


Figure 17: Variation du Phosphore totale dans les eaux usées et les eaux traitées dans la S.T.E.P de Réghaïa

A la sortie de la S.T.E.P les valeurs de la teneur en phosphore sont minimisées jusqu'à 0.226 mg/L. Cette concentration marque une élimination notable du phosphore, ce qui nous permet de conclure que le traitement est satisfaisant.

III. 1. 7. Ammonium

Nous constatons que la teneur en NH_4^+ à l'entrée de la station varie entre une valeur maximale de 21 et une valeur minimale de 18 mg/L.(figure 18)

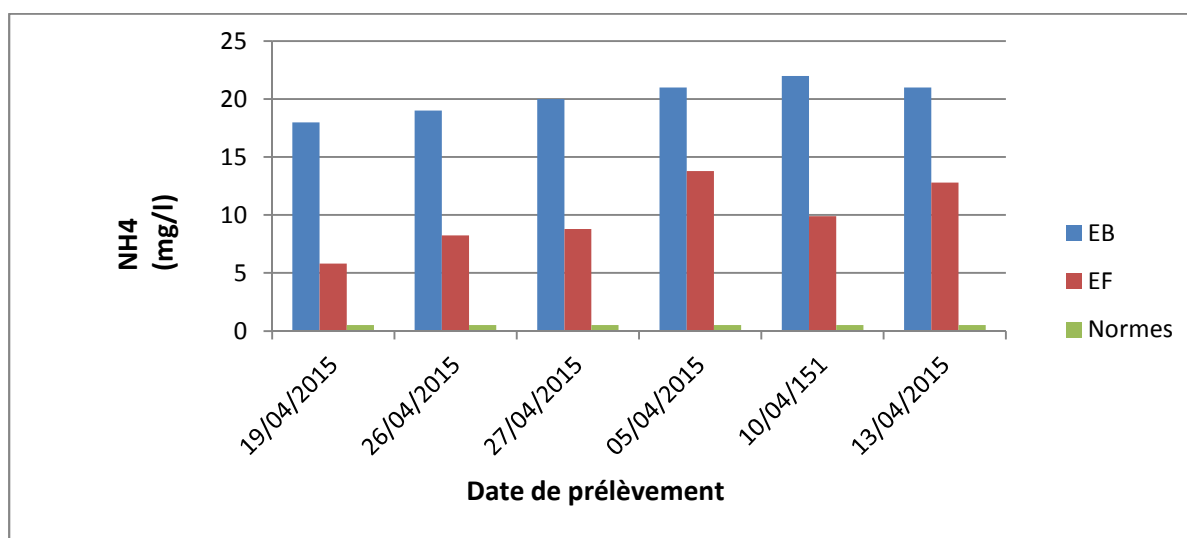


Figure 18 : Variation de l'ammonium dans les eaux usées et les eaux filtrées dans la S.T.E.P de Réghaïa

A la sortie de la S.T.E.P, cette teneur est fortement réduite à des valeurs comprises entre 5.8 et 13.8 mg/L. Toutefois, il est évident que la concentration en ammonium, à la sortie de la STEP, ne répond pas aux normes relatives aux rejets (0.5 mg/L). Ces valeurs très probablement dues à la charge polluante importante en azote organique, transportée par les effluents

III.1.8. Nitrites

Les nitrites NO_2^- ou azote nitreux, représentent une forme moins oxygénées et moins stable .C'est un passage entre l'ammonium et les nitrates, c'est une forme toxique.

Nous constatons que les résultats des analyses des nitrites à la fin du traitement répondent aux normes (Figure 19).

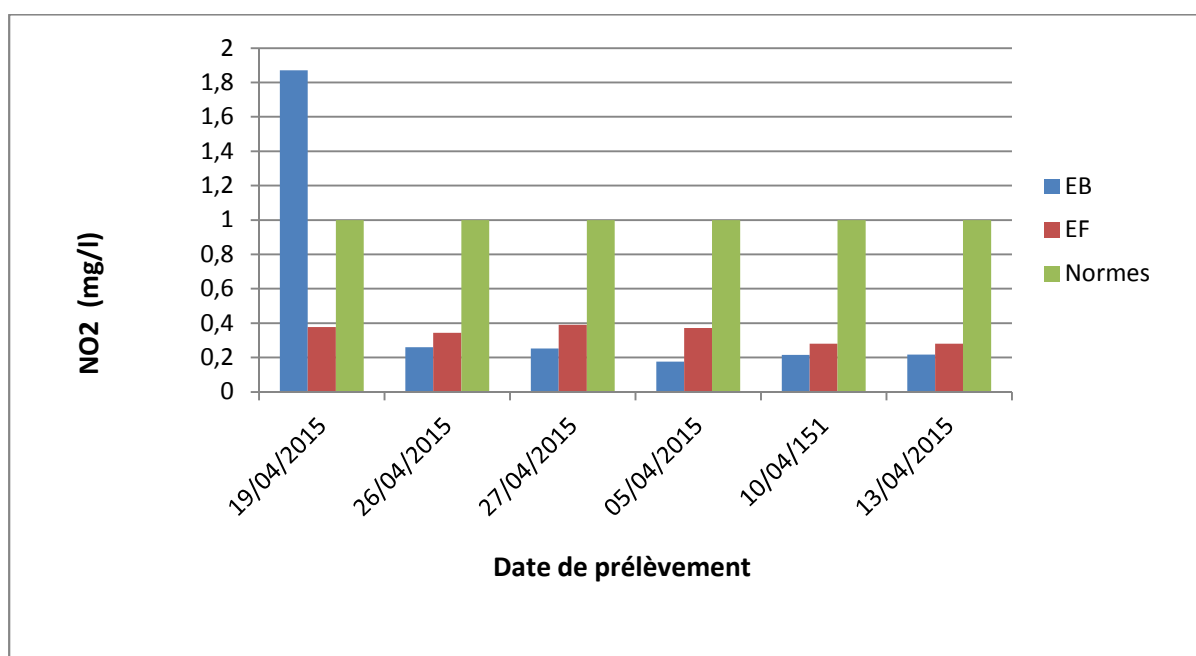


Figure 19 : variation de la concentration des nitrites dans les eaux usées et les eaux filtrées dans la S.T.E.P de Réghaïa

En examinant le graphique de la figure 19 relatif aux résultats des analyses des nitrites dans les eaux brutes et filtrées, nous remarquons que ces derniers sont inférieures à la limite fixée par l'OMS (1 mg/L) pour tous les prélèvements avec une progression aléatoire à l'exception d'une valeur (Eau brute : 1.87 mg/L) enregistrée pour le prélèvement du 19/04/15et qui dépasse légèrement la norme. Ces teneurs faibles en nitrites proviendraient probablement de l'oxydation complète de l'ammonium en nitrate.

III.1.9 Nitrates

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote, et représentent la forme d'azote au degré d'oxydation le plus élevé, présent dans l'eau. Leurs concentrations dans les eaux naturelles sont comprises entre 1 et 10 mg/L. Cependant leurs teneurs dans les eaux usées non traitées sont faibles.

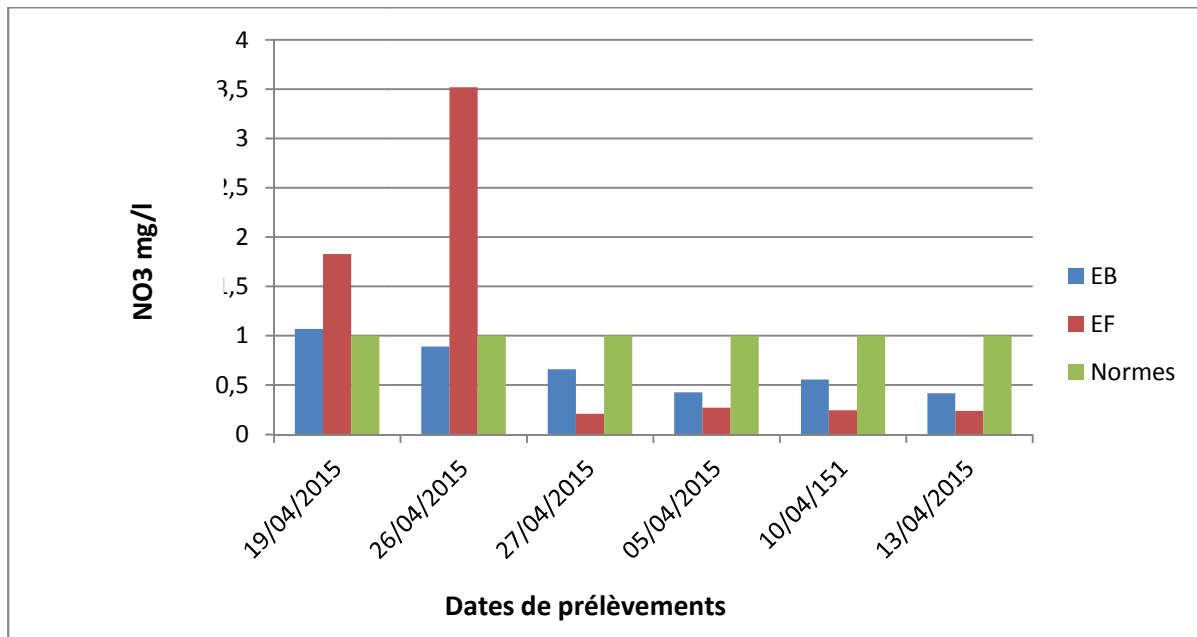


Figure 20 : Variation des nitrates dans les eaux usées et les eaux filtrées au niveau de la S.T.E.P de Reghaïa.

D'après les résultats illustrés dans la figure ci-dessus, nous remarquons une augmentation importante de l'amont vers l'aval de la S.T.E.P, en effet La concentration des eaux usées en nitrate pour le prélèvement du 26/04/15 est de 0.89 mg/l valeur inférieure à la norme; tandis qu'à la sortie elle est de 3.52 mg/l valeur très élevée et dépassant la norme qui est de 1 mg/l. Cette augmentation peut être expliquée, d'une part, par le processus de traitement (boue activée) où les micro-organismes oxydent l'azote organique et ammoniacal pour les transformer en nitrite et nitrate et d'autre part, par le dysfonctionnement de la pompe de recirculation interne au niveau du bassin d'aération, qui empêche la dénitrification (transformation de nitrate en azote gazeux).

De ce fait, les eaux étudiées sont assujetties à un risque de pollution par les nitrates.

III. 1. 10. Azote total

La teneur en azote à l'entrée de la S.T.E.P varie entre 14.4 et 40.9 mg/L. (Figure 21)

A la sortie du filtre à sable, les valeurs enregistrées sont dans l'intervalle (11 à 25.9 mg/l) et par conséquent, elles ne répondent pas à la norme requise de rejet (< 10 mg/l).

Comme l'azote est la somme de toutes les formes azotés (nitrite; nitrate; ammonium et azote organique) donc l'excès de l'azote total est dû aux valeurs très élevées enregistrées pour ces formes.

Les valeurs des formes azotées observées et les différentes anomalies des autres paramètres constatées lors de notre étude, sont expliquées par la liaison des deux oueds avec la station.

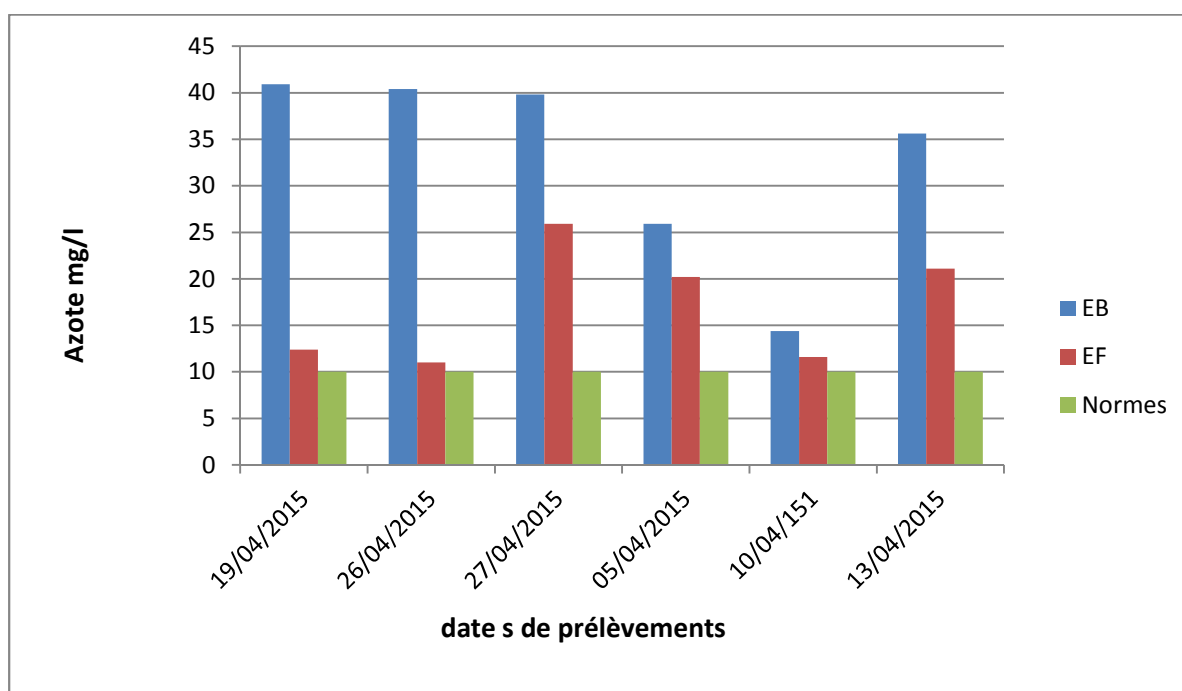


Figure 21 : variation de l'azote total dans les eaux usées et les eaux filtrées dans la S.T.E.P de Réghaïa

III. 2. Analyses microbiologiques

Les résultats des analyses microbiologiques pour les différents paramètres recherchés à savoir: Coliformes totaux, Coliformes fécaux, Streptocoques fécaux, Clostridium sulfitoréducteurs et Œufs d'helminthes (Nématodes) sont groupés dans les tableaux VI dans les annexes II

III. 2. 1. Coliformes totaux

D'après les résultats (Figure 22) nous remarquons que la charge des coliformes totaux varient entre 220 et 250 UFC/100 ml répondant ainsi à la norme fixée par le journal officiel et cela avant le raccordement des deux oueds. Cependant le taux s'élève dans les prélèvements

effectués après la date du 05 mai 2015 pour atteindre 30 000 à 40 000 UFC/ml et dépassant ainsi la norme préconisée, ceci est dû à la forte charge en microorganismes dans les eaux usées après le raccordement des deux oueds de Chebcheb et Braidia à la station d'épuration de Réghaïa.

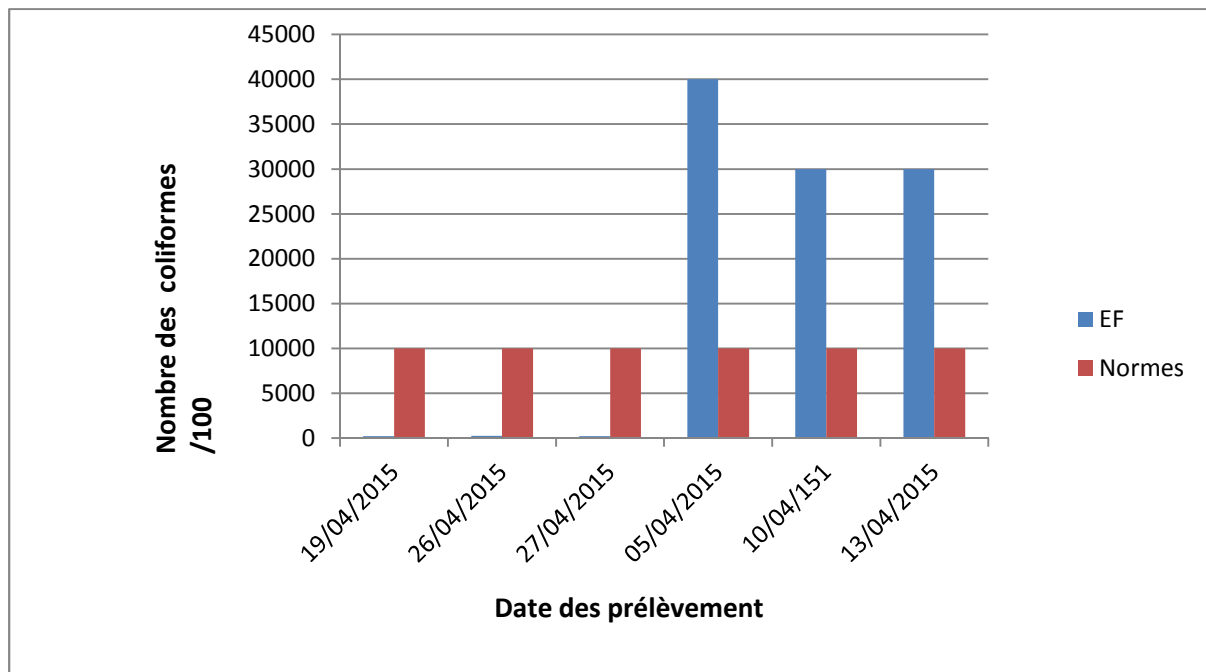


Figure 22 : variation des coliformes totaux dans les eaux filtrées au niveau de la S.T.E.P de Reghaïa

III. 2. 2. Coliformes fécaux:

Les résultats des analyses montrent que la charge des coliformes fécaux sont conformes à la norme qui est de 2000 UFC/ml fixée par le journal officiel N°41 du 15 juillet 2012 et cela avant le raccordement des deux oueds. Le taux des coliformes fécaux dépasse ce seuil pour atteindre 5500 UFC /100 ml pour le prélèvement du 10 mai 2015 suite au raccordement des deux oueds.

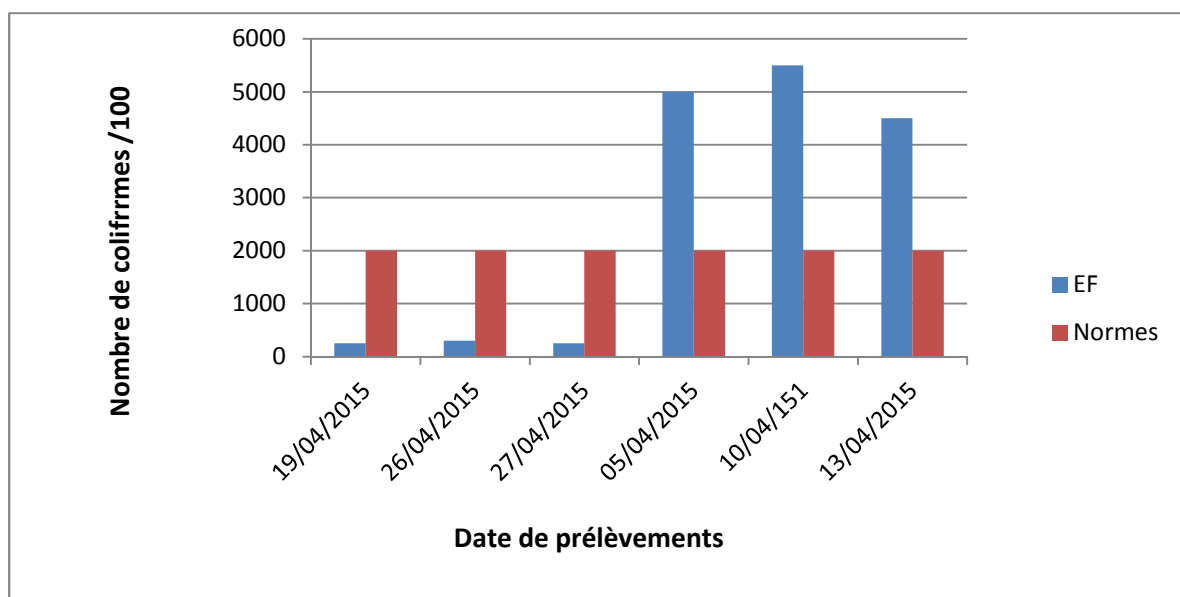


Figure 23 : Variation des coliformes fécaux dans les eaux filtrées au niveau de la S.T.E.P de Reghaïa.

III. 2. 3. Streptocoques fécaux:

Les résultats des analyses des *Streptocoques fécaux* dans les eaux filtrées varient entre 150 et 280 UFC/ml avant le raccordement des deux oueds, ils répondent à la norme du journal officiel, cependant la charge des *Streptocoques fécaux* dépassent la norme après les raccordements des deux oueds et pour atteindre une valeur de 3500 UFC/ml.

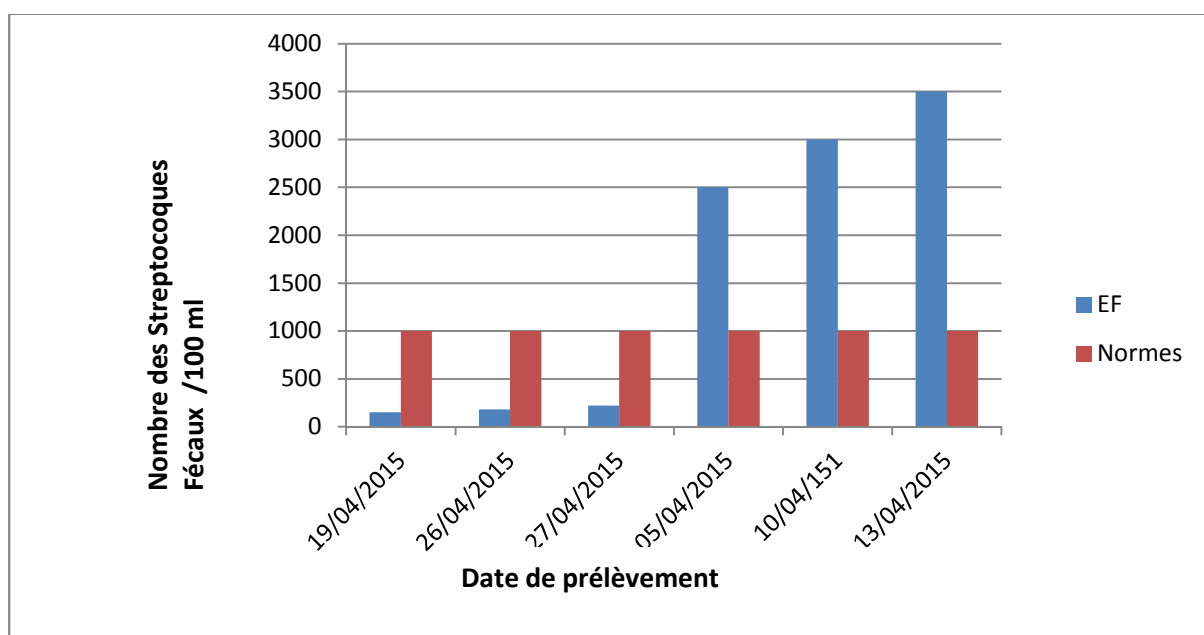


Figure 24: variation des streptocoques fécaux dans les eaux filtrées au niveau de la S.T.E.P de Reghaïa.

III. 2. 4. Clostridium sulfitoréducteurs:

Nous remarquons pour l'eau filtrée sont non conformes (entre 150 et 180 UFC/ml) et donc supérieur à la norme limite fixée par la loi et qui est de 100 UFC /100 ml, après le 05 mai les valeurs continuent à progresser et dépassant les normes fixées.

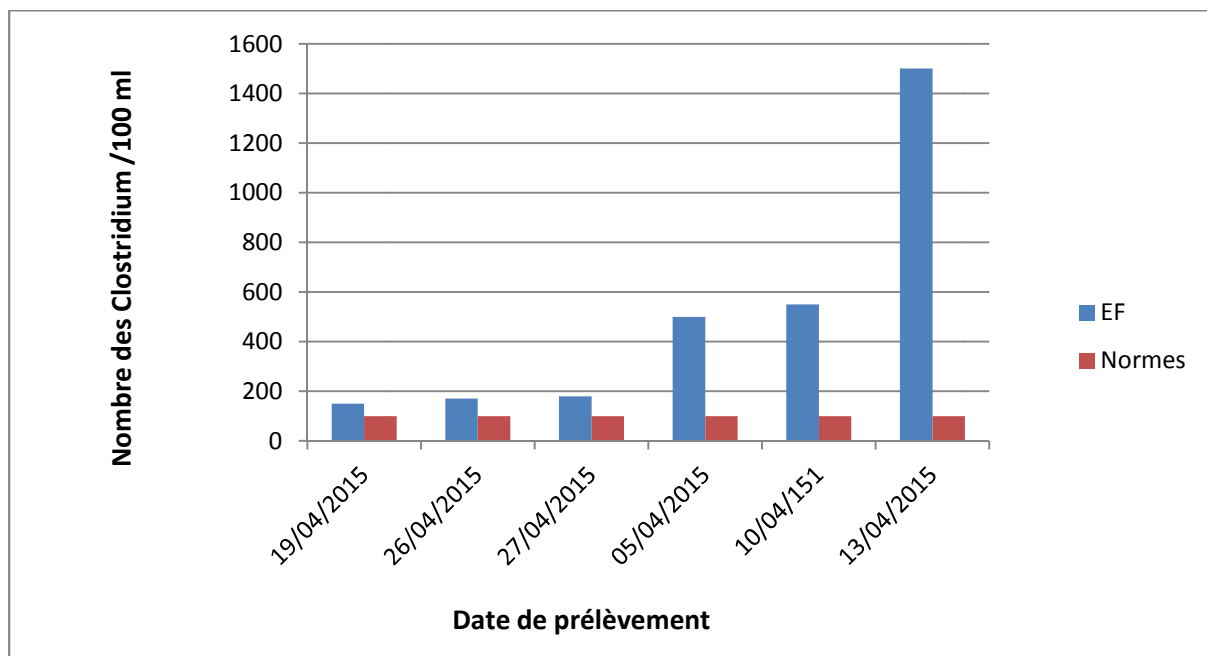


Figure 25: Variation des Clostridium dans les eaux filtrées au niveau de la S.T.E.P de Reghaïa

III.2 .5. Œufs d'helminthes (Nématodes) :

D'après les résultats des analyses figurant dans la représentation graphiques ci-dessous relatifs aux analyses de recherche des œufs d'helminthes , nous constatons que la qualité de l'eau était conforme à la norme, la tolérance selon le JO N°41 du 15/07/2012 est de 01 œuf/ litre et cela avant le raccordement des deux oueds de Chebcheb et Braidia, après ce branchement, la qualité de l'eau s'est détériorée en dépassent largement cette norme .Ceci dit que la capacité de traitement de la STEP est bien limitée et ne peut traiter que la quantité qui lui a été conçu au départ.

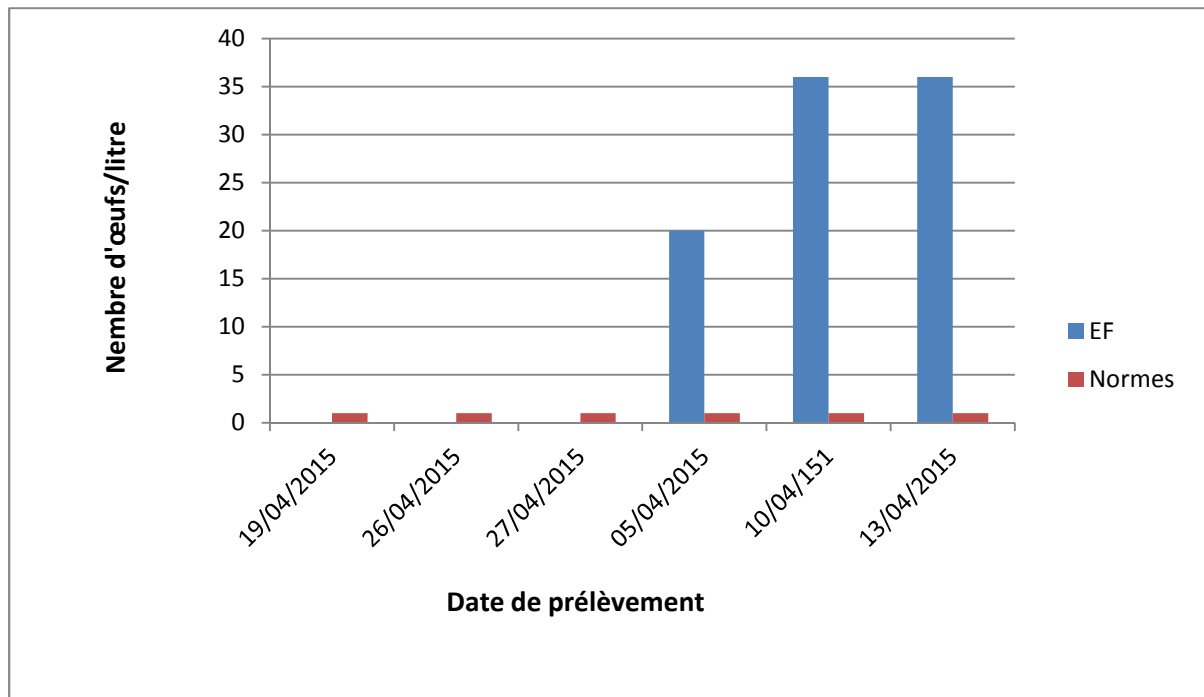


Figure 26 : Variation des œufs d'helminthes dans les eaux filtrées au niveau de la STEP de Reghaïa.

Conclusion

A l'achèvement de cette étude effectuée sur les différentes étapes de fonctionnement de la station d'épuration des eaux usées de REGHAIA qui nous a permis d'acquérir des connaissances importantes sur cette station tant sur le plan du processus d'épuration que sur le plan analytique des différents paramètres physicochimiques et microbiologique des eaux brutes et essentiellement les eaux traitées et rejetées vers le lac de REGHAIA.

L'ensemble des analyses effectuées sur les eaux traitées ont permis de faire les constatations suivantes :

Pour les paramètres physicochimiques:

- Le pH est dans les normes. Par contre, la conductivité est toujours au dessus de la norme;
- L'élément phosphate évolue d'une manière décroissante le long du processus de traitement et reste dans les normes requises par les lois internationales ainsi que celles de la station ;
- Le rendement d'élimination des paramètres physico-chimiques (DCO, DBO₅ et MES) est très important. Les valeurs enregistrées sont inférieures à la norme. Ces résultats traduisent l'efficacité des traitements physiques et biologiques utilisés au niveau de la station, évaluée au moyen de ces trois paramètres.
- Les éléments (azote total et ammonium) évoluent d'une façon décroissante de l'amont vers l'aval de la STEP. Cependant, cette baisse n'est pas suffisante pour qu'ils soient dans la norme.
- La teneur en nitrates est très élevée à la sortie et par conséquent, ne répond pas aux normes exigées par les lois internationales.
- L'évolution des nitrites est aléatoire mais elle reste toujours dans les normes.

Pour les paramètres microbiologiques (*Coliformes totaux, fécaux, Streptocoques fécaux, Clostridium sulfitoréducteurs* et les œufs d'helminthes), nous avons constaté que les résultats sont conformes aux normes ou parfois ils dépassaient légèrement.

Cependant le raccordement des deux oueds de Chebcheb et Braidia à la station a un impact néfaste sur la qualité des eaux filtrées en fin de processus d'épuration, en effet la qualité microbiologique s'est détérioré et les paramètres analysés ne répondent plus aux normes de LA STEP.

Ceci dit que les eaux usées épurées peut être utilisées à des fins d'irrigation mais elles doivent répondre à certaine spécifications fixées réglementées et publiées dans le journal officiel de la république algérienne N°41 du 15 juillet 2012.

Cette qualité a été obtenue au niveau de la station avant les raccordement des oueds à la station, ceci dit que la STEP de Reghaïa a été dimensionnée pour le traitement d'un débit bien

Conclusion

déterminé au-delà du quel le traitement devient inefficace pour certains paramètres entre autres les paramètres microbiologiques.

Pour remédier à ces défauts, il est nécessaire d'augmenter la capacité de traitement de la station d'épuration afin de pouvoir réutiliser cette eau épurée dans le domaine de l'agriculture et qui aura un impact sur l'environnement. Et aussi vérification des filtres.

En perspective, il serait intéressant de prendre en considération le point suivant :

- Mise en place par les pouvoirs publics de mécanismes financiers incitatifs à la réutilisation des eaux usées
- Développement des dispositifs techniques d'installation des projets de réutilisation des eaux épurées .
- Construire des stations d'épuration qui traitent les eaux industrielles avec un traitement spécifique.

Référence

Références

Asano T., 1998: Waste Water reclamation and reuse. Water quality management library, 1475 p.

Baumont S, Camard J-P, Lefranc A, Franconi A., 2004 : Réalisation des eaux usées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. 220p.

Beghoura et Heraoui S., 2012 : Notice de Fonctionnement et d'Exploitation de la station d'épuration de Réghaïa. Centre technique assainissement usines : Lyonnaise des eaux ; Société des eaux et d'assainissement algérienne. 67p.

Bellucci C , MuscilloM , LarasaG .,et 1996 : Enteric viruses in a waste water treatment plant in Rome. Water,Air and Soil pollution ,91:327-334.

Bontoux., 1993 : Introduction à l'étude des eaux douces, eaux naturelles, eaux de boisson. Cebedocéd ., Liège Belgique , 169 p.

Botta A, 2001 : Laurence BELLON. Pollution de l'eau et santé humaine. Laboratoire de biogénotoxicologie et mutagenèse environnementale. Université Euro-méditerranéen TEHYS.

Boukredimi A et Berrahal M., 2014 : Suivi des analyses des eaux sanitaires de complexe GP2/z . Mémoire de master. Université des Sciences et de la Technologie Mohamed Boudiaf : Oran.

Bouziati M., 2000 : L'eau: de la pénurie aux maladies. Editions Ibn-Khaldoun, Oran, Algérie. 247 p.

Cardot C., 2002 : Génie de l'environnement : les techniques de traitements des eaux. Paris : Ellipses. 254p.

Chellé F, Dellal M, Dewachter M, Mapakou F, Vermey L., 2005 :L'épuration des eaux : pourquoi et comment épurer Office international de l'eau, 15 p.

Chocat ., 1997 : Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement . Ed. Tec & Doc., 1124 p.

compoos C, 2008 : New perspectives on microbiological water control for waste water reuse. Désalination, 218 : 34-42.

Dabbadie L., 2005 : –L'activités des bactéries aquatiques et conséquences sur la qualité des eaux. Centre de coopération international en recherche agronomiques pour le développement, 4p

Degrément T., 1989 : Mémento technique de l'eau : vol. 1, 9^{ème} édition. Edition techniques et Documentation Lavoisier, 592p.

Dekhil S et Zaibet M., 2013 : Traitement des eaux usées urbaines par boues activées au niveau de la ville de Bordj Bou Arreridj effectué par la station d'épuration des eaux usées ONA. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master. Université de Mohamed El Bachir Elibrahimi, Bordj Bou Arreridj. 71p

Devaux I., 1999 : Intérêt et limite de la mise en place d'un suivi sanitaire dans le cadre de la réutilisation agricole des eaux usées traitées de l'agglomération clermontoise. Thèse scientifique (Science de la Vie et de la Santé). Université de Joseph Fourier, Grenoble.257p

Dib I., 2009 :L'impact de l'activité agricole et urbaine sur la qualité des eaux souterraines de la plaine de Gadaine-Ain Yaghout (Est Algérien). Mémoire de magister en hydraulique, construction hydro-technique et environnement, faculté des sciences de l'ingénieur, département d'hydrauliques, Université Hadj Lakhdar Batna, 127p.

Djermakoye M.M. , 2005 :Les eaux résiduaires des tanneries et des teintures :caractéristique des physico chimiques, bactériologiques et impact sur les eaux de surface et les souterraines thèse de doctorat, université de bammako ; mali :119p.

Edeline M.F., 1992 : Epuration physico-chimique des eaux des eaux, 2^{ème} édition,Ed. CEBEDOC, 340p

Elesken M ., 2010 : Analyse des eaux résiduaires, Mesure de la pollution . Techniques de l'ingénieur, P4200.

F.A.O ., 2003 : L'irrigation avec des eaux traitées :manuel d'utilisation,73 p

Gaid A., 1984 : l'épuration biologique des eaux usées urbaine tome I. office de publication universitaire. Alger ; 63p

Hugo V., 2007 : modélisation et commande floues de type takagi-sugeno appliquées à un bioprocédé de traitement des eaux usées. thèse Doctorat de l'Université Paul Sabatier de toulouse, France. 201p

Haslay C et Leclerc H ., 1992 : -Microbiologie des eaux d'alimentation. Ed. Lavoisier, Tec et Doc paris, 908 p.

Mizi A., 2006 : Traitement des eaux de rejets d'une raffinerie des cors gras région de BEJAIA et valorisation des déchets oléicoles. Thèse de doctorat. Université de Badji Mokhtar. 14p.

Protocole de détermination des paramètres physico-chimiques et bactériologiques.
CENTRE RÉGIONAL POUR L'EAU POTABLE ET L'ASSAINISSEMENT À
FAIBLE COÛT « *Centre collaborant de l'OMS* ».2007.

Pelmont j., 2005 : Biodégradation et métabolismes :les bactéries pour les technologies de l'environnement EDP sciences édition : 10-11.

Pons M, Belhani M, Bourgois J, Dupuit E., 2008 : Analyse du cycle de vie, Epurations des eaux usées urbaines. Techniques de l'ingénieur .40p .

Potelon J.L. et Zysman K., 1998 : Guide d'analyse des eaux potables. Ed. de la lettre du cadre territorial, PP. 3-215.

Rodier J., 1996 : Analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. Edition Dunod, Paris. 1384 p.

RodierJ, Bazin C, Broutin (JP), Champsaur H et Rodier L., 2005 : L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer, 8^{ème} édition. Paris Dunod,1383p.

Saim K et Rouis L, 2002-2003. Mémoire de fin de Doctorat : «station de traitement des rejets liquides vers mer» 82pp.

SEAAL.,2012 : Condition générales de manipulation en microbiologie. Société des

Eaux et de l'Assainissement d'Alger :SEAAL .13p.

Tfyeche L., 2014 : Suivi de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux usées d'Ouargla au cours de leur traitement. Université de KASDI MERBAH : OUARGLA.

Tardat- Henry M., 199 : Chimie Des Eaux, 2ème Edition, Les éditions du griffon d'Argile. pp 213-215

Thomas O., 1995 : « Métrologie des eaux résiduaires ». Ed. Cebedoc. Tec. et Doc. Lavoisier, 192 p.

Tose S., 2006 : Reuse of effluent water-benefits and risks , AGRICULTURAL WATER MANAGERMENTS 80 : 147-157

Vaillant J R., 1974 : Perfectionnement et nouveautés pour l'épuration des eaux résiduaires : eaux usées urbaines et eaux résiduaires industrielles. Ed. Eyrolles.Paris, 413p.

Xanthoulis D., 1993 : Valorisation agronomique des eaux usées des industries agro-alimentaires. Tribune de l'eau .pp :27-32.

Annexes

Annexe I

■ Matériel pour les analyses physico-chimiques :



KIT HACH LCK 114/314 (gauche) et Spectrophotomètre DR 3800 (droite).



Thermostat LT2000



Dispositif de filtration.



Incubateur utilisé pour la DBO5



Membrane filtrante



Hotte



Agitateur



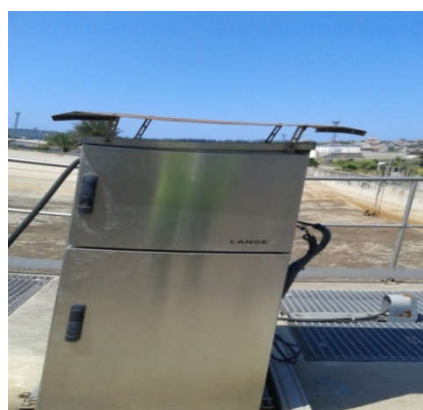
Conductimètre.



Balance



Etuve

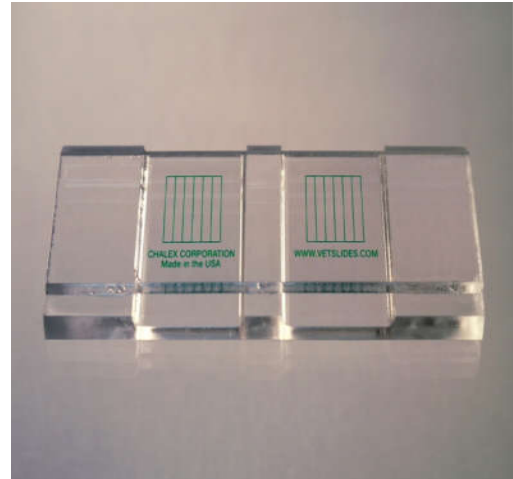


Echantillonneur

▪ **Matériel pour les analyses microbiologiques :**



Lame



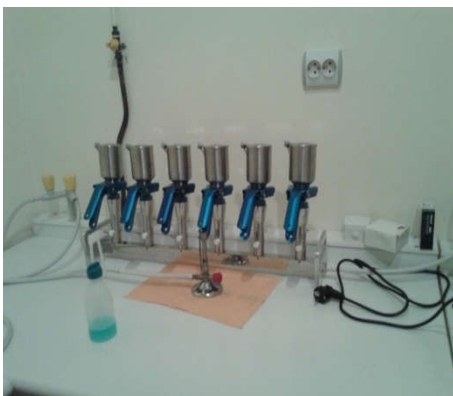
Lame de McMaster



Tube à essai



boite de pétri



Rampe de filtration

Annexe II

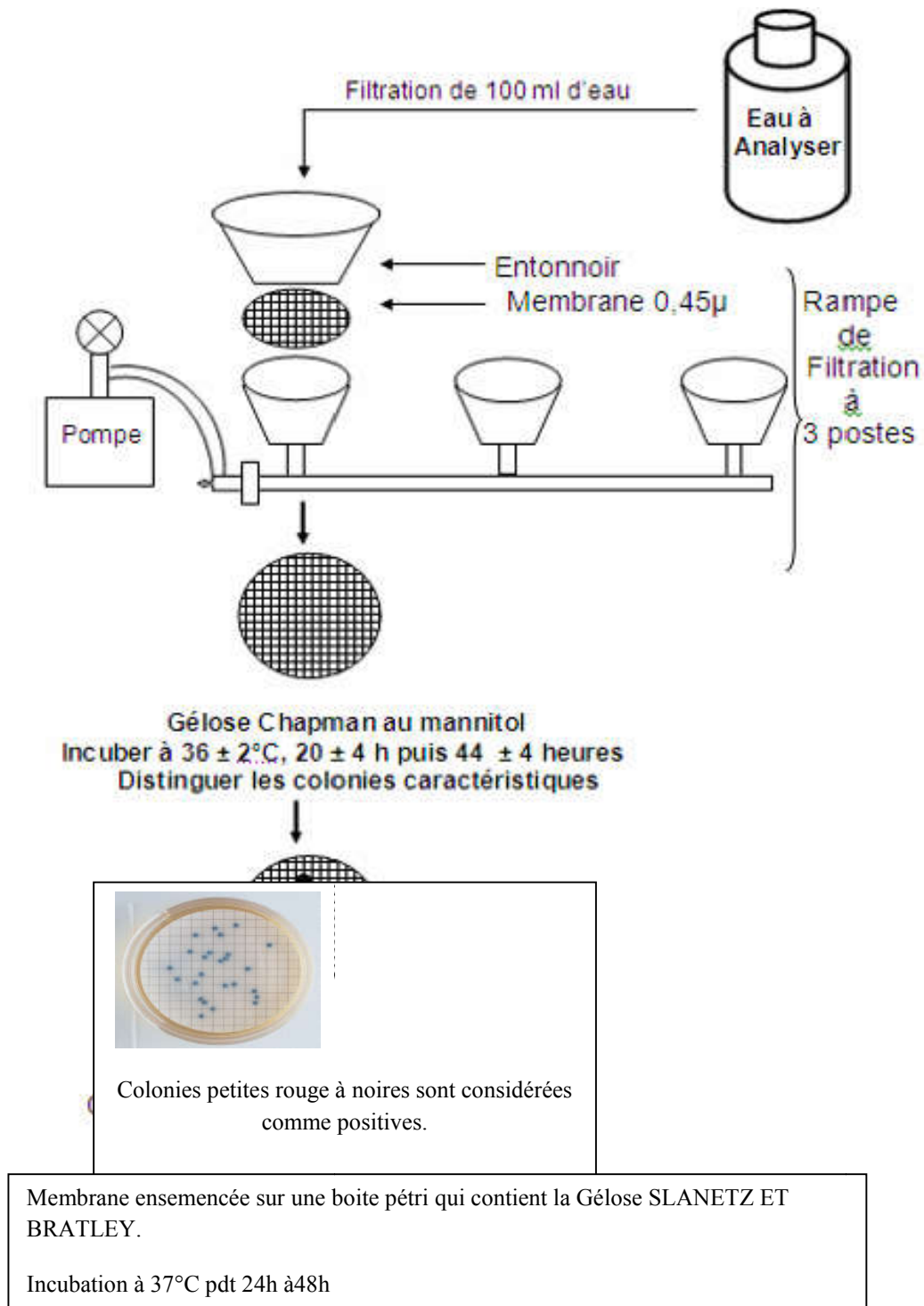


Figure 27: Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux par méthodes de filtration sur membrane

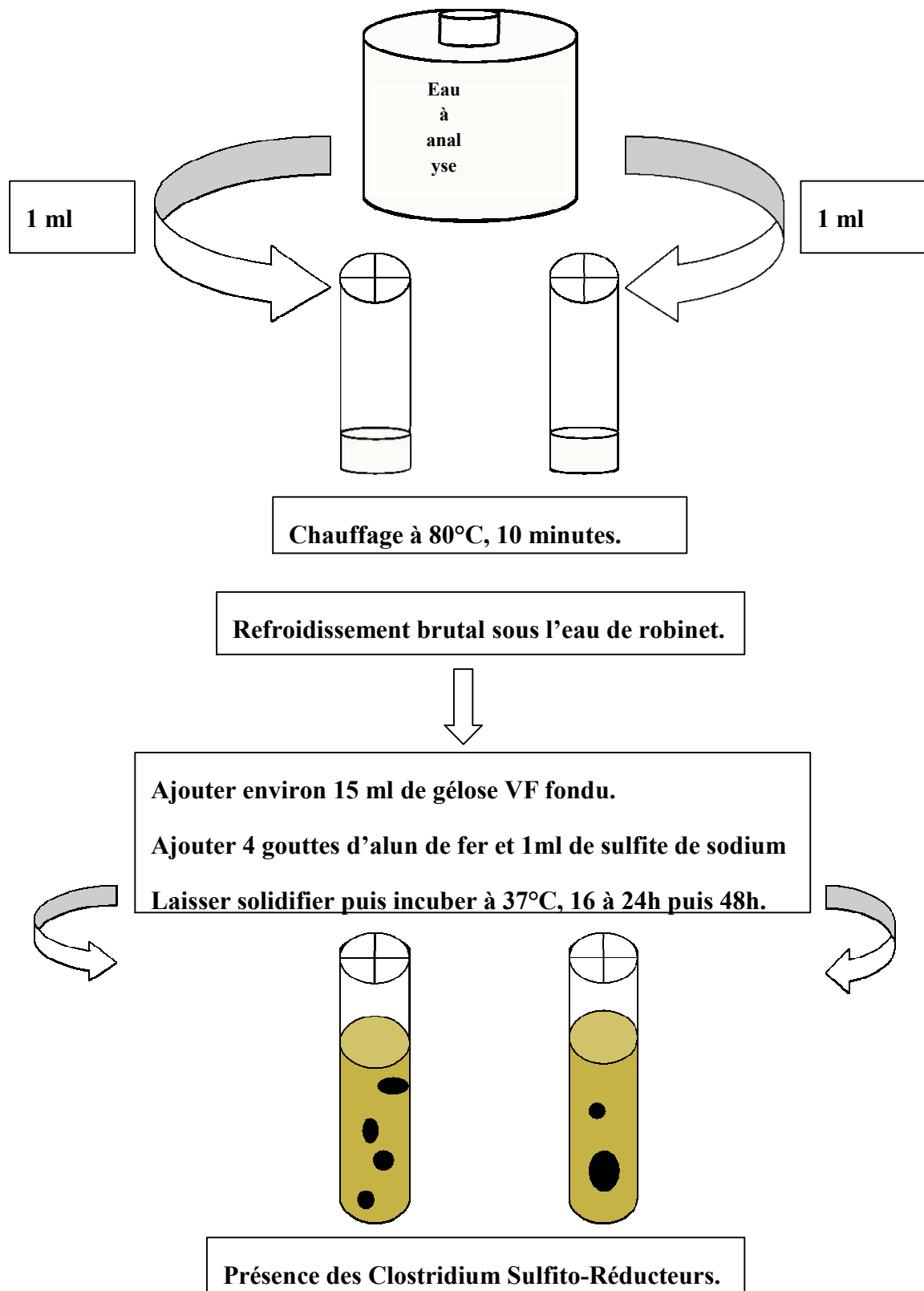
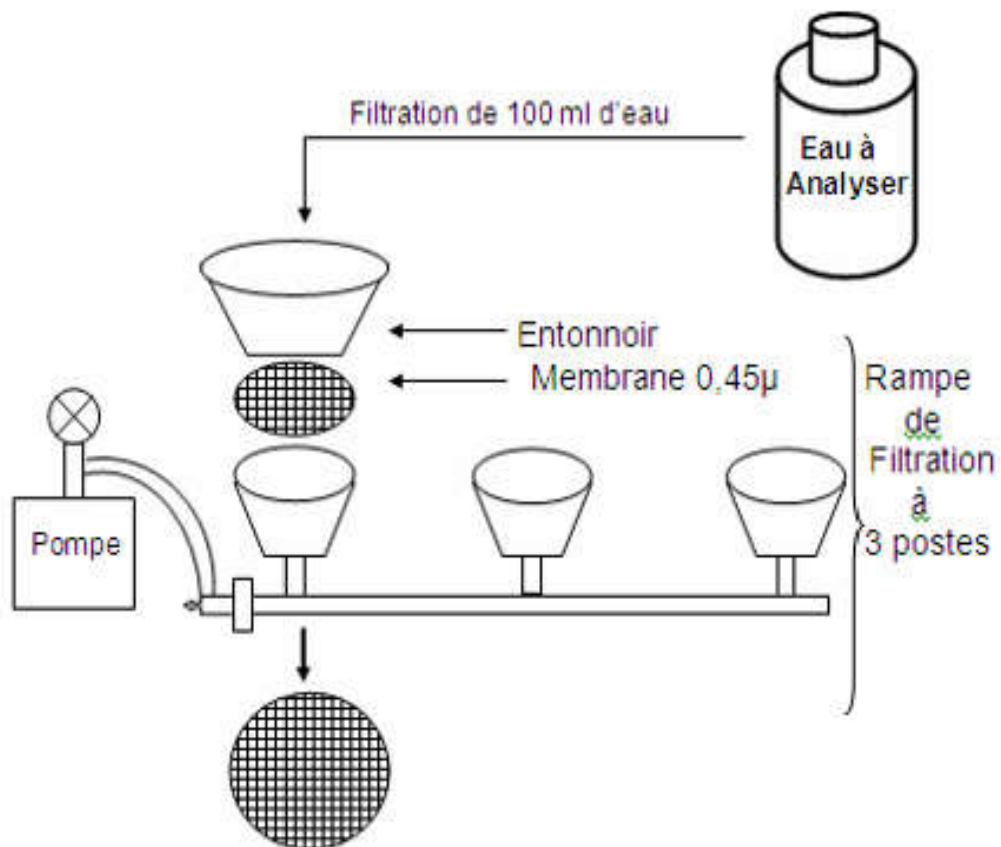


Figure 28 : Recherche et dénombrement des *Clostridium* sulfite-réducteurs en milieux liquides.



Membrane ensemencée sur une boîte pétri qui contient la Gélose TTC Tergitol 7.

Coliformes totaux: Incubation à 37°C pdt 24h à 48h

Coliformes fécaux: incubation à 44°C pdt 24h à 48h distinguer les colonies caractéristiques.



Colonies jaunes orangées : compléter avec les test confirmatif

Milieu Schubert:

(*E.coli*) production on de gaz + indole

Gram-

Fermentation g luucose

Production H₂S



Figure 29 : recherche et dénombrement des *Streptocoques fécaux* par méthode de filtration sur membrane

Annexe III

Tableau IV : Normes de rejets au niveau de la S.T.E.P de REGHAIA.

	Eau brute Flux nominal journalier	Eau épurée	
		Concentration sur échantillon moyen 24 h	Valeur instantanée
MES	19 960 kg/j	20 mg/L	25
DBO₅	15 800 kg/j	15 mg/L	25
DCO	28 560 kg/j	50 mg/L	90
Nt	1 960 kg/j	10 mg/L	
Pt	540 kg/j	3 mg/L	
Coliformes fécaux		2 000 UFC/ 100 mL	
Coliformes totaux		10 000 UFC / 100mL	

UFC : unité formant colonie.

ANNEXE
SPECIFICATIONS DES EAUX USEES EPUREES
UTILISEES A DES FINS D'IRRIGATION

1. PARAMETRES MICROBIOLOGIQUES

GROUPES DE CULTURES	PARAMETRES MICROBIOLOGIQUES	
	Coliformes fécaux (CFU/100ml) (moyenne géométrique)	Nématodes intestinaux (œufs/1) (moyenne arithmétique)
Irrigation non restrictive. Culture de produits pouvant être consommés crus.	<100	Absence
Légumes qui ne sont consommés que cuits. Légumes destinés à la conserverie ou à la transformation non alimentaire.	<250	<0,1
Arbres fruitiers (1). Cultures et arbustes fourragers (2). Cultures céréalières. Cultures industrielles (3). Arbres forestiers. Plantes florales et ornementales (4).	Seuil recommandé <1000	<1
Cultures du groupe précédent (CFU/100ml) utilisant l'irrigation localisée (5) (6).	pas de norme recommandée	pas de norme recommandée

(1) L'irrigation doit s'arrêter deux semaines avant la cueillette. Aucun fruit tombé ne doit être ramassé sur le sol.

L'irrigation par aspersion est à éviter.

(2) Le pâturage direct est interdit et il est recommandé de cesser l'irrigation au moins une semaine avant la coupe.

(3) Pour les cultures industrielles et arbres forestiers, des paramètres plus permissifs peuvent être adoptés.

(4) Une directive plus stricte (<200 coliformes fécaux par 100 ml) est justifiée pour l'irrigation des parcs et des espaces verts avec lesquels le public peut avoir un contact direct, comme les pelouses d'hôtels.

(5) Exige une technique d'irrigation limitant le mouillage des fruits et légumes.

(6) A condition que les ouvriers agricoles et la population alentour maîtrisent la gestion de l'irrigation localisée et respectent les règles d'hygiène exigées. Aucune population alentour.

2. PARAMETRES PHYSICO - CHIMIQUES

PARAMETRES		UNITÉ	CONCENTRATION MAXIMALE ADMISSIBLE
Physiques	pH	—	$6.5 \leq \text{pH} \leq 8.5$
	MES	mg/l	30
	CE	ds/m	3
	Infiltration le SAR = 0 - 3 CE	ds/m	0.2
	3 - 6		0.3
	6 - 12		0.5
12 - 20	1.3		
20 - 40	3		
Chimiques	DBO5	mg/l	30
	DCO	mg/l	90
	CHLORURE (Cl)	meq/l	10
	AZOTE (NO ₃ - N)	mg/l	30
	Bicarbonate (HCO ₃)	meq/l	8.5
Eléments toxiques (*)	Aluminium	mg/l	20.0
	Arsenic	mg/l	2.0
	Béryllium	mg/l	0.5
	Bore	mg/l	2.0
	Cadmium	mg/l	0.05
	Chrome	mg/l	1.0
	Cobalt	mg/l	5.0
	Cuivre	mg/l	5.0
	Cyanures	mg/l	0.5
	Fluor	mg/l	15.0
	Fer	mg/l	20.0
	Phénols	mg/l	0.002
	Plomb	mg/l	10.0
	Lithium	mg/l	2.5
	Manganèse	mg/l	10.0
	Mercure	mg/l	0.01
	Molybdène	mg/l	0.05
	Nickel	mg/l	2.0
	Sélénium	mg/l	0.02
Vanadium	mg/l	1.0	
Zinc	mg/l	10.0	

(*) : Pour type de sols à texture fine, neutre ou alcalin.

Arrêté interministériel du 8 Safar 1433 correspondant au 2 janvier 2012 fixant la liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées.

Le ministre des ressources en eau,

Le ministre de l'agriculture et du développement rural,

Le ministre de la santé, de la population et de la réforme hospitalière,

Vu le décret présidentiel n° 10-149 du 14 Joumada Ethania 1431 correspondant au 28 mai 2010 portant nomination des membres du Gouvernement ;

Vu le décret exécutif n° 05-464 du 4 Dhou El Kaada 1426 correspondant au 6 décembre 2005 relatif à l'organisation et au fonctionnement de la normalisation ;

Vu le décret exécutif n° 07-149 du 3 Joumada El Oula 1428 correspondant au 20 mai 2007 fixant les modalités de concession d'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation ainsi que le cahier des charges-type y afférent ;

Arrêtent :

Article 1er. — En application des dispositions de l'article 15 du décret exécutif n° 07-149 du 3 Joumada El Oula 1428 correspondant au 20 mai 2007, susvisé, le présent arrêté a pour objet de fixer la liste des cultures autorisées pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées conformément à l'annexe jointe.

Art. 2. — Le présent arrêté sera publié au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 8 Safar 1433 correspondant au 2 janvier 2012.

Le ministre
des ressources en eau

Abdelmalek SELLAL

Le ministre de l'agriculture
et du développement rural

Rachid BENAÏSSA

Le ministre de la santé,
de la population et de la réforme hospitalière

Djamel OULD ABBES

ANNEXE

LISTE DES CULTURES POUVANT ETRE IRRIGUEES AVEC DES EAUX USEES EPUREES

Groupes de cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées	Liste des cultures
Arbres fruitiers (1)	Dattiers, vigne, pomme, pêche, poire, abricot, nêfle, cerise, prune, nectarine, grenade, figue, rhubarbe, arachides, noix, olive.
Agrumes	Pamplemousse, citron, orange, mandarine, tangerine, lime, clémentine.
Cultures fourragères (2)	Bersim, maïs, sorgho fourragers, vesce et luzerne.
Culture industrielles	Tomate industrielle, haricot à rames, petit pois à rames, betterave sucrière, coton, tabac, lin.
Cultures céréalières	Blé, orge, triticales et avoine.
Cultures de production de semences	Pomme de terre, haricot et petit pois.
Arbustes fourragers	Acacia et atriplex.
Plantes florales à sécher ou à usage industriel	Rosier, iris, jasmin, marjolaine et romarin.

(1) L'irrigation avec des eaux usées épurées est permise à condition que l'on cesse l'irrigation au moins deux (2) semaines avant la récolte. Les fruits tombés au sol ne sont pas ramassés et sont à détruire.

(2) Le pâturage direct dans les parcelles irriguées par les eaux usées épurées est strictement interdit et, ce afin de prévenir toute contamination du cheptel et par conséquent des consommateurs.

Tableau V: Résultats des analyses physico-chimiques

MES

	Date	EB	EF	Normes
Etape avant le branchement des deux oueds	19/04/15	268	6	20
	26/04/15	76,8	2	20
	27/04/15	236	10,25	20
Etape après le branchement des deux oueds	05/05/15	486	12	20
	10/05/15	296	34,25	20
	13/05/15	298	25	20

DCO

	Date	EB	EF	Normes
Etape avant le branchement des deux oueds	19/04/15	380	25,8	50
	26/04/15	438	26,3	50
	27/04/15	672	31,1	50
Etape après le branchement des deux oueds	05/05/15	630	59,7	50
	10/05/15	522	63,1	50
	13/05/15	736	92,9	50

Conductivité

	Date	EB	EF	Normes
Etape avant le branchement des deux oueds	19/04/15	1704	1256	3000
	26/04/15	1783	1672	3000
	27/04/15	1921	1762	3000
Etape après le branchement des deux oueds	05/05/15	1791	1851	3000
	10/05/15	2100	1882	3000
	13/05/15	1737	1885	3000

Ammonium

	Date	EB	EF	Normes
Etape avant le branchement des deux oueds	19/04/15	18	5,8	0,5
	26/04/15	19	8,24	0,5
	27/04/15	20	8,8	0,5
Etape après le branchement des deux oueds	05/05/15	21	13,8	0,5
	10/05/15	22	9,9	0,5
	13/05/15	21	12,8	0,5

Nitrates

	Date	EB	EF	Normes
Etape avant le branchement des deux oueds	19/04/15	1,07	1,83	1
	26/04/15	0,89	3,52	1
	27/04/15	0,661	0,209	1
Etape après le branchement des deux oueds	05/05/15	0,427	0,272	1
	10/05/15	0,556	0,245	1
	13/05/15	0,418	0,24	1

Phosphore

	Date	EB	EF	Normes
Etape avant le branchement des deux oueds	19/04/15	6,6	0,389	3
	26/04/15	4,69	0,226	3
	27/04/15	4,37	0,768	3
Etape après le branchement des deux oueds	05/05/15	3,99	0,906	3
	10/05/15	4,67	1,39	3
	13/05/15	2,75	0,694	3

DBO5

	Date	EB	EF	Normes
Etape avant le branchement des deux oueds	19/04/15	200	6	15
	26/04/15	320	6	15
	27/04/15	360	6	15
Etape après le branchement des deux oueds	05/05/15	340	13	15
	10/05/15	400	6	15
	13/05/15	222	16	15

PH

	Date	EB	EF	Normes
Etape avant le branchement des deux oueds	19/04/15	7,6	7,2	6,5-8,5
	26/04/15	7,66	7,43	6,5-8,5
	27/04/15	7,54	7,63	6,5-8,5
Etape après le branchement des deux oueds	05/05/15	7,63	7,69	6,5-8,5
	10/05/15	7,54	7,82	6,5-8,5
	13/05/15	7,6	7,56	6,5-8,5

Azote Total

	Date	EB	EF	Normes
Etape avant le branchement des deux oueds	19/04/15	40,9	12,4	10
	26/04/15	40,4	11	10
	27/04/15	39,8	25,9	10
Etape après le branchement des deux oueds	05/05/15	25,9	20,2	10
	10/05/15	14,4	11,6	10
	13/05/15	35,6	21,1	10

Nitrites

	Date	EB	EF	Normes
Etape avant le branchement des deux oueds	19/04/15	1,87	0,377	1
	26/04/15	0,26	0,343	1
	27/04/15	0,253	0,39	1
Etape après le branchement des deux oueds	05/05/15	0,176	0,371	1
	10/05/15	0,216	0,28	1
	13/05/15	0,218	0,28	1

Tableau VI : Résultats des analyses microbiologiques

	Coliformes totaux (UFC/100 ml)		Coliformes Fécaux (UFC/100)		Streptocoques Fécaux (UFC/100)		Clostridium sulfitoréducteurs		Œufs d'helminthes (Œufs/litre)		
	Résultats	Normes	Résultats	Normes	Résultats	Normes	Résultats	Normes	Résultats	Normes	
Avant raccordement des deux oueds	19/4/15	230	10 000	250	2000	150	1000	150	100	0	1
	26/4/15	250	10 000	300	2000	180	1000	170	100	0	1
	27/4/15	220	10 000	250	2000	220	1000	180	100	0	1
Après raccordement des deux oueds	5/5/15	40 000	10 000	5000	2000	2500	1000	500	100	20	1
	10/5/15	30 000	10 000	5500	2000	3000	1000	550	100	36	1
	13/5/15	30 000	10 000	4500	2000	3500	1000	1500	100	36	1