

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université de blida1
Département de biologie et physiologie cellulaire



Mémoire de fin d'étude en vue d'obtention Du Diplôme de Master II

Option: Ecosystèmes Aquatiques

Thème

**Etude des paramètres physicochimiques et
bactériologiques des eaux usées de la station d'épuration
de KOLEA wilaya de TIPASA**

Réalisé par:

ZAHRA Fatiha

CHABOU Aicha

TIFOUR Radhia

Devant le jury :

Mr GRANDI M.

MCB

USDB-1

Président

Mme MOHAMED MAHMOUD F

MCB

USDB-1

Examinatrice

Mme EL MAHDI I.

MAA

USDB-1

Promotrice

Mme TACINE K.

chef de service

STEP

Co-promotrice

Année universitaire 2018/2019

REMARCIEMENTS

Avant tout, on remercie le dieu tout puissant, de nous 'avoir accordé
la force, le

Courage et les moyens pour la réalisation de ce travail.

Nous tenons également à remercier les membres de jury pour
l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant de siéger à notre soutenance,

tout particulièrement : le président *Mr GRANDI M.* et

L'examinatrice *Mme MOHAMED MAHMOUD F.*

Nous tenons à remercier spécialement notre promotrice *Mme EL*

MAHDI I qui nous a fait l'honneur de diriger ce travail et ses

précieux conseils furent d'un apport considérable

A notre co-promotrice *Mme TACINE K.* Pour ses

Conseils et son aide.



MERCI



Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail à mes chers parents qui m'ont
toujours*

*Soutenu avec leurs encouragements et qui m'ont donné un
Magnifique modèle de labeur et de persévérance, en hommage
Affectueux.*

À mes chères frères et ma petite soeur

À mes amies et à toutes mes camarades

À mes encadrateurs et tous mes enseignants

Fatiha





Dédicaces

Je dédie ce travail

*À ma mère qui m'a soutenue durant mes études et ne m'a jamais
privée de son amour, de son attention et de ses encouragements, à*

toi maman je dédie ce travail

À mes frères et sœurs

*À toute ma famille et tous mes amis qui m'ont encouragé et
beaucoup aidé*

Pendant ces années.

À L'Ét

Dédicaces

JE DÉDIE CE MODESTE TRAVAIL À :

La personne qui m'importe le plus dans ce monde, ma Maman *Yous Hamida*. Elle qui m'a toujours soutenu et cru en moi, qui est ma source d'inspiration. Je suis éternellement reconnaissante pour ses sacrifices, ses conseils, sa présence et sa tendresse.

À mon cher père *Mohammed* pour tous les efforts consentis pour mon éducation, et pour tout ce qu'il fait pour moi.

Mes chers frères *Salim et Abd elaziz* je n'oublierai jamais leur aide morale.

Toute ma famille, mes amies les personnes que j'aime spéciale dédié pour mes soeurs à la mosquée qui mont encouragé et beaucoup aidé pendant ces années.



Radhia

INTRODUCTION

SYNTHÈSE

BIBLIOGRAPHIQUE

*CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉS SUR LES
EAUX USÉES*

PARTIE

EXPÉRIMENTALE

*CHAPITRE II : MATÉRIEL ET
MÉTHODES*

*CHAPITRE III: RÉSULTAT ET
DISCUSSION*

CONCLUSION

RÉFÉRENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

ANNEXES

Résumé

Notre étude a été effectuée au niveau de la station d'épuration de KOLEA de la wilaya de TIPASA, la période d'échantillonnage est durée environ 5 mois, trois prélèvements par mois pour les analyses physico-chimiques, et deux prélèvements par mois pour les analyses bactériologiques au niveau de laboratoire de CHENOUA, et de Centre national de la recherche et de développement de la pêche et de l'aquaculture CNRDPA.

Les résultats physico-chimiques et bactériologiques obtenue ont révélé que les eaux usées brutes entrant à la station d'épuration présentent une pollution organique, azotée et bactériologique assez élevée. Pour les eaux épurées les Rendement épuratoires pour les matières en suspension 90%, la demande chimique en Oxygène 98%, la demande biochimique en Oxygène 96%, le phosphore total, l'azote total sont représentés respectivement par 60% ; 75%.

Alors que l'analyse bactériologique confirme la présence de divers germes tels que les Coliformes totaux et fécaux, les Streptocoques fécaux qui sont des indicatrices de contamination fécale.

Mot clés : Eau usée brute, Eau usée épurées, station d'épuration de KOLEA, paramètres physico-chimiques, paramètres bactériologiques.

ABSTRACT

Sampling was carried out at the wastewater treatment plant in KOLEA. Three samples per month for physicochemical analyses and tow sampling per month for bacteriological analyses, analyses at the CHENOUA and national center for research and development in marine fisheries and aquaculture.

The physicochemical and bacteriological results obtained revealed that the raw wastewater entering the WWTP has a relatively high organic, nitrogen and bacteriological pollution. For purified water, the treatment efficiencies for suspended solids, chemical oxygen demand and biochemical oxygen demand are respectively 90% ; 98% ; 96%

While bacteriological analysis confirms the presence of various microorganisms such as total and faecal Coliforms, which are the indicators of faecal contamination.

Keyword (s): Raw waste water, process wastewater, KOLEA waste water treatment plant, physicochemical parameters, Bacteriological parameters.

ص خلاصا

عملية اخذ العينات كانت على مستوى محطة معالجة مياه الصرف الصحي بمدينة القليعة ولاية تيبازة.
ثلاث عينات في الشهر من اجل التحاليل للفيزيائية والكيميائية وعينتان في الشهر من اجل التحاليل البكتريولوجية. قمنا بتحليلها على مستوى مخبر شنوة بتيبازة ومخبر المركز الوطني للبحث والتنمية في الصيد البحري وتربية المائيات.

التحاليل الفيزيائية والكيميائية توصلت الى ان مياه الصرف الصحي الداخلة الى المحطة تحتوي على فيما يخص ، % بالنسبة للمواد العالقة 90 اوضحت النتائج مردودية تقدر ب ، تلوث عضوي ازوتي ومكروبي % . في حين ان معدل ازالة كل من 98% و 96% معيار الطلب الكيميائي والبيولوجي للأكسجين قدر ب 60% و 75% النتروجين الكامل والفوسفات الكامل
تظهر التحليل البكتريولوجية للمياه المعالجة تراكيز مرتفعة من القولونيات والقولون المعوي والمكورات المعوية .

محطة تطهير المياه المستعملة بالقلعة. الحماية، مياه الصرف الصحي المعالجة: **الكلمات المفتاحية**

LISTE DES ABREVIATIONS

CE : conductivité Electrique ($\mu\text{s}/\text{cm}$).

DBO₅ : Demande Biologique en Oxygène à 5 jours (mg /L).

DCO : Demande chimique en Oxygène (mg /L).

EB : Eau brute.

EE : Eau épurée.

STEP : Station de Traitement des Eaux Polluées.

SEAAL : Société des eaux et de l'assainissement d'Alger.

MES : Matières en Suspension.

MVS : Matière volatile en suspension (mg /l.)

NT: azote total.

PT: phosphate total.

BHIB : Bouillon c ur-cervelle

PCA: Polychlorobiphéyles

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction.....	01
-------------------	----

Synthèse bibliographique

CHAPITRE I : Généralité sur les eaux usées

I-1 Définition des eaux usées.....	3
I-2 Origine des eaux usées.....	3
I-3 Composition des eaux usées.....	4
I-4 principaux paramètres de pollution.....	5
I-4-1 Paramètres physiques.....	5
I-4-2 Paramètres chimiques.....	6
I-4-3 Paramètres bactériologique.....	7
I-4-4 paramètres organoleptiques.....	9
I-5 Etapes de traitement.....	9

Partie expérimentale

CHAPITRE II : Matériel et méthodes

II-1 Objectif de travail.....	19
II-2 présentation de la station d'épuration.....	19

II-3 Matériel.....	21
II-4 Méthodes.....	21
II-5 Analyses physico-chimiques.....	22
II-6 Analyses bactériologiques.....	25

CHAPITRE III: RESULTATS ET DISCUSSIONS

III-1 Paramètres physico-chimiques.....	29
III-2 Paramètres bactériologiques.....	44
Conclusion.....	48

Références bibliographiques

Annexes

LISTE DES FIGURES

Figure N° 01 :Etapas de traitement d'une eau usée.....	10
Figure N° 02 :Dégrilleurs grossier.....	11
Figure N° 03 : Déssableur.....	12
Figure N° 04 :Décanteur	13
Figure N° 05 : Bassins d'aérations.....	14
Figure N° 06 : Epaississeur.....	16
Figure N° 07 :Déshydrateur mécanique.....	17
FigureN°08 : Vue satellitaire de la STEP de KOLEA.....	19
Figure N°09 : Préleveur automatique de la STEP.....	21
Figure N°10 :Variation du T°c dans l'eau brute et l'eau épurée.....	29
Figure N°11 : Variation du pH dans l'eau brute et l'eau épurée.....	30
Figure N°12 :Variation du conductivité dans l'eau brute et l'eau épurée.....	31
FigureN°13 :Variation des matières en suspension de l'eau bruest et l'eau épurée....	32
Figure N°14 : Rendement d'élimination de la MES.....	32
Figure N°15 : variation de la DCO de l'eau brutes et l'eau épurée	33
Figure N°16 : Rendement élimination de la DCO.....	34
Figure N°17 : Variation de la quantité des DBO5 de l'eau brute et l'eau épurée de la STEP.....	34
Figure N°18 : Rendement d'élimination de la DBO ₅	35
Figure N°19 : représentation du rapport DCO /DBO.....	36
Figure N°20 : Variation de nitrite (NO ₂ ⁻) de l'eau brute et l'eau épurée.....	37

Figure N°21 : Variation du nitrate (NO_3^-) de l'eau brute et l'eau épurée.....	38
Figure N° 22 : Variation de l'azote ammoniacal (NH_4^+) de l'eau brute et l'eau épurée.....	39
Figure N°23 : Variation de l'azote total de l'eau brute et l'eau épurée.....	40
Figure N°24 : Rendement d'élimination de l'azote total.....	40
Figure N° 25 : Variation de l'orthophosphate de l'eau brute et l'eau épurée.....	41
Figure N°26 : Variation de phosphate total de l'eau brute et l'eau épurée.....	42
Figure N°27 : Rendement d'élimination de phosphate total.....	43
Figure N°28 : Variation des coliformes totaux de l'eau brute et l'eau épurée.....	44
Figure N°29 : Rendement d'élimination de Coliformes totaux.....	45
Figure N°30 : Variation de Les coliformes fécaux de l'eau brute et l'eau épurée.....	45
Figure N°31 : Rendement d'élimination de coliformes fécaux.....	46
Figure N°32 : Variation de Les Streptocoques fécaux de l'eau brute et l'eau épurée.....	46
Figure N°33 : Rendement d'élimination de Streptocoques fécaux.....	47
Figure N° 34 :Matériels des analyses physico-chimiques	Annexes II
Figure N°35 : Matériels des analyses bactériologiques.....	Annexes II
Figure 36 : Colimétrie et Streptométrie par filtration sur membrane	Annexes II
.Figure N°37 : Lecteur des résultats des coliformes totaux et fécaux.....	Annexes II
Figure N°38 : Lecteur des résultats des Stréptocoques fécaux.....	Annexes II

Liste des tableaux

Tableau I: Germes pathogène rencontrés dans les eaux usées.....	04
Tableau II : Normes de rejets internationales.....	Annexes III
Tableau III : Valeurs limitent des paramètres de rejet dans un milieu récepteur Annexes	III
Tableau IV: Résultats des analyses physico chimique.....	Annexes III
Tableau V: Résultats des analyses bactériologiques.....	Annexes III
Tableau VI : Normes des rejets de l’OMS (2013)	Annexes III

Introduction

L'eau est un facteur majeur de la santé publique. Que ce soit par ses usages de boisson, de loisirs nautiques, en agro-alimentaire, pour l'hygiène générale ou l'industrie et les transports, elle véhicule des dangers sanitaires **(LEVI, 2013)**.

Le rejet direct des eaux usées dans le milieu naturel perturbe l'équilibre aquatique en transformant le milieu accepteur en égouts. Cette pollution peut aller jusqu'à la disparition de toute vie. Pour cela, il faut épurer et 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 **(GAID, 1984)**.

L'intérêt de l'épuration des eaux usées en Algérie n'est pas seulement de lutter contre la pollution, mais aussi d'assurer une nouvelle ressource en eau, qui va soulager la crise de pénurie d'eau, surtout dans le domaine de l'irrigation agricole **(HARTANI, 2004)**.

Le lagunage est généralement utilisé dans le traitement secondaire des eaux usées en zone rurale, on les réalise par aménagement des dépressions naturelles ou par creusement **(GAID, 1984)**.

Le traitement par boues activées elles constituent une autre voie d'élimination des eaux usées dans la mesure où celles-ci y subissent toute une batterie de traitements avant leur déversement dans le milieu naturel. Une STEP généralement placée à l'extrémité aval d'un réseau est conçue pour épurer les eaux usées et limiter l'apport en excès de matière organique et dans certains cas, de substances minérales telles que les nitrates et les phosphates dans les milieux récepteurs sachant que certaines substances contenues dans un effluent, à partir d'une certaine concentration, peuvent constituer un danger pour la communauté aquatique, l'épuration des eaux usées diminue l'impact sur les écosystèmes aquatiques **(BRIERE, 1994)**.

L'Algérie compte environ 100 stations d'épuration réparties à travers tout le territoire national avec une capacité de l'ordre de 731 millions m³/an **(ONA, 2009)**.

Introduction

La quantité d'eau épurée par ces stations est de 223 millions m³ /an, ce qui est considéré comme un faible Rendement en matière de traitement des eaux usées **(MEKLATI, 2009)**.

Ce travail à pour but d'étudier et contrôler des paramètres physico-chimiques et bactériologiques des eaux usées de station d'épuration de KOLEA de la wilaya de TIPASA au cours de leur traitement afin de les rejeter au milieu naturel direct.

Notre travail est divisé en trois grands chapitres :

- Chapitre I : Généralité sur l'eau.
- Chapitre II : Matériel et méthodes.
- Chapitre III : Résultats et discussions.

I-1 Définition des eaux usées

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

Elles représentent, une fraction du volume des ressources en eaux utilisables mais leur qualité très médiocre exige une épuration avant leur rejet dans le milieu naturel (THOMAS, 1955).

I-2 Origine des eaux usées

I-2-1 Origine domestique

Les eaux usées d'origine domestique comprennent :

- Les eaux ménagères (eaux de cuisine, de lessive, toilette, etc) ;
- Les eaux vannes (en provenance des W.C, matières fécales et urines)

(HENRI GUERREE et al, 1978).

I-2-2 Origine agricole

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

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

(GROSCLAUDE, 1999).

I-2-3 Origine industrielle

Les eaux résiduaires d'origine industrielle ont généralement une composition

plus spécifique et directement liée au type d'industrie considérée. Indépendamment de la charge de la pollution organique ou minérale, de leur caractère putrescible ou non, elles peuvent présenter des caractéristiques de toxicité propres liées aux produits chimiques transportés (RODIER, 2005).

I-3 Composition des eaux usées

La composition des eaux usées est extrêmement variable en fonction de leur origine, elles peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute, ainsi que de nombreux microorganismes.

I-3-1 Les matières en suspension

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

I-3-2 Micro-organismes

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

Les germes pathogènes susceptibles d'être présents dans les eaux sont données dans le tableau suivant :

Tableau I : Germes pathogène rencontrés dans les eaux usées (DEGREMENT, 1989).

Germes	Organismes	Maladies
Bactéries pathogènes	Salmonella Shigelles	Typhoïde Dysenterie
Entérobactérie vibrions	Colibacilles Leptospires Mycobactéries Vibron coma	Tuberculose Cholera.

CHAPITRE I : Généralités sur l'eau usées

Virus	Entérovirus Reovirus Adénovirus Rota Virus	Poliomyélite Méningite Affection respiratoire, Diarrhée.
Parasites	Taenia, ascaris	Lésions Viscérales Eczéma, Maladie de la peau .

I-3-3 Micropolluants organiques et non organiques

Les micropolluants sont des éléments présents en quantité infinitésimale dans les eaux usées.

- **Eléments traces minéraux ou organiques**

Les métaux lourds que l'on trouve dans les eaux usées urbaines sont extrêmement nombreux ; les plus abondants (de l'ordre de quelques $\mu\text{g/l}$) sont le fer, le zinc, le cuivre et le plomb.

Les autres métaux (manganèse, aluminium, chrome, arsenic, sélénium, mercure, cadmium, molybdène, nickel, etc.) sont présents à l'état de traces (**CAUCHI, 1996**).

I-4 principaux paramètres de pollution

I-4-1 Paramètres physiques

I-4-1-1 Température

Elle joue un rôle très important dans la solubilité des sels et surtout des gaz, et la détermination du PH. Elle permet de déceler les conditions extrêmes préjudiciables ou bon fonctionnement du processus biologiques (**BELOKDA, 2009**).

La température de l'eau dépend directement des conditions atmosphérique (**ANTON et al, 2011**).

I-4-1-2 Conductivité électrique

La Conductivité va déterminer la teneur des minéraux présents dans une solution ; une eau douce accusera généralement une Conductivité basse et bien au

contraire une eau dite dure affichera une Conductivité élevée (**BREMAUD et al, 2006**).

I-4-1-3 Turbidité

Matières organiques ou minérales en suspension, (sable, oxydes, débris de roches, matières végétales...), elles constituent la Turbidité de l'eau (**AUDISIO et al, 2010**).

I-4-1-4 Potentiel d'hydrogène

L'acidité, la neutralité ou l'alcalinité d'une solution aqueuse peut s'exprimer par la concentration en H_3O^+ (noté H^+ pour simplifier). De manière à faciliter cette expression ; on utilise le logarithme décimal de l'inverse de la concentration en ion H^+ : c'est le pH (**MATHIEU et PIELTAIN, 2003**).

I-4-2 Paramètres chimiques

I-4-2-1 Oxygène dissous

C'est la quantité d'oxygène présente dans l'eau à l'État dissous. Elle revêt une importance fondamentale au plan écologique car elle conditionne la vie de tous les peuplements d'organismes hétérotrophes dans les biotopes aquatiques (**RAMADE, 2011**).

I-4-2-2 Matière en suspension (MES)

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

I-4-2-3 Demande chimique en oxygène (DCO)

La DCO désigne la concentration en polluants inorganiques et/ou organiques qui ne peuvent être biodégradés par les micro-organismes aérobies des biotopes aquatiques. Elle mesure donc la quantité totale des substances chimiquement oxydables présentes dans une eau polluée (**RAMADE, 2011**).

I-4-2-4 Demande biologique en oxygène (DBO)

La teneur en micro-organismes d'un effluent pollué ou d'une eau naturelle se mesure indirectement par sa DBO.

La DBO constitue donc une mesure de la pollution des eaux par les matières organiques. En effet, le rejet de matière organique fermentescibles par un émissaire d'égout par exemple provoque immédiatement une déplétion de la teneur en oxygène dissous par dégradation sous l'action des bactéries aérobies qui va s'atténuer dans le sens du courant (**RAMADE, 2011**).

I-4-2-5 Azote

Il est présent sous deux formes en solutions, l'ammoniacque (NH_3) et l'ammonium (NH_4^+) dont les proportions dépendent du pH et de la température. L'azote ammoniacal provient des excréments animaux et de la décomposition bactérienne des composés organiques azotés (**AMINOT et CHAUSSEPIED, 1983**).

I-4-2-6 phosphate

Dans les eaux résiduaires le phosphore peut se rencontrer sous forme de sels minéraux (orthophosphates, polyphosphate) mais aussi sous forme de composés organophosphorés. Ces différents composés sont soit solubilisés soit fixés sur les matières en suspension (**RODIER et al., 2009**).

I-4-2-7 Nitrites

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

Les Nitrites proviennent de la réduction bactérienne des nitrates, appelée dénitrification. Les Nitrites constituent un poison dangereux pour les organismes aquatiques, même à de très faible concentration. La toxicité augmente avec la température, car la température élevée c'est un paramètre important pour le développement des bactéries nitrifiantes (**RODIER et al., 2009**).

I-4-2-8 Azote ammoniacal (NH_4^+)

Les eaux usées contiennent toujours de l'azote ammoniacal, produit normal de la biodégradation de l'azote organique (protéines, acides aminés, etc.) (TARDAT et BEAUDRY, 1999).

I-4-3 Paramètres bactériologique

I-4-3 -1 Coliformes fécaux

Le terme de "Coliformes fécaux" ou de "Coliformes thermo-tolérants" correspond à des Coliformes qui présentent les mêmes propriétés (caractéristiques des Coliformes) après incubation à la température de 44°C. Le groupe des Coliformes fécaux comprend entre autres les espèces suivantes : *Citrobacter freundii*, *Citrobacter diversus*, *Citrobacter amalonaticus*, *Enterobacter aerogenes*, *Enterobacter cloacae*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Klebsiella oxytoca*, *Moellerella wisconsensis*, *Salmonella*, *Yersinia enterocolitica* (RODIER., 2009).

I-4-3-2 Coliformes totaux

Organismes coliformes groupe de bactéries Gram négatif, aérobies et anaérobies facultatifs, non sporulées, fermentant le lactose, hôtes typiques du gros intestin de l'homme et des animaux (ISO).

I-4-3-3 Streptocoques fécaux

Les Streptocoques fécaux sont des bactéries à Gram positif, en forme de cocci allongés et ovales, souvent associées par paire ou en chaîne courtes, qui forment des colonies totalement ou partiellement roses ou rouges foncés (HANS, 1988).

Les Streptocoques témoins d'une contamination d'origine fécale, les micro-organismes : *Streptococcus faecalis*, *Streptococcus faecium*, *Streptococcus durans*, *Streptococcus avium* (BRANGER, 2007).

I-4-3-4 Salmonelles

Les Salmonelles sont des bactéries parasites intestinales des vertébrés, agents de salmonelloses (DELARRAS et al., 2010).

I-4-3-5 Staphylocoques

Les Staphylocoques sont des coques immobiles, isolés ou groupés en diplocoques ou, le plus souvent, en amas plan de plusieurs éléments, diamètre moyen 0,8 μm . Après coloration de gram, ce sont des cocci Gram positif.

La grande majorité des souches *Staphylocoques aureus* sont capsulées, mais les souches peuvent perdre leur capsule après culture (**LE LOIR et al., 2010**).

I-4-3-6 Vibriion cholérique

Les espèces de Vibriion concernant l'homme (eaux de boisson, eaux de baignade, aliments dont produits de la mer...) se rapportent principalement aux :

- ✓ Vibrions cholériques des eaux douces et marines.
- ✓ Vibrions halophiles des eaux marines.

Les cholériques sont halotolérants et peuvent se développer en présence de Chlorure de Sodium (3% en général), certaines souches engendrent le choléra (**DELLARAS et al., 2010**).

I-4-4 paramètres organoleptiques

I-4-4-1 Couleur

La couleur des eaux est due à des acides humiques, grosses molécules contenant des cycles aromatiques ou polyaromatiques avec des fonctions hydroxyles ou acides (**VILAGINES, 2010**).

I-4-4-2 Odeur-Saveur

Ces deux paramètres sont regroupés et font appel aux mêmes types de traitement. L'odeur et la saveur anormales sont dues à des molécules organiques contenues en très faibles quantités dans les eaux. Ces molécules peuvent être soit des molécules d'origine naturelles (métabolites d'algues, d'actinomycètes....) soit d'origine de pollutions domestiques ou industrielles (**VILAGINES, 2010**).

I-5 Etapes de traitement

Le traitement ou l'épuration des eaux usées consiste à décanter les

CHAPITRE I : Généralités sur l'eau usées

éléments polluants et à extraire les éléments dissoutes qui sont transformés en matières sédimentables suite à un traitement approprié. Ainsi, à la sortie de la station il en résulte d'une part une eau épurée rejetée dans le milieu naturel, et d'autre part, des sous produits désignés sous le terme de boues résiduaire (WARTHER et OGADA, 1999).



Figure N°1 :Etapas de traitement d'une eau usée (ANONYME, 2016).

I-5 -1 Prétraitement

Comprend le dégrillage et le des sablage pour l'extraction des matières en suspension grossières telle que le corps gras, les huiles et les graisses, le sable, le gravier, les roches et toute autre grosse matière flottante (par exemple le plastique, le bois, etc) (PAY et *al*, 2011)

I-5-1-1 Dégrillage et tamisage

L'objectif du dégrillage est de débarrasser des matières plus volumineuses a la surface ou entre deux eaux.

Le dégrillage soulage le travail de la station d'épuration des points de vue biologique mécanique de l'ouvrage et par ailleur doit toujours s'effectuer avant une opération de relèvement (GUERREE et GOMELLA, 1978).

Le dégrillage est un procédé qui consiste à retenir les solides contenus dans les rejets, les éléments les plus gros sont retenus par des grilles (méthode du grillage) ou par des tamis (tamisage) le tamisage s'apparente au dégrillage mais avec des débits bien inférieurs car les grilles sont remplacées par des toiles métalliques ou des tissus (GREGORIO et PIERRE, 2008).



Figure N° 2 : Dégrilleurs grossier (Photo originale)

I-5 -1-2 Dessablage

Dessablage a pour but d'extraire les graviers, sables et autre particules minérales de diamètres supérieures à 0,2 mm contenus dans les eaux usées, de façon à éviter les dépôts dans les canaux et conduits, à protéger les pompes et autres appareils contre l'abrasion. L'écoulement de l'eau à une vitesse réduite dans un bassin appelé « dessableur » entraîne leur dépôt au fond de l'ouvrage. Ces particules sont ensuite aspirées par une pompe.

Les sables extraits peuvent être lavés avant d'être mis en décharge, afin de limiter le pourcentage de matières organiques, sa dégradation provoquant des odeurs et une instabilité mécanique du matériau (DEGREMENT, 1972).



Figure N° 3 : Dessableur (Photo originale)

I-5-1-3 Déshuilage

Les méthodes de déshuilage généralement combinées avec des sablage ont pour but de collecter des matières huileuses déjà rassemblées à la surface de l'effluent (GREGORIO et PIERRE, 2008).

I-5 -1-4 Flocculation et coagulation

Agrégation de particules dans l'eau entraînant la sédimentation des impuretés. Ce phénomène peut être induit par des coagulants (chaux ou sels

ferreux).

Dans le domaine de l'eau et du traitement des eaux usées, la floculation est l'accumulation ou l'agrégation des fines particules colloïdes en suspension obtenues après coagulation par brassage léger (mécanique ou hydraulique). Les matières en suspension forment ainsi des flocons qui peuvent ensuite être séparés de l'eau ou des eaux usées (**JOHN et al., 2010**).

L'ajout d'un coagulant permet un accroissement de leur taille et une décantation plus rapide, ce traitement peut aussi déstabiliser les suspensions colloïdales qui ne peuvent pas décanter naturellement. L'ajout de coagulant permet aussi de réduire la turbidité, la concentration en polluants dissous (métaux, phosphore, matière organique)

I-5-2 Traitement primaire

Presque toutes les matières décantables qui se trouvent dans les sédiments des eaux usées se déposent au fond du réacteur, d'où elles sont régulièrement retirées (**PAYet al.,2011**).

La décantation consiste à accumuler dans le fond du bassin les matières en suspension dans le lisière traitée, la descente des particules ne doit pas être perturbée par le flux ascendant du liquide traité (**MARIE et al. , 2005**).

Les matières en suspension se déposent sous forme de boues au fond du bassin, ou elle raclées et évacuées vers le digesteur. L'eau décantée passe ensuite dans un bassin d'aération pour y subir une épuration biologique. (**JACQUES, 2011**).



Figure N°4: Décanteur (Photo originale).

I-5 -3 Traitement secondaire (Biologique)

Les procédés d'épuration secondaire (ou biologique) comprennent des procédés biologique naturels ou artificiels, fais ant intervenir des microorganismes aérobies pour décomposer les matières organiques dissoutes ou finement dispersées (DESJARDINS, 1997).

- **voie anaérobie**

Il existe également des procédés d'épuration biologique en anaérobie, qui permettent d'économiser de l'énergie (pas ou peu de maintenance), de produire moins de boues et d'éliminer en particulier les polluants minéraux. De plus, ces procédés produisent du biogaz (essentiellement du méthane) qui peut être réutilisable ; on parle d'épuration anaérobie de méthanisation.

Certains champignons ont également des potentialités pour dégrader et augmenter la biodisponibilité des polluants, certaines souches fongiques sont particulièrement efficaces contre les métaux, les PCB et les colorants (**GREGORIO et PIERRE, 2008**).

- **voie aérobie**

Des aérateurs peuvent être utilisés pour brasser l'air et optimiser l'activité des bactéries. Ces processus induisent la formation de boues au fond des bassins

CHAPITRE I : Généralités sur l'eau usées

(clarificateur) qui sont récupérables après. Les polluants sont alors digérés par ces êtres vivants microscopiques et transformés en jours. Une partie de ces boues retourne dans les bassins pour éviter une très grande perte en bactéries. En effet, le traitement biologique reste le procédé le plus efficace pour restaurer la qualité de l'eau en se débarrassant des polluants. **(KHAOULANI, 2015).**



FigureN°5: Bassins d'aérations **(photo originale).**

- **Boues activées**

Le principal objectif du traitement des boues en station d'épuration est d'en réduire le volume pour limiter les quantités à stocker et de les stabiliser pour en améliorer les caractéristiques physiques (amélioration de leur tenue en tas) et arrêter la biodégradation dont elles sont le lieu. En effet, leur forte teneur en eau (99%) et les fortes populations bactériennes qui s'y retrouvent en font un bouillon de culture favorable à la dégradation de la matière organique fraîche et très fermentescible qu'elles contiennent, avec production de mauvaises odeurs. Outre la teneur en éléments-traces (liée à la présence de matières minérales dissoutes ou insolubles), la siccité est un paramètre fondamental de la caractéristique des boues : elle s'exprime en tonnages de Matière Sèche (MS) **(ANONYME, 2010).**

Le réacteur à boues activées est un vase de culture bactérienne

fonctionnant en continue. Les boues activées étant la suspension boueuse contenant la flore bactérienne épuratrice Le milieu étant suffisamment oxygéné, il s'y établit une flore bactérienne aérobie. Grâce à leurs enzymes, ces bactéries solubilisent les matières colloïdales et utilisent les matières organiques dissoutes soit pour se procurer par oxydation l'énergie nécessaire, soit pour synthétiser du protoplasme et se multiplier (NEDJ AH, 2016).

Les boues d'épuration peuvent être de deux types :

- **les boues primaire** : qui sont obtenues par simple décantation des eaux usées elles sont en général riches en matières minérales (micro-sables, terres ...) et contiennent de éléments organiques susceptibles de migrer (matières volatiles).
- **les boues biologique ou boues secondaires** : qui résultent d'un traitement biologique des eaux usées, elles sont constituées essentiellement des corps bactériens et de leur sécrétions.

I-5-4 traitement tertiaire

Fait référence aux processus de traitement en aval du traitement secondaire comme l'élimination additionnelle de matières solides par floculation, coagulation et sédimentation : la filtration sur milieu granulaire : ou la désinfection. Lorsque les processus de traitement tertiaires sont utilisés, la séquence globale des processus de traitement des eaux usées est souvent décrite comme étant un "traitement des eaux usées avancé"

Le traitement tertiaire et même dans certains cas le traitement secondaire (selon le processus choisi) est généralement inabordable et souvent trop complexe pour être exploité de manière satisfaisante dans de nombreux pays à faible revenu . (PAY et al,2011).

Traitement des boues

a) l'épaississement

Il s'agit de la première étape de traitement des boues, qui s'opère en général avant le mélange des boues issues des différentes étapes d'épuration des eaux usées (boues primaires, secondaires, et éventuellement tertiaires). Cette étape peut être précédée de l'ajout de flocculants organiques de synthèse (polyélectrolytes) ou minéraux (chaux, sels de fer ou d'aluminium), afin de faciliter la séparation des phases solide et liquide des boues.

L'épaississement consiste à laisser s'écouler les boues par gravitation à travers un silo placé au-dessus d'une table d'égouttage ou d'une toile semi-perméable. Autre technique de concentration : la flottation, basée sur l'injection de gaz dans les boues, ce qui sépare les phases liquides et solides par différence de densité (ANONYME, 2010).



Figure N°6 : Epaisseur (photo originale).

b) Déshydratation

Après la phase d'épaississement qui a permis d'éliminer 60 à 80 % d'eau et la phase de stabilisation, le traitement des boues est complète par une déshydratation

qui a pour but d'éliminer le maximum de l'eau résiduelle, deux catégories de mécaniques et les procédés thermiques (**GERARD, 1999**).



Figure N°7 : Déshydrateur mécanique (Photo originale).

c) Centrifugation

Ce type d'équipement, installé sur les station comme séparateur en amont du traitement est potentiellement utilisable pour la déshydratation des boues. (**MARIE et al, 2005**).

cette technologie déshydrate les boues par l'effet de la façon centrifuge, via un cylindre en rotation autour d'un axe horizontal dans lequel elles sont introduites les boues préalablement floculées sont injectées au centre de cylindre, puis se répandent sur la surface par l'effet de la centrifugation, une vis d'Archimède récupère les liquides du côté de l'entrée des boues et une autre récupère les boues séchées de l'autre côté le principal inconvénient de la centrifugeuse est sa consommation énergétique (**LINDA et al , 2018**).

d) Séchage des boues

Est une déshydratation quasi-totale des boues par évaporation de l'eau qu'elles contiennent ; la réduction de volume qui en résulte est conséquente (**ANONYME, 2010**).

CHAPITRE I : Généralités sur l'eau usées

- **Le séchage thermique** : Il repose sur deux méthodes : directe et indirecte. Le séchage direct consiste en une évaporation des boues par convection, via un fluide caloporteur. Le séchage indirect repose quant à lui en un échange de chaleur par conduction, via une paroi chauffée par un fluide caloporteur. En sortie, les boues se présentent sous forme de poudres ou de granulés (ANONYME, 2010).
- **Les lits de séchage** : Ce procédé consiste à répartir les boues à déshydrater sur une surface drainante (composée de plusieurs couches de gravier et de sable de granulométries variables), à travers laquelle s'écoule l'eau interstitielle. Ces lits de séchages sont mis sous serre pour non seulement tirer partie du phénomène d'évaporation naturelle, mais l'accélérer par les rayons du soleil (ANONYME, 2010).

II-1 Objectif de travail

Ce travail consiste à étudier les différentes analyses physico-chimiques et bactériologique des eaux usées de la station d'épuration de KOLEA (wilaya de Tipasa), et l'obtention d'une eau épurée qui est satisfait aux normes des rejets édictés par l'OMS, et pouvant par la suite être évacuée sans danger du l'environnement.

Cette étude s'est déroulée du mois de février 2019 jusqu'au mois de juin 2019. Les différentes analyses ont été effectuées au niveau de laboratoire de la station de CHENOUA pour les analyses physico chimiques et CNRDPA pour les analyses bactériologiques.

II-2 présentation de la station d'épuration

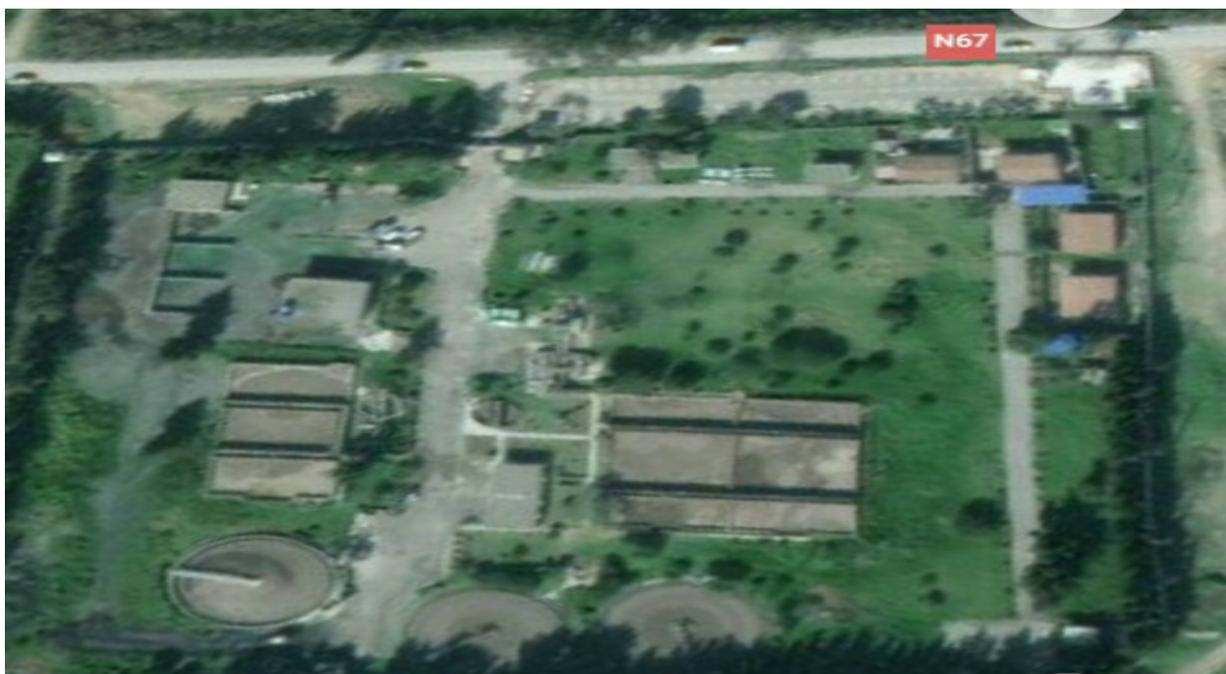


FIGURE N°8 : Vue satellitaire de la STEP de KOLEA (Google earth search 2019).

La station d'épuration de KOLEA est implantée à la ville de TIPAZA, a proximité de l'oued MAZAFRAN, Elle s'étend sur un terrain de 180 m.

La station d'épuration est implantée dans la partie la plus basse de la ville de

KOLEA, à proximité de l'oued MAZAFRAN. Elle s'étend sur un terrain de 180m x 150m soit 27000m² (2,7 hectares).

La station d'épuration de KOLEA a été mise en service en 1986 et exploitée par la société des eaux de l'assainissement d'Alger (SEAAL) à partir de 2012.

Le procédé d'épuration adoptée est une Boue Activée à faible charge, épure les eaux usées urbaines, notamment les eaux domestiques avec déshydratation mécanique des boues par filtre à bandes

Le génie civil a réalisé par European Network for Individualized Treatment of Endometrial Cancer (L'E.N.I.T.E.C) d'EL_HARRACH en collaboration avec la société belge PASSAVANT concernant l'étude (dimensionnement) et fourniture des équipements.

Le montage de cet équipement a été assuré par L'E.N.I.T.E.C.

II-3 Matériels

II-3-1 Matériel biologique

Durant toute la période de stage qu'a durée environ 5 mois nous avons fait presque 13 prélèvements concernant les analyses physique chimique et 5 prélèvement concernant les analyse bactériologique, et pour simplifier la lecture et l'écritures des ces prélèvements nous avons écrit le premier lettre de chaque mois (F : février, M : mars, A : avril, MA : mai).

II-3-2 Matériel non biologique

Le matériel qu'on a utilisé : flacons de prélèvement, les boites de pétries, les réactifs et les appareils.

II-4 Méthodes

II-4-1 Méthodes de prélèvement

L'étude des paramètres physico-chimiques des eaux usées nécessitent des prélèvements des eaux usées et épurées qu'ont été effectué grâce à un préleveur automatique qui prend un volume de 1 litre pour chaque échantillon.



Figure N°9 : Préleveur automatique de la STEP

Et pour les analyses bactériologiques les prélèvements des eaux usées et épurées se fait manuellement et les échantillons doivent être conserver avec une température inférieure à 4°C.

II-5 Analyses physico-chimiques

II-5-1 La Conductivité

Pour déterminer la Conductivité électrique de l'eau on doit appliquer les étapes suivantes :

- ✓ L'analyse s'effectue sur un prélèvement d'eau dont le volume doit être suffisant pour prolonger l'électrode de conductimètre.
- ✓ Rincer plusieurs fois la cellule à Conductivité, d'abord avec l'eau distillée puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner, faire la mesure dans un deuxième récipient en prenant soin que les électrodes de platine soit complètement immergée.
- ✓ Lire directement le résultat qui est donné directement en $\mu\text{S}/\text{cm}$.

II-5-2 pH

Le PH est mesuré à l'aide d'une PH mètre selon les étapes suivantes :

- ✓ Prendre environ 20ml d'eau à analyser.
- ✓ Mettre un agitateur avec une faible agitation.
- ✓ Mettre l'électrode dans le bécher.
- ✓ Laisser stabiliser un moment avec une faible vitesse d'agitation, puis noter le PH.

II-5 -3 Température

La mesure de la température est effectuée à l'aide d'un thermomètre à mercure immergé dans l'eau pendant 10 minutes. Et puis lire directement le résultat qui est donné directement en $^{\circ}\text{C}$.

II-5-4 MES

La détermination des matières en suspension dans l'eau s'effectue par filtration ou centrifugation.

- ✓ Le filtrat d'un échantillon est évaporé dans une capsule préalablement pesée.
- ✓ Lorsque l'évaporation est terminée, le résidu est séché à 105°C et pesé de

nouveau.

- ✓ Le poids de solides dissous est obtenu par différence des poids.
- ✓ La quantité de solides dissous volatils est obtenue par la différence entre le poids du résidu calciné à 550 °C et celui séché à 105 °C.

II-5 -6 DBO

La détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO₅) pendant 5 jours d'incubation se fait selon la norme (ISO 5815-1, 2003) et selon le protocole ci-après :

- ✓ A l'aide d'une éprouvette, verser le volume approprié d'échantillon dans le flacon de l'appareil BODTrak contenant un agitateur magnétique.
- ✓ Appliquer de la graisse pour robinet sur le bord de chaque flacon et sur la lèvre de la cupule.
- ✓ Placer la cupule contenant environ 0.4g d'hydroxyde de lithium dans le goulot de chaque flacon.
- ✓ Placer les flacons sur l'appareil BODTrak.
- ✓ Raccorder le tuyau approprié à chaque flacon et serrer soigneusement le bouchon, chaque tuyau est étiqueté avec le n° de voie qui correspond à celui du panneau de commande.
- ✓ Placer l'appareil BODTrak dans l'incubateur réglé à 20 °C.
- ✓ Mettre en marche l'appareil.
- ✓ Vérifier que les barreaux d'agitation sont en mouvement.
- ✓ Pour démarrer l'essai, presser le n° de voie du flacon.
- ✓ Presser la touche ON pour sélectionner la gamme de mesure.
- ✓ Les touches <et> servent à diminuer ou à augmenter la gamme.
- ✓ Presser et maintenir la touche ON pour démarrer l'essai.
- ✓ Lire les résultats de la DBO directement à l'affichage de l'appareil BODTrak en pressant le n° de voie correspondant à chaque échantillon.

II-5-7 DCO

Ce mode opératoire décrit la méthode de mesure de la demande chimique en oxygène (DCO) pour deux gammes : 150 à 1000mg O₂/l (haute gamme : LCK 114) et 15 à 150mg O₂/l (basse gamme : LCK 314). Pour cela :

- ✓ Prendre une cuve de la gamme indiquée et bien l'agiter : l'agitation de la cuve est obligatoire afin de mélanger les dépôts des substances décantés avec le reste de la solution dans la cuve DCO.
- ✓ Pipter 2ml de l'échantillon dans la cuve.
- ✓ Bien agiter la cuve à code barre.
- ✓ Chauffer le tube pendant 2h à 148 °C, le chauffage de la cuve à 148°C pendant 2heurs dans le thermostat LT20 est une étape essentielle, afin de permettre aux substances oxydables de réagir avec le bicarbonate de potassium sulfurique en présence de catalyseur le sulfate d'argent.
- ✓ Secouer énergiquement, laisser refroidir la cuve pendant un petit moment.
- ✓ Nettoyer la cuve puis l'insérer dans l'emplacement approprié du DR2800/DR3800.
- ✓ La valeur de la concentration des DCO s'affichera directement sur l'écran du spectrophotomètre en mg O₂/l.

II-5 -8 dosage de l'azote amoniacal par méthode kit Hach

Ce mode opératoire décrit une méthode d'analyse pour la détermination de la concentration de l'azote ammoniacale allant de 1-12 mg /l, 2-47 mg /l et 47 -130 mg /l. Le mode opératoire est décrit ci-dessous :

- ✓ Enlever délicatement la feuille de protection Dosi cap ZIP.
- ✓ Dévisser le Dosi cap ZIP.
- ✓ Pipter 0.2 ml de l'échantillon dans la cuve à code barre pour LCK 303 /LCK303 et 0,5 ml de l'échantillon pour LCK 305.
- ✓ Vissez immédiatement le Dosi cap ZIP en dirigeant le cannelage vers le haut et secouer énergiquement.
- ✓ Attendre 15 min et mesurer en appuyant sur le menu code à barre.

II-5 -9 Dosage de nitrate

Ce mode opératoire décrit une méthode d'analyse pour la détermination de la concentration des nitrates allant de 1-60mg/l ou 0.23-13.5mg/l N-NO₃

- ✓ Pipter 1 ml d'échantillon dans la cuve à code barre.

- ✓ Ajouter 0,2 ml de la solution A (LCK 339).
- ✓ Fermer la cuve et mélanger le contenu en le retournant plusieurs fois de suite jusqu'à ce que le mélange soit complet.
- ✓ Laisser reposer la cuve pendant 15 minutes.
- ✓ Insérer la cuve dans le DR2800 après avoir nettoyé son extérieur en appuyant sur le menu code à barre.

II-5 -10 Dosage de nitrite

Ce mode opératoire décrit une méthode d'analyse pour la détermination de la concentration des nitrites allant de 0.6 – 6.0 mg/lN- NO₂/ 2 – 20 mg/l NO₂.

- ✓ Enlever délicatement la feuille de protection Dosi cap ZIP détachable.
- ✓ Dévissez le Dosi cap ZIP.
- ✓ Pipeter 2ml de l'échantillon.
- ✓ Vissez immédiatement le Dosi cap ZIP en dirigeant le cannelage vers le haut.
- ✓ Secouer énergiquement ; Attendre 10 min et mélanger de nouveau.
- ✓ Bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer en appuyant sur le menu code à barre.

II-5-11 Dosage de phosphore

- ✓ Enlever délicatement la feuille de protection du dosicape zpi.
- ✓ Dévisser le Dosi cap ZIP.
- ✓ Pipeter 0,4 ml de l'échantillon.
- ✓ Visser le Dosi cap ZIP en dirigeant le cannelage vers le haut
- ✓ Secouer énergiquement.
- ✓ Chauffer dans le thermostat à 100 °c pendant 60 min.
- ✓ Visser un Dosi cap ZIP (LCK 350) gris sur la cuve.
- ✓ Mélanger le contenu de la cuve en le retournant plusieurs fois de suite, laisser reposer la cuve pendant 10 min puis mélanger de nouveau et mesurer en appuyant sur le menu code à barre.

II-6 Analyses bactériologiques

Préparation des dilutions

Avant de réaliser les analyses bactériologiques des eaux de la STEP de KOLEA, nous avons effectué une série de dilution de 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} et 10^{-5} pour les eaux brutes et de 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} pour les eaux épurées. Pour cela nous avons procédé selon les étapes suivantes :

- ✓ Prendre une série de flacons stériles contenant 90 ml d'eau oxygénée
- ✓ Ajouter dans le premier flacon 10 ml de l'échantillon à analyser, fermer et agiter le flacon ; la suspension obtenue est de 10^{-1}
- ✓ De la même façon prélever 10 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.

II-6 -1 Colimétrie et Stréptométrie par filtration sur membrane

Préparation des milieux de culture

- ✓ En zone stérile Couler la gélose du tergitol pour les coliformes (et slanetz pour streptocoques) 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 et slanetz vers le haut.

Filtration sur membrane

- ✓ Préparer une zone stérile, Placer la membrane stérile sur le système de filtration.
- ✓ Mettre en place la pompe à vide.
- ✓ Verser 100 ml d'échantillon d'eau et filtrer en aspirant avec une pompe à vide.

Ensemencement

- ✓ Ouvrir le système de filtration et retirer la membrane avec une pince stérile.
- ✓ Déposer la membrane sur la gélose au tergitol (et slanetz pour Streptocoques), face contaminée en haut. Les éléments nutritifs de la gélose traversent la membrane, ce qui permet le développement des bactéries en surface.

Incubation

- ✓ Pour la recherche de coliformes totaux, placer les boîtes à 37°C pendant 24 et 48 heures.
- ✓ Pour la recherche de coliformes fécaux et les Streptocoques, placer les boîtes à 44°C pendant 24 et 48 heures.

Résultats

- ✓ Les coliformes totaux et fécaux apparaissent sous forme de petites colonies jaunes ou orangées, lisses légèrement bombées.
- ✓ Les streptocoques fécaux apparaissent sous forme de petites colonies rouges, marron ou roses, lisses, légèrement bombées.

Les résultats sont exprimés en nombre de colonies trouvées par 100 ml d'eau à analyser suivant la formule qui suit :

$$\text{Nombre de colonies} = C.100/d.10$$

C : Nombre de colonies comptées sur les boites

D : Dillution utilisée

II-6-2 Vibriion cholérique

La recherche des Vibriion cholérique se fait :

1^{ère} étape : un enrichissement primaire s'effectue sur le milieu Eau peptonée Alcaline (EPA). Porter environ 250 ml de l'eau à analyser dans un flacon contenant 50 ml de milieu EPA 10 fois concentré, après incuber à 37°C pendant 24 heures. La solution obtenue est appelée EPA I.

2^{ème} étape : deuxième enrichissement qui consiste à ensemercer 1ml d'EPA I dans un tube de 10 ml d'EPA simple d'un part, et isolement sur GNAB (Gélose Nutritive Alcaline Biliée) d'autre part l'incubation à 37°C pendant 24 heures.

3^{ème} étape : isolement du tube EPA II sur GNAB II puis incubation à 37°C pendant 24 heures d'une part, et d'autre part à la lecture de la boîte GNAB I.

L'identification se limite à la présence ou l'absence des colonies spécifique. En tenant compte que les vibrions se présentant le plus souvent sous forme de colonies lisses et transparente.

II-6 -3 Staphylocoques

Pour la recherche des Staphylocoques, nous avons suivi les étapes suivantes :

- ✓ Après filtration sur la rompe de filtration, enlever et déposer le filtre sur le milieu gélose Chapman.
- ✓ Incubation à 37°C pendant 48 heures.

Lecture et interprétation

Après l'incubation, il y a l'apparition des Staphylocoques, sous forme de petites colonies mises bombées et pigmentées soit en jaune ou en blanc.

- ✓ Prendre un peu de colonies pour la confirmation, et ensemer dans un tube du bouillon BHIB, incubé à $36\pm 2^\circ\text{C}$ pendant 20 ± 4 heures pour le test à la coagulase.
- ✓ D'autre côté, prélever une colonie avec une pipette pasteur et l'émulsionner dans une goutte d'une solution de peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) (teste de catalase).
- ✓ Observer immédiatement s'il y a l'apparition de bulle d'oxygène (catalase positive) ou absence (catalase négative).

II-6 -4 Salmonella

La recherche de Salmonelles se fait :

1^{ère} jour : un premier enrichissement par l'introduire 100 ml de l'eau à analyser dans 100 ml de milieu de sélénite- cystéine (SFB) puis incubé à 37°C pendant 18 à 24 heures.

2^{ème} jour : Un deuxième enrichissement, Ce flacon fera l'objet :

- ✓ D'une part, d'un deuxième enrichissement sur le milieu Sélénite en tube à raison de 0,1 ml (SFB 2).
- ✓ D'autre part, d'un isolement sur gélose Hecktoen.
- ✓ L'incubation se fait à 37°C pendant 24 heures.

3^{ème} jour : lecture des boîtes et identification

- ✓ D'une part, le tube de sélénite fera l'objet d'un isolement ;
- ✓ D'autre part, la boîte de gélose Hekteon subira une lecture en tenant compte du fait que les salmonella se présentent le plus souvent sous forme de colonies de couleur gris bleu à centre noire.
- ✓ Les colonies suspectes subiront une confirmation sur gélose TSI.

III-1 Résultats des analyses physico-chimiques

Dans cette partie nous étudierons la qualité de l'eau brute et épurée dans la station d'épuration des eaux usées par boue activée de la ville de KOLEA wilaya de TIPASA.

Afin de déterminer les performances de l'épuration des eaux usées au niveau de la STEP de KOLEA, nous avons effectué les analyses de différents paramètres de pollution qui sont: la température, le pH, les matières en suspension (MES), la demande biochimique en oxygène (DBO₅), la demande chimique en oxygène (DCO), l'azote total, l'azote ammoniacal (NH₄), le nitrate (NO₃⁻), ortho-Phosphate (PO₄³⁻), et le phosphore total de l'eau brute et l'eau épurée durant la période de fonctionnement allant du mois de février jusqu'au mois de juin 2019.

III-1-1 Température

C'est un facteur important pour l'activité biologique, elle influence sur la solubilité de l'oxygène du milieu récepteur, donc son pouvoir auto épurateur (BENALLOU, 2004).

Durant la période d'étude, les résultats obtenus sont illustrés dans la figure suivante.

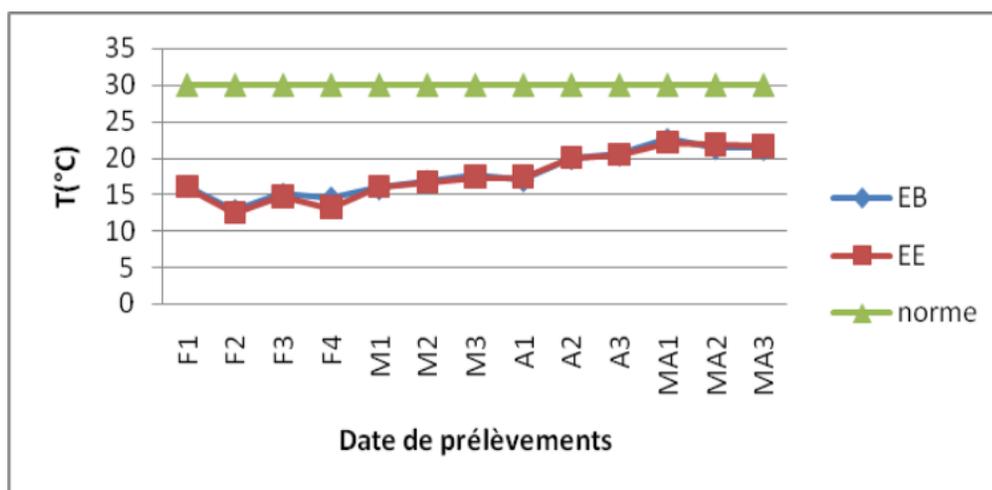


Figure N°10 : Variation de la Température dans l'eau brute et l'eau

épurée.

Les valeurs de la température des différents prélèvements sont un peu proches, elle varie entre 12,9°C et 22,6 °C a l'entrée de la STEP avec une moyenne de 17,84 °C et de 12,5 °C et 22,1°C avec une moyenne de 17,68 à la sortie de la STEP. On remarque que les résultats sont inférieurs aux normes (30°C) de rejet de l'**POMS (2006)** on peut dire qu'on a de bons résultats et que les normes sont respectées, ce qui développe les populations bactériennes de type mésophile, et favorise la dégradation de la pollution organique en conséquence.

III-1-2Potentiel d'hydrogène(pH)

C'est un paramètre important pour définir le caractère agressif ou incrustant d'une eau (**MOUSSA MOUMOUNI ,2005**).

La figure suivante représente la variation du pH de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

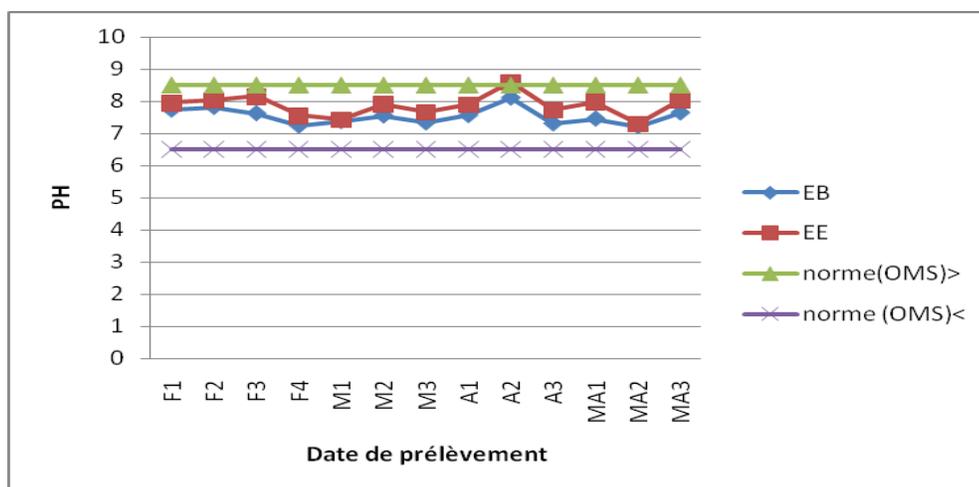


Figure N°11 : Variation du pH dans l'eau brute et l'eau épurée.

Le pH des eaux usées brutes à l'entrée de la station varie entre 7.22 et 8,12 avec une moyenne 7,5.

L'épuration nous a conduit à des valeurs de pH comprises entre 7,29 et 8, 59 avec moyenne 7 ,85.

Nos résultats sont conformes à la norme donnée par l'**POMS** . D'après le tableau

(annexe III).

III-1-3 Conductivité électrique

La conductivité d'une eau fournit une indication précise sur sa teneur en sels dissous (salinité de l'eau), elle s'exprime en $\mu\text{S}/\text{cm}$, sa mesure permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau (DESJARDINS, 1997).

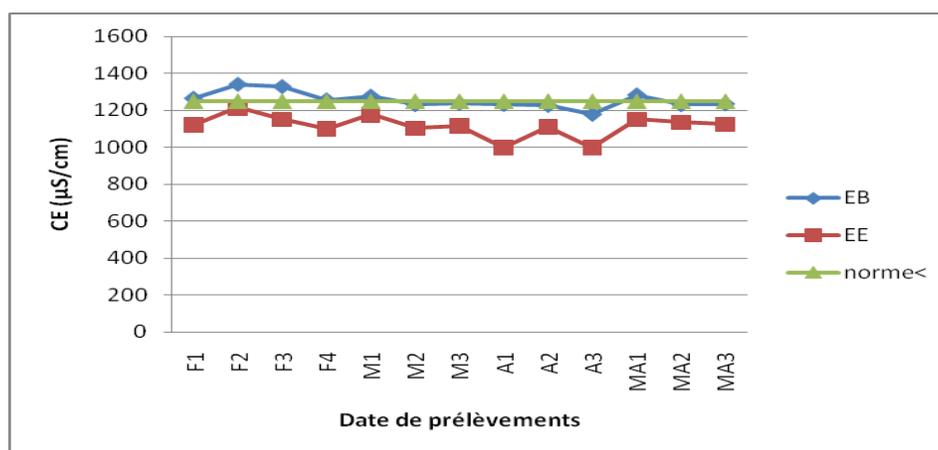


Figure N°12 : Variation de la conductivité dans l'eau brute et l'eau épurée.

Selon les résultats obtenus dans la figure N°12, on observe que les valeurs de conductivité obtenues d'après les analyses, varient entre $1178 \mu\text{S}/\text{cm}$ à $1340 \mu\text{S}/\text{cm}$ avec une moyenne de $1254,9 \mu\text{S}/\text{cm}$ à l'entrée, cette variation est due au changement de la concentration en sels dissous dans les eaux qui arrivent à la STEP.

A la sortie, les valeurs se situent entre $998 \mu\text{S}/\text{cm}$ et $1215 \mu\text{S}/\text{cm}$ avec une moyenne de $1115,84 \mu\text{S}/\text{cm}$ à la sortie, les résultats sont inférieurs à la norme de rejets de l'OMS (2006) qui est à $1250 \mu\text{S}/\text{cm}$.

III-1-4 Matières en suspension

Les matières en suspension représentent l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux usées.

Leurs effets sur les caractéristiques physico-chimiques de l'eau sont très néfastes (modification de la turbidité des eaux, diminution de la capacité

d'épuration de la station, détérioration du matériel par l'abrasion, ainsi que perturbation de l'écosystème, etc.).

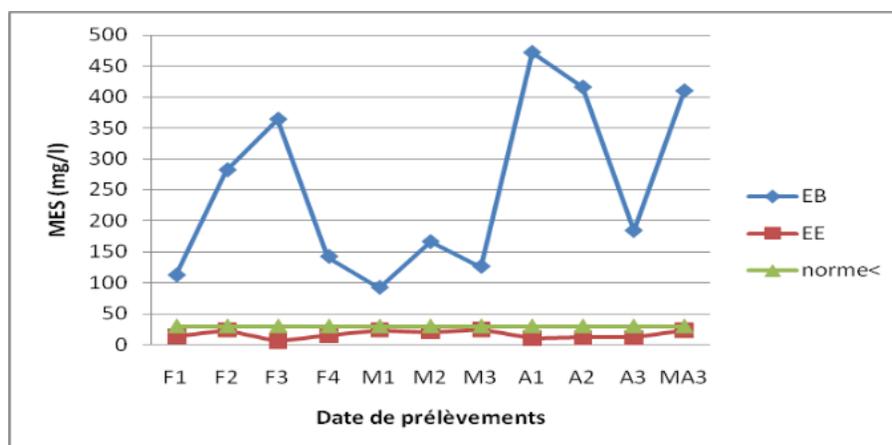


Figure N°13 :Variation des matières en suspension de l'eau brutes et l'eau épurée.

La quantité de la matière en suspension à l'entrée varie entre 92 mg/l et 472 mg/l avec une moyenne de 251,45mg/l, et celle à la sortie varie entre 5mg/l et 25 mg/l avec une moyenne de 16,40 mg/l.

Ces résultats montrent que durant toute la période de février jusqu'au mai, la concentration des MES dans l'eau épurée est inférieure à la norme admise pour le rejet qui est de 30 mg/l. le rendement d'élimination moyen est de 90%

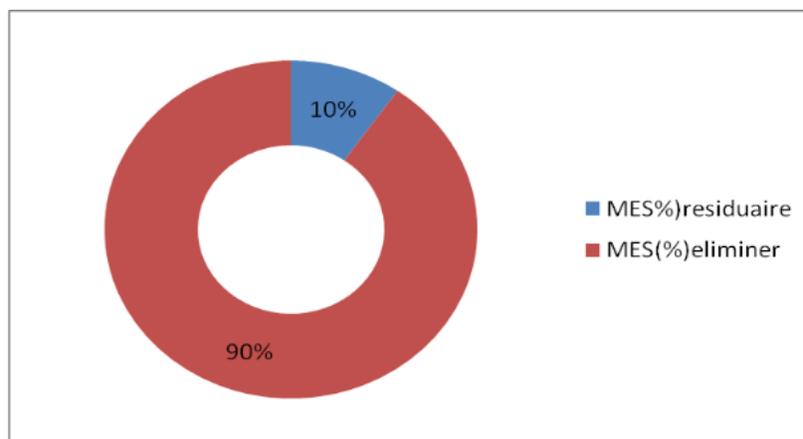


Figure N°14 : Rendement d'élimination de la MES.

III-1-4 Paramètre de pollution organique

III-1-4-1 DCO

La demande chimique en oxygène est la quantité d'oxygène consommée par les matières existantes dans l'eau et oxydable dans des conditions opératoires bien définies (RODIER, 1996).

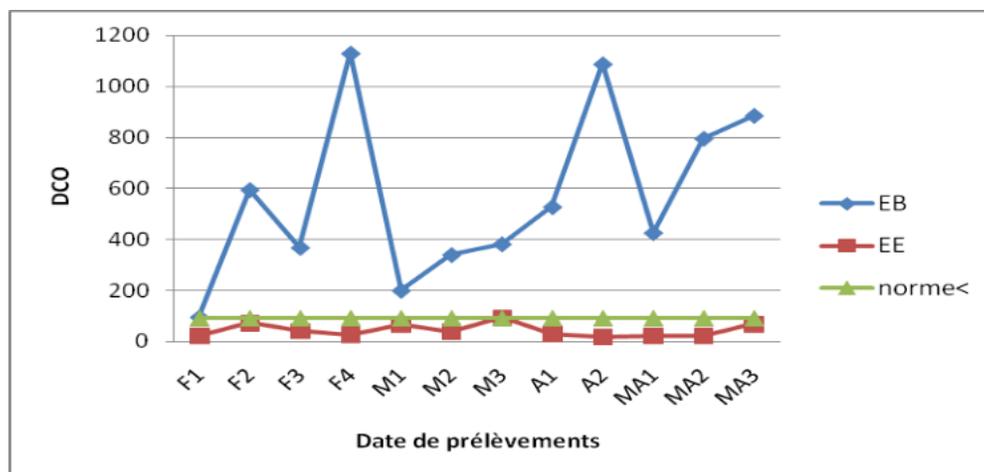


Figure N°15 : Variation de la DCO de l'eau brutes et l'eau épurée.

Les valeurs de la DCO à l'entrée varient entre 94,4mg d'O₂/l et 1129 mg d'O₂/l avec une moyenne de 568 ,53mg d'O₂/l, celles à la sortie varient entre 17,3mg d'O₂/l et 93 ,2mg d'O₂/l avec une moyenne de 43,15 mg d'O₂/l. Ces valeurs à la sortie nous renseignent que le rendement d'élimination est supérieur à 90% et la concentration

de la DCO dans l'eau épurée est inférieure à la norme admise pour le rejet qui est de 90 mg/l, donc une grande concentration a été éliminée par ce procédé car il y'a une dégradation importante de la charge polluante.

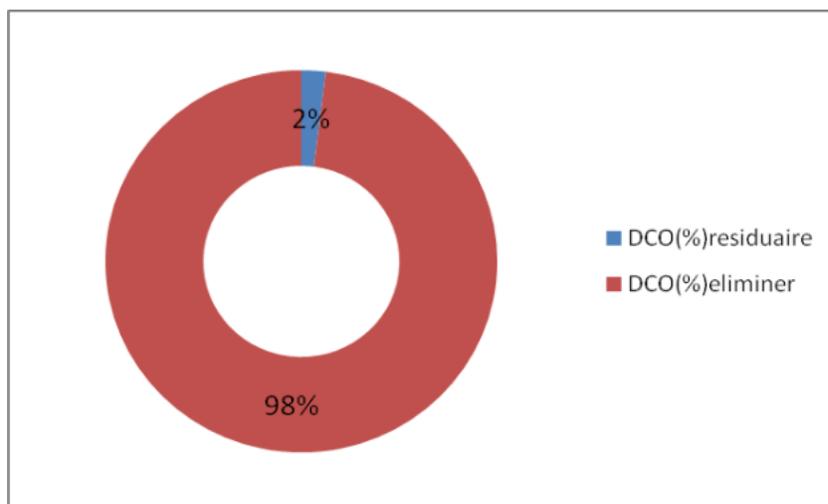


Figure N°16 : Rendement élimination de la DCO.

III-1-4-2 DBO5

Elle est représentée par la quantité d'oxygène nécessaire aux microorganismes pour dégrader la matière organique dans l'eau (AMINOT et CHAUSSEPIED, 1983).

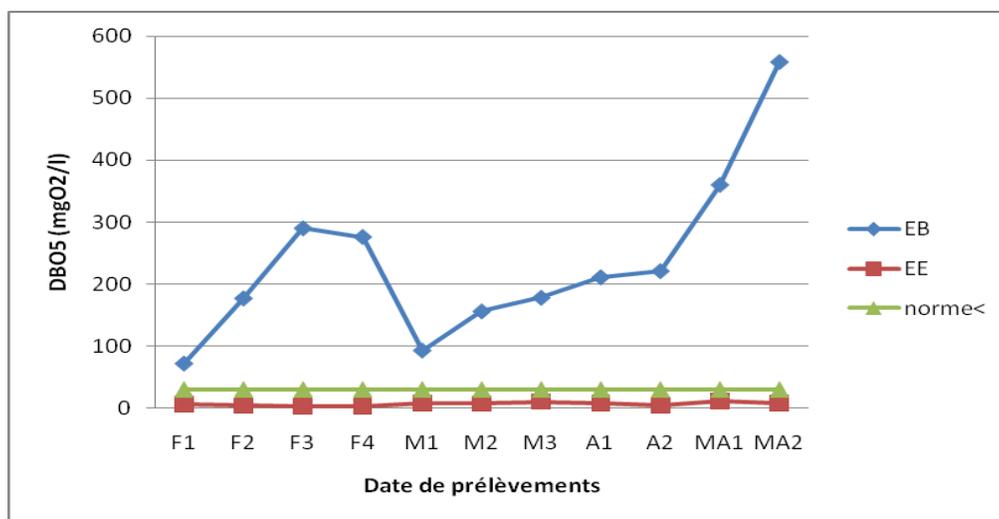


Figure N°17 : Variation de la quantité des DBO₅ de l'eau brute et l'eau épurée de la

STEP.

Les concentrations de la DBO₅ à l'entrée de la station varient entre 72mg d'O₂/l et 558 mg d'O₂/l en mois de mai ce qui explique l'augmentation du taux de consommation et d'usage d'eau, celles de la sortie varient entre 4 mg d'O₂/l et 12 mg d'O₂/l avec une moyenne de 7,51mg d'O₂/l.

Ces valeurs à la sortie nous renseignent que durant toute cette étude (février jusqu'à mai), le rendement d'élimination est supérieur à 90%, et la concentration de la DBO₅ dans l'eau épurée est inférieure à la norme admise pour le rejet qui est de 30 mg/l.

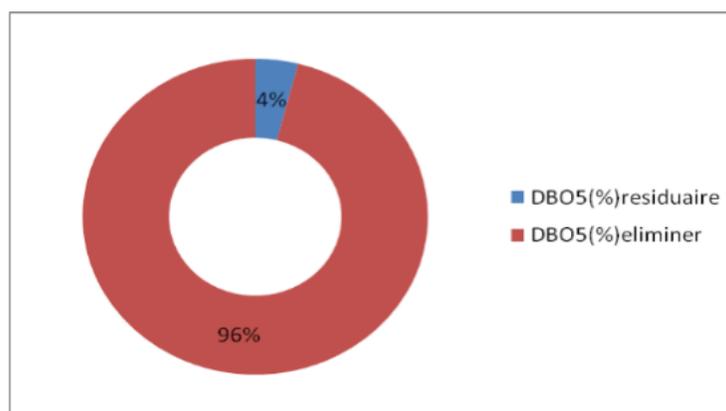


Figure N°18 : Rendement d'élimination de la DBO₅.

- **Biodégradabilité (K)**

L'estimation du coefficient de biodégradabilité K est très important pour la recherche de la qualité de l'effluent qui est le rapport entre la demande chimique d'oxygène et la demande biologique, pour déterminer s'il y a des composants qui influencent la dégradation des matières organiques.

$$K = DCO / DBO_5$$

Si:

- $1 < K < 1.5$: L'effluent est biodégradable
- $1.5 < K < 2.5$: L'effluent est moyennement biodégradable
- $K > 2.5$: L'effluent n'est pas dégradé.

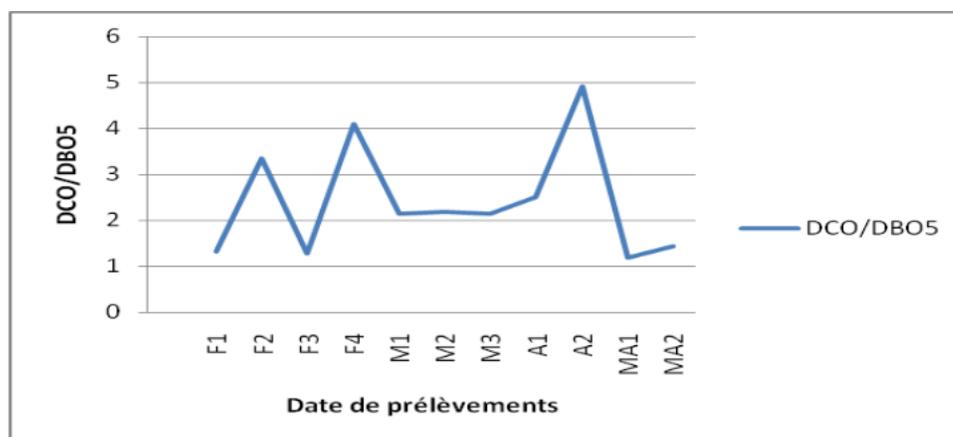


Figure N°19 : Représentation du rapport DCO/DBO₅.

On remarque que trois pics pour les prélèvements (F2, F4, A2) avec des valeurs respectives de (3.35, 4.09, 4.91) dépassent les normes (2.5). Dans ce cas, les eaux qui arrivent à la STEP peut être mélangées avec des eaux d'origine industrielle qui sont raccordées au même réseau d'assainissement (réseau unitaire). Avec une moyenne de 2,4 . Pour les valeurs qui restent durant toute cette étude, elles sont inférieures à 2,5 ce qui signifie que l'effluent possède une bonne biodégradabilité.

III-1-6 Matières Azotées

III-1-6-1 Nitrites (NO₂⁻)

Les Nitrites sont considérés comme étant des ions intermédiaires entre les nitrates et l'azote ammoniacal (**RODIER et al, 1984**).

La figure ci-dessous représente la variation de (NO₂⁻) de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

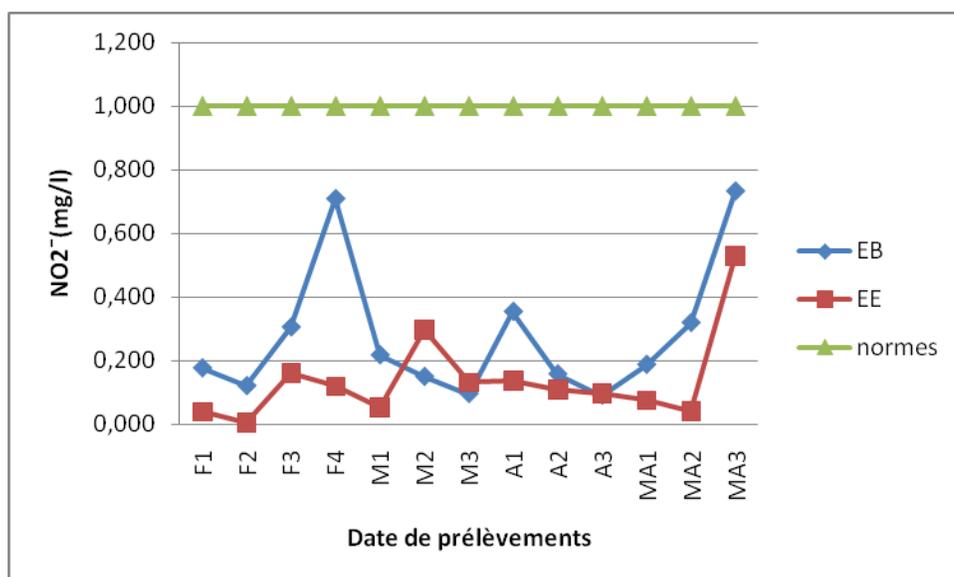


Figure N°20 : Variation de nitrite (NO_2^-) de l'eau brute et l'eau épurée.

D'après les résultats qu'on a obtenus sur la figure N°20, on remarque que la teneur en Nitrite des eaux usées brutes est très faible variant de 0,09 à 0,73 mg/l avec une moyenne de 0,278 mg/l, et pour les eaux traitées ont constaté qu'elle oscille entre 0,01 et 0,53 mg/l, avec une moyenne de 0,14 mg/l, donc les résultats sont inférieurs aux normes de rejet de **l'OMS (2006)** : < 1 mg/l

Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque où la nitrification n'étant pas conduite à son terme, soit d'une réduction des nitrates (**RODIER, 1996**).

III-1-6-2 Nitrates (NO_3^-)

Les nitrates proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, la nitrification n'étant pas conduite à son terme, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiante (**MEKKOUKE et HAMDJ, 2006**).

La figure ci-dessous représente la variation de Nitrate de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

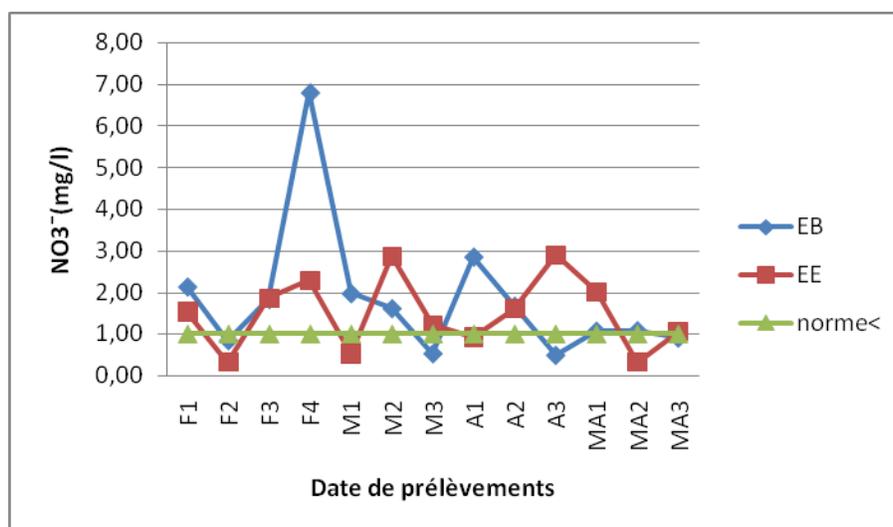


Figure N°21 : Variation du nitrate (NO_3^-) de l'eau brute et l'eau épurée.

Selon les résultats obtenus sur la figure N° 21, on observe que les valeurs des nitrates obtenues d'après les analyses, varient entre 0,49 à 6,80 mg/l avec une moyenne de 1,8 mg/l à l'entrée et de 0,32 à 2,89 mg/l avec une moyenne de 1,49 mg/l à la sortie, les résultats sont supérieurs à la norme de rejets de l'OMS (2006) : <1 mg/l.

Les résultats montrent qu'il y a quelques valeurs de Nitrates après traitement biologique sont supérieures à celle des eaux brutes, ce qui est tout à fait normal à cause de la nitrification de l'azote ammoniacal.

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote organique dans l'eau.

Les bactéries nitrifiantes (nitrobacters) transforment les Nitrites en nitrates. Les nitrates ne sont pas toxiques ; mais des teneurs élevées en nitrates provoquent une prolifération algale qui contribué à l'eutrophisation du milieu. Leur potentiel reste néanmoins relatif à leur réduction en nitrates (METAHRI, 2012).

III-1-6-3 l'azote ammoniacal

Dans l'eau usée l'azote se présente en plusieurs formes mais essentiellement sous la forme d'azote organique qui sera transformé en Azote ammoniacal et peut donc, en qualité d'éléments nutritifs, intervenir dans le

développement de certaines bactéries (PERMO, 1994).

Les teneurs en ammonium représentent ainsi un indice de pollution récente (DUSSART, 1992).

La figure ci-dessous représente la variation de l'azote ammoniacal de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP

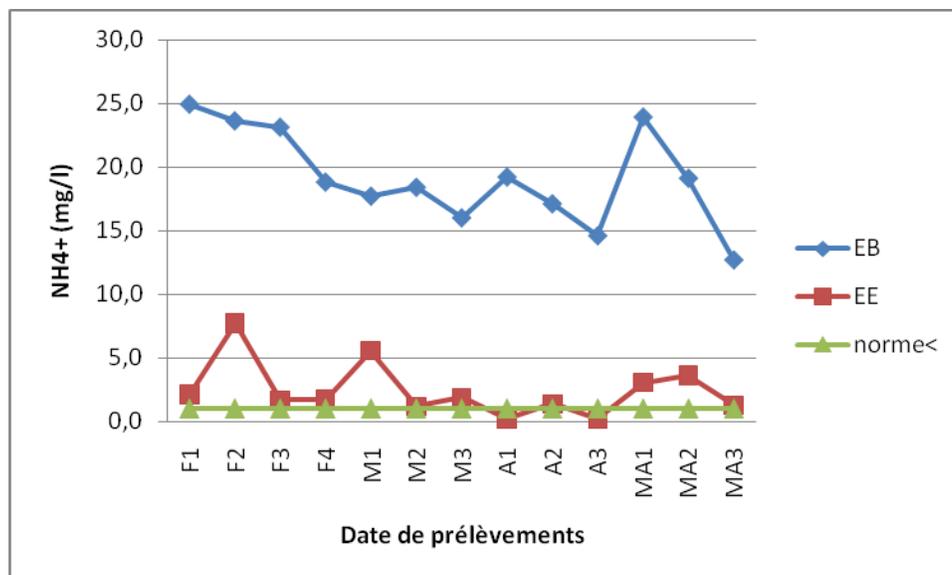


Figure N° 22 : Variation de l'azote ammoniacal (NH_4^+) de l'eau brute et l'eau épurée.

Selon les résultats obtenus sur la figure N°22, on remarque que la concentration de l'azote ammoniacal dans l'eau brute varie entre 12,7 à 24,9 mg/l avec une moyenne de 19,2 mg/l, alors qu'à la sortie les valeurs oscillent entre 0,224 à 7,74 mg/l avec une moyenne de 2,41 mg/l, les résultats sont supérieurs à la norme de rejets de l'OMS (2006): <1 mg/l.

La baisse des teneurs en azote ammoniacal au niveau de la station d'épuration de l'entrée vers la sortie est le fait du processus d'épuration biologique par boues activées qui permet de diminuer la charge polluante en (NH_4^+).

III-1-6-4 Azote total

L'azote se trouve dans les eaux usées sous forme organique ou ammoniacal dissoute, il est souvent oxydé pour éviter une consommation d'oxygène (O_2) dans la

nature et un risque de toxicité par l'ammoniac gazeux dissous (NH₃), en équilibre avec l'ion ammoniacque (NH₄⁺) (MARTIN, 1979).

La figure ci-dessous représente la variation de l'azote total de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

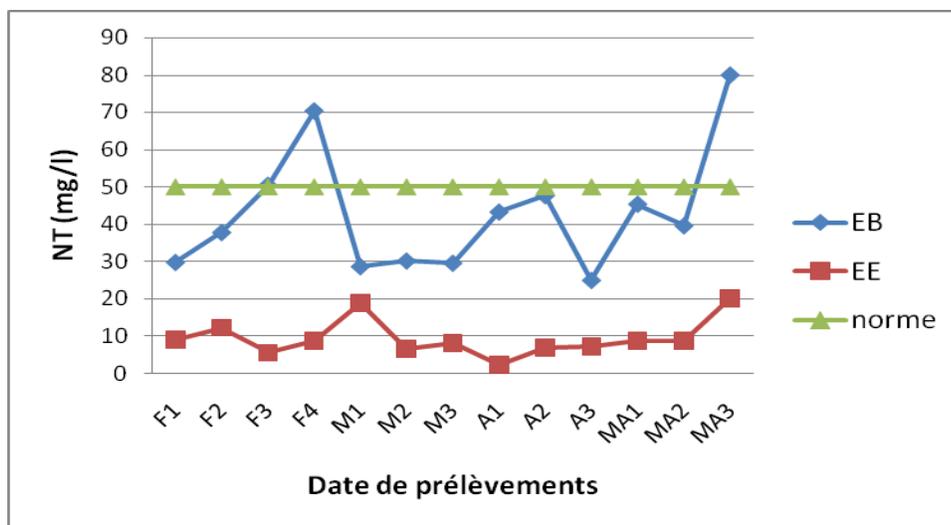


Figure N°23 : Variation de l'azote total de l'eau brute et l'eau épurée.

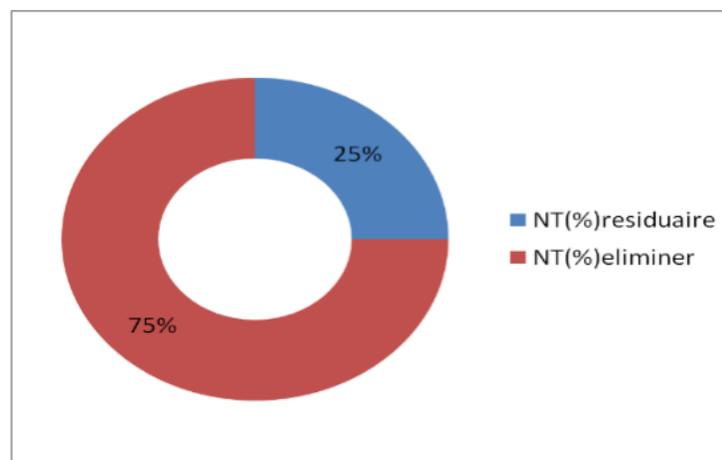


Figure N°24 : Rendement d'élimination de l'azote total

Selon les résultats obtenus sur la figure N° 24, on remarque que la concentration de l'azote total dans l'eau brute varie entre 24,9 à 79,9 mg/l avec une moyenne de 42,82 mg/l, alors qu'à la sortie la valeur oscille entre 2,36 à

20,1mg/l avec une moyenne de 9,52 mg/l.

Les résultats de l'eau épurée ne dépassent pas 50 mg/l ce qui conforme à la norme.

L'azote des eaux usées se présente surtout sous forme ammoniacale (NH_4^+). Pour enlever la pollution azotée, il faut un traitement biologique plus long où les boues activées sont alternativement aérées puis privées d'oxygène. Dans un premier temps, les bactéries nitrifiantes vont oxyder l'ammoniaque en nitrates (NO_3^-) puis des bactéries dénitrifiantes prennent le relais pour réduire (en absence d'aération) les nitrates en azote atmosphérique non polluant (N_2) (**BAHA et BENSARI, 2014**).

III-1-6-5 Ortho-phosphates

L'origine du phosphore dans les eaux usées Domestiques est déduire de la connaissance des sources de phosphore naturel et de son utilisation (**VILI et EBRUN, 1989**).

Lors de la minéralisation de la matière organique par les micro-organismes, les composés phosphatés, sont progressivement transformés en phosphate soluble (**TIDANINI et AMDOUN, 2003**).

La figure ci-dessous représente la variation de l'orthophosphore de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

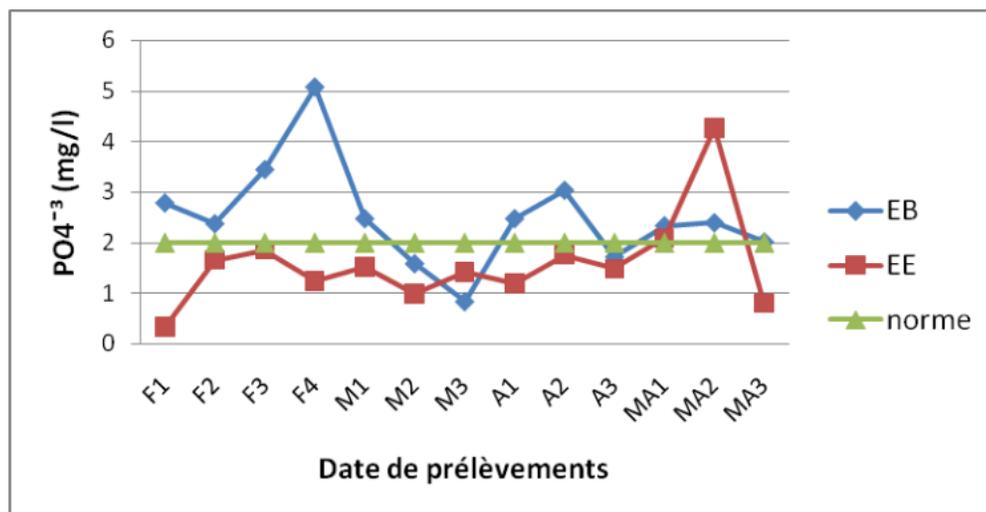


Figure N° 25 : Variation de l'orthophosphate de l'eau brute et l'eau épurée.

Selon les résultats obtenus sur la figure N°25, on remarque que la concentration de l'orthophosphate dans l'eau brute varie entre 2,46 à 14,40mg/l avec une moyenne de 2,50 mg/l, alors qu'à la sortie la valeur oscille entre 1,02 à 4,50 mg/l avec une moyenne de 1,57 mg/l.

Dans les prélèvements (M3, MA2), la teneur en phosphate des eaux traitées (1,41/4,26) semble supérieure à celle enregistrée dans les eaux brutes (0,84/ 2,4), cela est due à l'activité des microorganismes qui participent à la transformation du phosphore organique en poly-phosphates et orthophosphates.

III-1-6-6 phosphate total

Le phosphore peut exister dans les eaux en solution ou en suspension, à l'état minéral ou organique. Les composés phosphorés qui, sans hydrolyse ou minéralisation, répondent au test spectrophotométrique sont considérés comme étant des orthophosphates. L'hydrolyse en milieu acide fait apparaître le phosphore hydrolysable et minéralisation, le phosphore organique. Chaque fraction (phosphore en solution ou en suspension) peut être séparée analytiquement en orthophosphates, phosphore hydrolysable et phosphore organique. (RODIER, 2005).

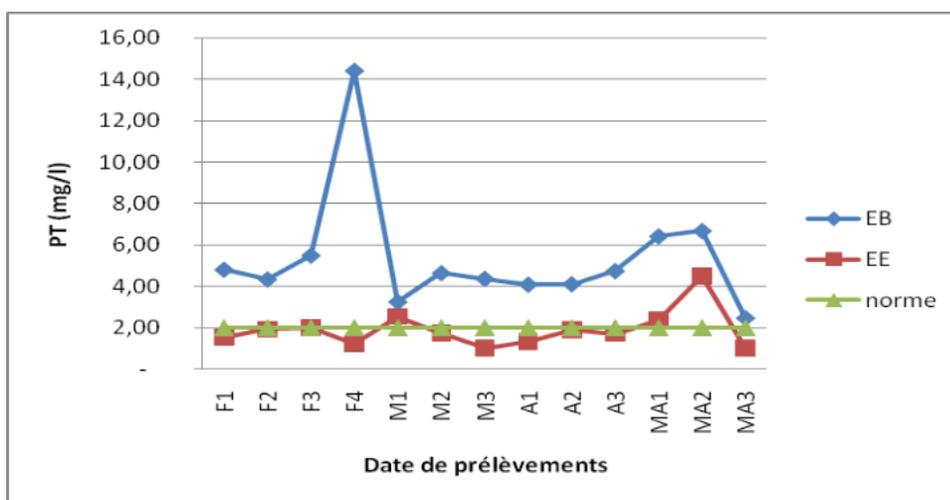


Figure N°26 : Variation de phosphate total de l'eau brute et l'eau épurée.

Selon les résultats obtenus sur la figure N°26, on remarque que la concentration de l'orthophosphate total dans l'eau brute varie entre 14,40 mg/l à 6,67 mg/l avec une moyenne de 5,36 mg/l, alors qu'à la sortie la valeur oscille entre 4,50 à 1,02 mg/l avec une moyenne de 1,92 mg/l.

Les rejets de détergents sont à l'origine de 50 à 70% du phosphore. Ces détergents et en particulier, les lessives, utilisent des poly phosphates pour lutter contre la dureté de l'eau, faciliter l'émulsion des graisses et maintenir la salissure en suspension. Les poly-phosphates dans sont ensuite rejetés au cours du rinçage et ont tendance à d'hydrolyser en phosphates dans les eaux usées (FRANCK, 2002).

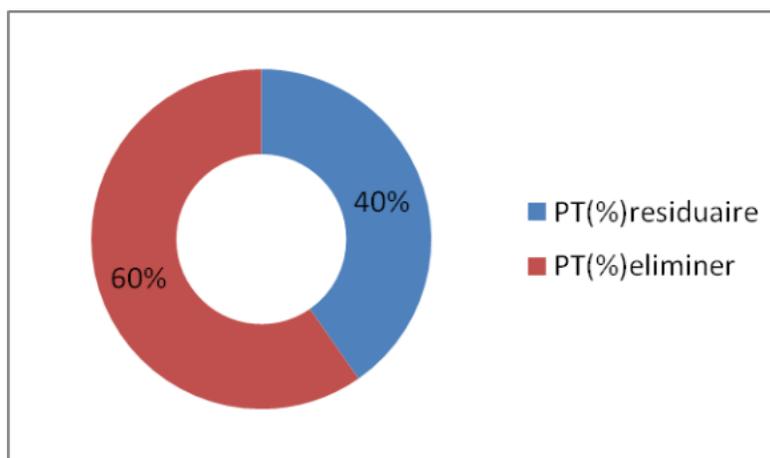


Figure N°27 : Rendement d'élimination de phosphate total.

III-2 Paramètres bactériologiques

III-2-1 Coliformes totaux

Selon les résultats obtenus sur la figure N°28, on observe que les valeurs des CT d'eau brute est très élevées, varie entre $(25.10^5$ et 70.10^5 UFC/100 ml) avec une moyenne de $46,6 .10^5$ UFC et pour CT de l'eau traité, varie entre $(14.10^4$ et 76.10^4 UFC/100ml), le rendement d'élimination est 91%, et l'eau traitée sortie de la station avec une moyenne de $30 .10^4$ UFC donc les résultats sont supérieurs à la norme de rejets de l'OMS 5000 UFC/100 ml.

La figure ci-dessous représente la variation des résultats des coliformes totaux dans l'eau usée à l'entrée et à la sortie de la STEP.

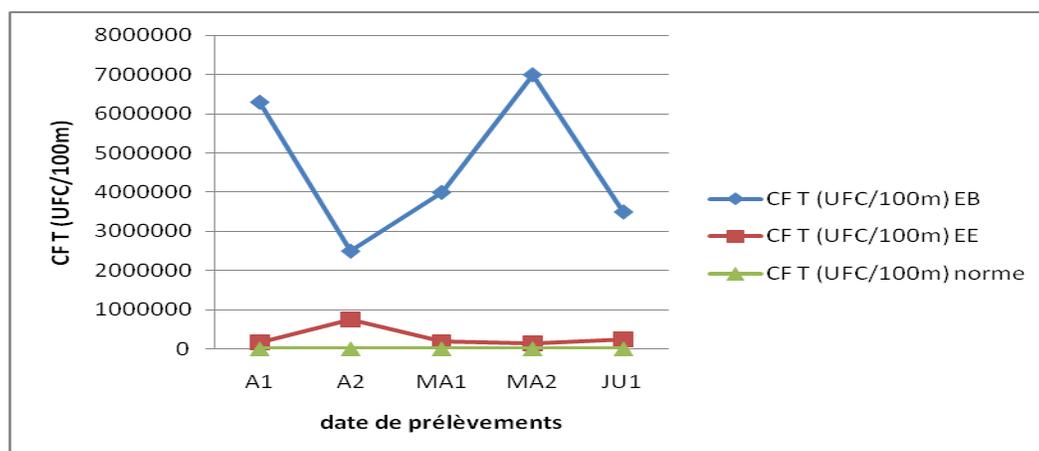


Figure N°28 : Variation des coliformes totaux de l'eau brute et l'eau épurée.

On remarque que les eaux traitées de la STEP, restent riches en bactéries coliformes par ce que les eaux usées sont considérées comme un milieu favorable pour la prolifération bactérienne, Ainsi l'absence de traitement tertiaire dans la station de KOLEA joue également un rôle dans ces résultats.

D'après **SERVAIS et al, (1999)** les hautes teneurs en matières en suspension favorisent la présence et la survie des bactéries microorganismes.

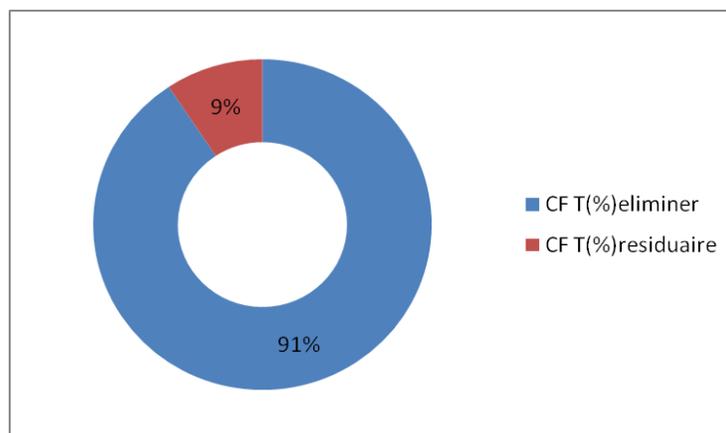


Figure N°29 : Rendement d'élimination de Colifomes totaux.

III-2-2 coliformes fécaux

Selon les résultats obtenus sur la figure N°32, on observe que les valeurs des CF d'eau brute est très élevée, varie entre (33.10^5 et 76.10^5 UFC/100ml) avec une moyenne de 55.10^5 UFC/100ml, et pour CF de l'eau traité, varie entre (4.10^4 et 51.10^4 UFC/100ml), le rendement d'élimination est 96,61%

La moyenne des coliformes fécaux des eaux usées épurées est largement supérieure aux valeurs exigées par les normes d'OMS (2000UFC/100 ml).

La figure ci-dessous représente la variation des résultats des coliformes totaux dans l'eau usée à l'entrée et à la sortie de la STEP.

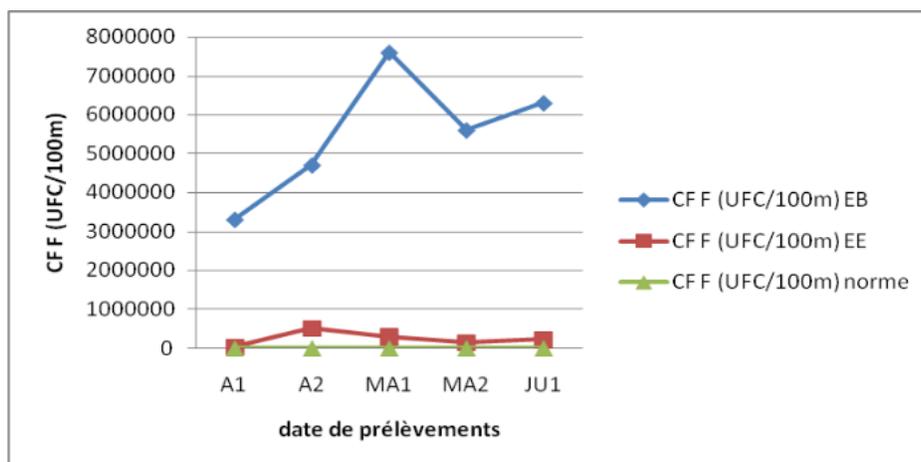


Figure N°30 : Variation de Les coliformes fécaux de l'eau brute et l'eau épurée.

La température du milieu a une action directe sur la survie des micro-organismes (MARAD, 1980).

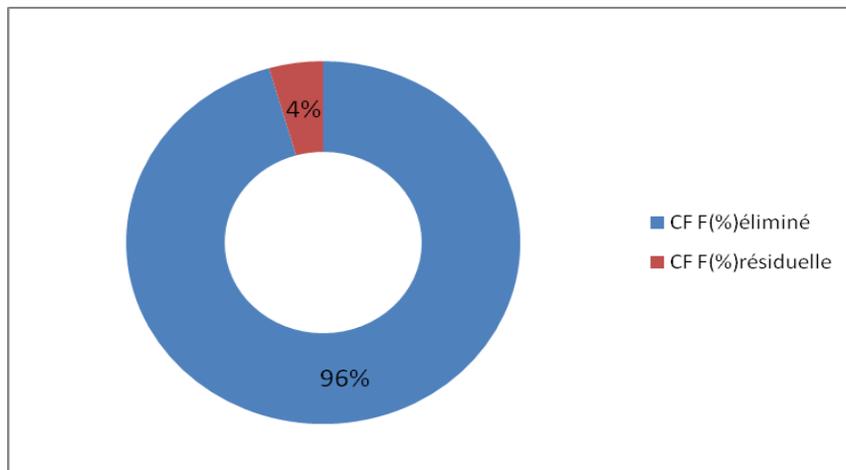


Figure N°31 : Rendement d'élimination de coliformes fécaux.

III-2-3 Streptocoques fécaux

Selon les résultats obtenus sur la figure N°32, on observe que les valeurs des Streptocoques fécaux d'eau brute est très élevée, varie entre (65.10^4 et 97.10^4 UFC/100ml) avec une moyenne de $81,4.10^4$ UFC et pour SC de l'eau traité, varie entre (15.10^3 et 54.10^3 UFC/100ml), le rendement d'élimination est 95,6%

La moyenne des streptocoques des eaux usées épurées est largement supérieure aux valeurs exigées par les normes d'OMS (1000UFC/100 ml).

La figure ci-dessous représente la variation des résultats des Streptocoques fécaux dans l'eau usée à l'entrée et à la sortie de la STEP.

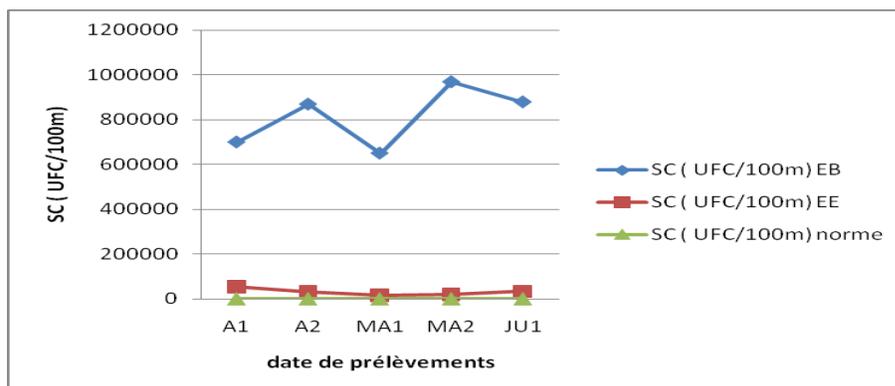


Figure N°32: Variation des Streptocoques fécaux de l'eau brute et l'eau épurée.

Ces bactéries peuvent se multiplier dans des milieux salés présentant des pH alcalins, par conséquent, elles sont utilisées comme indicatrices de germes pathogènes qui présentent une résistance similaire au pH élevé (OMS, 1979).

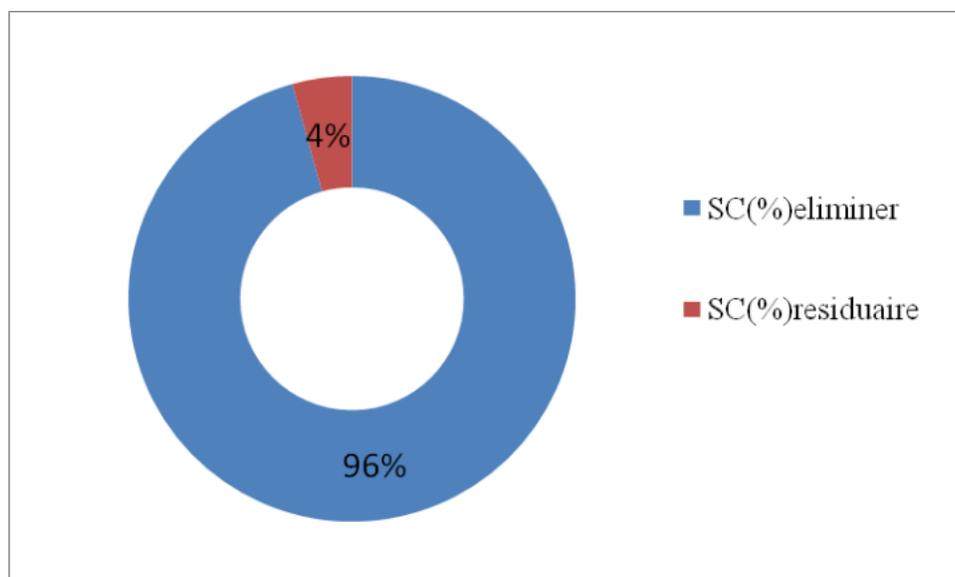


Figure N°33 : Rendement d'élimination de Streptocoques fécaux.

III-2-4 Germes pathogènes

- **Salmonelles et vibrions cholériques**

Durant la période d'étude, les germes pathogènes du genre Salmonelles et Vibrions cholériques n'ont pas été détectés dans la STEP, malgré la présence des bactéries indicatrices de contamination fécale. Selon **ABOUKACEM et al, (2007)** ceci peut être expliqué par l'absence des porteurs asymptomatique de la population habitante dans cette région d'une part, et d'autre part la difficulté de la recherche de ces germes du fait de leurs nombre faible par rapport aux germes.

Conclusion

On a abordé dans ce travail le thème de traitement des eaux usées par boues activées au niveau de la station d'épuration de la ville de KOLEA wilaya de TIPAZA dont les besoins en eau sont de plus en plus importants face à une dégradation de cette ressources liée à la pollution de l'environnement.

- Le traitement biologique des eaux par boues activées représente une solution de choix pour la dépollution de l'eau. Une bonne élimination de la DCO avec un rendement de 98%, et la DBO₅ avec des taux de 96% et de MES de 90%
- Concernant la concentration moyenne de nitrites, et d'orthophosphates enregistrées à la sortie de la STEP sont respectivement de (0,14 ; 1,58 mg /l), elles sont conformes aux normes de rejets, par contre l'Azote ammoniacal et le nitrates sont respectivement (2,42 ; 1,49 mg /l) elles ne sont pas conformes aux normes de rejets car la STEP ne traite pas les matières azotées et phosphatées.
- Les résultats d'analyses bactériologiques montrent la présence des divers germes tels que les Coliformes totaux, et les Coliformes fécaux et Streptocoques fécaux à des nombre très élevés, ceci peut s'expliquer par l'absence d'un traitement de désinfection qui sert à la dégradation des germes pathogènes.

À travers l'ensemble de ces observations, nous pouvons déduire que l'épuration des eaux usées par le procédé biologique par boues activées est efficace mais reste insuffisant dans cette station.

De plus, il serait intéressant de prendre en considération les points suivants :

- Compléter les analyses physico-chimiques des effluents par un suivi de la qualité bactériologique, parasitologique pour assurer la protection des milieux marins
- Compléter les étapes de traitement par des traitements tertiaires

Conclusion

(désinfection) poussés pour assurer une réduction des risques sanitaires.

Références bibliographiques

A

- **ABOUKACEM, A. CHALAU, A. SOULAYMANI, A. RHAZI-FILALI, F. et BENALI, D. 2007.** Étude comparative de la qualité bactériologique des eaux des oueds Boufekrane et ouislance à la traversée de la ville de meknés (Maroc). Rev Microbiologie.ind.sna.et Environ. N°1.
- **AMINOT ,A., etCHAUSSEPIEDM., 1983.** « Manuel des analyses chimiques en milieu marin »
- **ANTON J. et SCHLEIS S. et POUGATSCH H. (2011).** Les barrages : du projet à la mise en service. Presses polytechniques et universitaires romandes. 370p.
- **AUDISIO S. et BERANGER G., (2010).** Anticorrosion et durabilité dans le bâtiment, le génicivil et les ouvrages industriels. Presses polytechniques et universitaires romandes, 65p

B

- **BAHA S. et BENSARI F. (2014),** Epuration des eaux usées domestique par les boues activées : Etude de la performance de la STEP D'ain El Houtz,mémoire de projet de find'étude .Université Abou Bakr Belkaid. Boursali., 2011 : Etude expérimentale de la coagulation-floculation par le sulfate ferrique et le chlorure ferrique des matières en suspension. Mémoire d'ingénieur d'états en géologie ; Département des sciences de la terre et de l'univers. Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers ; Université AbouBekrBelkaïd, Tlemcen, Juin 2011.

- **BAIZE d., (2000).** Guide des analyses en pédologie. INRA, Paris.97p.
- **BRANGER A., ROUSTEL S. et RICHER M., (2007).** Educagri éditions, Dijon. 29p.
- **BREMAUD C., RCLAISS J ., LEULIER F., et THIBAULI J. et ULRICE. (2006).** Alimentation, soit qualité de l'environnement et du cadre de vie en milieu rural. Educagri éditions. 220p.
- **BRIERE F.G., (1994),** Distribution et Collecte des eaux Edition de l'Ecole Polytechnique de Mon

D

- **DEGREMONT MEMENTO, (1972),** « technique de l'eau ». Paris : Dégriment
- **DELRRAS C., TREBAOL B. et DURAND J. (2010).** Surveillance sanitaire et microbiologique des eaux. LAVOISIER. 100,135,136,152p.
- **DESJARDINS R. (1997).** Le traitement des eaux, Edition de l'école polytechnique de Montréal ,2ème édition, Québec, Canada,PP :46-112.)
- **DUSSART, B. (1992),** Limnologie, l'étude des eaux continentales. Paris, Boubée, 681 p
- **D. E. C. Corbridge,** Phosphorus, an outline of its chemistry, biochemistry and technology, Elsevier Science publishers, Amsterdam. (1990).
- **DEGREMENT. ,(1989) .**Mémento technique de l'eau ,8ème Edition Technique et documentation ,Tone II ,14 59P

E

bibliographiques

- **ECKENFELDER W.W, (1982).** Gestion des eaux usées urbaines et industrielles. Ed. Lavoisier.Paris, 503p.

F

- **FABY J.A, BRISSAUD F, (1997).** L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation. Office

- **FAO. (2003),.** L'irrigation avec des eaux usées traitées : Manuel d'utilisation. FAO Irrigation and Drainage paper, Galaf F et S. Ghanna

J

- **J EAN-LUC P, Mars 1998,** « Le guide des analyses de l'eau »
- **JOLY B et Reynaud A., 2003.** Entérobactéries : systématiques et méthodes d'analyses. Edition Technique et documentation, Paris, 356p

H

- **HANS H, (1988).** Le poisson frais : qualité et altérations de la qualité. Rome. 74 p
- **HADJ YAHYA S et FELFOUL R. (1999).** Contribution au traitement des eaux d'oued boutane (khemis Miliana) choix d'un procédé d'épuration centre université de khemis miliana
- **HENRI GUERREE et CYRIL GOMELLA., 1978.** LES EAUX USEES DANS LES AGGLOM2RATIONS URBAINES OU RURALES1.-LA COLLECTE Edittions eyrolles 61, boulevard Saint-Germain-75005 Paris.26-27P
- **HARTANI T ,** « la réutilisation des eaux usées en irrigation : cas de la Mitidja en Algérie .»Séminaire sur la modernisation de l'agriculture irriguée, Rabat : Maroc (2004)

G

- **GAID A (1984)**, « Épuration biologique des eaux usées urbaines tome I », édition OPU, Alger.
- **GREGOIO C et PIERRE M (2008)**, traitement et épuration des eaux industrielles polluées : procédés membranaires, bioadsorption et oxydation chimique. France. Presses univ, franche_ comté.
- **GAUTHIER M et PIETRI C (1998)**, Devenir des bactéries et virus entériques en mer, Microorganismes dans les écosystèmes océaniques. Edition Masson, pp 447.

K

- **KHAOULANI S. (2015)**. Traitement d'eaux usées par adsorption sur des polymères de cyclodextrine et développement de capteurs chimiques à base de membranes de verres de chalcogénures destinées à la détection des ions Hg²⁺.Thèse de doctorat, L'Université du Littoral Côté d'Opale, France.

L

- **LE LOIR Y et GAUTIER. (2010)**. Staphylococcus aureus. LAVOISIER. 4p
- **LECLERC H, GAILLARD J., SIMONET M., 19951**, « La bactérie et le mode bactérien ». Éditionidoine.

M

- **MATHIEU C et PIELTAIN F. (2003)**, Analyses chimiques des sols : Méthodes choisies. Tec et Doc. Lavoisier. Paris
- **MARTIN G. (1979)**, Le problème de l'azote dans les eaux, Ed technique et documentation,Paris, p 279.

- **METAHRIM.S., 2012** : élimination simultanée de la pollution azotées et phosphatées des Eaux usées traitées par les procédés mixtes, cas de STEP est de ville de TIZI-OUZOU, thèse de doctorat, université mouloud mameri de Tizi-Ouzou.
- **MEKKAOULY et HAMDI, D. 2006.** Etude de réutilisation des eaux usées traitées de La STEP deTouggourt dans l'irrigation. Mém. Ing. Génie des procédés. Génie de L'environnement. Univ. D'Ouargla.60p.
- **MOLLERON, H, RHEINBOLD, J., et GISEL, V. (2018)** : vers des stations d'épuration plus compactes, plus intégrées et plus sobre. EIN (L'Eau, L'Industrie, Les Nuisances), 415 ,16
- **MECLATE.** Thèse de magister. Skikda : université 20 aout 1955. Faculté des sciences, chimie, pollution chimique et l'environnement. 139p
- **MOUSSA MOUMOUNI DJ ERMAKOYA.H, (2005).** Les eaux résiduaires des tanneries et des teintureries : caractéristiques physico-chimiques, bactériologiques et impacte sur les eaux de surface et les eaux souterraines <<Mali. Thèse >>pour obtenir le grade de docteur. : Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto- stomatologie .119p.

N

- **NEDJ AH N. (2016).** Déphosphatation physico-chimique et biologique des eaux usées. Thèse de doctora,UNIVERSITE BADJ I MOKHTAR-ANNABA,Algérie

O

- **OLIVIER J., MYRIAM S et PIERRE G (2005),** Analyse du cycle de vie : comprendre et réaliser un écobilan. France. Ppur presses polytechnique.

S

bibliographiques

- **SERVAIS, p., CASTIGNOLLES, N., PTTT, F., GEORGE, L, J ANVRESSE, B.F., FICHT, A., 1999** / Contaminations bactérienne et virale, ifremer, paris : 2-26P

P

- **PERMO (1994)**, la pratique de l'eau : traitements de l'eau aux points d'utilisation, comportement de l'eau dans les installations, origine des ordres et solutions.

R

- **RAMADE f., (2011)**. Introduction à l'ecochimie. LAVOISIER.,. 390,402,420,423p
- **RODIER j.1984**.l'analyse de l'eau. Eaux naturelles. Eaux résiduaires. Et eaux de mer.7^{ème} éditions, DULOD,Paris
- **RODIER J. (1996)**, Analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. Edition Dunod, Paris. 1384 p.Centre de formation au métier de l'assainissement. CFMA- Boumerdes. 80p.
- **RODIER J, (2005)** L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eaux de mer, 8ème Edition DUNOD technique, Paris, pp 1008-1043.

T

- **TIDANINI, M et AMDOUN A. (2003)**. Etude hydrologique de lac du barrage de boukourdane (wilaya de tipaza): variation spatio-temporelle du peuplement zooplanctonique, physico-chimique, composition spécifique du plancton. Mémoire d'ingénieur d'Etat en aquaculture, USTHB.110 p.
- **THOMAS O, (1955)**, Météorologie des eaux résiduaires, Tec et Doc, Ed Lavoisier, Cedeboc, 135-192 p.

V

- **VILAGINES R., (2010)**. Eau, environnement et santé publique : introduction à l'hydrologie. 3 ème édition lavoisier. 200p.

bibliographiques

- https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:6107:7:ed3:v1:fr_
- <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://m.actu-environnement.com/dossiers/traitement-des-boues/traitement-boues-station-epuration.php4&ved=2ahUKEwjYy6zlk6HhAhXJT98KHdFCB8gQFjAAegQIBxAB&usg=AOvVaw0aU-rA3AIz5bQy-AWBH62u&cs hid=1553649964013> (2010)
- <https://www.iso.org/obp/ui/iso:std:iso:6107:-7:ed-3:v1:fr>

Annexes I

Matériel pour les analyses physico-chimiques

Appareillages

- Préleveur automatique
- Étuve température (105 ± 2) C°.
- Spectrophotomètre DR2800/ DR3800.
- Centrifugeuse.
- Incubateur
- Rampe de filtration
- Bain marie
- Bec bunsen
- DBO mètre
- Conductimètre METTLER TOLEDO MC 226
- Pompe sous vide
- Four à moufle
- Thermostat LT200
- Balance analytique

Verres

- Bécher en verre
- Pipette pasteur stériles
- Fiole jaugée
- Entonnoir
- Pincettes
- Boîte de pétrie
- Fioles 250 ml
- Membrane filtrante

Réactifs

- LCK114/314

- LCK302/303/305
- LCK350
- LCK339
- Pastilles d'hydroxyde de potassium

Matériel pour les analyses bactériologiques

- Rampe de filtration
- Pince
- Papier filtre
- Pipette pasteur
- Bec bensen
- Boite de pétrie
- L'entonnoir

Milieux de culture

- Milieu TTC + La gélose au tergitol
 - Milieu TTC + Gélose SLANETZ
 - Bouillon au sélénite de sodium cystéine (SFB)
 - Gélose HECTOINE
 - Eau peptonée Alcaline (EPA)
 - Gélose nutritive Alcaline biliée (GNAB)
 - ❖ Milieu TTC + La gélose au tergitol
 - Lactose
 - BBT
 - Tergitol 7
 - TTC (chlorure de 2,3,5 triphényltétrazolium)
 - ❖ Milieu TTC + Gélose SLANETZ
 - Glucose
 - Azide de sodium
- TTC (chlorure de 2,3,5 triphényltétrazolium)

❖ Bouillon au sélénite de sodium cystéine (SFB)

- Peptone pancréatique de caséine
- Lactose
- Monohydrogénosélénite de Na
- 1-cystéine
- Eau distillée
- Ajuster le pH à 7 +/- 0,2

❖ Gélose HECTOINE

- Peptone pepsique de viande
- Extrait de levure
- Seles biliaires
- Lactose
- Saccharose
- Salicine
- Chlorure de sodium
- Citrate de fer ammoniacale
- Bleu de bromothymol
- Fushin acide
- Gélose
- Diluer, chauffer, refroidir, le milieu à 45-50 °C puis couler en boite de pétrie

❖ Eau peptonée Alcaline (EPA)

- Peptone
- Lactose
- Monodrogénophosphate de Na
- Déhydrogénophosphate de K
- Eau distillée

❖ Gélose nutritive Alcaline biliée (GNAB)

- Peptone

- Extrait de viande
- Chlorure de sodium
- Agar
- Eau distillée
- Dissoudre, ajuster le pH à 9, stériliser l'autoclave à 121 °C/20 min

Annexes II

Figure N° 51: Matériel des analyses physico-chimiques



Centrifugeuse



DBOmètre



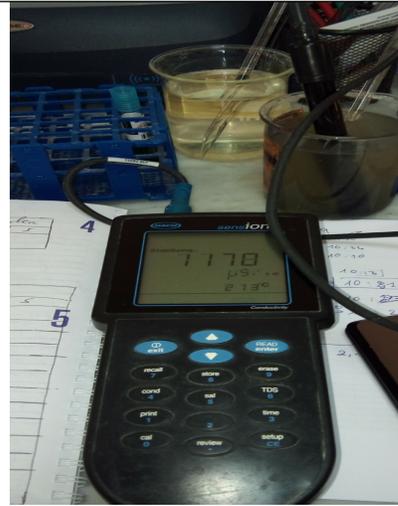
Etuve EN400 (42±2°C)



**Spectrophotomètre Hach LANGE
DR3900.**



Rampe de filtration



Conductimètre



Thermostat Hach DRB200.



Balance de précision.



Ph mètre Hach sensION+.



Capsules.

<p>LCK 114/315(DCO)</p>	<p>LCK305/303(Ammonium)</p>
<p>LCK(Nitrit)</p>	<p>LCK 235/238 (Azote total)</p>

Figure N°35: Matériel des analyses bactériologiques



Rampe de filtration



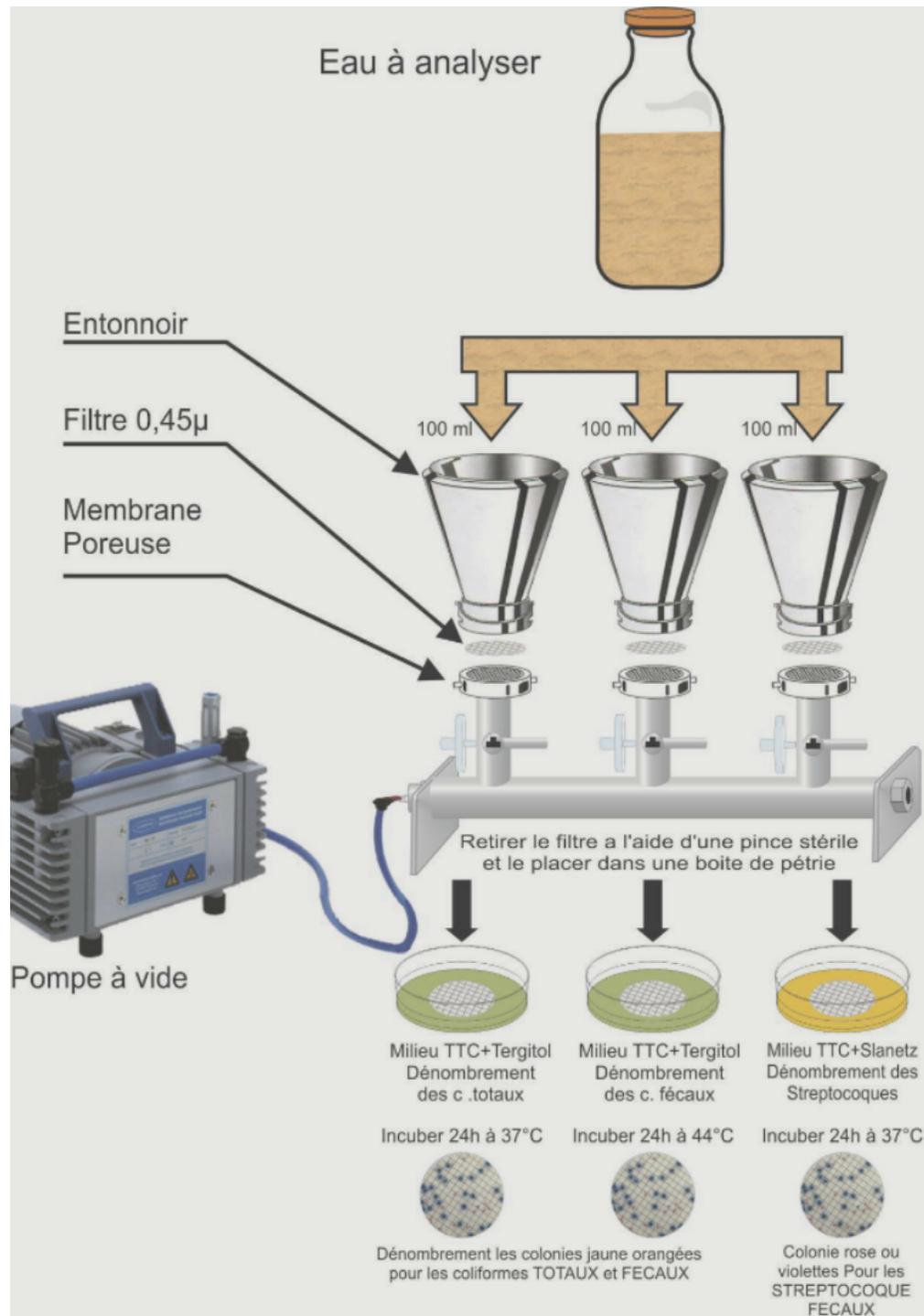
Les flacons



Etuve memmert .



Bec bunsen

Figure 36 : Colimétrie et Streptométrie par filtration sur membrane.

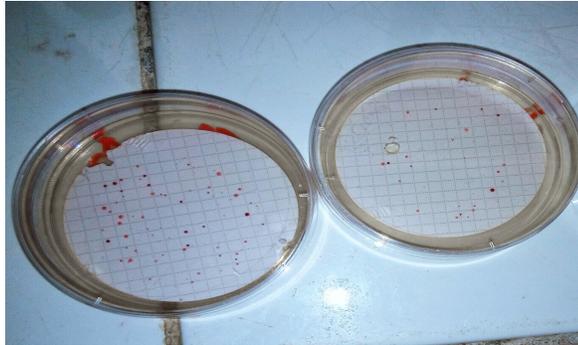


Figure N°37 : Lecteur des résultats des coliformes totaux et fécaux(photo originale).

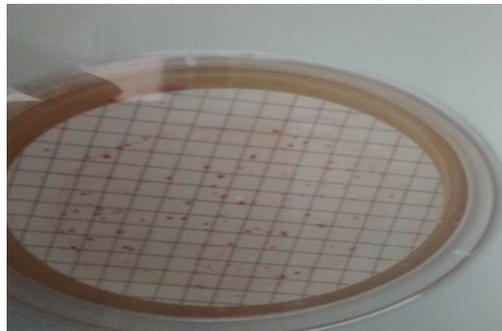


Figure N°38 : Lecteur des résultats des Stréptocoques fécaux. (photo originale).

Annexes III

Tableau II : Normes de rejets internationales OMS (2006).

Paramètre	Unité	Nombre de rejet	Référence
Température	°C	<30	OMS (2006)
PH	/	6,5≤pH≤8,5	OMS (2006)
MES	mg/l	<30	OMS (2006)
MVS	g/l	/	OMS (2006)
DBO ₅	mg/l	<30	OMS (2006)
DCO	mg/l	<90	OMS (2006)
NT	mg/l	50	OMS (2006)
NH ₄ ⁺	mg/l	1	OMS (2006)
NO ₃ ⁻	mg/l	1	OMS (2006)
NO ₂ ⁻	mg/l	1	OMS (2006)
PT	mg/l	2	OMS (2006)
PO ₄ ³⁻	mg/l	2	OMS (2006)
CE	µs/m	<1250	OMS (2006)

Tableau III : Valeurs limitent des paramètres de rejet dans un milieu récepteur
(Journal Officiel de la République Algérienne, 2006).

Paramètres	Unité	VALEURS LIMITES
Température	°C	30
PH	-	6.5-8.5
MES	mg/l	35
DBO5	mg/l	35
DCO	mg/l	120
Azote Kjeldahl	mg/l	30
Phosphates	mg/l	2
Phosphore total	mg/l	2
Cyanures	mg/l	0.1
Aluminium	mg/l	3
Cadmium	mg/l	0.2
Fer	mg/l	3
Manganèse	mg/l	1
Mercure total	mg/l	0.01
Nickel total	mg/l	0.5
Plomb total	mg/l	0.5
Cuivre total	mg/l	0.5
Zinc total	mg/l	3
Huiles et Graisses	mg/l	20
Hydrocarbures totaux	mg/l	10
Indice Phénols	mg/l	0.3
Fluor et composés	mg/l	15
Étain total	mg/l	2
Composés organiques chlorés	mg/l	5
Chrome total	mg/l	0.5
Chrome III +	mg/l	3
Chrome VI +	mg/l	0.1
Solvants organiques	mg/l	20
Chlore actif	mg/l	1.0

PCB	mg/l	0.001
Détergents	mg/l	2
Tensioactifs anioniques	mg/l	10

Tableau IV : Résultats des analyses physico chimiques

Date de prélèvements	PH		T (°C)		CE (µS/cm)	
	EB	EE	EB	EE	EB	EE
F1:03/02/2019	7,74	7,94	16,2	16	1265	1122
F2:12/02/2019	7,83	8,02	12,9	12,5	1340	1215
F3:18/02/2019	7,63	8,14	15,1	14,7	1328	1151
F4:27/02/2019	7,24	7,54	14,6	13,2	1256	1100
M1:04/03/2019	7,38	7,42	15,9	16	1276	1177
M2:16/03/2019	7,56	7,90	16,9	16,7	1230	1104
M3:30/03/2019	7,34	7,65	17,6	17,4	1237	1116
A1:05/04/2019	7,57	7,88	17	17,4	1231	1000
A2:17/04/2019	8,12	8,59	20,0	20,04	1226	1111
A3:22/04/2019	7,31	7,73	20,5	20,5	1178	998
MA1:07/05/2019	7,46	7,97	22,6	22,1	1283	1152
MA2:15/05/2019	7,22	7,29	21,4	21,8	1230	1136
MA3:21/05/2019	7,65	8,03	21,3	21,6	1234	1124
moyenne	7,54230769	7,85384615	17,8469231	17,6876923	1254,9230	1115,84615
Ecart type	0,25807473	0,33760279	3,02207816	3,2652671	44,008	60,7917842

Date de prélèvements	MES (mg/l)		Rendement d'élimination(%)
	EB	EE	
F1:03/02/2019	112	13	88,4
F2:12/02/2019	282	23,5	91,7
F3:18/02/2019	364	5	98,6
F4:27/02/2019	142	14,5	89,8
M1:04/03/2019	92	24,0	73,9
M2:16/03/2019	166	20,5	87,7
M3:30/03/2019	126	25	80,2
A1:05/04/2019	472	10	97,9
A2:17/04/2019	416	11,0	97,4
A3:22/04/2019	184	11	94,0
MA1:07/05/2019	/	/	/
MA2:15/05/2019	/	/	/
MA3:21/05/2019	410	23,0	94,4
Moyenne	251,45	16,40	90,3
Ecart type	141,03075	6,977	/

Date de prélèvements	DBO5 (mgO2/l)		Rendement d'élimination(%)
	EB	EE	
F1:03/02/2019	72	6,3	91,3
F2:12/02/2019	177	4	97,7
F3:18/02/2019	290	4	98,7
F4:27/02/2019	276	3,1	98,9
M1:04/03/2019	93	8	91,4
M2:16/03/2019	156	7,8	95,0
M3:30/03/2019	178	11	93,8
A1:05/04/2019	211	8,4	96,0
A2:17/04/2019	221	4,9	97,8
A3:22/04/2019	/	/	/
MA1:07/05/2019	360	12	96,7
MA2:15/05/2019	558	8,6	98,5
MA3:21/05/2019	/	/	/
Moyenne	235,636364	7,08	96,0
Ecart type	136,0201	2,94	/

Date de prélèvements	DCO		Rendement d'élimination(%)
	EB	EE	
F1:03/02/2019	94,4	22,7	76,0
F2:12/02/2019	594	71,8	87,9
F3:18/02/2019	367	40	89,0
F4:27/02/2019	1129	26,2	97,7
M1:04/03/2019	199	65,2	67,2
M2:16/03/2019	339	38,6	88,6
M3:30/03/2019	381	93,2	75,5
A1:05/04/2019	527	30,5	94,2
A2:17/04/2019	1087	17,3	98,4
A3:22/04/2019	/	/	/
MA1:07/05/2019	425	22,2	94,8
MA2:15/05/2019	795	22,4	97,2
MA3:21/05/2019	885	67,6	92,4
Moyenne	568,533333	43,1583333	88,2
Ecart type	336,718327	24,9407464	/

Date de prélèvements	NT (mg/l)		
	EB	EE	rendement d'élimination (%)
F1:03/02/2019	29,7	9,09	69,393939
F2:12/02/2019	37,7	12,3	67,374005
F3:18/02/2019	50,4	5,6	88,888889
F4:27/02/2019	70,3	8,72	87,596017
M1:04/03/2019	28,6	18,9	33,916084
M2:16/03/2019	30,1	6,68	77,807309
M3:30/03/2019	29,5	8,14	72,40678
A1:05/04/2019	43,2	2,36	94,537037
A2:17/04/2019	47,6	6,99	85,315126
A3:22/04/2019	24,9	7,32	70,60241
MA1:07/05/2019	45,3	8,73	80,728477
MA2:15/05/2019	39,5	8,84	77,620253
MA3:21/05/2019	79,9	20,1	74,843554
Moyenne	42,823077	9,5207692	75,463837
Ecart type	16,554463	4,9783154	/

Date de prélèvements	NO ₂ ⁻ (mg/l)		NO ₃ ⁻ (mg/l)		NH ₄ ⁺ (mg/l)	
	EB	EE	EB	EE	EB	EE
F1:03/02/2019	0,176	0,04	2,1	1,53	24,9	2,1
F2:12/02/2019	0,12	0,01	0,84	0,32	23,60	7,74
F3:18/02/2019	0,31	0,16	1,83	1,85	23,1	1,65
F4:27/02/2019	0,71	0,12	6,80	2,28	18,8	1,68
M1:04/03/2019	0,217	0,05	2,0	0,52	17,7	5,56
M2:16/03/2019	0,15	0,30	1,61	2,87	18,4	1,16
M3:30/03/2019	0,10	0,13	0,53	1,21	16	1,86
A1:05/04/2019	0,354	0,14	2,9	0,92	19,2	0,182
A2:17/04/2019	0,16	0,11	1,67	1,60	17,10	1,35
A3:22/04/2019	0,09	0,10	0,49	2,89	14,6	0,224
MA1:07/05/2019	0,19	0,08	1,07	2,01	23,90	3,05
MA2:15/05/2019	0,32	0,04	1,08	0,32	19,1	3,63
MA3:21/05/2019	0,73	0,53	0,90	1,05	12,7	1,25
Moyenne	0,278	0,14	1,8	1,49	19,2	2,4181538
Ecart type	0,214	0,1378142	1,6435082	0,8756287	3,7666383	2,1508122

Date de prélèvements	PT (mg/l)			PO ₄ ⁻³ (mg/l)	
	EB	EE	rendement d'élimination du phosphore total	EB	EE
F1:03/02/2019	4,80	1,53	68,125	2,79	0,327
F2:12/02/2019	4,33	1,94	55,1963	2,38	1,65
F3:18/02/2019	5,48	2,01	63,32117	3,45	1,85
F4:27/02/2019	14,40	1,25	91,31944	5,08	1,24
M1:04/03/2019	3,24	2,55	21,2963	2,48	1,52
M2:16/03/2019	4,63	1,75	62,20302	1,59	0,984
M3:30/03/2019	4,36	1,04	76,14679	0,84	1,41
A1:05/04/2019	4,08	1,34	67,15686	2,48	1,18
A2:17/04/2019	4,10	1,90	53,65854	3,04	1,75
A3:22/04/2019	4,73	1,72	63,63636	1,72	1,48
MA1:07/05/2019	6,41	2,39	62,71451	2,34	2,08
MA2:15/05/2019	6,67	4,50	32,53373	2,4	4,26
MA3:21/05/2019	2,46	1,02	58,53659	2,02	0,793
Moyenne	5,36	1,92	59,68036	2,50846154	1,57876923
Ecart type	2,943769	0,907091	/	1,01681567	0,93102875

Tableau V : Résultats des analyses bactériologiques

date de prélèvement	CF F		CF T		SC		Vibron cholérique		Salmonelle	
	EB	EE	EB	EE	EB	EE	EB	EE	EB	EE
A1:14/04/2019	33.10^5	4.10^4	63.10^5	17.10^4	70.10^4	54.10^3	0	0	0	0
A2:28/04/2019	47.10^5	51.10^4	25.10^5	76.10^4	87.10^4	30.10^3	0	0	0	0
MA1:12/05/2019	76.10^5	30.10^4	40.10^5	18.10^4	65.10^4	15.10^3	0	0	0	0
MA2:27/05/2019	56.10^5	15.10^4	70.10^5	14.10^4	97.10^4	20.10^3	0	0	0	0
J U1: 11/06/2019	63.10^5	22.10^4	35.10^5	25.10^4	88.10^4	33.10^3	0	0	0	0
Moyenne	55.10^5	$24,4.10^4$	$46,6.10^5$	30.10^4	$81,4.10^4$	$30,4.10^3$	0	0	0	0

Tableau VI: Normes des analyses bactériologiques.

	Unité	Nombre de rejet	Référence
Coliformes totaux	UFC/100ml	5000	OMS (2013)
Coliformes fécaux	UFC/100ml	2000	OMS (2013)
Stréptocoques fécaux	UFC/100ml	1000	OMS (2013)