



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

N série:.....

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة الشهيد حمدة لخضر الوادي

Université Echahid Hamma Lakhdar - El Oued

كلية علوم الطبيعة والحياة
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم البيولوجيا الخلوية والجزيئية
Département de biologie Cellulaire et Moléculaire

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Sciences
biologiques

Spécialité : Biochimie appliquée

THEME

**Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et
bactériologique des eaux usées
(STEP N° 01 Kouinine)**

Présentés Par :

M^{elle} Chaouia Karima

M^{elle} Guedda Bachira

Devant le jury composé de :

Président :	Mr. Ben Ali Abdelhai	M.A.A, Université d'El Oued.
Examinatrice :	M ^{me} Boutelis Safia	M.A.A, Université d'El Oued.
Promoteur :	Mr. Kiram Abderrazak	M.A.B, Université d'El Oued.



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail en signe de respect et de reconnaissance

à :

*Ma mère, **Hafitha** source de compassion et de tendresse,
l'exemple de patience et de sacrifice, la raison de mon existence et le
support de ma vie ;*

*A mon très cher père, **Saad** l'homme le plus parfait dans le
monde, mon grand exemple et le secret de ma réussite ;*

Ma grande mer que je lui souhaite bonne et long vie.

*A mes frères : **Fathí, Abde Karím, Hicham.***

*A mes sœurs : **Farída, Iman, Zohíra, Maroua, Sana.***

*A petites frères et sœurs: **Abd El-ouahd, Abd El-Rahman,
Feras, Ahlam, Fatíma El-Zahra.***

A toute ma famille.

A tout ceux qui m'ont aidé de près ou de loin dans ma formation.

*A mes amies surtout **Bachira, Ratiba, Om El hana, Khansa,
Somaia, Fatima, Fatma, Karima, Wafa, Sana, Najat, Latifa, Sara,
Maroua, Chaima, Lobna,...et tous les amis sans exception de
science de biologie.***

Karima

Dédicace

*Avant tout l'éloge à dieu tout puissant pour tout ce qu'il ma donné
et Accorder la force, le courage et la santé à fin de pouvoir
accomplir ce travail.*

Je dédie ce modeste travail à :

*A **mon très cher père** "Dieu a pitié de lui "*

*Ma source de tendresse, à la femme la plus patiente, **ma très chère
mère** ainsi qu'a l'être idéal, et pour tout leur sacrifices, d'être à coté
de moi tout le temps, et pour leur prière*

*A mes chers frères *Messoud* et *Mouhammed**

*A mes belles filles de mon frère...**Malak, Bara'a** et ses mère
*Hassiba**

*A ma chère sœur *Aïcha* et ses fils...**Zakaria, Ali** et **Salem***

A toute ma famille

*Plus particulièrement à mon fiancé *Hamza* pour
l'encouragement et à **mes beaux-parents** et à tout sa famille
A mes collègues et mes amies, pour les sympathiques moments
qu'on a passés ensemble*

*A tout ceux qui m'ont aidé de près ou de loin
dans ma formation.*

Bachira

Remerciements

Nos sincères remerciements vont d'abord à Dieu tout puissant qui nous entoure avec ses soins et qui nous a donné le courage et la volonté d'achever ce travail.

Nous exprimons nos profonds remerciements à notre promoteur Mr. KIRAM Abderrazak, pour avoir accepté de diriger ce travail, pour son assistance et ses conseils pour assurer le succès de ce travail, pour ses efforts, son disponibilité, son soutien et son confiance.

Nous exprimons aussi nos remerciements à Mr. BEN ALI Abdelhaï, qui nous avons fait l'honneur de présider ce Jury et à M^{me}. BOUTELIS Safia, d'avoir acceptée d'examiner notre travail. Nous tenons à exprimer notre grand respect à eux.

Mes remerciements également toute l'équipe de la station d'épuration de STEP N° 01 de Kouinine , et particulièrement SALLOH Zohra et SAAI Khaola pour leurs précieuses aides et orientations toute au long de nos activités.

Mes remerciements également toute l'équipe de laboratoire de l'Algérienne des eaux, unité d'El oued surtout Wafa et Safa pour leurs précieuses aides et orientations toute au long de nos activités. Nous tenons à remercier profondément tout qui nous aide pour faire ce travail.

Karima et Bachira

Résumé

Résumé

Notre étude porte sur l'évaluation de la cratérisation physico-chimique et bactériologique de l'effluent de la station d'épuration N° 01 de Kouinine-El-Oued.

Les résultats des analyses physicochimiques, effectuées sur une période de deux mois, exposent des valeurs variées d'un jour à l'autre de la température (T), le potentiel d'hydrogène (pH), la conductivité (CE), la salinité et l'oxygène dissous et que ces valeurs sont dans les normes ainsi, Les résultats obtenus après l'épuration présentent des valeurs moyennes des matières en suspension (MES) (59.58 ± 8.725) mg/l, (141.15 ± 25.1) mg/l de la demande chimique en oxygène (DCO) et (68.7 ± 13.85) mg/l de la demande biologique en oxygène pendant 5 jours (DBO_5). L'élimination du NT, PT et NH_4 est très faible, les concentrations moyennes respectives évaluées sont (52.6 ± 5.6) mg/l, (4.04 ± 0.49) mg/l et (36.7 ± 2.15) mg/l cependant, les concentrations moyennes des nitrates (4.61 ± 0.15) mg/l et des nitrites (0.91 ± 0.02) mg/l, semblent augmenter à la sortie de la STEP.

Concernant l'analyse bactériologique, les résultats ont révélé la présence des indicateurs de contamination fécale tels que les coliformes totaux (CT), en moyenne 1300 germes/100ml, 830 germes/100ml coliformes fécaux (CF) et 336 germes/100ml streptocoques fécaux (SF), pour clostridium sulfite-réducteurs ont été observés de façon indénombrable.

La station d'épuration N° 01 de Kouinine permet une bonne élimination de la DCO, DBO_5 et MES qui caractérise une épuration efficace par bon fonctionnement des bassins d'aération sauf que l'augmentation de la teneur en composés azotés (nitrates et nitrites) à la sortie de la STEP est causée par la prolifération des algues, aussi que la qualité bactériologique des eaux usées semble peu affecté par le traitement par lagunage aéré et une bonne appréciation microbiologique exige un traitement de désinfection.

Mots clés : eaux usées, qualité physico-chimique, STEP Kouinine, lagunage aéré.

ملخص

تهدف دراستنا لتقييم الخصائص الفيزيوكيميائية والبكتريولوجية للنفايات السائلة من محطة معالجة المياه رقم 01

كوينين-الوادي

توضح النتائج المتحصل عليها بعد عملية التصفية قيم متوسطة للمواد العالقة (59.58±8.725) ملغ /ل ،

(141.15±25.1) ملغ/ل للطلب الكيميائي للأوكسجين و (68.7±13.85) ملغ/ل للطلب البيولوجي للأوكسجين خلال 5

أيام. التخلص من الأزوت الكلي، الفسفور الكلي والامونياك يكون ضعيف، حيث التراكيز المتوسطة تقدر كالتالي على

الترتيب (52.6±5.6) ملغ/ل، (4.04±0.49) ملغ/ل و (36.7 ±2.15) ملغ/ل، بينما تبدو التراكيز المتوسطة للنترات

والنترت مرتفعة في المياه الصادرة من محطة التصفية.

وفي ما يتعلق بالتحاليل البكتريولوجية أظهرت النتائج وجود تلوث برازي مثل القولونيات الكلية بمعدل 1300

جرثومة/100مل، 830 جرثومة/100مل من القولونيات البرازية و 336 جرثومة/100مل للعقد المكورة البرازية، كما

لوحظ انه لا يمكن تعداد بكتيريا الكلوستريدة.

محطة معالجة رقم 01 كوينين توفر إزالة جيدة من الطلب الكيميائي للأوكسجين ، الطلب البيولوجي للاوكسين

خلال 5 أيام و المواد العالقة وه ذا يميز علاج فعال من قبل أحواض التهوية إلا أن زيادة المحتوى من مركبات النيتروجين

(النترات والنترت) راجع إلى تكاثر الطحالب، وأيضا النوعية البكتريولوجية قليلة التأثير بالمعالجة عن طريق التهوية و

لتحسين الجودة الميكروبيولوجية يتطلب المعالجة بطريقة التطهير.

الكلمات المفتاحية : المياه المستعملة، النوعية الفيزيوكيميائية، محطة معالجة المياه المستعملة بكوينين، التهوية

الجيدة.

Liste des figures

LISTE DES FIGURES

Numéro	Titre	Page
Figure 01	Cycle de l'eau dans la nature.	3
Figure 02	Répartition des eaux dans le monde.	5
Figure 03	Schéma de principal des étapes de prétraitement des eaux usées.	14
Figure 04	Coagulation-Floculation.	15
Figure 05	Lit bactérien.	16
Figure 06	Schéma de traitement des eaux usées par boues activées.	16
Figure 07	Station d'épuration des eaux usée Kouinine- El-Oued.	18
Figure 08	Dégrilleur.	19
Figure 09	Déssableur.	20
Figure 10	Variations des valeurs moyennes de la température des eaux usées brutes et traitées.	29
Figure 11	Variations des valeurs moyennes du pH des eaux usées brutes et traitées.	30
Figure 12	Variations des valeurs moyennes du conductivité des eaux usées brutes et traitées.	31
Figure 13	Variations des valeurs moyennes du salinité des eaux usées brutes et traitées.	31
Figure 14	Variations des valeurs moyennes du O ₂ dissous des eaux usées brutes et traitées.	32
Figure 15	Variations des valeurs moyennes du MES des eaux usées brutes et traitées.	33
Figure 16	Variations des valeurs moyennes du DBO ₅ des eaux usées brutes et traitées.	34
Figure 17	Variations des valeurs moyennes du DCO des eaux usées brutes et traitées.	35
Figure 18	Variations des valeurs moyennes du NT des eaux usées brutes et traitées.	35
Figure 19	Variations des valeurs moyennes du PT des eaux usées brutes et traitées.	36
Figure 20	Variations des valeurs moyennes du NH ₄ des eaux usées brutes et traitées.	37

Figure 21	Variations des valeurs moyennes du NO ₂ - des eaux usées brutes et traitées	38
Figure 22	Variations des valeurs moyennes du NO ₃ - des eaux usées brutes et traitées.	38
Figure 23	Variation de la concentration moyenne des coliformes totaux.	39
Figure 24	Variation de la concentration moyenne des coliformes fécaux.	40
Figure 25	Variation de la concentration moyenne des streptocoques fécaux.	41
Figure 26	PH mètre.	53
Figure 27	Conductivité mètre.	53
Figure 28	Oxymétrie.	53
Figure 29	Etuve 105°.	53
Figure 30	Rampe de filtration.	53
Figure 31	Papier filtre après filtration.	53
Figure 32	Flacons de DBO ₅ + Senseurs DBO ₅ (OXITOP, WTW).	54
Figure 33	DBO ₅ OXITOP.	54
Figure 34	Spectrophotomètre.	54
Figure 35	Thermo-réacteur.	54
Figure 36	Boîtes de réactif de DCO.	54
Figure 37	Boîtes des réactifs des éléments nutritifs (HACH).	55
Figure 38	Recherche des germes totaux.	59
Figure 39	Recherche des coliformes.	59
Figure 40	Recherche des streptocoques.	59
Figure 41	Recherche des clostridium sulfito-réducteurs.	60
Figure 42	Recherche des coliformes totaux.	60
Figure 43	Recherche des coliformes fécaux (<i>Escherichia Coli</i>).	60
Figure 44	Recherche des streptocoques fécaux.	61

Liste des tableaux

LISTE DES TABLEAUX

Numéro	Titre	Page
Tableau 01	Qualité bactériologique de l'eau de boisson	6
Tableau 02	Qualité physico-chimique de l'eau de boisson selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) en 2002	7
Tableau 03	Matériels utilisées	21
Tableau 04	Résultats des analyses physico-chimiques des eaux usées.	58
Tableau 05	Résultats des analyses bactériologiques des eaux usées	58
Tableau 06	Normes internationales selon l'organisation mondiale de la santé respective pour les eaux usées	62
Tableau 07	Normes Algériennes des rejets les eaux usées.	62
Tableau 08	MAC-GRADY	63

Liste des abréviations

LISTE DES ABREVIATIONS

ADE : Algérienne des eaux.

BCPL : Bouillon Lactosé au Pourpre Bromocré sol.

C°: degré Celsius.

CE : Conductivité Electrique (ms/cm).

CF : Coliforme fécaux.

CT : Coliforme totaux.

DBO₅ : Demande Biochimique en Oxygène.

D/C : Double concentrations.

DCO : Demande Chimique en Oxygène.

E. coli : *Escherichia coli*.

EVA: Ethyl violet et Azide de sodium.

ES: écart-types.

H₂O : Eau.

MES : Matières en suspension.

mg/ml: milligramme par millilitre.

MO: Micro-organisme

ms/ cm: milli-semence par centimètre.

NH₄⁺: Ammonium (mg/l).

NO₂⁻: Nitrites (mg/l).

NO₃⁻: Nitrates (mg/l).

NPP: Nombre plus probable.

NT: Azote total.

NTK: Azote total Kjeldahl.

O₂: Oxygène dissous.

OMS: Organisation Mondiale de la Santé.

ONA: Office National de l'Assainissement.

pH : potentiel Hydrogène.

PT: Phosphore.

Sal: Salinité.

S/C: Simple concentrations.

ST: Streptocoques fécaux.

STEP: Station d'épuration.

T: Température.

UV: Rayonnement Ultraviolet.

V: Volume.

VBL: Bouillon lactose au vert brillant.

VF: Viande Foie

Sommaire

SOMMAIRE

Dédicaces	
Remerciements	
Résumé	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviation	
Introduction générale	01

PARTIE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I: Eau et qualité d'eau

I.1. Eau	2
I.1.1. Définition	2
I.1.2. Propriétés	2
I.1.3. Différents types d'eau.....	2
I.1.3.1. Eau de robinet	2
I.1.3.2. Eau de source	2
I.1.3.3. Eau minérale	3
I.1.4. Cycle de l'eau	3
I.1.5. Différents types de sources de l'eau	4
I.1.5.1. Eaux de surface	4
I.1.5.2. Eaux souterraines	4
I.1.5.3. Eaux des mers et des océans	4
I.1.6. Répartition de l'eau sur la terre	4
I.2. Qualité d'eau	5
I.2.1. Paramètres physico-chimiques.....	5
I.2.2. Paramètres microbiologiques.....	6
I.2.3. Normes de la qualité des eaux	6

Chapitre II : Traitement et épuration des eaux usées

II.1. Eaux usées	8
II.2. Origines des eaux usées	8
II.2.1. Les eaux usées pluviales	8

II.2.2. Les eaux usées domestiques	8
II.2.3. Les eaux agricoles	8
II.2.4. Les eaux industrielles	9
II.3. Indices de pollution physicochimique et biologique	9
II.3.1. Paramètres physicochimiques.....	9
II.3.1.1. Température (T°)	9
II.3.1.2. Potentiel d'hydrogène (pH)	9
II.3.1.3. Conductivité électrique (CE)	9
II.3.1.4. Oxygène dissous (O ₂)	9
II.3.1.4. Matières en suspension (MES)	10
II.3.1.5. Demande chimique en oxygène (DCO).....	10
II.3.1.6. Demande biologique en oxygène (DBO ₅)	10
II.3.1.7. Azote total (NT).....	10
II.3.1.8. Phosphore (PT)	10
II.3.1.9. Ammonium (NH ₄ ⁺)	10
II.3.1-10. Nitrites (NO ₂ ⁻)	11
II.3.1.11. Nitrates (NO ₃ ⁻).....	11
II.3.2. Paramètres microbiologiques	11
II.3.2.1. Bactéries	11
A. Les germes totaux.....	11
B. Coliformes totaux	11
C. Coliformes fécaux.....	11
D. Les streptocoques fécaux.....	12
E. Clostridium sulfito-réducteurs	12
II.3.2.2. Virus	12
II.3.2.3. Protozoaires	12
II.3.2.4. Helminthes	12
II.4. Impact des eaux résiduaires sur l'environnement	13
II.5. Traitements des eaux usées.....	13
II.5.1. Traitement physico-chimique (Le pré –traitement et le traitement primaire)	14
II.5.1.1. Pré -traitement	14
A. Dégrillage	14
B. Dessablage	14
C. Déshuilage	14

II.5.1.2. Traitements primaires	15
A. Décantation.....	15
B. Coagulation-Floculation	15
II.5.2. Traitement biologique (secondaire)	15
II.5.2.1. Les lits bactériens	16
II.5.2.2. Boues activées	16
II.5.2.3. Lagunage	17
II.5.3. Traitement tertiaire	17

PARTIE II : EXPERIMENTALE

Chapitre I : Matériels et méthodes

I.1. Présentation de la station d'épuration STEP N° 01	18
I.1.1. Description de STEP N° 01	18
I.1.1.1. Prétraitement des eaux usées	19
A. Dégrillage	19
B. Dessablage	19
I.1.1.2. Traitement secondaire des eaux usée	21
A. Lagunages aérée –première étape	20
B. Lagunes aérée –deuxième étape	20
I-1-1-3. Lagunes de finition	21
I.2. Matériels utilisés	21
I.3. Méthodologie	22
I.3.1. Echantillonnage	22
I.3.1.1. Prélèvement de l'eau à analyser.....	22
I.3.2. Méthodes d'analyses	23
I.3.2.1. Analyse physico-chimiques	23
A. Mesure du Potentiel d'hydrogène	23
B. Mesure de la conductivité électrique.....	23
C. Mesure de la salinité.....	23
D. Mesure de l'oxygène dissous	24
E. Mesure de matière en suspension	24
F. Mesure de La demande biologique en oxygène	24
G. Mesure de demande chimique en oxygène	25
H. Mesure de azote total, phosphores total, ammoniac, nitrites et nitrates.....	25

I.3.2.2. Analyses bactériologiques	25
A. Recherche des germes totaux	25
B. Recherche et dénombrement des coliformes et d' <i>Escherichia coli</i>	26
C. Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux	27
D. Recherche et dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs	27
I.4. Méthode d'analyse statistique	28
Chapitre II: Résultats et Discussion	
II.1. Induction	29
II.2. Résultats et discussion	29
II.2.1. Suivi de la qualité physico-chimiques des eaux usées	29
II.2.1.1. Température	29
II.2.1.2. Potentiel d'hydrogène	30
II.2.1.3. Conductivité électrique	30
II.2.1.4. Salinité	31
II.2.1.5. Oxygène dissous	32
II.2.1.6. Matières en suspension	33
II.2.1.7. Demande biologique en oxygène	34
II.2.1.8. Demande chimique en oxygène	34
II.2.1.9. Azote total	35
II.2.1.10. Phosphores total	36
II.2.1.11. Ammoniac	37
II.2.1.12. Nitrites	38
II.2.1.13. Nitrates	38
II.2.2. Suivi de la qualité bactériologique des eaux usées	39
II.2.2.1. Coliformes totaux et coliformes fécaux	39
II.2.2.2. Streptocoques fécaux	40
Conclusion générale	42
Références bibliographiques	43
Annexes	53
Résumé et mots clés	

Introduction générale

Introduction générale

L'eau est un élément indispensable pour la vie et le développement socioéconomique réel et durable d'un pays, il est donc nécessaire d'avoir une meilleure connaissance sur les ressources en eau existantes **(Belghiti et al., 2013)**, Lorsque l'homme utilise l'eau il ne fait pas que la consommer, mais il en rejette une partie dans l'environnement. C'est ce que l'on appelle l'eau usée. Cette eau usée peut contenir différents polluants **(Moulin et al., 2013)**. La pollution de l'eau est une dégradation physique, chimique, biologique ou bactériologique de ses qualités naturelles. Elle perturbe les conditions de vie de la flore et de la faune aquatiques **(Zeghoud, 2014)**.

Les dernières années ont été marquées en Algérie par un effort important et croissant consacré à la lutte contre la pollution, surtout dans le domaine de la protection et de la valorisation des ressources en eau. Cet effort s'est matérialisé par un large développement d'installation des stations d'épuration des eaux usées et par un suivi plus efficace de leurs performances **(Benelmouaz, 2015)**.

Le traitement des eaux est indispensable pour la préservation de notre environnement. Il permet de limiter l'impact des diverses pollutions liées à l'activité humaine **(Abouzlam, 2006)**. L'eau usée épurée qui peut être réutilisée en secteur agricole ou rejetée dans la nature sans effet nocif sur les sols, les plants et l'être humain donc sur l'environnement **(Khemici, 2014)**.

L'objectif de cette étude a visé le suivi de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux usées brutes et épurées de la STEP N° 01 kouinine El-Oued pour vérifier le bon fonctionnement de traitement des eaux usées par lagunage aéré.

Ce manuscrit est divisé en deux parties : une partie bibliographique et une partie expérimentale. La première partie comportera deux chapitres. Le premier chapitre est un rappel sur l'eau d'une façon générale et qualité d'eau. Le deuxième chapitre est consacré au traitement et l'épuration des eaux usées. La deuxième partie contiendra un chapitre qui résume l'échantillonnage et les méthodes d'analyse des paramètres physicochimiques et bactériologiques ainsi qu'un deuxième chapitre qui va regrouper les résultats et les discussions.

Partie I

Synthèse bibliographique

Chapitre I

Eau et qualité d'eau

I.1. Eau**I.1.1. Définition**

L'eau est l'élément essentiel à la vie, il représente un pourcentage très important dans la constitution de tous les êtres vivants, la molécule d'eau est l'association d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène sous le symbole H_2O . L'eau en tant que liquide est considérée comme un solvant universel, il se congèle à $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, il peut devenir vapeur à $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ (**Hamed et al., 2012**).

I.1.2. Propriétés

Malgré une structure simple, la molécule d'eau possède des propriétés remarquables et anormales si on la compare à d'autres corps dont la composition est analogue (**Musy & Higy, 2004**). C'est un liquide incolore, inodore, sans saveur et de pH neutre (**Perry, 1984**).

Dans la nature, sous l'action du soleil, de la pression atmosphérique et de la température, l'eau change d'état. On peut la trouver sous trois formes :

- **État solide** : à basse température, l'eau est appelée glace et possède des structures cristallines régulières.
- **État gazeux** : caractérisé par une absence de forme et de limite physique, il n'y a pas de liaisons entre les molécules, et sont indépendantes les unes des autres.
- **État liquide** : caractérisé par une forme non définie. Les molécules peuvent se déplacer les unes par rapport aux autres mais elles restent proches car elles sont liées par des forces intermoléculaires (**Marsily, 1995**).

I.1.3. Différents types d'eau

Les eaux de boisson destinées à la consommation humaine répondent à diverses appellations (eau de robinet, eau de source, eau minérale...) (**Gassambe, 2012**).

I.1.3.1. Eau de robinet

Ces eaux proviennent de captage d'eaux superficielles (cours d'eau, lac etc.), de nappes ou de sources souterraines. Ces eaux subissent plusieurs traitements avant leur distribution et une désinfection totale capable de détruire les germes pathogènes (**Chérif Ibrahima, 2006**).

I.1.3.2. Eau de source

L'eau de source est directement potable à l'état naturel car elles sont issues de nappes d'eaux souterraines non polluées, profondes ou protégées des rejets dus aux activités humaines (**Gassambe, 2012**).

I.1.3.3. Eau minérale

Une eau minérale naturelle ne peut être que d'origine souterraine, et s'être constituée à l'abri de tout risque de pollution. Microbiologiquement saine dès l'origine, elle n'est perturbée par aucune contamination d'origine humaine. La principale caractéristique de l'eau minérale naturelle réside dans sa pureté originale. Les eaux minérales naturelles ont une composition physico-chimique stable qui peut leur permettre de se voir reconnaître des propriétés favorables à la santé humaine (Blanc, 2008).

I.1.4. Cycle de l'eau

Le cycle hydrologique est un concept qui englobe les phénomènes du mouvement et du renouvellement des eaux sur la terre (Talatizi, 2014).

Le cycle de l'eau est donc une histoire immuable qui n'a ni début ni fin. L'eau sur la terre se renouvelle en permanence et y circule en un cycle ininterrompu de 21 jours depuis la nuit des temps (Barhoumi-Andreani *et al.*, 2004).

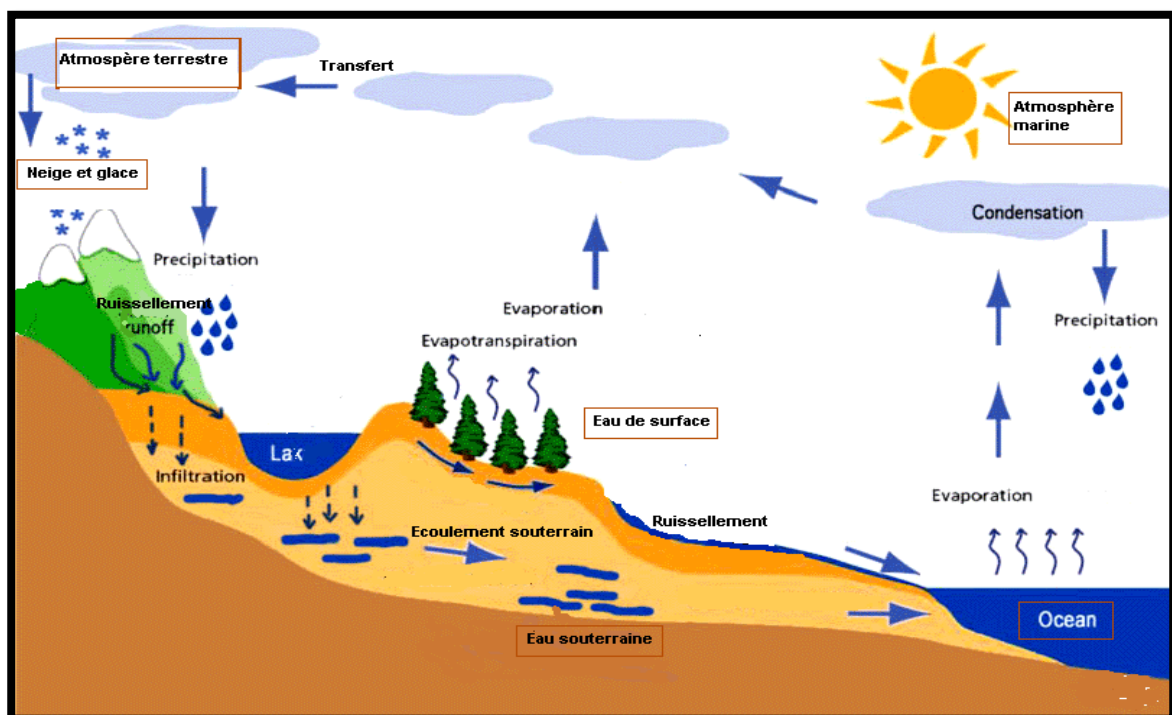


Figure 01 : Cycle de l'eau dans la nature (Broussaud, 2008).

L'eau sur terre sous l'effet de la chaleur du soleil s'évapore et se condense dans l'atmosphère en formant des nuages. Les nuages selon certaines conditions atmosphériques provoquent des précipitations (pluie, neige, grêle...) qui tombent dans les océans, les fleuves, les rivières et sur la terre. Les plantes absorbent une partie de l'eau et en rejettent dans l'atmosphère par évapotranspiration. Le reste des précipitations s'infiltré dans les nappes

souterraines ou rejoint océans et cours d'eau avant de s'évaporer à nouveau. C'est le grand cycle éternel de l'eau (CIE, 2012).

I.1.5. Différents types de sources de l'eau

Trois types de sources d'eau sont utilisés par l'homme pour d'une part, satisfaire ses propres besoins en eau de consommation, d'autre part, répondre aux besoins industriels et agricoles. Les sources d'eaux concernent :

- 1- Les eaux superficielles ou de surface (de rivières, de fleuves et de lacs...).
- 2- Les eaux souterraines.
- 3- Les eaux des mers et des océans (Mizi, 2006).

I.1.5.1. Eaux de surface

Ce terme englobe toutes les eaux circulantes ou stockées à la surface des continents. Elles proviennent surtout des pluies et sont constituées d'un mélange d'eau de ruissellement et l'eau souterraine qui alimentent les vallées, les barrages et les lacs (Lahouel, 2010).

I.1.5.2. Eaux souterraines

Les eaux qui ne sont ni ré-évaporées, ni retournées à la mer par ruissellement s'infiltrant dans le sol et le sous-sol pour s'y accumuler et constituer les eaux souterraines (Laouar, 2012).

L'eau souterraine constitue donc la plus grande réserve en eau douce liquide de la planète; c'est l'une des matières premières les plus vitales pour l'homme et pour l'ensemble de l'économie (Luzolo Lutete, 2012).

L'eau souterraine est beaucoup plus précieuse car elle est meilleure que les eaux de surface. Elle est souvent là, invisible, inaudible...à couler lentement à 5, 10, 100...mètres sous nos pieds et pourtant elle fait, dans beaucoup des cas, partie intégrante de notre vie de tous les jours (Luzolo Lutete, 2012).

I.1.5.3. Eaux de mers et océans

Les mers et les océans constituent des énormes réservoirs d'eau, elles représentent près de 97.4% du volume d'eau existant actuellement sur notre planète, le reste est la part des eaux continentales (eaux souterraine et superficielles). Les eaux de mers sont caractérisées par une grande salinité, elles sont dénommées aussi « eaux saumâtres », ce qui rend leur utilisation difficile, notamment leur coût très élevé pour leur traitement (Lounnas, 2009).

I.1.6. Répartition de l'eau sur la terre

L'eau est de loin le liquide le plus abondant sur la terre dont elle recouvre les 72% de

la surface. Représentant un volume total estimé à $1.4 \times 10^9 \text{ Km}^3$. Les mers et les océans représentent 97,4% de la totalité des eaux terrestres. Les quatre cinquièmes des eaux dites douces sont constitués par les sommets enneigés et les glaciers et la quasi-totalité du cinquième restant est localisé dans des nappes phréatiques (**Friedli, 2002**).

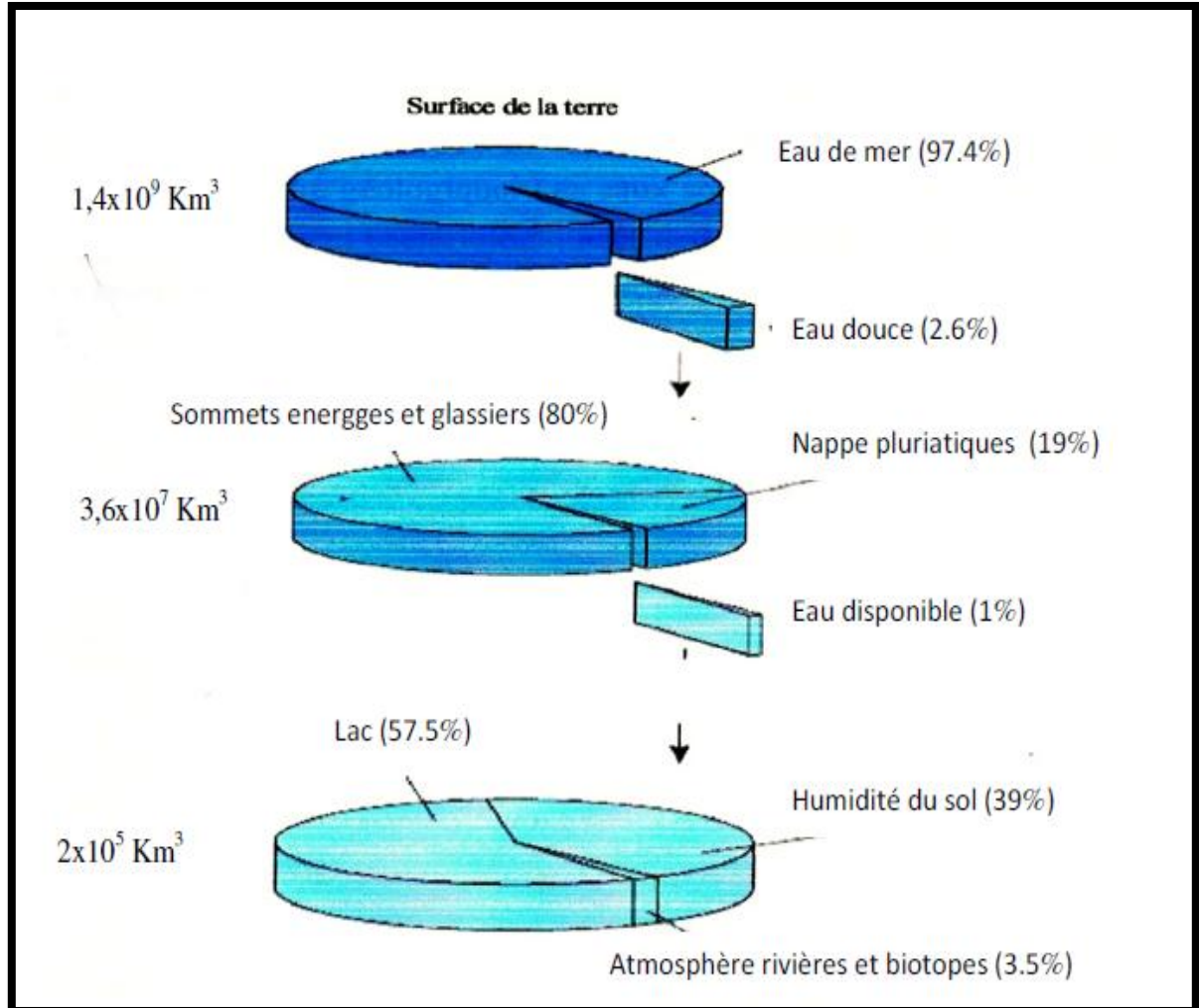


Figure 02 : Répartition des eaux dans le monde (Sari, 2014).

I.2. Qualité d'eau

Plusieurs types de substances peuvent nuire à la qualité de l'eau. Ces substances sont souvent regroupées selon leurs caractéristiques microorganismes, produits chimiques inorganiques ou organiques et composés radiologiques (**CIFFQE, 2011**). Les paramètres pris en compte pour qualifier la qualité des cours d'eau sont :

I.2.1. Paramètres physico-chimiques

Les paramètres physico-chimiques concernant tout ce qui est relatif à la structure naturelle de l'eau et délimitent des concentrations maximales pour un certain nombre d'éléments souvent des ions comme le chlorure, sulfate, nitrate,...etc (**Tfyeche, 2014**).

I.2.2. Paramètres microbiologiques

On trouve naturellement dans les eaux de surface une grande variété de microorganismes, dont certains peuvent notamment favoriser la décomposition de la matière organique et le recyclage des éléments nutritifs essentiels au maintien des organismes aquatiques et de la chaîne trophique. Par contre, d'autres microorganismes proviennent des déjections d'origine animale et humaine et peuvent causer des maladies importantes chez les humains, dont des gastro-entérites et des infections cutanées (MDDEFP, 2013).

I.2.3. Normes de la qualité des eaux

L'usage de l'eau à des fins alimentaires ou d'hygiène nécessite une excellente qualité physico-chimique et microbiologique (Kahoul & Touhami, 2014).

L'eau de consommation ne doit pas contenir de germes des maladies à transport hydrique, de substances toxiques ni de quantité excessive de matières minérales et organiques. En outre l'eau potable doit contenir sans excès un certain nombre d'éléments minéraux dont la présence lui confère une saveur agréable à l'exclusion de ceux qui seraient l'indice d'une contamination ainsi que toute substance toxique (Kassim, 2005).

Tableau 01 : Qualité bactériologique de l'eau de boisson (Hamed et al., 2012).

Paramètres bactériologiques	Unités	Recommandation (OMS)
Germes totaux	Germe/ml	100
Coliformes fécaux	Germe /100ml	0
Streptocoques fécaux	Germe /100ml	0
<i>Clostridium sulfito- réducteurs</i>	Germe /20ml	0

Tableau 02 : Qualité physico-chimique de l'eau de boisson selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) en 2002 (Kassim, 2005).

Eléments	Valeurs indicatives en mg/l
Cuivre.....	1 mg/l
Cyanures.....	0,07 mg/l
Fluorures.....	1,5 mg/l
Manganèse.....	0,1 mg/l
Mercure.....	0,001 mg/l
Nitrates.....	50 mg/l
Nitrites.....	3 mg/l
Ammoniac.....	15 mg/l
Plomb.....	0,01 mg/l
Chlore.....	5 mg/l
Couleur.....	15 UCV (unité de couleur vraie)
Turbidité.....	5 UTN (unité de turbidité phéломétrie)
Aluminium.....	0,2 mg/l
Chlorure.....	250 mg/l
Dureté.....	-
Fer.....	0,3 mg/l
pH.....	6,5 – 8,5
Sodium.....	200 mg/l
Sulfates.....	250 mg/l
Solides totaux en solution.....	1000 mg/l
Zinc.....	3mg/l

Chapitre II

Traitement et épuration des eaux usées

II.1. Eaux usées

Les eaux usées sont des liquides de composition hétérogène , chargées de matières minérales ou organiques , pouvant être en suspension ou en solution **Khemici, (2014)**, et la plus part des eaux usées sont offensives, d'autre sont pathogènes, elles peuvent être l'origine de grave problèmes de santé publique (**Tfyeche, 2014**).

II.2. Origines des eaux usées

On distingue généralement plusieurs types des eaux : les **eaux pluviales** ou eaux de ruissellement sur les surfaces imperméabilisées ; les **eaux domestiques** ou eaux ménagères ; les **eaux agricoles** ; et les **eaux industrielles**. Parmi la famille des eaux industrielles, on trouve les eaux de refroidissement, les eaux de lavage, les eaux de fabrication ou de procédé, et les eaux domestiques (**Sancey, 2011**).

II.2.1. Les eaux usées pluviales

Ces eaux proviennent des eaux de ruissellement qui se forment après une précipitation. Elles peuvent être particulièrement polluées, surtout en début de pluie par deux mécanismes :

Le lessivage de sols et des surfaces imperméabilisées (**Ben Chehem et al., 2014**).

- Les déchets solides ou liquides déposés par temps sur ces surfaces sont entraînées dans le réseau d'assainissement par les premières précipitations qui se produisent
- Par temps sec, l'écoulement des eaux usées dans les collecteurs des réseaux est lent ce qui favorise le dépôt de matières décantables. Lors d'une précipitation, le flux d'eau plus important permet la remise en suspension de ces dépôts (**Benelmouaz, 2015**).

II.2.2. Les eaux usées domestiques

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau, des établissements et services résidentiels, elles sont essentiellement porteuses de pollution organique, produites essentiellement par le métabolisme humain et les activités ménagères, ces eaux usées comprennent les eaux ménagères, et des eaux de toilettes (eaux des vannes) (**Rahmani, 2015**).

II.2.3. Les eaux agricoles

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

phosphatées des nappes les plus superficielles et des eaux des cours d'eau ou des retenues (Metahri, 2012).

II.2.4. Les eaux industrielles

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus des matières organiques azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques ou des hydrocarbures (Kir & Lechelah, 2013).

II.3. Indices de pollution physicochimique et biologique

L'évaluation de la qualité de l'eau nécessite de nombreuses analyses, incluant le dosage de multiples paramètres physico-chimiques et bactériologiques. Ces analyses sont réalisées par des méthodes dont les protocoles sont bien définis (Boulahai *et al.*, 2014).

II.3.1. Paramètres physicochimiques

II.3.1.1. Température (T)

Elle joue un rôle important dans la solubilité des sels et surtout des gaz (en particulier O₂) dans l'eau ainsi que, la détermination du pH et la vitesse des réaction chimiques. La température agit aussi comme facteur physiologique sur le métabolisme de croissance des microorganismes vivants dans l'eau (Botta & Bellon, 2001).

II.3.1.2. Potentiel d'hydrogène (pH)

Le potentiel d'hydrogène est le logarithme décimal de l'inverse de sa concentration en ions d'hydrogène (H⁺), il est inférieur ou supérieur à 7 suivant que l'eau est acide ou basique. Il n'a pas de la signification hygiénique mais il représente une notion importante de la détermination de l'agressivité de l'eau et la précipitation des éléments dissous (Hamed *et al.*, 2012).

II.3.1.3. Conductivité électrique (CE)

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant électrique entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de la conductivité électrique permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau. La conductivité est également fonction de la température de l'eau ; elle est plus importante lorsque la température est élevée (Eddabra, 2011).

II.3.1.4. Oxygène dissous (O₂ dissous)

L'oxygène est toujours présent dans l'eau. Sa solubilité est fonction de la pression partielle dans l'atmosphère et de la salinité. La teneur de l'oxygène dans l'eau ne dépasse

rarement 10 mg/l. Elle est fonction de l'origine de l'eau ; l'eau usée domestique peut contenir de 2 à 8 mg/l (**Ladjet, 2006**).

II.3.1.5. Matières en suspension (MES)

Les matières en suspension comprennent toutes les matières minérales ou organiques qui ne se solubilisent pas dans l'eau. Elles incluent les argiles, les sables, les limons, les matières organiques et minérales de faible dimension, le plancton et autres micro-organismes de l'eau (**IBGE, 2005**).

II.3.1.6. Demande chimique en oxygène (DCO)

Elle regroupe la quantité d'oxygène nécessaire à l'oxydation de l'ensemble des matières minérales et organiques biodégradables ou non, présentes dans un milieu. Soit donc à la fois les matières oxydables par les processus purement chimique et celles oxydables par les processus biochimiques (**Bousseboua, 2005**).

II.3.1.7. Demande biologique en oxygène (DBO₅)

C'est la quantité d'oxygène utilisée en 5 jours par les micro-organismes pour oxyder la matière organique. Onensemence l'effluent et on le sature en oxygène, puis au bout de 5 jours on mesure la quantité d'oxygène consommée. La DBO₅ est en fait une mesure de la fraction organique de la DCO (**Djeddi, 2007**).

II.3.1.8. Azote total (NT)

Quantité totale d'azote (en N mg/L) correspondant à l'azote organique (Norg) et ammoniacal (ion ammonium, NH₄⁺) et aux formes minérales oxydées de l'azote nitrates (NO₃⁻) et nitrites (NO₂⁻) (**Graini, 2011**).

Les formes réduites d'azote (organiques et ammoniacal) est appelé l'azote Kjeldahl (NTK) (**Mizi, 2006 ; Koller, 2004**).

II.3.1.9. Phosphore (PT)

Le phosphore peut également se trouver sous forme minérale (en provenance des lessives ou des rejets industriels) ou organique. Élément indispensable à la vie des algues, la présence de phosphore entraîne un risque d'eutrophisation du cours d'eau ou du lac, c'est à dire que celui-ci peut se voir envahi par un développement excessif de la population algale (**Baha & Bensari, 2014**).

II.3.1.10. Ammonium (NH₄⁺)

L'ammonium est une forme réduite de l'azote (NH₄⁺) et avec sa forme non-ionisée (NH₃), ils composent l'ammoniaque. Les ions d'ammoniaque jouent un rôle important dans le

traitement à l'eau dans la mesure où ils doivent être enlevés avant que la chloration puisse être réalisée (Mezzar, 2015).

II.3.1.11. Nitrites (NO₂-)

Considéré comme un élément toxique, le NO₂- est la forme la moins stable dans le cycle de l'azote. Il est issu de la réduction de l'ammonium NH₄ +. Son origine est liée à l'agriculture et aux rejets urbains et industriels (Aouissi & Houhamdi, 2009).

II.3.1.11. Nitrates (NO₃-)

Les nitrates sont présents dans l'eau par lessivage des produits azotés dans le sol, par décomposition des matières organiques ou des engrais de synthèse ou naturels (Belghiti *et al.*, 2013).

II.3.2. Paramètres microbiologiques

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 : les bactéries, les virus, les protozoaires et les helminthes (Belaïd, 2010).

II.3.2.1. Bactéries

On présente les germes indicateurs principaux, à savoir, les coliformes totaux, les coliformes fécaux, les streptocoques fécaux et clostridium sulfito-réducteurs :

A. Les germes totaux

Ce paramètre permet de mesurer les conditions sanitaires de la distribution et résiduel de désinfection, une concentration très importante en germes totaux peut entraîner des problèmes d'ordre organoleptique, par contre une faible valeur est le témoin de l'efficacité du traitement et de l'intégrité du système de distribution (Bezzou & Mekkaoui, 2013).

B. Coliformes totaux

Les coliformes totaux sont des bactéries utilisées comme indicateur de la qualité microbiologique de l'eau. Leur présence en excès dans l'eau, soit 10 coliformes par 100 ml et plus, annonce une contamination de l'eau potable. Les bactéries atypiques, quant à elles, agissent comme un voile lorsqu'elles sont en forte concentration dans l'eau (ASSCA, 2011).

C. Coliformes fécaux

Ils sont capables de se développer à 44°C, et permettent d'estimer le risque

épidémiologique dans l'eau. Il faut en tout logique tenir compte de la présence plus aux moins importante de germes pathogènes. La principale bactérie fécale est *Escherichia coli* (Benelmouaz, 2015).

D. Streptocoques fécaux

Ces bactéries appartiennent à la famille des streptococcaceae, ce sont des cocci généralement disposées en diplocoques ou en courte chaîne, à gram négatif, asporulantes, immobiles, aérobies facultatifs et possédant un métabolisme fermentatif (Joly & Reynaud, 2003).

E. Clostridium sulfito-réducteurs

Ces bactéries appartiennent à la famille des Bacillaceae, ce sont des bacilles Gram positifs, isolées ou en chainettes, catalase négatif, anaérobie strié, souvent gazogène, capable de réduire le sulfite de sodium en sulfure d'où la présence d'un halo noir autour des colonies due à la formation de sulfure de fer. Ils sont souvent considérés comme des témoins de contamination fécale ancienne ou intermittente (Hamzaoui & Fellah, 2014).

II.3.2.2. Virus

Les virus sont des parasites intracellulaires obligés qui ne peuvent se multiplier que dans une cellule hôte. On estime leur concentration dans les eaux usées urbaines comprise entre 10^3 et 10^4 particules par litre. Leur isolement et leur dénombrement dans les eaux usées restent difficiles, ce qui conduit vraisemblablement à une sous estimation de leur nombre réel (Belaid, 2010).

II.3.2.3. Protozoaires

Les protozoaires sont des organismes unicellulaires, plus complexes et plus gros que les bactéries. La plupart des protozoaires pathogènes sont des organismes parasites c'est à dire qui se développent aux dépens de leur hôte. Certains protozoaires adoptent au cours de leur cycle de vie une forme de kyste. Cette forme peut résister généralement aux procédés de traitement des eaux usées (Bouchenak Khelladi, 2015).

II.3.2.4. Helminthes

Les helminthes sont des vers multicellulaires plats (plathelminthes) ou ronds (némathelminthes). Tout comme les protozoaires, ce sont majoritairement des organismes parasites. Ce sont, pour la plupart, des vers intestinaux, souvent rejetés avec les matières fécales sous forme d'œufs très résistants. La contamination se fait par ingestion ou par voie

transcutanée (par fixation puis pénétration des larves à travers la peau) (**Vandermeersch, 2006**).

II.4. Impact des eaux résiduaires sur l'environnement

Tous les êtres vivants d'un biotope participent à un équilibre qui assure la pérennité des écosystèmes. Les déversements en milieu aquatique d'eaux polluées peuvent rompre cet équilibre (**Boumaza, 2015**).

Quand les eaux usées ne sont pas épurées avant leurs rejets dans le milieu naturel, l'altération de ce dernier et les déséquilibres qui s'y produisent ont non seulement des effets immédiats sur les utilisations de l'eau mais aussi des effets à long terme, parfois irréversibles pour la vie humaine (**Sahnoun, 2010**).

Les eaux usées contiennent des composés chimiques très persistants et qui ont une grande lipophilicité. Parmi ces composés, on peut citer les hydrocarbures polycycliques, les alkyl-phénols, chlorophénols, phtalates, les pesticides et les résidus pharmaceutiques actifs (**Belahmadi Mouhmed Seddik, 2011**). En effet plusieurs environnements aquatiques ont été pollués par ces composés, notamment les mers et les rivières où on observe des marées noires qui causent la mort des poissons, suite à l'intoxication due à ces composés en plus des autres substances pharmaceutiques dont les principales sources sont les eaux usées et les rejets industriels (**Kimura et al., 2004**).

Malheureusement, les eaux usées provoquent les maladies transportées ou occasionnées, comme la typhoïde, Le cholera, jusqu'à la fin du siècle dernière, responsables de graves épidémies qui dévastaient des régions entières. Cependant, les maladies hydriques ce sont encore parmi les trois grandes causes de morbidité et de mortalité dans les pays sous développés (**Kihal, 2014**).

Mais, les apports répétés des eaux usées sur le sol agricole plusieurs fois provoquent une augmentation de la concentration des sols en éléments nutritifs et par conséquence, ils favorisent une croissance importante des végétaux (**Kihal, 2014**).

II.5. Traitements des eaux usées

Le traitement des eaux usées a pour but de les dépolluer suffisamment pour qu'elles n'altèrent pas la qualité du milieu naturel dans lequel elles seront finalement rejetées (**CIE, 2016**). Ainsi, le processus classique de traitement de effluents urbains en station d'épuration comporte deux grandes phases, plus une troisième facultative:

1^{ère} processus : le traitement physico-chimique,

2^{ème} processus : le traitement biologique,

3^{ème} processus : la finition ou traitement tertiaire (Méot & Alamy, 1990).

II.5.1. Traitement physico-chimique (Le pré -traitement et le traitement primaire)

II.5.1.1. Pré -traitement

Le pré-traitement a pour objectif l'extraction des matières les plus grossières (brindilles, feuilles, tissus, ...) et des éléments susceptibles de gêner les étapes ultérieures du traitement (Bassompierre, 2007). Il comprend :

A. Dégrillage

À l'arrivée à la station d'épuration, les eaux résiduaires brutes doivent subir un dégrillage, permettant de séparer et d'évacuer les matières volumineuses qui pourrait nuire à l'efficacité des traitements suivants ou en compliquer l'exécution, et amener des risques de bouchage dans les différentes unités de l'installation (Allaoui, 2009).

B. Dessablage

Il a pour but d'extraire des eaux brutes les graviers, les sables et les particules minérales plus ou moins fines, de façon à éviter les dépôts dans les canaux et conduites, à protéger les pompes et autres appareils contre l'abrasion et à éviter de surcharger les stades de traitements suivants (Azzouzi, 2010).

C. Déshuilage

C'est généralement le principe de la flottation qui est utilisé pour l'élimination des huiles. Son principe est basé sur l'injection de fines bulles d'air dans le bassin de déshuilage, permettant de faire remonter rapidement les graisses en surface (les graisses sont hydrophobes). Leur élimination se fait ensuite par raclage de la surface (Zeghoud, 2014).

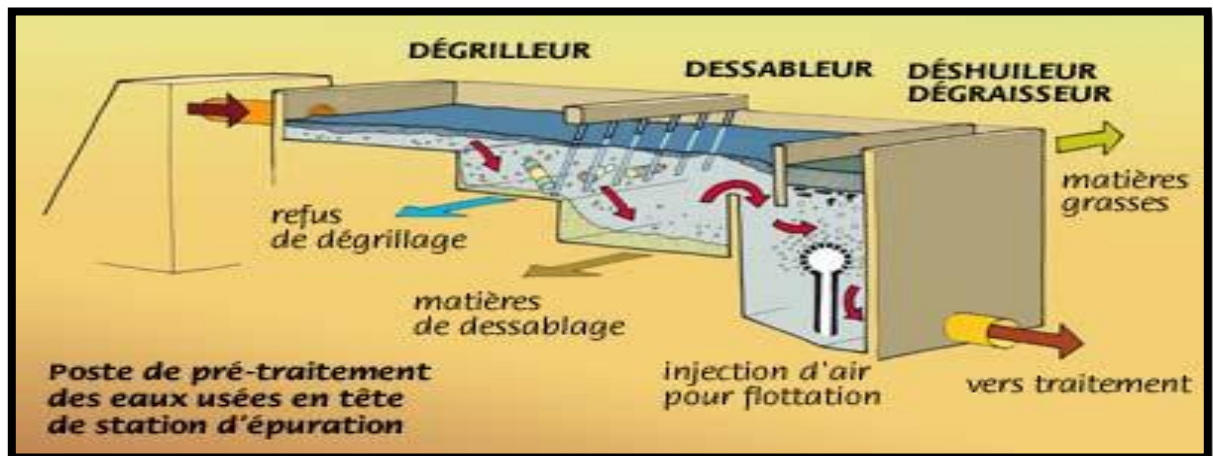


Figure 03 : Schéma de principal des étapes de prétraitement des eaux usées (Collet, 2012).

II.5.1.2. Traitements primaires

Traitements primaires est possible d'ajouter dans l'eau des agents coagulants et floculants. On peut alors récupérer un grand nombre de particules en suspension par décantation ou flottation. Cette étape permet d'éliminer 90% des particules et objets en suspension (Moulin *et al.*, 2013).

A. Décantation

Après avoir les différentes petites particules en de beaucoup plus grosse, il va maintenant falloir faire décanter tout ceci. Dans un corps d'eau immobile les particules en suspension plus lourdes que l'eau sont soumises à leurs poids apparent, elles chutent lentement pour s'accumuler sur le fond : c'est la décantation (Bechac & Boutin, 1984).

B. Coagulation-Floculation

Ou appelé la décantation associée à l'utilisation d'un coagulant- floculant (voie physico-chimique) : le principe est ici de favoriser l'agrégation des molécules en suspension grâce aux techniques de coagulation et de floculation de façon à augmenter la sédimentation grâce à l'obtention de flocs plus gros (Amiri, 2012).

Le processus a lieu dans les bassins de coagulation-floculation, il facilite l'élimination des solides en suspension et des particules colloïdales (El alaoui & Taoussi, 2013).

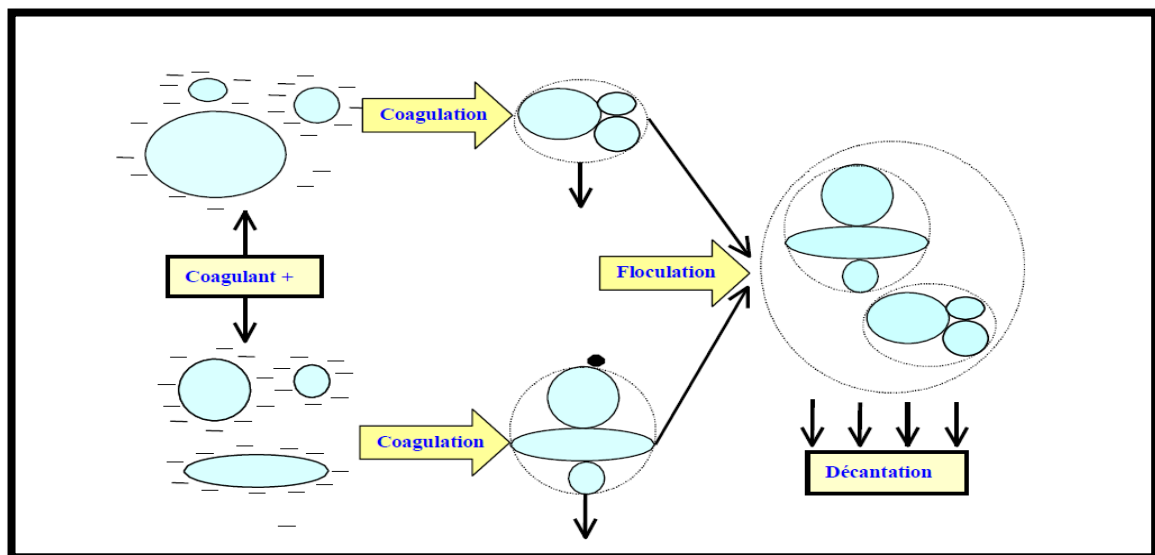


Figure 04 : Coagulation-Floculation (Graini, 2011).

II.5.2. Traitement biologique (secondaire)

Le traitement biologique des eaux usées est pour l'essentiel basé sur l'activité de bactéries. Il vise à éliminer les effets sensoriellement perceptibles mais aussi certains éléments

chimiques présents dans l'eau. Le but est de rendre l'eau acceptable par le milieu naturel en terme de pollution organique, azotée, phosphorée et particulaire (Pasquini, 2013).

II.5.2.1. Les lits bactériens

Le procédé lit bactérien ou filtre percolateur est un procédé d'épuration des eaux usées à lit fixe, dans lequel la biomasse n'est pas maintenue en suspension dans l'eau, mais forme un biofilm sur des surfaces de croissance. Ce biofilm transforme les composants organiques des eaux usées en milieu aérobie (Elhaite, 2010).

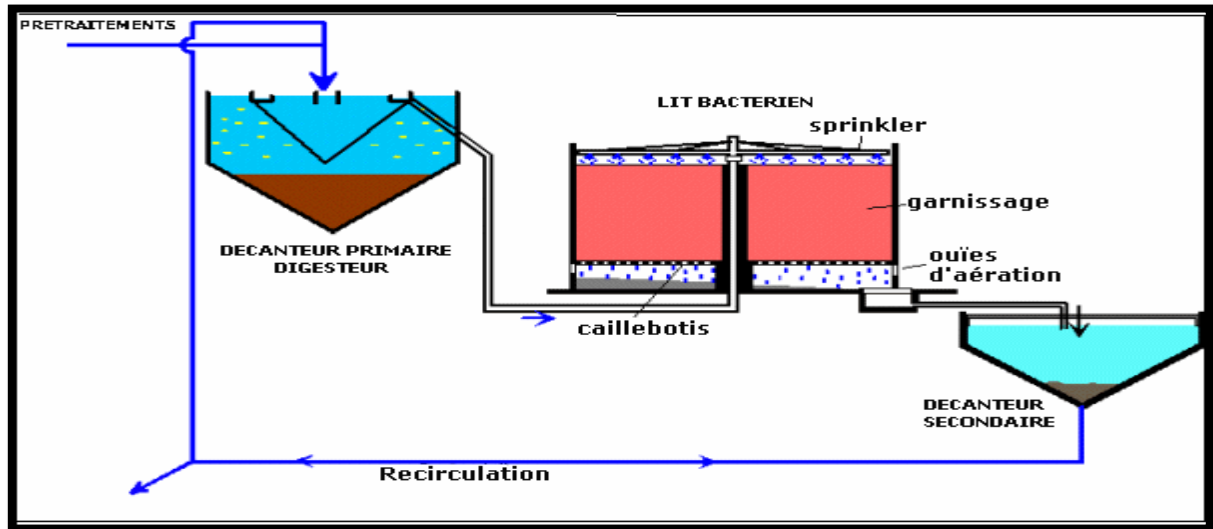


Figure 05 : Lit bactérien (Bettach, 2013).

II.5.2.2. Boues activées

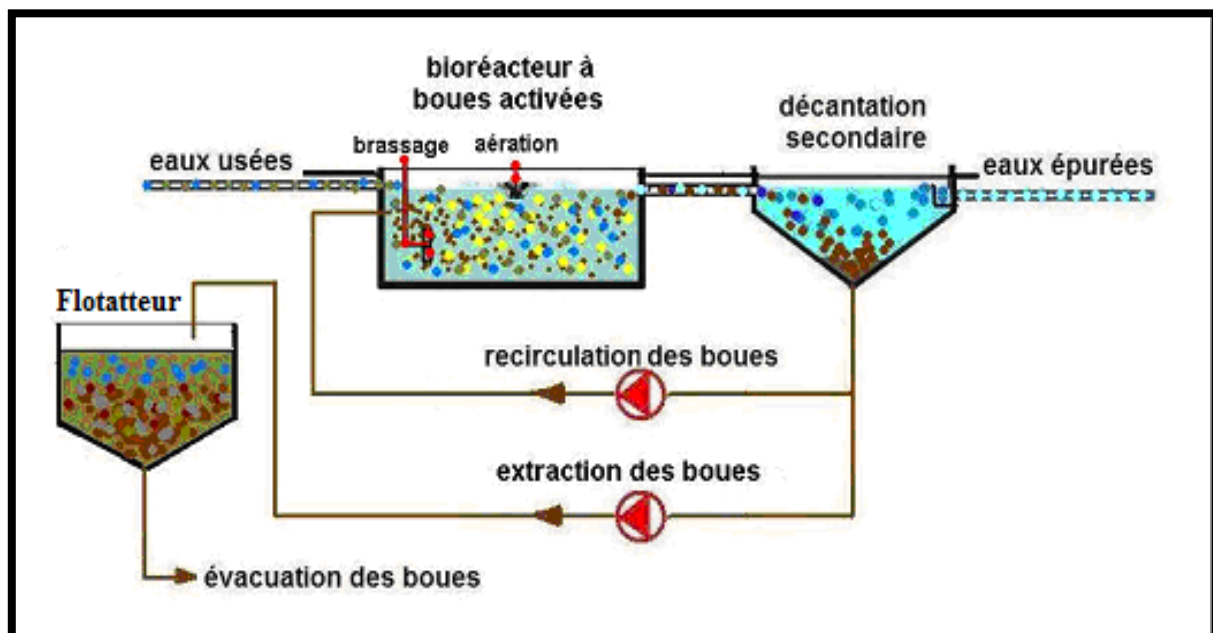


Figure 06 : Schéma de traitement des eaux usées par boues activées (Telli, 2013).

Dans le procédé par boues activées, la dégradation est assurée par voie biologique aérobie à l'aide de populations bactériennes maintenues dans le système épuratoire sous forme floculée. Ce principe naturel de floculation permet de séparer l'eau traitée de la biomasse par simple décantation et de recycler une partie de la masse active vers le réacteur biologique pour maintenir une activité biologique optimale (**Telli, 2013**).

II.5.2.3. Lagunage

La technique de l'épuration par lagunage consiste à faire circuler lentement un effluent, préalablement dégrillé, dans une succession de bassins peu profonds, appelés lagunes. Les lagunes sont au nombre minimum de trois et sont connectées en cascade. La matière organique est partiellement dégradée au cours de son cheminement dans les bassins via les microorganismes aérobies. L'oxygène qui est nécessaire aux bactéries épuratrices est en partie apporté par photosynthèse grâce aux algues qui se développent dans les bassins (**Chevalier, 2015**).

II.5.3. Traitement tertiaire

Ils sont pour but de compléter plus ou moins l'épuration, selon les normes de qualité applicables aux eaux épurées ou selon les utilisations de ces eaux (**Oubadi, 2012**). Les principaux traitements tertiaires sont la déphosphatation chimique, la filtration et la désinfection. La déphosphatation chimique constitue une méthode d'enlèvement du phosphore par précipitation. Les réactifs les plus courants sont l'alun et le chlorure ferrique. On a recours à la filtration lorsque les normes de rejets sur les matières en suspension (MES) et le phosphore (PT) sont très restrictives (**Allaoui, 2009**). Enfin, la désinfection est nécessaire pour diminuer le risque de contamination humaine (prise d'eau potable, conchyliculture...). Pour éliminer les germes pathogènes, les techniques classiques sont utilisées : chloration, ozonation ou irradiation par rayonnement ultraviolet (UV) (**Renou, 2006**).

Partie II

Expérimentale

Chapitre I

Matériels et méthodes

I.1. Présentation de la station d'épuration STEP N° 01

La station d'épuration des eaux usées STEP N° 01 est celle de type lagunage aérée. qui composée de six lagunes aérée réparties en deux étages de traitement et de trois lagunes de finition (3^{ème} étage), d'un ouvrage de prétraitement (dégrillage, dessablage), de 14 lits de séchage des boues d'épuration et de bâtiment d'exploitation, ainsi que le montage des équipements hydromécaniques et électriques.

La station d'épuration des eaux usée sert à collectée les eaux usées des communes d'El-Oued, Robbah, Bayadha et Kouinine, elle est située au Nord-est de Kouinine.

Kouinine est située sur niveau de 97 m au-dessus de la mer, et d'augmenter l'élévation vers le sud, tandis que la baisse dans le Nord.

Notre étude permettra notamment de déterminer le pouvoir épurateur physico-chimique et biologique des eaux de la ville d'El-Oued par la station d'épuration de Kouinine STEP N° 01 (ONA, 2009).

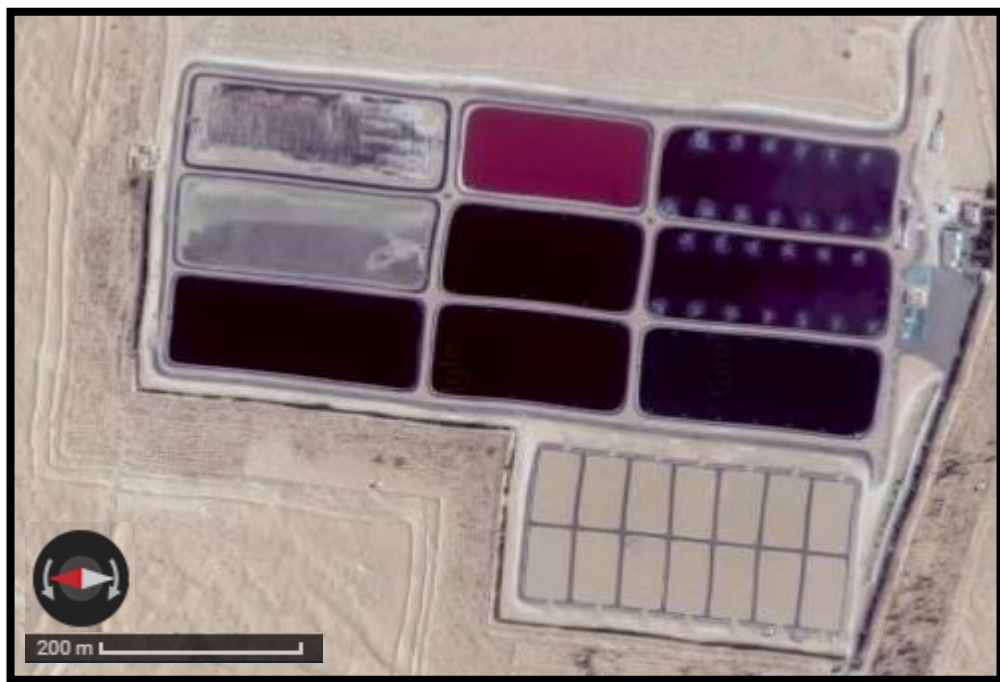


Figure 07 : Station d'épuration des eaux usées Kouinine- El-Oued (Googel map, consulté 24/04/2017).

I.1.1. Description de STEP N° 01

Station d'épuration des eaux usées à lagunage aérée est conçue pour desservir les communautés de : El-Oued, Bayadha, Robbah et Kouinine.

- ❖ La population total de ces communaités actuellement d'environ 486170 habitants.
- ❖ La plein capacité de la station d'épuration sera attient en 2030 m³.

❖ Le processus de traitement des eaux usées se base sur des lagunes aérées, il comprend les étapes principales ci-après :

- ❖ Prétraitement avec dégrillage et dessablage longitudinal.
- ❖ Bassin d'activation primaire (étape 1 avec 3 lagunes aérées parallèles).
- ❖ Bassin d'activation secondaire (étape 2 avec 3 lagunes aérées parallèles).
- ❖ Bassin de traitement d'affinage ou maturation (3 lagunes de post-traitement parallèles).
- ❖ Traitement de boues (14 lits de séchage des boues) **(ONA, 2009)**.

I.1.1.1. Prétraitement des eaux usées

A. Dégrillage

Les eaux usées traversent d'une grille dont les barreaux, plus ou moins espacés, l'espacement entre barreaux 15 mm retiennent les éléments le plus grossiers, après les grilles nettoyer par un système à racleur motorisé dont l'action automatisée est déclenchée par un capteur de niveau spécialement conçu qui surveille en permanence la différence entre le niveau d'eau en amont et en aval sur la grille **(ONA, 2009)**.



Figure 08 : Dégrilleur (ONA, 2009).

B. Dessablage

Construit en béton avec trois chambres dans cette zone le sable contenu dans les eaux usées est décanté grâce à une réduction de la vitesse d'écoulement et grâce à la force gravitaire. Ces particules sont ensuite aspirées par un pont racleur avec moteur électrique et

des pompes d'aspiration avec suspension flexible (pompe à moteur submersibles) (ONA, 2009).



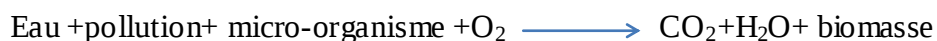
Figure 09 : Dessableur (ONA, 2009).

I.1.1.2. Traitement secondaire des eaux usées

A. Lagunages aéré –première étape

Suite à l'alignement des vannes des conduites du répartiteur, l'eau usée à traiter biologiquement s'écoule par les conduites et répartie de manière homogène. Le traitement biologique d'eau usée consiste des trois lagunes aéré (A1.A2.A3) de la même taille.

Pour assurer une réduction efficace de la pollution biologique (DBO_5) et chimique (DCO) à l'intervention des micro-organismes et l'oxygénation que fournir par 13 aérateurs dans chaque lagune, pour attendre dégradation de pollution organique entre 70-80% **ONA (2009)**, Selon le bilan global suivant:



B. Lagunes aéré –deuxième étape

Le fonctionnement de la deuxième étape d'aérateur est identique à la première .mais pour la dégradation de la charge restante d'environ 20-30% assuré par 6 pièces d'aérateurs ont été installées dans chaque lagunes (**ONA, 2009**).

I.1.1.3. Lagunes de finition

Les lagunes de finition ont été conçues et construites selon le même système que les lagunes aérée 1 et 2.

Les lagunes de finition ou de traitement final ont été construites pour améliorer la qualité de l'eau usée traitée biologiquement en majeure partie des matières dégradables est retenue dans les lagunes de l'étape 1 et 2. Voilà pourquoi le dépôt des boues des lagunes de traitement de finition augmente juste lentement. Les écarts de temps jusqu'au raclage des boues peuvent ainsi être prolongés par rapport aux lagunes aérées. Selon une estimation approximative on peut assurer une fréquence de raclage 8-10 ans. L'eau usée clarifiée biologiquement est dirigée vers l'émissaire (ONA, 2009).

I.2. Matériels utilisés

Dans notre travail; nous avons utilisé les matériels suivant:

Tableau 03 : Matériels utilisées

	Matériels utilisée		Réactive utilisée
	Appareil utilisée	Instrument	
L'analyse physicochimique dans laboratoire de L'ONA	-Préleveur d'échantillon	-Verrerie	-Eau distillé
	-Conductivité mètre	-Dessiccateur	-Tampon pH=4
	-pH mètre	-Papier filtre en verre diamètre 47mm	-Tampon pH=7
	-Oxymétrie	-Pince	-Tampon pH=10
	- Spectrophotomètre	-Micropipette	-Solution K Cl
	- Senseur BDO ₅ (OXITOP, WTW)	-Barrou-magnétique	-LCK 338(azote totale)
	-Etuve 105°	-Support d'alcalin (caoutchouc)	-LCK 348(phosphate)
	-Rampe de filtration	-Pastilles de Na OH	-LCK 350(phosphate)
	-Balance électrique	-Eprouvette graduée	-LCK 302(ammonium)
	-Thermo-réacteur	-Béchers	-LCK 303(ammonium)
	- Agitateur		-LCK 342(nitrite)
			-LCK 341(nitrite)
			-LCK 339(nitrate)
			-LCK 314(DCO)
			-LCK 114(DCO)
			-Inhibiteur nutritif
			-Acide sulfurique

Analyses bactériologiques dans laboratoire de L'ADE	- Réfrigérateur - Etuve universelle d'incubation - Bec benzène et gaz - Bain marie	- Pipette de pasteur - Tube à essia - Boites de petri	-Milieu Bouillon lactose au pourpre de bromocre sol (BCPL) à double concentration (D/C) - Milieu Bouillon lactose au pourpre de bromocre sol (BCPL) à simple concentration (S/C) - Réactive de Kovacs - Milieu Rothe D/C -Milieu Rothe S/C - Milieu gélose -Bouillon de Schubert -Milieu Eva Litsky -Gélose viande foie (VF) -Bouillon lactose au vert brillant (VBL)
--	---	---	--

I.3. Méthodologie

L'étude expérimentale consiste à effectuer des analyses physicochimiques et bactériologique de l'eau usée de la STEP N° 01 concernée au cours de la périodes allant de 26 février à 25 avril 2017.

I.3.1. Echantillonnage

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

- La sélection convenable du point d'échantillonnage.
- Le strict respect des procédures d'échantillonnage.
- La conservation adéquate de l'échantillon (**Rodier, 1997**).

I.3.1.1. Prélèvement de l'eau à analyser

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

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

- Identité des préleveurs ;
- Date et heure de prélèvement ;
- Motif de la demande d'analyse ;
- Point de prélèvement d'eau ;
- Origine de l'eau (STEP N° 01).

Les eaux doivent être prélevées dans des flacons stériles pour les analyses bactériologiques (**Rodier, 1997**).

I.3.2. Méthodes d'analyses

I.3.2.1. Analyses physico-chimiques

Les analyses physicochimiques qui ont été effectuées au niveau du laboratoire de STEP N° 01 de kouinine d'El-Oued.

A. Mesure du potentiel d'hydrogène (pH)

❖ Mode opératoire

La mesure du pH est effectuée par un pH mètre (voir l'annexe I) électronique relié à une électrode en verre. L'électrode est introduite dans l'eau à analyser et la lecture se fait directement sur l'enregistreur électronique quand l'affichage est stabilisé.

L'électrode a été d'abord étalonnée dans une solution tampon de pH égale à 10, 7 et à 4 puis introduit dans l'eau à analyser, dont la température s'affiché avec pH au même temps (**Rodier et al., 2005**).

B. Mesure de la conductivité électrique (CE)

❖ Mode opératoire

Elle est mesurée à l'aide d'un conductimètre (voir l'annexe I), on émerge complètement l'électrode dans l'eau à analyser et la lecture se fait directement sur l'enregistreur électronique quand l'affichage est stabilisé (**Rodier et al., 2005**).

C. Mesure de la salinité (Sal)

❖ Mode opératoire

Après l'obtenir la valeur de la conductivité électrique, on clique sur le bouton M 4 fois, AR puis Entrer pour la lecture de valeur de la salinité sur l'enregistreur électronique quand l'affichage est stabilisé (**ONA, 2017**).

D. Mesure de l'oxygène dissous (O₂ dissous)**❖ Mode opératoire**

La mesure de l'oxygène dissous est effectuée par l'oxymétrie électronique (voir l'annexe I) relié à une électrode en verre. L'électrode est introduite dans l'eau à analyser et la lecture se fait directement sur l'enregistreur électronique quand l'affichage est stabilisé (Rodier *et al.*, 2005).

E. Mesure de matières en suspension (MES)**❖ Mode opératoire**

- Mouiller le papier filtre avec de l'eau distillée;
- Mettre le papier filtre pendant quelque minute dans l'étuve chauffée à 105°C;
- Laisser refroidir le papier filtre dans le dessiccateur quelques minutes;
- Peser le papier filtre sur la balance (P₁ en mg);
- Placer le papier filtre dans la rampe de filtration et la connecter à pompe à vide;
- Filtrer un volume de l'échantillon, puis rincer l'éprouvette graduée avec environ 20 ml d'eau distillée, et rincer les parois internes de l'entonnoir avec un autre volume de 20 ml d'eau;
- Retirer avec précaution le papier filtre de l'entonnoir à l'aide de pinces à extrémités plates. si nécessaire, le papier filtre peut être pilé;
- Placer le papier filtre dans l'étuve à 105°C pendant 2 heures;
- Laisser s'équilibrer à température ambiante dans le dessiccateur;
- Peser le papier filtre sur balance (P₂ en mg) (voir l'annexe I).

Expression des résultats :

La concentration de la matière en suspension dans l'échantillon analysé est obtenue par la relation suivante :

$$\text{MES} = ((P_2 - P_1) / V) \times 1000$$

Avec :

P₁ : poids du papier filtre avant filtration (mg).

P₂ : poids du papier filtre après filtration (mg).

V : volume filtré (litre) (Benmoussa & Gasmi, 2015).

F. Mesure de demande biologique en oxygène (DBO₅)**❖ Mode opératoire**

Pour l'estimation de la valeur de la DBO₅ dans l'eau à analyser, on remplit les flacons de mesures par un volume adéquat de l'échantillon.

- Ajouter l'inhibiteur nutritif sur la bouteille (8 goutte l'eau épurée et 2 goutte l'eau brute);
- Mettre le support d'alcalin (caoutchouc) sur la bouteille;
- Ajouter 2 pastilles de Na OH sur le support d'alcalin;
- Fermé bien la bouteille par la DBO₅ senseur (OXITOP et WTW);
- Poser la bouteille dans le système d'agitation (voir l'annexe I) **(Benmoussa & Gasmi, 2015).**

G. Mesure de demande chimique en oxygène (DCO)

❖ Mode opératoire

- Agiter le tube à essai pour amener le résidu en suspension;
- Pour les échantillons d'eau brut, utilisée les gammes de réactif de (150-1000 mg/co₂);
- Pour les échantillons d'eau épurée, utilisée les gammes de réactif de (15-150 mg/co₂);
- Ajouter 2 ml de l'échantillon dans chaque tube;
- Laisser les tubes 15 minutes;
- Poses les tubes dans thermo- réacteur 148°C pendant 2 heure;
- Refroidies les tubes quelque minutes, mesure par le spectrophotomètre (voir l'annexe I) **(Benmoussa & Gasmi, 2015).**

H. Mesure de Azote total (NT), Phosphores total (PT), Ammoniac (NH₄⁺), Nitrites (NO₂⁻), Nitrates (NO₃⁻)

Dosages du NT, PT, NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻ sont faits par la méthode de HACH (voir l'annexe I) **(ONA, 2017).**

I.3.2.2. Analyses bactériologiques

Les analyses bactériologiques qui ont été effectuées au niveau du laboratoire de Algérienne Des Eaux (ADE) d'El-Oued, consistent à rechercher :

- ❖ Les Germes totaux ;
- ❖ Les Coliformes totaux et fécaux ;
- ❖ Les Streptocoques fécaux ;
- ❖ Les Clostridium sulfito-réducteurs.

A. Recherche des germes totaux

On prend une boîte de pétri stérile et on note la date sur la boîte; Près d'un bec benzène, on fait couler la gélose préalablement fondue et refroidie à 45°C ; on prélève 1 ml d'eau à analyser et on ensemence dans la boîte; on agite doucement par un mouvement circulaire pour assurer un mélange homogène et on incube la boîte à 37 °C pendant 24 heures **(Hamdi, 2011).**

B. Recherche et dénombrement des coliformes et d'*Escherichia coli* (d'*E. Coli*)**❖ Mode opératoire****-1^{ère} étape: Test présomptif de la présence ou l'absence des coliformes.**

On ensemence

-3 tubes de 10 ml de BCPL à double concentration munis d'une cloche de Durham avec 10 ml d'eau à analyser ;

-3 tubes de 10 ml de BCPL à simple concentration munis d'une cloche de Durham avec 1 ml d'eau à analyser ;

-3 tubes de 10 ml de BCPL à simple concentration munis d'une cloche de Durham avec 0,1 ml d'eau à analyser ;

-On agite pour homogénéiser tout en vidant l'air dans la cloche et placer les tubes dans une étuve à 37 °C pendant 48 heures ;

-Après incubation, les tubes considérés comme positifs présentent un trouble dans toute la masse liquide, avec virage du violet au jaune et un dégagement de gaz dans la cloche (voir l'annexe I).

-Expression des résultats des Coliformes totaux

Le nombre des coliformes totaux par 100 ml est obtenu en comptant le nombre des tubes positifs en se référant à la table de MAC-GRADY qui nous donne le nombre le plus probable (NPP) (voir l'annexe III) (Abdi *et al.*, 2013).

- 2^{ème} étape: Test confirmatif de la présence ou l'absence d'*Escherichia coli*

-On repique chaque tube de BPCL positif 2 à 3 gouttes par une anse bouclée ou une pipette pasteur dans un tube de bouillon Schubert muni d'une cloche de Durham ;

-On incube à 44 °C pendant 24 heures ;

-On considère comme positifs tous les tubes présentant à la fois ;

-Un trouble avec un dégagement gazeux ;

-Anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole par *E. Coli* Après adjonction de 2 à 3 gouttes de réactif de Kovacs (voir l'annexe I).

-Expression des résultats des Coliformes fécaux

Le dénombrement d'*E. Coli* s'effectue de la même façon que celui des coliformes totaux sur la table de MAC-GRADY (Abdi *et al.*, 2013).

C. Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux**❖ Mode opératoire****-1^{ère} étape: Test présomptif**

On ensemence

- 3 tubes de 10 ml bouillon de Rothe (D/C) avec 10 ml d'eau à analyser ;
- 3 tubes de 10 ml bouillon de Rothe (S/C) avec 1 ml d'eau à analyser ;
- 3 tubes de 10 ml de bouillon de Rothe (S/C) avec 0,1 ml d'eau à analyser ;
- On incube à 37 °C à 48 heures ;
- Les tubes présentant un trouble microbien sont considérés comme positifs et sont soumis au test confirmatif.

-2^{ème} étape: Test confirmatif

- On agite les tubes puis on prélève de chacun d'eux successivement quelques gouttes avec pipette pasteur pour les reporter dans des tubes de milieu Eva Litsky (éthyle violet d'acide de sodium)
- On incube à 37 °C pendant 24 heures ;
- L'apparition d'un trouble microbien confirme la présence d'un streptocoque fécale, parfois la culture s'agglomère au fond du tube en fixant le colorant et en formant une pastille violette de signification identique à celle du trouble (voir l'annexe I).

- Expression des résultats

Les résultats de dénombrement sont exprimés comme ceux d'*E. Coli* en nombre de germes par 100 ml d'échantillon. En se référant à la table MAC-GRADY (Chaibi, 2014).

D. Recherche et dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs**❖ Mode opératoire**

- On introduit dans 4 tubes à essai 20 ml d'échantillon d'eau à analyser (5 ml dans chaque tubes) .
- On place les tubes au bain marie à 80 °C pendant 10 mn ; dans le but de détruire toutes les formes végétatives.
- On remplit les 4 tubes par la gélose viande foie.
- On incube à 37 °C et on procède à une première lecture après 24 heures, car très souvent les spores des anaérobies sulfito-réducteurs sont envahissantes ce qui rendra la lecture impossible, Sinon on fera une deuxième lecture après 48 heures.

-Les Clostridium sulfito-réducteurs réduisent le sulfite de sodium, en produisant des colonies entourées d'un halo noir dû à la formation de sulfure de sodium (voir l'annexe I).

-Expression des résultats

-On compte toute colonie noire de 0,5 mm de diamètre dans chaque tube et on rapporte le nombre total des colonies dans les 4 tubes.

-On exprime les résultats en nombre de germes par 20 ml (**Lebres, & Mouffok, 2008**).

I.4. Méthode d'analyse statistique

Les résultats sont donnés sous forme de moyennes et écart-types (ES), et pour mieux visualiser les résultats on utilise la représentation graphique, les histogrammes, en utilisant EXCEL 2007. Alors, on utilise un logiciel MINITAB qui nous aide pour faire les tests (test T de student).

NS: Différence non significative $P > 0,05$.

* : Différence significative $P < 0,05$.

** : Différence hautement significative $P < 0,01$.

***: Différence très hautement significative $P < 0,001$.

Chapitre II

Résultats et discussion

II.1. Induction

Dans cette partie nous étudierons la qualité de l'eau brute et épurée par la station d'épuration des eaux usées par lagunage aéré de la STEP N° 01 Kouinine El-Oued.

Afin de déterminer la qualité des eaux usées de la station d'épuration de STEP N° 01, nous avons effectué les analyses de différents paramètres de pollution.

Les tableaux bruts des résultats d'analyses sont présentés en annexe II.

II.2. Résultats et discussion

II.2.1. Suivi de la qualité physico-chimique des eaux usées

II.2.1.1. Température (T)

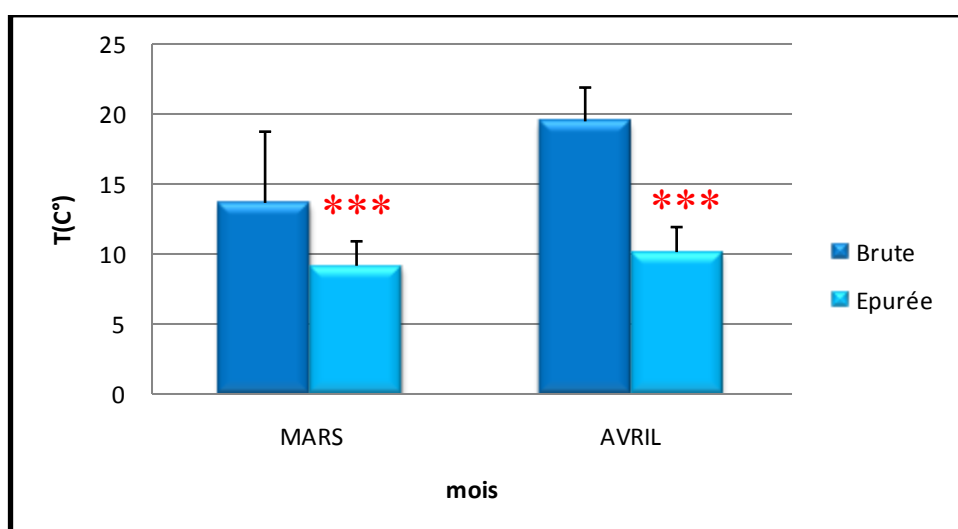


Figure 10 : Variations des valeurs moyennes de la température des eaux usées brutes et traitées.

On constate que les valeurs journalières de la température varient en moyenne entre 13.65°C et 19.49°C pour les eaux brutes et varient en moyenne entre de 9.15°C et 10.13°C révélé pour les eaux traitées durant notre période d'étude.

Les résultats présentés dans la figure 10 montrent une diminution de façon très hautement significatifs ($p < 0,001$) dans les eaux traitées par rapport les eaux brutes au deux mois. Ces valeurs sont conformes aux normes algériennes de rejets des eaux usées dans la nature qui sont de l'ordre de 30°C.

La température de l'eau est un facteur écologique qui entraîne d'importantes répercussions écologiques (Maoudombaye *et al.*, 2015).

La diminution des valeurs de température des eaux traitées par rapport aux eaux brutes à cause, notamment, ceci peut s'expliquer l'effet de brassage exercé par les aérateurs mécaniques et des mouvements des eaux dans les bassins et entre les étages et ainsi il y a

une relation avec les conditions climatiques locales et plus particulièrement avec la température de l'air et les phénomènes d'évaporation d'eau (Dahou & Brek, 2013).

II.2.1.2. Potentiel d'hydrogène (pH)

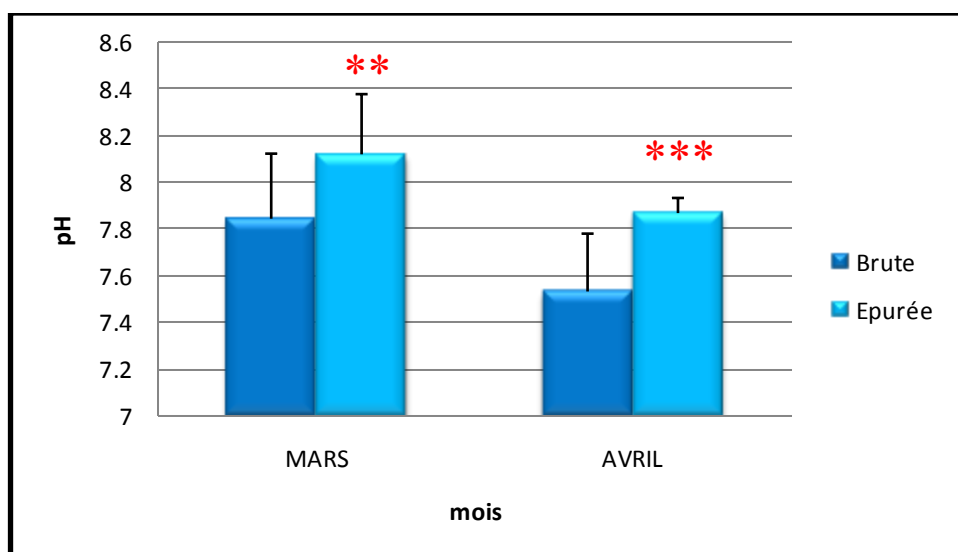


Figure 11 : Variations des valeurs moyennes du pH des eaux usées brutes et traitées.

On remarque que les valeurs du pH mesurées durant notre période d'étude varient pour les eaux brutes avec une valeur moyenne de 7.845 en mars et 7.533 en avril. Pour les eaux traitées, le pH varie avec des valeurs moyennes de 8.121 et 7.869 sur la durée totale de l'expérience (figure 11).

Les résultats indiquent une augmentation hautement significative ($p < 0,01$) et très hautement significative ($p < 0,001$) dans les deux mois respectivement.

Les résultats du pH des eaux brutes montrent que ces valeurs sont caractéristiques des eaux résiduaires urbaines et ceux des eaux traitées montrent que ces valeurs répondent aux normes Algériennes de rejet d'eau (6,5-8,5).

Le pH est considéré comme indicateur de plusieurs activités biochimiques, dont la photosynthèse et la biodégradation de la matière organique (Edeline, 1980 ; Bambara, 1985). Ce paramètre abiotique est fortement influencé par la photosynthèse Stum & Morgan, (1991), car le phytoplancton en effectuant la photosynthèse libérerait de l'oxygène dans l'eau consommerait le CO_2 ce qui augmenterait le pH (Bireche & Guessoume, 2013).

II.2.1.3. Conductivité (CE)

D'après les résultats, nous notons que les valeurs moyennes de CE mesurées sont de l'ordre de 5.374 ms/cm en mars et de 5.81 ms/cm en avril pour les eaux brutes, et de 5.402 ms/cm et de 5.511 ms/cm relevée pour les eaux traitées dans les deux mois respectivement (figure 12).

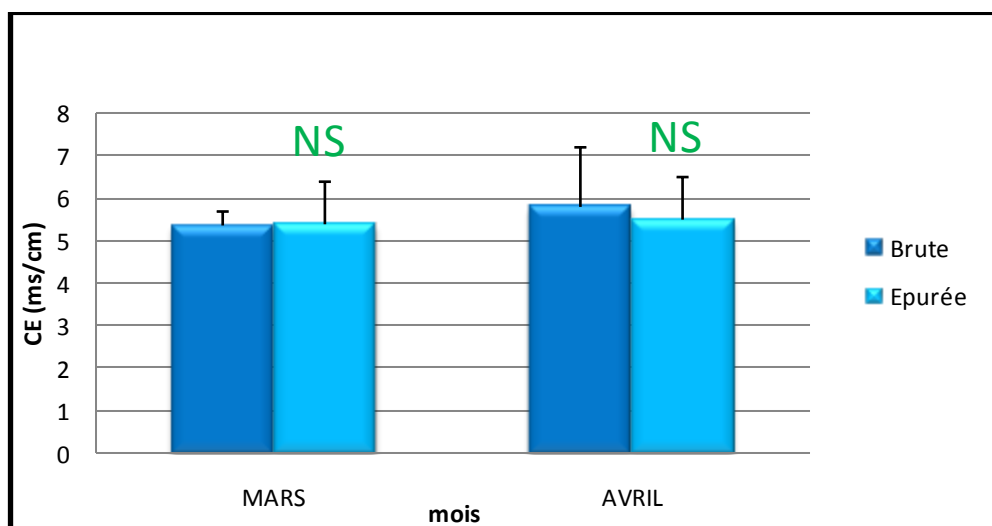


Figure 12: Variations des valeurs moyennes du conductivité des eaux usées brutes et traitées.

Cette étude ne montre aucune différence significative ($p > 0,05$) de ce paramètre physique.

La mesure de la conductivité constitue une bonne appréciation du degré de minéralisation d'une eau (Demba N'diaye *et al.*, 2013).

On a remarqué que la conductivité électrique était stable durant la période allant du 26 février au 25 avril, et cela à cause de la solvation des particules de sels minéraux et transfère des ions due à l'augmentation de la température, ensuite une chute mince de la conductivité pour les eaux (Hamed *et al.*, 2012).

II.2.1.4. Salinité (Sal)

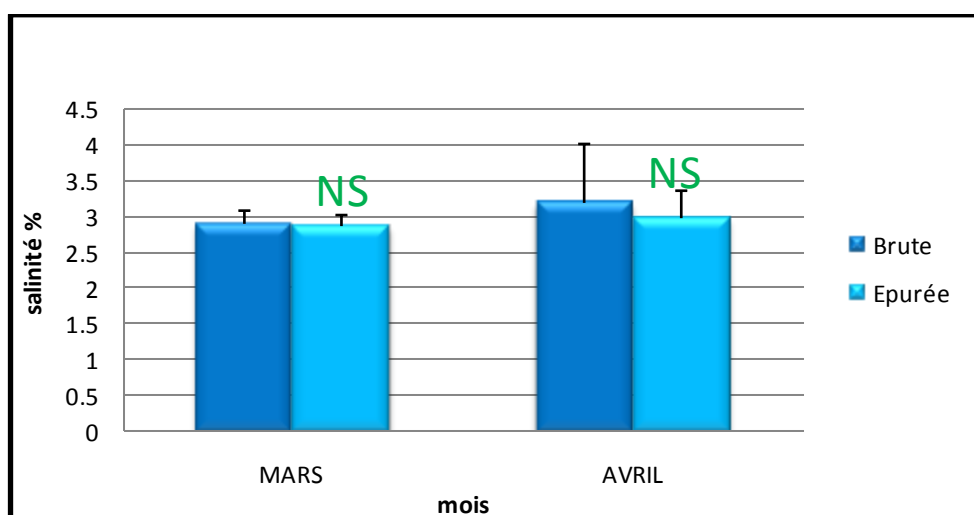


Figure 13 : Variations des valeurs moyennes du salinité des eaux usées brutes et traitées.

Les résultats de la salinité montrent que les valeurs de cette dernière varient avec une moyenne de 2.895 et de 3.187 en mars et avril pour les eaux brutes. Tandis que pour les eaux

traitées les valeurs de la salinité varient d'une manière légère, elles varient par des valeurs moyennes de 2.863 et 2.974 enregistrée en mars et avril.

Les résultats présentés dans la figure 13 ne montrent aucune différence significative entre les eaux brutes et les eaux traitées pour toute la durée de l'expérience.

La conductivité électrique est fortement corrélée à la salinité. Qui constitue la principale contrainte de la réutilisation des eaux épurées (**Bourouache, 2015**). Pour les eaux traitées malgré l'évaporation on constate une faible variation de la salinité suite aux grandes superficies des bassins de lagunage, on ne constate pas une variation de la concentration en sels (**Dahou & Brek, 2013**).

D'une façon générale, pour chaque la concentration moyenne de la salinité des eaux traitées est inférieur à celle des eaux brutes dû principalement à la précipitation des sels dissous de l'eau au fond du bassin (**Dahou & Brek, 2013**).

II.2.1.5. Oxygène dissous (O_2 dissous)

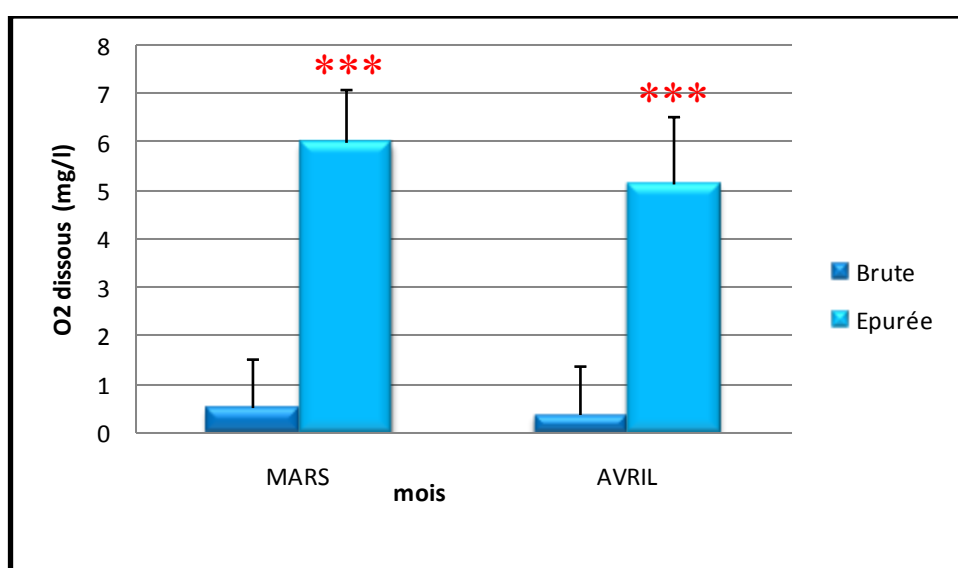


Figure 14 : Variations des valeurs moyennes du O_2 dissous des eaux usées brutes et traitées.

D'après la figure 14 on remarque que les teneurs en oxygène dissous varient journalièrement dans les eaux brutes et les eaux traitées. Pour les eaux brutes, la concentration moyenne, est faible (0.511 mg/1 en mars et 0.367 mg/1 en avril). Pour les eaux traitées, le taux de O_2 dissous varie avec une valeur moyenne de 5.99 mg/1 en mars et autre valeur moyenne de 5.13 mg/1 en avril.

Les résultats indiquent pour les eaux traitées une augmentation de façon très hautement significative ($p < 0,001$).

La valeur moyenne obtenue sur toute la période de l'expérience pour les eaux traitées

est de 5.56 mg/l. cette valeur est proche des normes OMS de rejets d'eau (O_2 dissous = 5 mg/l).

D'après le graphe les teneurs en O_2 dissous enregistrées à la sortie sont nettement supérieures à celles de l'entrée, ce ci est du à bonne aération des eaux au niveau du bassin d'aération, nécessaire pour le développment des microorganismes aérobies assurant l'oxydation des matières organiques, ce qui conduit à une bonne épuration biologique des eaux usées (Attab, 2011). Le faible taux d' O_2 dissous enregistré à l'entrée, caractérisant une arrivée d'eau usée riche en matières organiques et inorganiques dissoutes ainsi que la perturbation des échanges atmosphériques à l'interface due à la présence des graisses, des détergents...etc.) (Hazourli *et al.*, 2007).

II.2.1.6. Matières en suspension (MES)

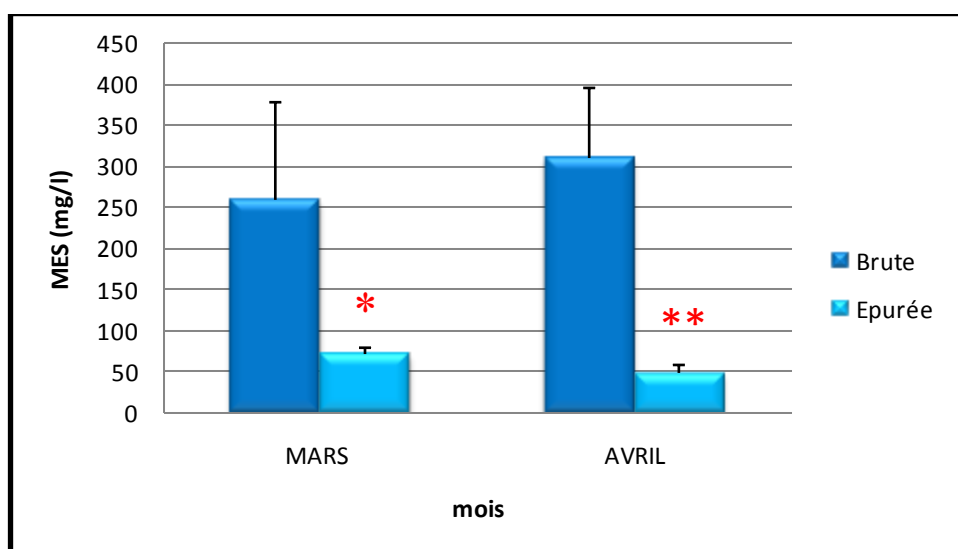


Figure 15 : Variations des valeurs moyennes du MES des eaux usées brutes et traitées.

D'après les résultats présentent dans la figure 15 nous observons que les valeurs des moyennes de MES varient pour les eaux brutes 259 mg/l; 310 mg/l et 71.1 mg/l; 48.07 mg/l pour les eaux traitées en mars et avril par ordre.

Cette étude indique une diminution de façon significative ($p < 0,05$) pour les eaux épurées en mars mais en avril apparait une diminution hautement significative ($p < 0,01$). Cette valeur est supérieure à la norme de l'OMS appliquée en Algérie (30 mg/l).

Les valeurs enregistrées au cours de notre étude révèlent une réduction importante des MES entre les eaux brutes et traitées. on constate que la dégradation de la matière organique est plus forte dans la période chaude à cause de l'activité des bactéries aérobies (Guitoun & Elhella, 2014).

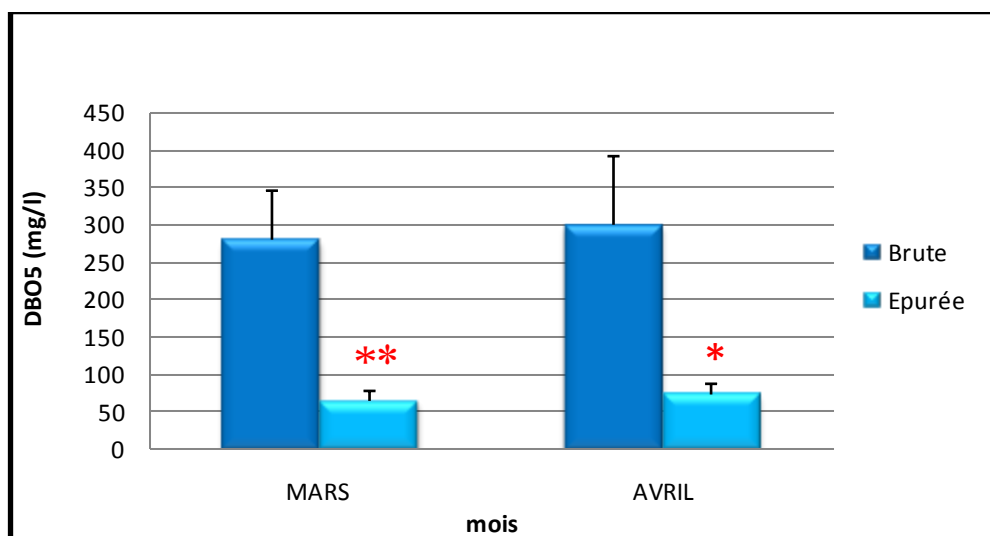
II.2.1.7. Demande biologique en oxygène (DBO₅)

Figure 16 : Variations des valeurs moyennes du DBO₅ des eaux usées brutes et traitées.

La figure 16 présente les valeurs moyennes de la DBO₅ des eaux brutes et traitées dont les valeurs moyennes pour les eaux brutes 280 mg/l ; 300 mg/l et on constate une diminution de la DBO₅ des eaux traitées par des valeurs moyennes 64.4 mg/l ; 73 mg/l durant la période de notre expérience.

Les résultats indiquent une diminution hautement significative ($p < 0,01$) pour les eaux traitées en mars et obtenus en avril une diminution de façon significative ($p < 0,05$). Ces résultats sont supérieurs aux normes algériennes admises au rejet d'eau (40 mg/l).

La demande biologique en oxygène, mesure la quantité d'oxygène consommé par les microorganismes après 5 jours, pour oxyder les matières organiques biodégradables (Bouselsal *et al.*, 2012).

La variation mensuelle de la DBO₅ des eaux usées brutes peut être expliquée par la dilution ou la concentration de la pollution des eaux dépendant étroitement du débit rejeté influencé par les conditions climatologique (la forte évaporation) (Tfyeche, 2014).

D'une façon générale, on constate une diminution de la DBO₅ ce qui signifie que la quantité de matière organique biodégradable devient moins importante après l'épuration (Kir & Lechelah, 2013).

II.2.1.8. Demande chimique en oxygène (DCO)

Les résultats que nous avons obtenus sont les valeurs des moyennes de la DCO varient pour les eaux brutes 635 mg/l; 674 mg/l et 147.3 mg/l; 135 mg/l pour les eaux traitées en mars et avril successivement.

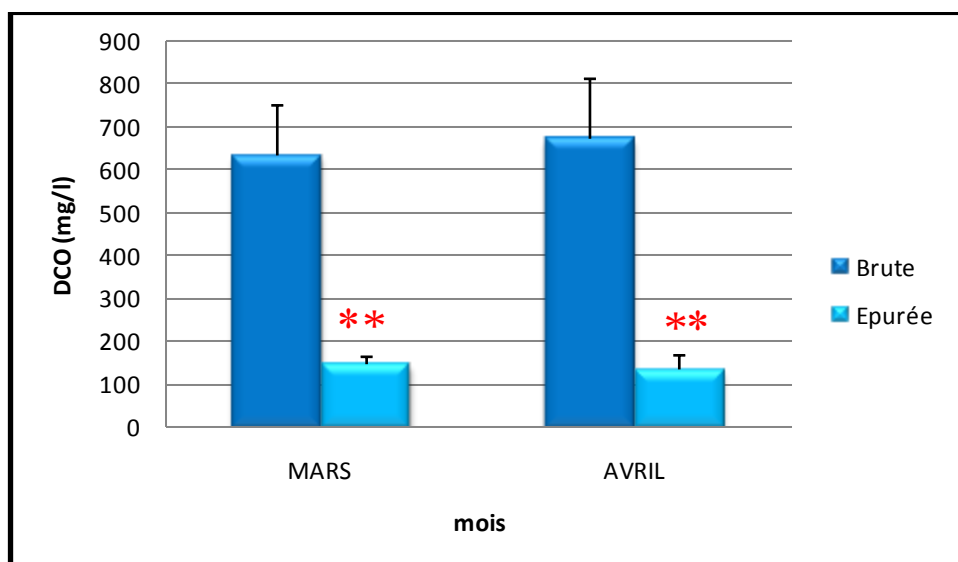


Figure 17 : Variations des valeurs moyennes du DCO des eaux usées brutes et traitées.

Les résultats dans la figure 17 montrent une diminution hautement significative ($p < 0,01$) après l'épuration des eaux brutes en deux mois. Les valeurs de DCO sont supérieures aux normes algériennes admises aux rejets d'eau (120 mg/l).

La DCO permet d'apprécier la concentration en matières organiques ou minérales, dissoutes ou en suspension dans l'eau, au travers de la quantité d'oxygène nécessaire à leur oxydation chimique totale (**Hamid et al., 2014**). Les valeurs de DCO à la sortie nous montrent le bon abattement des bassins aérés vis-à-vis de la pollution carbonée, cet abattement atteint 78.5% (**Rodier, 1996**).

II.2.1.9. Azote total (NT)

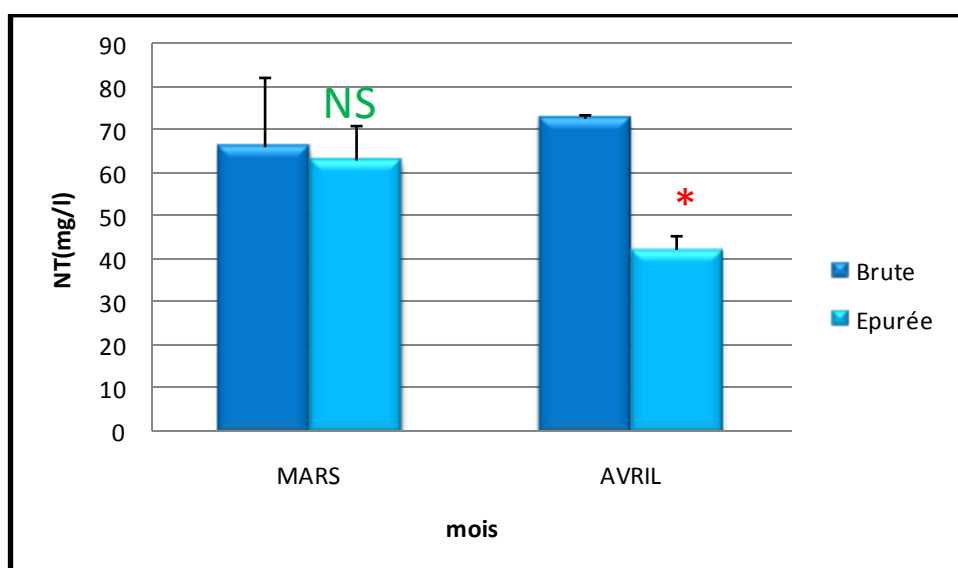


Figure 18 : Variations des valeurs moyennes du NT des eaux usées brutes et traitées.

D'après les résultats obtenus, nous remarquons que les moyennes des valeurs NT des eaux brutes sont 66.1 mg/l; 72.7 mg/l et celles des eaux traitées sont 63 mg/l; 42.2 mg/l dans la période de notre expérience (figure 18).

Les résultats n'indiquent aucune différence significative ($p > 0,05$) en mars mais en avril il y a une diminution significative ($p < 0,05$) pour les eaux épurées.

Le procédé par lagunage aéré ne peut pas à proprement parler éliminer l'azote : il peut tout au plus minéraliser l'azote organique en azote ammoniacal, et éventuellement oxyder une partie de ce dernier en nitrate. Ceci n'est toutefois pas un inconvénient si l'eau traitée est utilisée pour l'irrigation, puisque cet azote sert alors d'engrais. Dans le cas présent il y aurait intérêt à affiner la connaissance du bilan azoté, en déterminant systématiquement l'azote ammoniacal et nitrique dans l'effluent, car le NTK ne fournit que la somme des formes réduites de l'azote (Rassam *et al.*, 2012).

II.2.1.10. Phosphores total (PT)

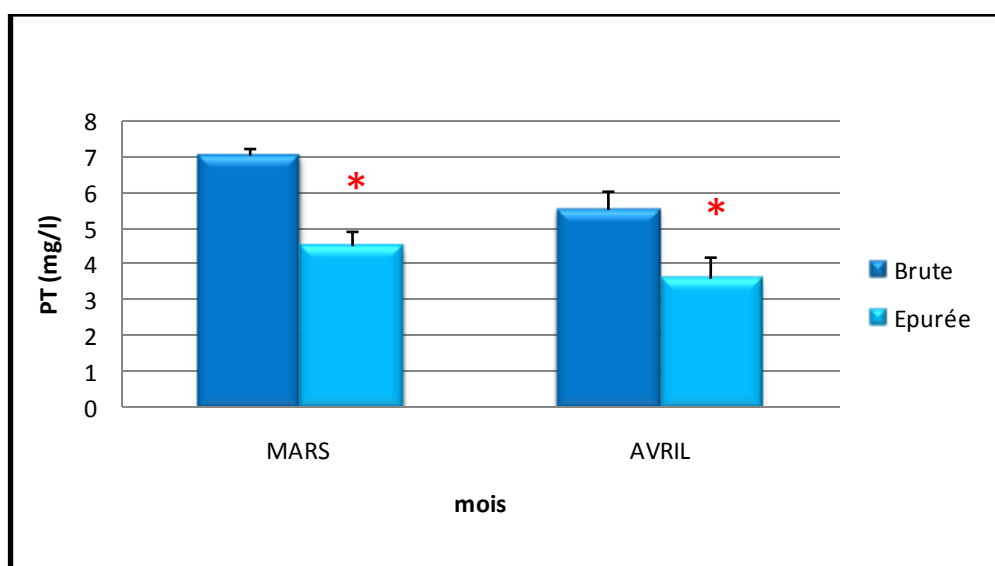


Figure 19 : Variations des valeurs moyennes du PT des eaux usées brutes et traitées.

En examinant la figure 19, on remarque que les valeurs des moyennes du PT des eaux usées brutes sont 7.03 mg/l; 5.51 mg/l et 4.50 mg/l; 3.59 mg/l des eaux épurées en mars et avril régulièrement.

Les résultats dans la figure 19 montrent une diminution significative ($p < 0.05$) après l'épuration des eaux brutes en deux mois. Ces valeurs sont supérieures aux normes de rejets algériennes d'eau (2mg/l).

Le phosphate joue un rôle important dans le développement des algues, en particulier dans les réservoirs, les canalisations... (Bouteraa *et al.*, 2015).

La diminution des teneurs en phosphates de l'entrée de la station vers la sortie est due à sa consommation par les bactéries au cours du processus d'épuration (**Djeddi, 2007**).

D'autre part et d'après le travail de **Serraye (2014)**, les concentrations des phosphates des eaux usées épurées sont variées selon la saison et selon le nombre de bactérie trouvé dans l'eau ; elle est légèrement plus faible part à la période chaude.

II.2.1.11. Ammoniac (NH_4)

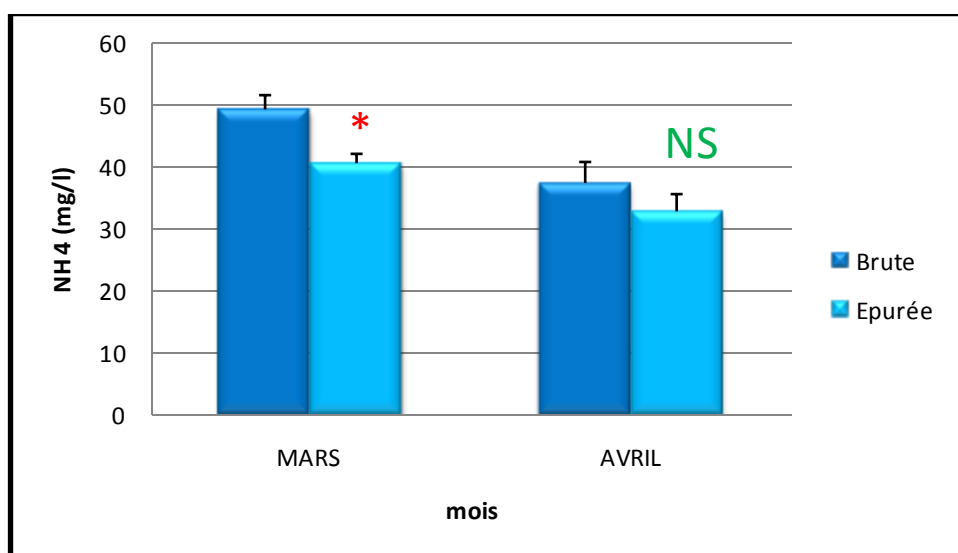


Figure 20 : Variations des valeurs moyennes du NH_4 des eaux usées brutes et traitées.

La figure 20 montre que les valeurs des moyennes du NH_4 des eaux usées brutes varient 49.3 mg/l; 37.4 mg/l et 40.6 mg/l; 32.8 mg/l pour les eaux traitées en mars et avril par ordre.

Les résultats indiquent une diminution significative ($p < 0.05$) des eaux traitées en mars et non significative ($p > 0.05$) en avril. Ces résultats sont supérieurs aux normes de l'OMS ($< 0,5 \text{ mg/l}$).

L'Ammonium : leur présence dans l'eau traduit habituellement un processus de dégradation incomplet de la matière organique. C'est donc un excellent indicateur de la pollution de l'eau par des rejets organiques d'origine agricole, domestique ou industriel (**Boudraa et al., 2011**). Les résultats de notre étude montrent clairement une diminution des taux d'ammoniac, où la présence des microorganismes autotrophes vis-à-vis de l'azote, dégradent les protéines en azote ammoniacal. Les bactéries autotrophes telles que *Nitrosomonas* et *Nitrobacter*, transforment l'azote ammoniacal (NH_4^+) en présence d'oxygène pour produire des nitrites (NO_2^-) puis des nitrates (NO_3^-); ces deux étapes mettent en œuvre l'oxydation de ces différents substrats par des bactéries aérobies qui en tirent l'énergie nécessaire à leur chimiosynthèse (**Attab, 2011**).

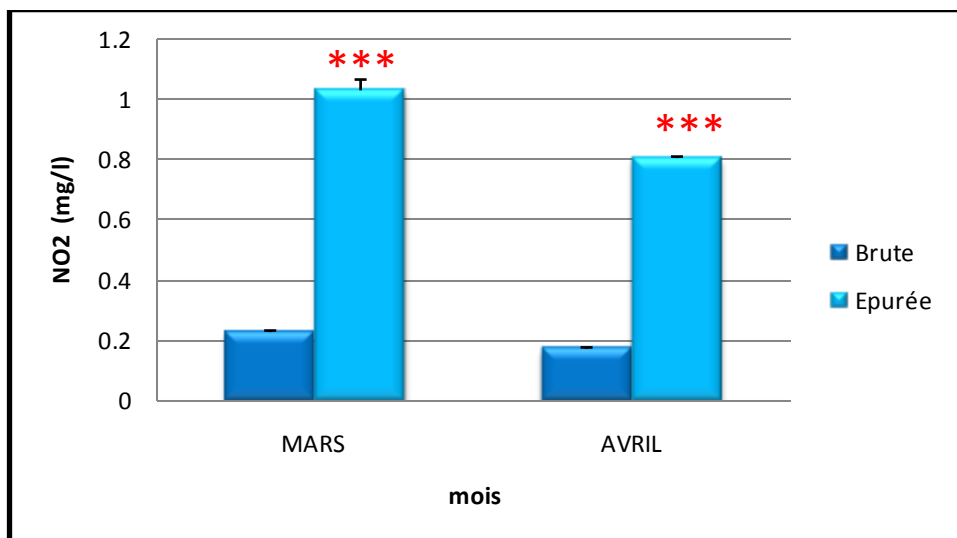
II.2.1.12. Nitrites (NO₂-)

Figure 21 : Variations des valeurs moyennes du NO₂- des eaux usées brutes et traitées.

Les valeurs des moyennes du NO₂- au cours de la durée de notre expérience (figure 21) varient d'un mois à l'autre où elles apparaissent en mars et avril pour eaux usées brutes 0.227 mg/l; 0.173 mg/l et 1.03 mg/l; 0.805 mg/l pour les eaux épurées.

Les résultats indiquent une augmentation très hautement significative ($p < 0,001$) durant la période de notre expérience. Ces valeurs sont conformes aux normes de l'OMS (1 mg/l).

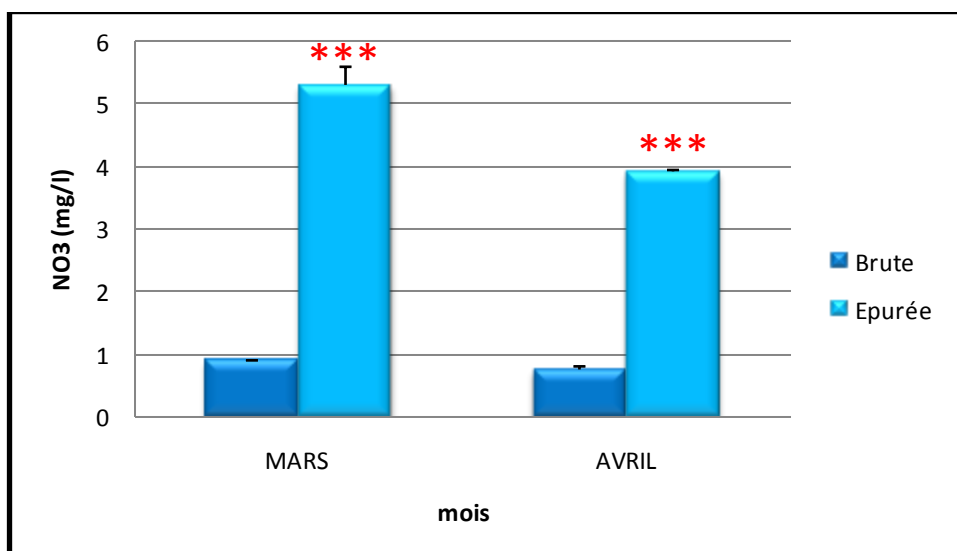
II.2.1.13. Nitrates (NO₃-)

Figure 22 : Variations des valeurs moyennes du NO₃- des eaux usées brutes et traitées.

La figure 22 présente les valeurs moyennes de la NO₃- des eaux brutes et traitées dont les valeurs moyennes pour les eaux brutes 0.893 mg/l ; 0.75mg/l et une augmentation

de la NO₃⁻ dans les eaux après l'épuration par des valeurs moyennes 5.30 mg/l; 3.92 mg/l en mars et avril ordinairement. Les résultats indiquent une augmentation très hautement significative ($p < 0,001$) dans la période d'étude. Ces résultats sont supérieurs aux normes de l'OMS de rejet d'eau (<1 mg/l).

L'augmentation des teneurs en nitrates et nitrites à la sortie de la STEP, peut s'expliquer par la prolifération des algues au niveau du bassin de finition. Bien que la croissance des phytoplanctons nécessite des nutriments tels que l'azote et le phosphore, les résultats montrent l'augmentation des teneurs en nitrates, confirmant la présence d'une source de ces composés dans le milieu. Il semblerait qu'il existe un type d'algue qui peut fixer l'azote atmosphérique et accroît par la suite les teneurs en composés azotes (Ounoki & Achour, 2014).

II.2.2. Suivi de la qualité bactériologique des eaux usées

Il est à signaler que, pour les dénombrements des micro-organismes (M.O) et pour l'ensemble des échantillons (l'eau brute et après bassin d'aération), analysés, une contamination très élevée a été enregistrée aux cours des lectures des différents résultats, soit sur les boîtes pétris, soit sur les tubes à essai des différents dilutions et bouillons.

Nous remarquons à partir des résultats des analyses bactériologiques que les eaux usées brutes et épurées sont chargées en germes totaux et clostridium sulfito-réducteur et que leur nombre est non quantifiable (voir tableau 05-annexe III).

Les résultats présentés dans les figures 23, 24 et 25 ne montrent aucune différence significative entre les eaux brutes et les eaux traitées pour toute la durée de l'expérience

II.2.2.1. Coliformes totaux et coliformes fécaux

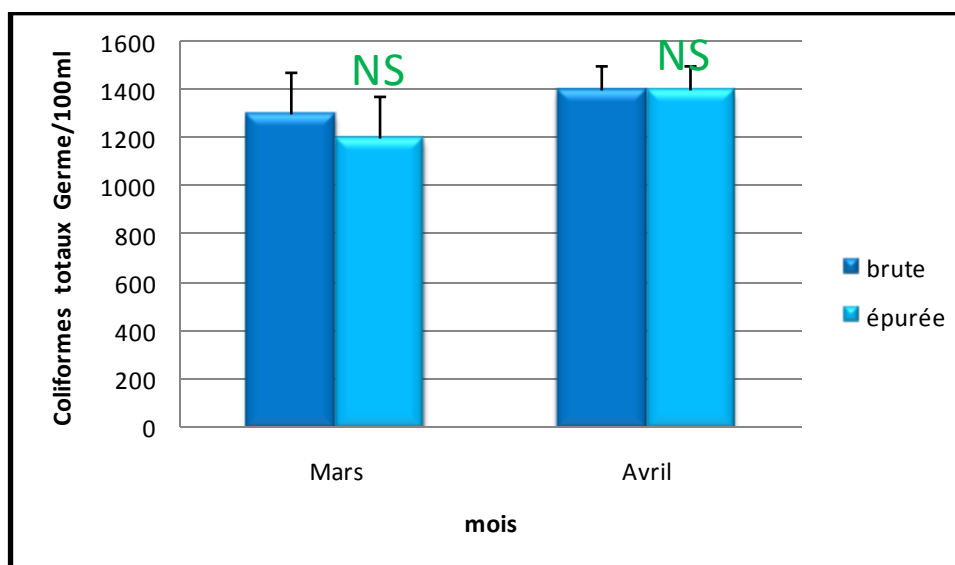


Figure 23: Variation de la concentration moyenne des coliformes totaux.

Les résultats rapportés par l'étude montrent d'une manière générale, une charge très élevée en coliformes totaux et coliformes fécaux, le graphique agrémentée dans la figure 23 où le nombre moyenne des coliformes totaux est 1300 Germe/100 ml; 1400 Germe/100 ml pour les eaux brutes et 1200 Germe/100 ml; 1400 Germe/100 ml pour les eaux traitées.

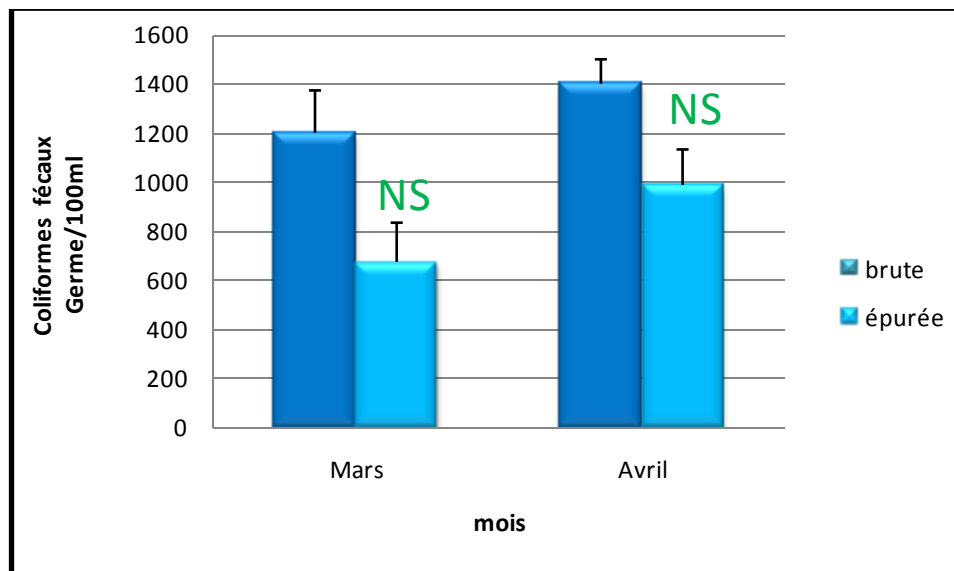


Figure 24: Variation de la concentration moyenne des coliformes fécaux.

La figure 24 pour les coliformes fécaux des eaux brutes 1200 Germe/100 ml; 1400 Germe/100 ml et 673 Germe/100 ml; 987 Germe/100 ml des eaux épurées en mars et avril successivement.

Nous pouvons déduire à travers le tableau, que la population des coliformes totaux des eaux usées brutes et épurées, est représentée presque exclusivement par les coliformes fécaux. De même; les coliformes fécaux sont uniquement représentés par les *Escherichia coli* (Hamdi & Ait Kaci Ismal, 2008).

Les résultats des coliformes totaux et fécaux réalisé sur le milieu BCPL étaient positifs, ces résultats montrent que l'eau qui arrive au bassin d'aéré renferme des taux élevés des coliformes fécaux et totaux, par conséquent il est riche en matières organiques, donc une présence des composés fécaux et totaux. Ces eaux doivent être surveillée, ne peuvent être utilisés ni à l'usage domestique ni à l'irrigation agricole (Dekhil, 2012).

II.2.2.2. Streptocoques fécaux

Les résultats représentés dans le tableau 05 (voir l'annexe III) et la figure 25 montrent que les teneurs en streptocoques fécaux sont les plus faibles de tous les germes indicateurs de contamination fécale recherchés. D'une façon générale, les concentrations moyennes des eaux usées brutes et épurées en streptocoques fécaux sont 303 Germe/100 ml; 690 Germe/100 ml et 170 Germe/100 ml; 497 Germe /100 ml dans les deux mois respectivement.

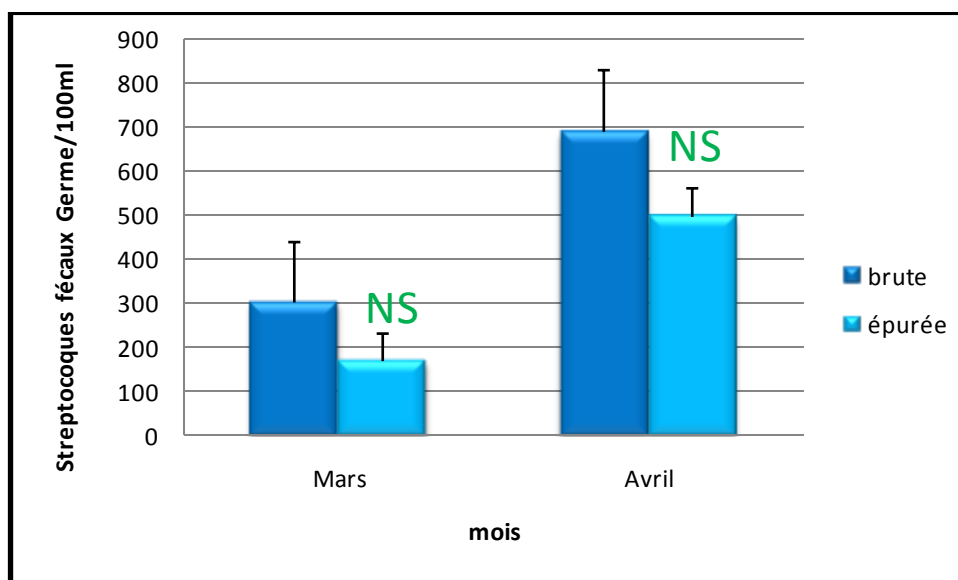


Figure 25: Variation de la concentration moyenne des streptocoques fécaux.

Les résultats des streptocoques fécaux ont présentées des valeurs positives avant et après l'épuration des eaux usées; se traduit par une contamination récente (**Boudraa et al., 2011**). La recherche sur milieu ROTHE (enrichissement et présomption), sur LITSKY (isolement et confirmation) : si la méthode recommandée pour le contrôle dans les eaux représente dans le milieu indicateur de contamination récente se sont des indicateurs de contamination fécale moins potentielle pour les coliformes fécaux et totaux (**Rodier, 2009**).

D'après les résultats d'analyses bactériologiques des eaux usées brutes et épurées, il apparaît également que le traitement biologique utilisé dans la STEP n'est pas efficace pour l'abattement des germes pathogènes. Les résultats obtenus peuvent s'expliquer d'une part par le fait que le traitement biologique utilisé dans la STEP favorise la croissance bactérienne pour dégrader la pollution carbonée ou azotée et d'autre part par l'absence d'un traitement de désinfection qui sert à la destruction des germes pathogènes. De plus, l'eau usée est considérée comme le milieu optimal pour la prolifération microbienne (**Ounoki & Achour, 2014**).

Conclusion générale

Conclusion générale

Les eaux usées sont susceptibles de renfermer et véhiculer une grande variété d'un polluant organique et d'agent pathogène pour l'homme. Les organismes pathogènes présents dans les eaux usées d'une collectivité en reflètent l'état sanitaire.

L'analyse physicochimiques et bactériologiques entre l'entrée et la sortie de la STEP, ont montré que les résultats obtenus ont révélé que les eaux usées présentent une pollution organique, azotée et bactériologique assez élevée.

Les valeurs journalières de T, pH, CE, sal, O₂dissous varient dans les eaux brutes et les eaux épurées mais elles restent toujours aux valeurs fixées par les normes de l'OMS appliquées en Algérie, qui ne dépasse pas 30°C pour la T, (6.5-8.5) pour le pH et 5mg/l pour l'O₂ dissous, d'autre part qu'il y ait une réduction remarquable des paramètres de pollution de caractère organique qui sont la DCO (78.5%) , DBO₅ (76.5%) et MES (78.5%) par ailleurs, la teneur en composés azotés, en particulier les nitrates et les nitrites, semblent augmenter à la sortie de la STEP.

Le suivi de la qualité bactériologique des eaux consiste en la recherche et au dénombrement des germes suivants : les germes totaux, les coliformes totaux et fécaux, les streptocoques fécaux ainsi que les clostridium sulfite-réducteur entre l'entrée et la sortie de la STEP. Les résultats obtenus ont révélé une charge microbiologique élevée dans tous les échantillons (l'eau brute et l'eau épurée)

On peut également conclure que la STEP N° 01 de Kouinine permet une bonne élimination de la DCO, DBO₅ et MES qui caractérise une épuration efficace par bon fonctionnement des bassins d'aération sauf que l'augmentation de la teneur en composés azotés (nitrates et nitrites) à la sortie de la STEP est causée par la prolifération des algues. Les résultats d'analyse microbiologique confirment la présence des divers germes tels que les germes totaux, les coliformes totaux et fécaux, les streptocoques fécaux et les clostridium sulfite-réducteurs en nombres appréciables. Ceci peut s'expliquer d'une part par le traitement biologique utilisé dans la STEP et d'autre part par l'absence d'un traitement de désinfection qui sert à la destruction des germes pathogènes.

Pour améliorer la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux usées, il est recommandé d'utiliser un traitement de désinfection. Il permet d'éliminer des substances toxiques et à prévenir la croissance des algues dans les bassins.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. **Abdi, S., Merzoug, S., Tabouche, K., Maazi, M., & Houhamdi, M. (2013).** *Évaluation de la qualité bactériologique des eaux du complexe de guerbessanhadja (wilaya de Skikda- nord est Algérien).* 1^{er} Séminaire National sur la Santé et Bio-Surveillance des Ecosystèmes Aquatiques, University of Souk Ahras - Université Mohamed Chérif Messaadia de Souk-Ahras.
2. **Abouzlam, M. (2006).** *Optimisation d'un procédé de traitement des eaux par ozonation catalytique.* Thèse de doctorat en sciences et ingénierie pour l'information Mathématiques, Université de Poitiers.
3. **Allaoui, K. (2009).** *Modélisation hydraulique d'un bassin d'aération des stations d'épuration des eaux usées.* Mémoire de magister en hydraulique, Université Badji Mokhtar Annaba.
4. **Amiri, K. (2012).** *Evaluation du fonctionnement de trois stations d'épuration à boues activées de la wilaya de Boumerdes dans le cadre d'une gestion intégrée des ressources en eau.* Thèse de magister en sciences agronomiques, Ecole Nationale Supérieure Agronomique El Harrach- Alger.
5. **Aouissi, A. Houhamdi, M. (2009).** *Contribution a l'étude de la qualité de l'eau de quelques sources et puits dans les communes de Belkheir et Boumahra Ahmed (Wilaya de Guelma,Nord-est Algérien).* Laboratoire LBEE: Biologie, Eau et Environnement, Université 8 Mai 1945 Guelma (Algérie). 1^{er} Séminaire National sur la Santé et Bio-Surveillance des Ecosystèmes Aquatiques University of Souk Ahras - Université Mohamed Chérif Messaadia de Souk-Ahras.
6. **ASSSCA, (2011).** Agence de la Santé et des Services Sociaux de Chaudière-Appalaches. *Quoi faire si la quantité de coliformes totaux ou de bactéries atypiques dans l'eau de votre puits dépasse la norme?.* Québec.
7. **Attab, S. (2011).** *Amélioration de la qualité microbiologique des eaux épurées par boues activées de la station d'épuration haoud berkaoui par l'utilisation d'un filtre a sable local.* Mémoire de magister en microbiologie appliquée, Université Kasdi Merbah Ouargla.
8. **Azzouzi, N. (2010).** *Traitement et réutilisation des eaux usées épurées dans la ville de Marrakech.* Mémoire de licence en sciences et techniques eau et environnement, Marrakech.
9. **Baha, S., & Bensari, F. (2014).** *Epuration des eaux usées domestique par les boues activées: étude de la performance de la STEP d'Ain El Houtz.* Mémoire de master en hydraulique, Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen.

10. **Blanc, L. (2008).** *L'eau minérale naturelle : Un produit naturel et protégé, une industrie responsable, un emballage recyclable.* Chambre Syndical des Eaux Minérales (CSEM).
11. **Bambara, S. (1985).** *Evolution des nutriments dans une station de lagunage.* Thèse de 3^{ème} Cycle, Université Rennes I.
12. **Barhoumi-Andreani, Y., Gaudremeau, J., Gerbe, B., Khamsing, F., & Rabatel, Y. (2004).** *Eau ressources et menaces, Chutes d'Iguaçu-Argentine.*
13. **Bassompierre, C. (2007).** *Procédé à boues activées pour le traitement d'effluents papetiers : de la conception d'un pilote à la validation de modèles.* Thèse doctorat en national polytechnique de grenoble.
14. **Bechac, J., & Boutin, P. (1984).** *traitements des eaux usées.* éd. Eyrolles. Bd. St. Germain. 121p.
15. **Belahmadi Mouhmed Seddik, O. (2011).** *Etude de la biodégradation du 2,4-dichlorophénol par le microbiote des effluents d'entrée et de sortie de la station d'épuration des eaux usées d'ibn Ziad.* Mémoire de magister en microbiologie appliquée et biotechnologies microbiennes, Université Mentouri Constantine.
16. **Belaid, N. (2010).** *Evaluation des impacts de l'irrigation par les eaux usées traitées sur les plantes et les sols du périmètre irrigué d'El Hajeb-Sfax: salinisation, accumulation et phytoabsorption des éléments métalliques.* Thèse de doctorat en eau sol environnement chimie et microbiologie de l'eau, Université de Sfax et Université de Limoges.
17. **Belghiti, M. L., Chahlaoui, A., Bengoumi, D., & El moustaine, R. (2013).** Etude de la qualite physico -chimique et Bactériologique des eaux souterraines de la Nappe plio-quaternaire dans la région de Meknès (Maroc). *Larhyss Journal*, (14), 21-36.
18. **Ben Chehem, M., Bouazza, H., & Labbaz, L. (2014).** *Inventaire des études scientifiques relatives à la réutilisation des eaux usées dans le domaine piscicole.* Mémoire de licence en pisciculture saharienne, Université Kasdi Merbah Ouargla.
19. **Benelmouaz, A. (2015).** *Performances épuratoires d'une station d'épuration de Maghnia.* Mémoire de master en hydraulique, Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen.
20. **Benmoussa, S., & Gasmi, I. (2015).** *Etude de faisabilité de l'épuration des eaux usées par un lagunage naturel (Cas de la région de M'rara).* Mémoire de master en hydraulique , Université de Echahid Hamma LakhdarEl -Oued.
21. **Bettach, A. (2013).** *Traitement des eaux usées domestiques par biodénitrification : effet du nitrate.* Mémoire de licence, Université Chouaib Doukkali. Maroc. En linge

<http://www.memoireonline.com/11/13/7765/Traitement-des-eaux-usees-domestiques-par-biodenitrification--effet-du-nitrate.html>

22. **Bezziou, A., & Mekkaoui, R. (2013).** *Essai de traitement biologique des eaux usées en utilisant des filtres bicouches.* Mémoire de master académique en science de l'environnement, Université Kasdi Merbah Ouargla.
23. **Bireche, I., & Guessoume, A. (2013).** *Caractéristiques physico-chimiques et niveau trophique du lac Méggarine (Touggourt).* Mémoire d'ingénieur d'Etat, Université d'Ouargla.
24. **Bouchenak Khelladi, R. M. (2015).** *Comparaison qualitative entre filtration sur sable et filtration sur charbon actif « application aux eaux usées épurées de la STEP de Ain El Houtz ».* Mémoire de master en hydraulique, Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen.
25. **Boudraa, W., Khemis, M. D. E., Boumaaza, O., Bouslama, Z., Merzoug, S. E., & Houhamdi, M. (2011).** *Qualité bactériologique et physicochimique de l'eau des plages d'Annaba.* 1^{er} Séminaire National sur la Santé et Bio-Surveillance des Ecosystèmes Aquatiques University of Souk Ahras - Université Mohamed Chérif Messaadia de Souk-Ahras.
26. **Boulahai, H., Smaili, O. K., & Zerrouki, S. (2014).** *Inventaire des normes existantes en matière de réutilisation des eaux usées en pisciculture.* Mémoire de licence en pisciculture saharienne, Université Kasdi Merbah Ouargla.
27. **Boumaza, S. (2015).** *Evaluation rapide des protéines par turbidimétrie : Application à quelques effluents agro-alimentaires avant et après un traitement de clarification.* Thèse de doctorat en biochimie appliquée, Université Badji Mokhtar Annaba.
28. **Bourouache, M. (2015).** *Etude de la qualité bactériologique et physicochimique des eaux usées de la station Mzar et impact de leur réutilisation en irrigation des espaces verts du grand Agadir.* Mémoire de master en gestion conservation de la biodiversité, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah Agadir.
29. **Bouselsal, B., Medjani, F., Fenazi, B., & Belksier, M. S. (2012).** *Qualité des eaux usées et sa possibilité d'utilisée en agriculture de la station de kouinine el oued se Algérie.* 3^{ème} Colloque International sur la Géologie du Sahara, 213-217.
30. **Bouteraa, S., Drid, I., Khezzane, D., & Lammara, R. (2015).** *Contribution à l'étude de la qualité Physico-chimique et bactériologique de l'eau des quelques zones humides d'Oued souf (cas : Soug Libya, STEP Kouinine, Chott Halofa).* Mémoire de fin d'étude en Biochimie, Université Echahid Hamma Lakhdar d'El-Oued.
31. **Bousseboua, H. (2005).** *Eléments de microbiologie.* 2^{ème} éd. Campus-Club, Algérie.

32. **Botta, A., & Bellon, L. (2001).** *Pollution de l'eau et santé humaine*. Laboratoire de biogénotoxicologie et mutagenèse environnementale, Université Euro Méditerranée Tehys.
33. **Broussaud, J. (2008).** *Modéliser le cycle global de l'eau*. Institut Français de l'éducation. En ligne <http://eduterre.ens-lyon.fr/thematiques/hydro/cycleau/modeliser>
34. **Chaibi, R. (2014).** *Connaissance de l'ichtyofaune des eaux continentales de la région des Aurès et du Sahara septentrional avec sa mise en valeur*. Thèse de doctorat en biologie, Université Mohamed Khider Biskra.
35. **Chérif Ibrahima Khalil, D. (2006).** *Etude de la qualité microbiologique des eaux de boisson conditionnées en sachet et vendues sur la voie publique dans la région de Dakar*. Diplôme d'études approfondies de productions animales, Université Cheikh Anta DIOP de Dakar.
36. **Chevalier, G. (2015).** *Conception d'une station de traitement des eaux usées dans une commune rurale: Analyse choix et réalisation de la méthode la plus appropriée à la commune et aux milieux aquatiques*. Ecole polytechnique de l'université François Rabelais Tours.
37. **CIE, (2012).** Centre d'Information sur l'Eau. *L'essentiel sur le cycle de l'eau de la nature à la nature en passant par chez vous*. Paris.
38. **CIE, (2016).** Centre d'Information sur l'Eau. *L'assainissement des eaux usées*.
39. **CIFQE, (2011).** Conseil Interministériel Fédéral de Formation sur la Qualité de l'Eau. *Qualité de l'eau 101: Introduction aux microsystemes d'approvisionnement en eau potable*. Manuel version 1.1, Canada.
40. **Collet, N. (2012).** *Virus entériques et Transmission hydrique : Méthodes analytiques, Efficacité des filières D'épuration et contamination Sur des sites littoraux avec Coquillages*. Mémoire de master en microbiologie environnementale et sanitaire, Université de Lorraine.
41. **Dahou, A., & Brek, A. (2013).** *Lagunage aéré en zone aride performance épuratoires cas de (région d'Ouargla)*. Mémoire de master académique en génie de l'environnement, Université kasdi Merbah Ouargla.
42. **Dekhil, S. W. (2012).** *Traitement des eaux usées urbaines par boues activées au niveau de la ville de Bordj Bou Arreridj en Algérie effectué par la station d'épuration des eaux usées ONA*. Mémoire de master en chimie et microbiologie de l'eau, Université Mohamed El Bachir Elibrahimi. En ligne http://www.memoireonline.com/11/13/7935/m_Traitement-des-eaux-usees-urbaines-par-boues-activees-au-niveau-de-la-ville-de-Bordj-Bou-Arreridj16.html

43. Demba N'diaye, A., Mint Mohamed Salem, K., & Ould Sid'Ahmed Ould Kankou, M. (2013). Contribution a l'étude de la qualité physicochimique de l'eau de la rive droite du fleuve Sénégal. *Larhyss Journal*, 12, 71-83.
44. Djeddi, H. (2007). *Utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbaines*. Mémoire de magister en écologie et environnement, Université Mentouri Constantine.
45. Eddabra, R. (2011). *Évaluation de la contamination bactériologique des eaux usées des stations d'épuration du grand Agadir: isolement, caractérisation moléculaire et antibioresistance des espèces du genre vibrio*. Thèse de doctorat en microbiologie, Université Ibn Zohr d'Agadir et Université de Strasbourg.
46. Edeline, F. (1980). *L'épuration biologique des eaux usées résiduaires : théorie et technologie*. cebedoc, Liège, 299p.
47. El alaoui, R., & Taoussi, I. (2013). *L'impact du chrome vi sur le traitement des Eaux usées dans la station d'épuration de Marrakech*. Mémoire de fin d'étude licence en sciences et techniques « Eau et Environnement », Université Cadi Ayyad.
48. Elhaite, H. (2010). *Traitement des eaux usées par les réservoirs opérationnels et réutilisation pour l'irrigation*. Thèse de doctorat en sciences et génie de l'Environnement, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne.
49. Franck, R. (2002). *Analyse de l'eau (Aspects réglementaires et techniques)*. éd, Collection Biologie technique, 360 p.
50. Friedli, C. (2002). *Chimie générale pour ingénieur*. 1^{ère}ed, presse polytechniques et universitaires romandes (PPUR). 760 p.
51. Gassambe, O. S. (2012). *contribution a une meilleure connaissance de la réglementation et de la composition physico-chimique des différentes marques d'eaux minérales vendues au Mali*. Thèse de docteur en pharmacie, Université de Bamako.
52. Graini, L. (2011). *Contrôle de la pollution de l'eau par méthode acousto-optique*. Mémoire de magister en optique appliquée, Université Ferhat Abbas Sétif.
53. Guitoun, S., & Elhella, L. (2014). *Mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau du lac Hassi Ben Abdallah (Ouargla)*. Mémoire de licence en pisciculture Saharienne, Université Kasdi Merbah Ouargla.
54. Hamed, M., Guettache, A. & Bouamer, L. (2012). *Étude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du barrage DJORF- TORBA Bechar*. Mémoire d'ingénieur d'état en biologie, Université de Bechar.
55. Hamid, C., Elwatik, L., Ramchoun, Y., Fath-Allah, R., Ayyach, A., Fathallah, Z., El Midaoui, A., & Hbaiz, E. (2014). *Étude des performances épuratoires de la*

- technique du lagunage aéré appliquée à la station d'épuration de la ville d'Errachidia – Maroc. *Afrique SCIENCE*, 10(2), 173 – 183.
56. **Hamdi, M. S., & Ait Kaci Ismal, M. (2008).** *Contribution à l'étude des paramètres physico-chimiques et bactériologiques de l'embouchure de l'oued Béni-Messous.* DEUA sciences de la mer.
- En ligne <http://www.memoireonline.com/08/09/2463/Contribution--letude-des-parametres-physico-chimiques-et-bacteriologiques-de-lembouchure-de-l.html>
57. **Hamdi, W. (2011).** *Qualité hygiénique et caractéristiques physicochimiques des eaux domestiques de quelques localités de la cuvette de Ouargla.* Mémoire de magister en biologie, Université Kasdi Merbah Ouargla.
58. **Hamzaoui, A., & Fellah, M. (2014).** *Qualité du l'eau destinée à la production de lait IFKI Ben Badis (Sidi Bel Abbés).* Mémoire de fin d'étude en agroforesterie, Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen.
59. **Hazourli, S., Boudiba, L., & Ziati M. (2007).** Caractérisation de la pollution des eaux résiduelles de la zone industrielle d'El-Hadjar, Annaba. *Larhyss Journal*, 06, 45-55.
60. **IBGE, (2005).** Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement , Observatoire des Données de l'Environnement. *Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface: cadre général Fiche 2.* Bruxelles.
61. **Joly, B., & Reynaud, A., (2003).** *Entérobactéries : systématiques et méthodes d'analyses.* éd. Technique et documentation, Paris, 356p.
62. **Kahoul, M., & Touhami, M. (2014).** Evaluation de la qualite physico-chimique des eaux de consommation de la ville d'annaba (algerie). Laboratoire des sols et développement durable, Faculté des sciences, Université Badji Mokhar, Annaba BP 12, Algérie. *Larhyss Journal*, 19, 129-138.
63. **Kassim, C. (2005).** *Etude de la qualité physico chimique et bactériologique de l'eau des puits de certains quartiers du district de bamako.* Thèse de doctorat en pharmacie, Université de Bamako.
64. **Khemici, Y. (2014).** *Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique d'une eau usée épurée par un lit de plantes.* Mémoire de master professionnel en traitement des eaux, Université Kasdi Merbah Ouargla.
65. **Kihal, M. (2014).** *Elimination des polluants organiques présents dans les eaux usées domestiques de la commune de Sidi Okba, par un filtre planté de macrophytes.* Mémoire de master en hydraulique urbaine, Université Mohamed Khider Biskra.

66. Kimura, K., Toshima, S., Amy, G., & Watanabe, Y. (2004). Rejection of neutral endocrine disrupting compounds (EDC_s) and pharmaceutical active compounds (PhAC_s) by R.O.M. *Journal of Membrane Science*, 245, 71-78.
67. Kir, O., & Lechelah, A. F. (2013). *Caractérisation des eaux usées urbaines de la ville d'El Oued et élimination de leur pollution a l'aide de matériaux a base d'argile*. Mémoire de master académique en génie de l'environnement, Université Kasdi Merbah Ouargla.
68. Koller, E. (2004). *Traitement des pollutions industrielles: Eau, Air, Déchets, Sols, Boues*. dunod. Paris.
69. Ladjel, F. (2006). *Exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau 02*. Centre de formation au métier de l'assainissement CFMA-Boumerdes.
70. Lahouel, A. (2010). *Contribution à l'étude de quelques paramètres physico-chimique du lac Témachine(Touggourt)*. Mémoire de fin d'études d'ingénieur en aquaculture, Université Kasdi Merbah Ouargla.
71. Laouar, M. (2012). *Etudes de Comportements de quelques polluants minéraux dans les eaux souterraines (cas des eaux non potables) au niveau de la cuvette d'Ouargla*. Mémoire de master académique en génie d'environnement, Université Kasdi Merbah Ouargla.
72. Lebres, E. A., & Mouffok, F. (2008). *Le cours national d'hygiène et de microbiologie des eaux de boisson*. Laboratoires bactériologiques alimentaires et des eaux. Institut Pasteur d'Algérie, Alger, 53 p.
73. Lounnas, A. (2009). *Melioration des procedes de Clarification des eaux De la station hamadi-kroma de skikda*. Mémoire de magister en chimie, Université du 20 Août 1955 Skikda.
74. Luzolo Lutete, K. (2012). *Les eaux souterraines: captage, exploitation et gestion*. Université de Kinshasa – Graduat. En ligne http://www.memoireonline.com/10/13/7528/m_Les-eaux-souterraines-captage-exploitation-et-gestion17.html
75. Maoudombaye, T., Ndoutamia, G., Seid Ali M., & Ngakou, A. (2015). Etude comparative de la qualite physico-chimique des eaux de puits, de forages et de rivières consommées dans le bassin pétrolier de doba au tchad. *Larhyss Journal*, 24, 193-208.
76. Marsily, G. (1995). *L'eau*. éd. Flammarion 128.
77. MDDEFP, (2013). Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, *Guide pour l'évaluation de la qualité bactériologique de l'eau en lac*, Québec. Direction du suivi de l'état de l'environnement.

78. **Méot, B., & Alamy, Z. (1990).** *Les eaux usées urbaines réglementation des rejets urbains traitement de finition par géoépuración.*
79. **Metahri, M. S. (2012).** *Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes. Cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou.* Thèse de doctorat en agronomie, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou.
80. **Mezzar, L. (2015).** *Etat de la qualité chimique et bactériologique de la nappe alluviale de Guerrara.* Mémoire de magister en biologie, Université Kasdi Merbah Ouargla.
81. **Mizi, A. (2006).** *Traitement des eaux de rejet d'une raffinerie -region de Bejaia et valorisation de déchets oléicoles.* Thèse de doctorat en chimie et environnement, Université Badji Mokhtar Annaba.
82. **Moulin, S., Rozen-Rechels, D., & Stankovic, M. (2013).** *Traitement des eaux usées.* Atelier Løeau qualité vs quantité. CERES: Centre d'Enseignement et de Recherches sur l'Environnement et la Société. ERTI: Environmental Research and Teaching Institute.
83. **Musy, A., & Higy, C. (2004).** *Hydrologie: une science de la nature.* 1^{ère} éd. Presses polytechniques et universitaires romandes. Amazon, France.
84. **OMS, (2002).** l'Organisation Mondiale de la Santé. Directive de qualité pour l'eau de boisson. Genève.
85. **ONA, (2009).** Office Nationale d'Assainissement d'Alger.
86. **ONA, (2017).** Office Nationale d'Assainissement d'Alger.
87. **Oubadi, M. (2012).** *Etude de performance d'un procédé d'épuration OXYLAG.* « Cas du lagunage de la ville de Mekmen Ben Ammar wilaya de Naama». Mémoire de Magister en Science de l'Environnement et Climatologie, Université d'Oran, Es sènia.
88. **Ounoki, S., & Achour, S. (2014).** Evaluation de la qualite physicochimique et bactériologique des eaux usées brutes et épurées de la ville d'Ouargla. possibilité de leur valorisation en irrigation. *Larhyss Journal*, 20, 247-258.
89. **Pasquini, L. (2013).** *Micropolluants issus de l'activité domestique dans Les eaux urbaines et leur devenir en station d'épuration.* Thèse de doctorat en géosciences, Université de Lorraine.
90. **Perry, J. (1984).** *Microbiologie: cours et question de révision.* éd. Dunod. Paris.
91. **Rahmani, A. (2015).** *Epuration des eaux usées de la région de n'goussa (ouargla) par des végétaux performances épuratoires.* Mémoire master académique en génie de l'environnement, Université Kasdi Merbah, Ouargla.

92. **Renou, S. (2006).** *Analyse de cycle de vie appliquée aux systèmes de traitement des eaux usées.* Thèse de doctorat en génie des procédés et des produits, Ecole Nationale Supérieure des Industries Chimiques, Institut National Polytechnique de Lorraine.
93. **Rassam, A., Chaouch, A., Bourkhiss, B., & Bourkhiss, M. (2012).** Performances de la dégradation de la matière organique par lagunage aéré dans la station d'épuration des eaux usées de la ville d'Oujda (Maroc oriental). *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, vol81, 121 - 125.
94. **Rodier, J. (1996).** *L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eau de mer*, 8^{ème} éd. Denod, Paris, 1383p.
95. **Rodier, J. (1997).** *L'analyse de L'eau (Eaux Naturelles, Eaux Résiduaires Et Eaux De Mer)*, 8^{ème} éd. Dunod, Paris, 66 p.
96. **Rodier, J., Bazin, C., Broutin, J. P., Chambon, P., Champsaur, H., & Rolil. (2005).** *L'analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer.* 8^{ème} éd. Dunod, Paris. 1383p.
97. **Rodier, J., Legube, B., Merlet, N. (2009).** *L'analyse de l'eau.* 9^{ème} éd. Dunod. Paris. 1529 p.
98. **Saadi, H. (2013).** *Etude des performances d'un lit bactérien classique à garnissage en pouzzolane de Beni Saf.* Mémoire de Master en Hydraulique, Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen.
99. **Sahnoun, F. (2010).** *Contrôle et surveillance de la pollution par la qualité des eaux du littoral - cas de la zone industrielle d'Arzew.* Mémoire de Magister en Chimie Industrielle, Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf.
100. **Sancey, B. (2011).** *Développement de la bio-adsorption pour décontaminer des effluents de rejets industriels : Abattement chimique et gain environnemental.* Thèse de doctorat en Sciences de la Vie et de l'Environnement - Label européen, Université de Franche-Comté.
101. **Sari, H. (2014).** *Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de la source "Attar"(Tlemcen).* Thèse de master en sciences des aliments, Université abou-bekr belkaid Tlemcen.
102. **Serraye, A. (2014).** *La problématique de gestion des excédents hydriques dans la ville d'El-Oued, Impacts environnementaux et recommandations.* Mémoire de fin d'étude en ecologie et environnement, Université Kasdi Merbah-Ouargla.
103. **Stum, W., & Morgan, J.(1991).** *Aquatic chemistry. An introduction emphasizing.*

- 104. Talatizi, A. (2014).** *Etude des infiltrations à travers une digue de barrage en terre cas d'un barrage algérien.* Thèse de magistère en géotechnique et environnement, Université Mouloud Mammeri Tizi Ouzou.
- 105. Telli, S. M. (2013).** *Etude sur la valorisation par séchage solaire Des boues d'épuration des Eaux urbaines – cas de la station d'Office Nationale d'Assainissement (ONA)- Tlemcen.* Mémoire de master en génie énergétique et environnement, Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen.
- 106. Tfyche, L. (2014).** *Suivi de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux usées de Ouargla au cours de leur traitement.* Mémoire de master professionnel en traitement des eaux, Université Kasdi Merbah Ouargla.
- 107. Vandermeersch, S. (2006).** *Etude comparative de l'efficacité des traitements d'épuration des eaux usées pour l'élimination des micro-organismes pathogènes.* Mémoire de fin d'étude en gestion de l'environnement, Université Libre de Bruxelles.
- 108. Zeghoud, M. S. (2014).** *Etude de système d'épuration des eaux usées urbaines par lagunage naturel de village de Méghibra.* Mémoire de master en hydraulique, Université d'El -Oued.

Annexes

Annexe I: Matériels utilisés



Figure 26 : PH mètre
(Photo originale, 2017).



Figure 27 : Conductivité mètre
(Photo originale, 2017).

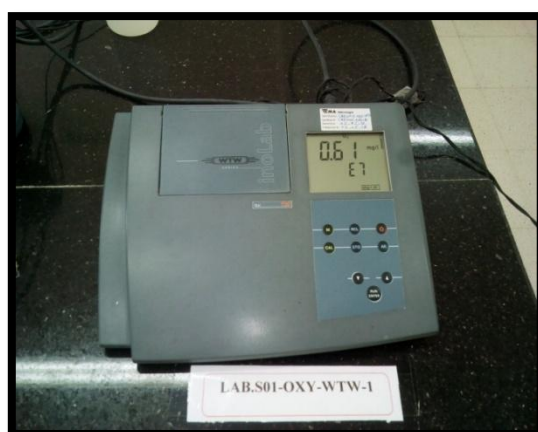


Figure 28 : Oxymétrie
(Photo originale, 2017).



Figure 29 : Etuve 105°
(Photo originale, 2017).



Figure 30 : Rampe de filtration
(Photo originale, 2017).

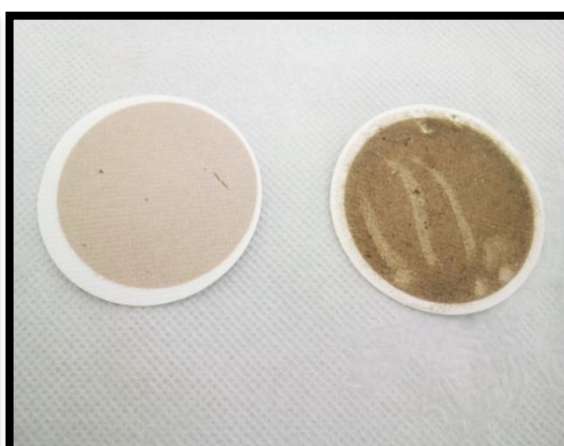


Figure 31 : Papier filtre après filtration
(Photo originale, 2017).



Figure 32 : Flacons de DBO₅ + Senseurs
DBO₅ (OXITOP,WTW) (Photo originale, 2017).



Figure 33 : DBO₅ OXITOP
(Photo originale, 2017).



Figure 34: Spectrophotomètre
(Photo originale, 2017).



Figure 35: Thermo-réacteur
(Photo originale, 2017).

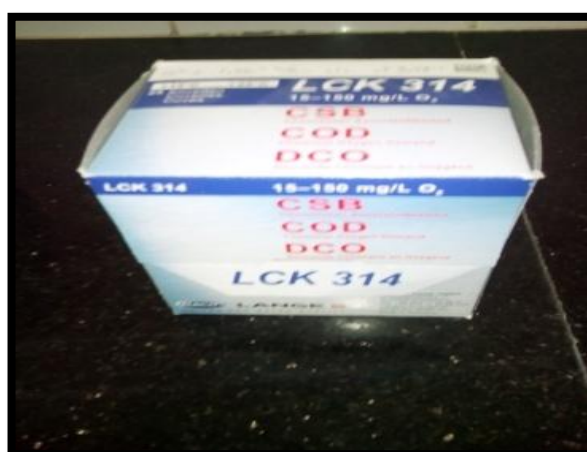


Figure 36 : Boîtes de réactif de DCO (Photo originale, 2017).



Figure 37 : Boîtes des réactifs des éléments nutritifs (HACH) (Photo originale, 2017).

✓ **Méthodes de dosage des éléments nutritifs (boîtes des réactifs HACH)**

Ils sont dosés par colorimétrie, à l'aide d'un spectrophotomètre, qui donne par lecture directe, la concentrations de chaque élément. Le dosage de l'azote total, phosphore total, ammoniac, nitrite et nitrate ont été réalisés au niveau du laboratoire de la STEP.

Azote total

❖ **Mode opératoire**

- Prélever 0.2 ml à l'aide d'une pipette d'échantillons (eau brute et eau usée) et poser dans un tube à vide;
- Ajouter 2,3 ml de réactif A et 1 de réactif B (boit de réactifs LCK 338 en gamme (20-100 mg/l) dans chaque tube;
- Laisser les tubes reposent pendant 15 minutes;
- Poser les tubes dans thermo- réacteur 100°C pendant 1 heure;
- Ajouter 1 Micro Cap de réactif C;
- Agiter les tubes pour amener les résidu en suspension;
- Prendre 0,5 ml des mélanges qui déjà préparées et ajouter dans les tubes de réactif;
- Ajouter 0,2 ml de réactif D;
- Agiter les tubes et laisser les tubes reposent pendant 15 minutes;
- Mettre les tubes en spectrophotomètre, le résultat est donné directement en mg/l.

Phosphore total**❖ Mode opératoire**

Pour l'échantillons d'eau brute, utilisée le boî de réactif de 350 en gamme (2-20 mg/l; 6-60 mg/l)

- Ouverture le tube de réactif et ajouter 0.4 ml de l'eau brute puis agiter le tube;
- Laisser le tube repose pendant 15 minutes;
- Poser le tube dans thermo- réacteur 100°C pendant 1 heure;
- Ajouter 0,5 ml de réactif B;
- Ajouter une pastille de bouteille C;
- Fermer bien et agiter;
- Laisser le tube repose pendant 10 minutes;
- Mettre le tube en spectrophotomètre, le résultat est donné directement en mg/l.

Pour l'échantillons d'eau épurée , utilisée le boî de réactif de 348 en gamme (0,5-5;1 mg/l; 5-15 mg/l)

- Ouverture le tube de réactif et ajouter 0.5 ml de l'eau épurée puis agiter le tube;
- Laisser le tube repose pendant 15 minutes;
- Poser le tube dans thermo- réacteur 100°C pendant 1 heure;
- Ajouter 0,2 ml de réactif B;
- Ajouter une pastille de bouteille C;
- Fermer bien et agiter;
- Laisser le tube repose pendant 10 minutes;
- Mettre le tube en spectrophotomètre, le résultat est donné directement en mg/l.

Ammoniac**❖ Mode opératoire**

Pour l'échantillons d'eau brute, utilisée le boî de réactif de 302 en gamme (47-130 mg/l; 60-167 mg/l)

- Ouverture le tube de réactif et ajouter 0.2 ml de l'eau brute puis agiter le tube;
- Laisser le tube repose pendant 15 minutes;
- Mettre le tube en spectrophotomètre, le résultat est donné directement en mg/l.

Pour l'échantillons d'eau épurée , utilisée le boî de réactif de 303 en gamme (2-47 mg/l; 2,5-60 mg/l)

- Ouverture le tube de réactif et ajouter 0.2 ml de l'eau épurée puis agiter le tube;

- Laisser le tube repose pendant 15 minutes;
- Mettre le tube en spectrophotomètre, le résultat est donné directement en mg/l.

Nitrite

❖ Mode opératoire

Pour les échantillons d'eau brute, utilisée le boî de réactif de 341 en gamme (0,015-0,6 mg/l; 0,05-2 mg/l)

- Ouverture le tube de réactif et ajouter 2 ml de l'eau brute puis agiter le tube;
- Laisser le tube repose pendant 15 minutes;
- Mettre le tube en spectrophotomètre, le résultat est donné directement en mg/l.

Pour les échantillons d'eau épurée , utilisée le boî de réactif de 342 en gamme (2-47 mg/l; 2,5-60 mg/l)

- Ouverture le tube de réactif et ajouter 0.2 ml de l'eau épurée puis agiter le tube;
- Laisser le tube repose pendant 15 minutes;
- Mettre le tube en spectrophotomètre, le résultat est donné directement en mg/l.

Nitrate

❖ Mode opératoire

- Prélever 1 ml à l'aide d'une pipette d'échantillons (eau brute et eau usée);
- Ajouter 0,2 ml de réactif A (le boî de réactif LCK 339 en gamme (0,23-13,50 mg/l; 1-60 mg/l) dans chaque tube puis agiter les tubes;
- Laisser les tubes reposent pendant 15 minutes;
- Mettre les tubes en spectrophotomètre, le résultat est donné directement en mg/l.

Annexe II

Tableau 04 : Résultats des analyses physico-chimiques des eaux usées.

	Points de prélèvement			
	26 février à 25 mars		26 mars à 25 avril	
	Brute	Epurée	Brute	Epurée
T (C°)	13.65±5.10	9.15±1.75***	19.49±2.42	10.13±1.79***
Ph	7.845±0.279	8.121±0.258**	7.533±0.248	7.869±0.065***
CE (ms/cm)	5.374±43	5.402±0.115 ^{NS}	5.81±1.40	5.511±0.588 ^{NS}
Sal (%)	2.895±0.184	2.863±0.154 ^{NS}	3.187±0.823	2.974±0.383 ^{NS}
O ₂ (mg/l)	0.511±0.515	5.99±1.09***	0.367±0.373	5.13±1.39***
MES(mg/l)	259±119	71.1±7.71*	310±85.4	48.07±9.74 **
DBO ₅ (mg/l)	280±65.6	64.4±13.4**	300±91.7	73±14.3*
DCO (mg/l)	635±117	147.3±17.2**	674±140	135±33**
NT(mg/l)	66.1±16.1	63±8 ^{NS}	72.7±0.8	42.2±3.2*
PT (mg/l)	7.03±0.182	4.50±0.400*	5.51±0.510	3.59±0.590*
NH ₄ (mg/l)	49.3±2.30	40.6±1.51*	37.4±3.40	32.8±2.80 ^{NS}
NO ₂ (mg/l)	0.227±0.005	1.03±0.036***	0.173±0.003	0.805±0.005***
NO ₃ (mg/l)	0.893±0.003	5.30±0.29***	0.75±0.05	3.92±0.02***

Tableau 05 : Résultats des analyses bactériologiques des eaux usées.

	Points de prélèvement	Germes totaux	Coliforme toute	Coliforme fécaux	Streptocoque fécaux	Clostridium sulfito-réducteurs
Mars	Brute	IND	1300	1200	303	IND
	Epurée	IND	1200	673	170	IND
Avril	Brute	IND	1400	1400	690	IND
	Epurée	IND	1400	987	497	IND

IND : indénombrable

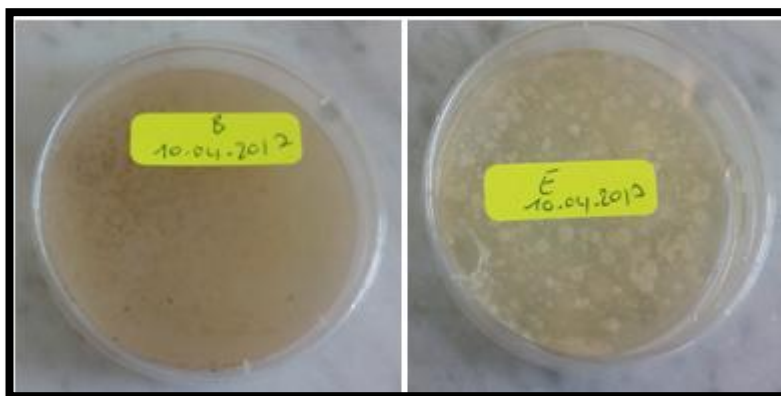


Figure 38 : Recherche des germes totaux (Photo originale, 2017).



Figure 39 : Recherche des coliformes (Photo originale, 2017).



Figure 40 : Recherche des streptocoques (Photo originale, 2017).



Figure 41 : Recherche des clostridium sulfito-réducteurs (Photo originale, 2017).



Figure 42 : Recherche des coliformes totaux (Photo originale, 2017).



Figure 43 : Recherche des coliformes fécaux (*Escherichia Coli*) (Photo originale, 2017).

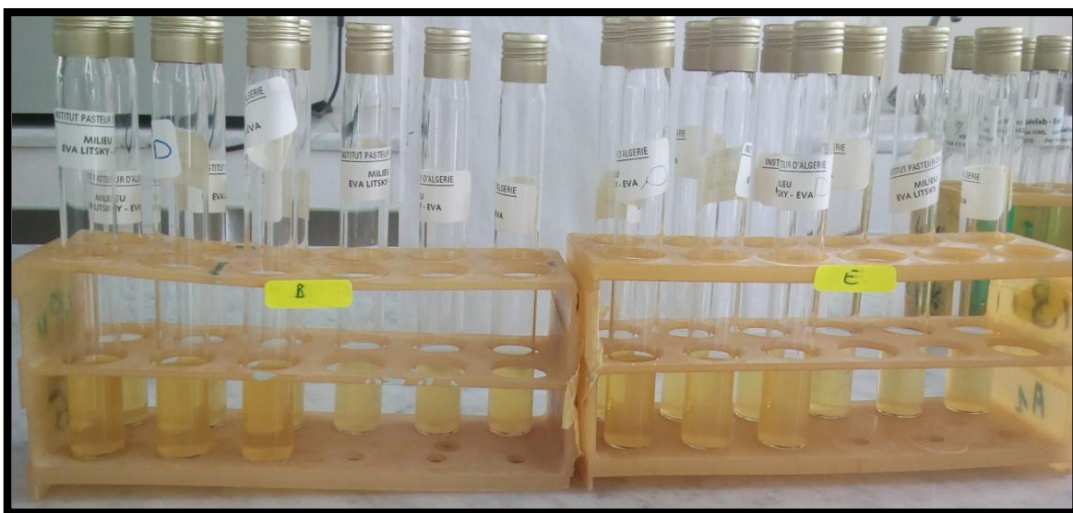


Figure 44 : Recherche des streptocoques fécaux (Photo originale, 2017).

Annexe III

Tableau 06: Normes internationales selon l'organisation mondiale de la santé respective pour les eaux usées (Dahou & Brek, 2013; Khemici, 2014).

Caractéristiques	utilisées (OMS) Normes
pH	6,5-8,5
DBO5	<30 mg/1
DCO	<90 mg/1
MES	<20 mg/1
NH+4	<0,5 mg/1
NO2	1 mg/1
NO3	<1 mg/1
Température T	<30°C
Salinité	-
dissous (O2)	5 mg/1
NT	10-15

Tableau 07 : Normes Algériennes des rejets les eaux usées (Khemici, 2014).

Caractéristiques	utilisées Normes
PH	6,5<PH<8,5
Conductivité électrique	–
Température	30°C
MES	30mg/l
Phosphore	2mg/l
DBO5	40mg/l
DCO	120mg/l

Tableau 08 : MAC-GRADY (Franck, 2002).

Nombre de tubes positifs			NPP par 100 ml
3 de 10 ml	3 de 1 ml	3 de 0,1 ml	
0	0	1	3
0	1	0	3
1	0	0	4
1	0	1	7
1	1	0	7
1	1	1	11
1	2	0	11
2	0	0	9
2	0	1	14
2	1	0	15
2	1	1	20
2	2	0	21
2	2	1	28
3	0	0	23
3	0	1	39
3	0	2	64
3	1	0	48
3	1	1	75
3	1	2	120
3	2	0	93
3	2	1	150
3	2	2	210
3	3	0	240
3	3	1	460
3	3	2	1100
3	3	3	1400

Résumé

Notre étude porte sur l'évaluation de la cratérisation physico-chimique et bactériologique de l'effluent de la station d'épuration N° 01 de Kouinine-El-Oued.

Les résultats des analyses physicochimique, effectuées sur une période de deux mois, exposent des valeurs variées d'un jour à l'autre de la température (T), le potentiel d'hydrogène (pH), la conductivité (CE), la salinité et l'oxygène dissous et que ces valeurs sont dans les normes ainsi, Les résultats obtenus après l'épuration présentent des valeurs moyennes des matières en suspension (MES) (59.58 ± 8.725) mg/l, (141.15 ± 25.1) mg/l de la demande chimique en oxygène (DCO) et (68.7 ± 13.85) mg/l de la demande biologique en oxygène pendant 5 jours (DBO_5). L'élimination du NT, PT et NH_4 est très faible, les concentrations moyennes respectives évaluées sont (52.6 ± 5.6) mg/l, (4.04 ± 0.49) mg/l et (36.7 ± 2.15) mg/l cependant, les concentrations moyennes des nitrates (4.61 ± 0.15) et des nitrites (0.91 ± 0.02), semblent augmenter à la sortie de la STEP.

Concernant l'analyse bactériologique, les résultats ont révélé la présence des indicateurs de contamination fécale tels que les coliformes totaux (CT), en moyenne 1300 germes/100ml, 830 germes/100ml coliformes fécaux (CF) et 336 germes/100ml streptocoques fécaux (SF), pour clostridium sulfito-réducteurs ont été observés de façon indénombrable.

La station d'épuration N° 01 de Kouinine permet une bonne élimination de la DCO, DBO_5 et MES qui caractérise une épuration efficace par bon fonctionnement des bassins d'aération sauf que l'augmentation de la teneur en composés azotés (nitrates et nitrites) à la sortie de la STEP est causée par la prolifération des algues, aussi que la qualité bactériologique des eaux usées semble peu affecté par le traitement par lagunage aéré et une bonne appréciation microbiologique exige un traitement de désinfection.

Mots clés : eaux usées, qualité physico-chimique, STEP Kouinine, lagunage aéré.

ملخص

تهدف دراستنا لتقييم الخصائص الفيزيوكيميائية والبكتريولوجية للنفايات السائلة من محطة معالجة المياه رقم 01 كوينين-الوادي

توضح النتائج المتحصل عليها بعد عملية التصفية قيم متوسطة للمواد العالقة (59.58 ± 8.725) ملغ/ل، (141.15 ± 25.1) ملغ/ل للطلب الكيميائي للأوكسجين و (68.7 ± 13.85) ملغ/ل للطلب البيولوجي للأوكسجين خلال 5 أيام. التخلص من الأزوت الكلي، الفسفور الكلي والامونياك يكون ضعيف، حيث التراكيز المتوسطة تقدر كالتالي على الترتيب (52.6 ± 5.6) ملغ/ل، (4.04 ± 0.49) ملغ/ل و (36.7 ± 2.15) ملغ/ل، بينما تبدو التراكيز المتوسطة للنترات والنترت مرتفعة في المياه الصادرة من محطة التصفية.

وفي ما يتعلق بالتحاليل البكتريولوجية أظهرت النتائج وجود تلوث برازي مثل القولونيات الكلية بمعدل 1300 جرثومة/100مل، 830 جرثومة/100مل من القولونيات البرازية و 336 جرثومة/100مل للعقد المكورة البرازية، كما لوحظ انه لا يمكن تعداد بكتيريا الكلوستريديا.

محطة معالجة رقم 01 كوينين توفر إزالة جيدة من الطلب الكيميائي للأوكسجين، الطلب البيولوجي للأوكسجين خلال 5 أيام و المواد العالقة وه ذا يميز علاج فعال من قبل أحواض التهوية إلا أن زيادة المحتوى من مركبات النيتروجين (النترات والنترت) راجع إلى تكاثر الطحالب، وأيضا النوعية البكتريولوجية قليلة التأثير بالمعالجة عن طريق التهوية و لتحسين الجودة الميكروبيولوجية يتطلب المعالجة بطريقة التطهير.

الكلمات المفتاحية : المياه المستعملة، النوعية الفيزيوكيميائية، محطة معالجة المياه المستعملة بكوينين، التهوية

الجيدة.