



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

N série:.....

République Algérienne Démocratique et Populaire

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

Département de biochimie

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

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

Sciences biologiques

Spécialité : Biochimie Appliqué

THEME

**Contribution à l'étude des caractéristiques
physico chimiques des eaux de STEP N° 1 de
kouinine de la wilaya d'EL oued**

Présentés Par :

M^{elle} HAGGUI Sabrina

M^{elle} NACEUR CHERIF Hayat

Devant le jury composé de :

Présidente : ELOUFI Hayat	M.A.A, Université d'El Oued.
Examinatrice : ALOUCHE Djanette	M.A.B, Université d'El Oued.
Promoteur : KIRAM Abdelrazak	M.A.B, Université d'El Oued

Dédicace

Je dédie ce travail aux plus belles Jumeaux et merveilleuses personnes en l'honneur de leurs efforts et de leur position malgré les difficultés

Tota et Pirine

Je dédie ce travail à nous-mêmes pour conclure un long cours d'étude comme deux sœurs avant que nous étions amis et deux collègues. Avec mes souhaits pour les derniers jours de notre vie, comme nous avons commencé à partir du début de nos vies.

Je dédie ce travail et des années de nos études pour les plus grands de nos vies pour ceux qui ont attendu ce jour avec impatience ma mère et mon père

HAGGUI ELhabib & DEGA Fatma

NACEUR CHERIF Youcef & NACEUR CHERIF Ardjouna

On est fiers de toi Merci pour tout.

Je dédie ce travail à tous mes Pour notre soutien dans la vie frères:

Abdelatif & Elaiche & bader edinne

Je dédie ce travail à la source du honneur et princesses de la vie **AZouhra ,Souad ,Houria ,Inas,Chahra ,Chakira , et choyé Dalila** . Pour vos encouragements et votre soutien et surtout **HAGGUI Ahlem** , nous vous souhaite le meilleur.

Et leurs conjoints et les fils de mes sœurs

Ghamir ,Afnan, Insaf , Chahad , hiyam, Ibtihal, Chiraz , tasnim, Amin , Abdelali , Mohamed Chafi et futurs arrivants dans le futur.

Et toute la famille

Je dédie ce travail à tous les amis sur tout

LACHRAF Asma

Je dédie ce travail à tous ceux qui ont contribué même un mot dans sa création, Pour les personnes qui ont été motivées à arriver ; Pour les gens que nous avons promis de continuer, et nous allions continuer.

Sabrina & Hayat



REMERCIEMENTS

﴿بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ﴾

﴿٤٣﴾ الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي هَدَانَا لِهَذَا وَمَا كُنَّا لِنَهْتَدِيَ لَوْلَا أَنْ هَدَانَا اللَّهُ ﴿٤٢﴾

﴿الأعراف﴾

Avant tout, nous tenons à remercier le bon **Dieu** qui ailluminé notre chemin et qui os a armé de courage et la volonté pour réaliser ce travail.

Merci

HAGGUI Sabrina et NACEUR CHERIF Hayat.

Remercier Notre encadreur monsieur **KIRAM Abderazak** pour l'effort qu'il a déployé pour que se travaille voir le jour.

Toute l'équipe de la station d'épuration de Kouinine Surtout les ingénieurs de laboratoire **SAI Khaoula.**

Nous tenons aussi à remercier tous les professeurs de la biologie qui nous ont aidés et qui ont contribué à notre formation durant la période de nos études universitaires.

Merci pour **DEGA Nora.**

Nous remercions les honorables membres du jury qui nous ont font l'honneur de corriger et juger notre travail

A tous les enseignants, à toute la Promotion De 2^{eme} Année Mastère En biochimie appliquée, amis et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire

Fatima ,Hania,Gihad ,halima .

Merci Pour beaucoup de gens qui nous ont aidés avec des encouragements ou des informations et ne pouvaient pas les nommer.

A tous, pour tous, merci

Résumé

L'objectif de cette étude a étudié la qualité physicochimique des eaux usées épurées de deux mois décembre et mars et l'influence de climat sur le traitement des eaux usées de STEP 1 de Kouinine de wilaya d'EL oued. Les résultats des analyses physicochimique montre que : pour mois de décembre 2017: PH égale 6,85 , la température est 10,et CON :5,29, et l'oxygène dissous (O₂) est 6,8 ,et la concentration de DCO est 109mg/l , la concentration de DBO₅ est 41 mg/l , est la concentration de MES est 26mg/l ,et l'azote total(NT) égale 50,3mg/ l ,et les teneurs de l'ammonium NH₄ est 54mg/ l ,et nitrate(NO₃) est 2,84mg/l , et nitrite(NO₂) est 1,14mg/ l , et la concentrations de PT est 4,95 mg/ l et PO₄ égale 1,58 mg/ l . et salinité égale 2,8. pour mois de mars :PH égale 8,07 , la température est 9,1 ,et CON : 5,4,et l'oxygène dissous (O₂) est 5,99 , et la concentration de DCO égale 147 mg/l, et la concentration de DBO₅ est 64 mg/l , et la concentration de MES est 71 mg/l , et l'azote total (NT) est 40,6mg/ l , et les teneurs de l'ammonium NH₄égale 63 mg/ l, et nitrate NO₃ est 5,3 mg/l, et nitrite NO₂ est 1,03 mg/ l , et la concentrations de PT égale 4,5 mg/ l , et PO₄ est 0,2 mg/ l et salinité est 2,86.Afin d'améliorer la qualité des effluents traités, nous avons étudié l'influence de climat sur le traitement des eaux usées dans le STEP N°1 de Kouinine pendant la période de hiver et printemps.

Mots-clés : Eaux usées, Lagunage aéré, physico-chimique, STEP N°1 Kouinine, hiver, printemps.

ملخص

الهدف من هذه الدراسة هو دراسة الجودة الفيزيائية الكيميائية لمياه الصرف الصحي المعالجة خلال شهرين شهر ديسمبر ومارس وتأثير المناخ على معالجة مياه الصرف الصحي للمحطة رقم 1 بكوينين ولاية الوادي . نتائج التحليل الفيزيائية تبين أن: لديسمبر الكمون الهيدروجيني يساوي 6.85 و درجة الحرارة 10° و الناقلية 5.29 والاكسجين الذائب 6.8 وتركيز الطلب الكيميائي للأكسجين 109 ملغ/ل وتركيز الطلب البيولوجي للاكسجين 41 ملغ/ل وتركيز المواد العالقة 26 ملغ/ل، والازوت الكلي يساوي 50.3 ملغ/ل وتركيز الألمنيوم 54 ملغ/ل و النتريت 2.84 ملغ/ل و النتريت 1.14 ملغ/ل وتركيز الفسفور الكلي 4.95 ملغ/ل والفوسفات 1.58 ملغ/ل والملوحة تساوي 2.8. ولشهر مارس نجد الكمون الهيدروجيني يساوي 8.07 و درجة الحرارة 9.1° و الناقلية 5.4 والاكسجين الذائب 5.99 وتركيز الطلب الكيميائي للاكسجين 147 ملغ/ل وتركيز الطلب البيولوجي للاكسجين 64 ملغ/ل وتركيز المواد العالقة 71 ملغ/ل، والازوت الكلي يساوي 40.6 ملغ/ل وتركيز الامنيوم 63 ملغ/ل و النتريت 5.3 ملغ/ل و النتريت 1.03 ملغ/ل وتركيز الفسفور الكلي 4.5 ملغ/ل والفوسفات 0.2 ملغ/ل والملوحة تساوي 2.86 . من أجل تحسين جودة النفايات السائلة المعالجة ، درسنا تأثير المناخ على معالجة مياه الصرف الصحي في المحطة رقم 1 بكوينين ولاية الوادي خلال فصلي الشتاء والربيع .

الكلمات المفتاحية : الفيزيائية الكيميائية ، البحيرة الهوائية ، مياه الصرف الصحي ، كوينين، الشتاء ، الربيع ، محطة التصفية رقم 1.

Liste d'abréviations

Abréviations	Signification
ONA	Office National de l'Assainissement
STEP 1 (STEP)	Station de traitement des eaux polluée
MO	Matière Organique
T°	Température
PH	Potentiel d'hydrogène
MES	Matières en suspension
DCO	Demande chimique en oxygène
DBO₅	Demande biochimique en oxygène en 5 jours
O₂	L'oxygène dissous
Sal	La salinité
Cond	Conductivité électrique
N-NO₂-	Le nitrite
N-NH₄⁺	L'ammonium
N-NO₃-	Le nitrate
Nt	L'azote total
P-PO₄⁺	Le phosphate
Pt	Le phosphate total
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
EB	Eaux brute (entrée)
EE	Eaux épurée (sortie)
Déc	Décembre

Liste des figures

Partie I

Chapitre I:

Figure1 : Structure chimique de l'eau.....	5
Figure2 : schéma présenté cycle de l'eau	7
Figure 3 : Image présenté Les eaux de pluie	8
Figure 4: Image présenté L'eau de surface	8

Chapitre II

Figure 5: Image de la pollution de l'eau	14
Figure 6: origine industriel	16
Figure 7: origine domestique	17

Chapitre II

Figure 8: Chaînes de traitement avec les variantes possibles	27
Figure 9 : Image de Boues active	29
Figure 10: Image de Lit bactérienne	30
Figure 11: Station d'épuration de Ghardaïa lagunage Naturel	31
Figure 12 : Image de Lagunage aéré	32
Figure 13: Image présenté Prétraitement.....	33
Figure 14: Image présenté l'étape dégrillage	33
Figure 15: Image présenté l'étap déshuilage.....	34
Figure 16: Lagune d'aération STEP d'Ouargla	35
Figure17 : emplacement des différents étages	35

Partie II

Chapitre I

Figure 18: Carte de situation de STEP 01 Kouinine	40
Figure 19: schéma présenté station de lagunage aéré de STEP de Kouinine N°01	41
Figure 20: Dégrillage.	42
Figure 22 : Dessablage.....	42
Figure 23: Répartiteur vers les bassins d'aération.	43
Figure 24: Lagune aéré.	43
Figure 25 : Aérateur.	44
Figure 26 Lagune de finition.....	44
Figure 27: Lit de séchage des boues.	45

Chapitre II

Figure 28: Histogramme de variation de Température T°C d'eau brute et eau épurée. .	60
---	----

Figure 29: Histogramme de variation potentiel hydrique (PH) de d'eau brute et l'eau épurée.....	61
Figure 30: Histogramme de variation L'oxygène dissous (O2) de d'eau brute et l'eau épurée.....	62
Figure 31: Histogramme de variation La conductivité électrique (Cond) de d'eau brute et eau épurée.....	63
Figure 32: Histogramme de variation La Salinité (SAL) de d'eau brute et eau épurée..	64
Figure 33: Histogramme de la variation de la DBO ₅ d'eau brute et eau épurée.	65
Figure 34: Histogramme de la variation de la DCO d'eau brute et eau épurée.	66
Figure 35: Histogramme de la variation de la MES d'eau brute et eau épurée.	67
Figure 36: Histogramme de la variation de l'azote total NT d'eau brute et eau épurée.	68
Figure 37: Histogramme de la variation de l'ammonium (N-NH ₄ ⁺) de d'eau brute et eau épurée.	69
Figure 38: Histogramme de la variation du nitrite (N-NO ₂ ⁻) de d'eau brute et eau épurée.....	69
Figure 39: Histogramme de la variation du phosphate total PT d'eau brute et eau épurée.....	71
Figure 40: Histogramme de la variation du phosphate P-PO ₄ ⁺ d'eau brute et eau épurée.	72

Liste des tableaux

Partie I

Chapitre I:

Tableau 1: Principales différences entre les eaux de surface et souterraines	9
Tableau 2 : qualité physico-chimique de l'eau	10
Tableau 3 : qualité bactériologique de l'eau	11
Tableau 4 : Les fonctions de l'eau dans l'aliment	12

Chapitre II:

Tableau 5 : Origines et natures de différentes sources de pollution du milieu aquatique	18
Tableau 6: Relation entre minéralisation et conductivité selon la réglementation française	20
Tableau 7: classification des eaux usées suivant les valeurs de la DCO	21
Tableau 8: Valeurs limites des paramètres de rejets d'effluents liquides industriels	24

Chapitre II

Tableau 9: Coûts (en EURO HT) pour une station de 1000 habitants	28
Tableau 10: Tableau comparatif des avantages et inconvénients de différents systèmes	30
Tableau 11: Les Avantages et les Inconvénients de techniques	36

Partie II

Chapitre I

Tableau 12: les matériels de travail.....	48
---	----

SOMMAIRE

Dédicace

REMERCIEMENTS

Résumé

Liste d' abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

I-Introduction Générale.....1

Partie I : Partie théorique

Chapitre I : Généralités sur les eaux

I- Définition de l'eau	5
II- La structure et composition chimique de l'eau :	5
III- Propriété de l'eau :.....	6
IV- Cycle de l'eau :	6
V- Les ressources de l'eau :	8
VI- Qualité de l'eau :.....	10
VII- Importance de l'eau pour la vie :	11

Chapitre II: Généralités sur pollution de l'eau

I- Généralités sur la pollution de l'eau.....	14
II- Définition des eaux usées :.....	14
III- Types de pollutions des eaux usées :..	15
IV- Les différents types d'eaux usées :... ..	16
V- Les principaux paramètres de la pollution.	18
VI- Valeurs limites des paramètres de rejets d'effluents liquides industriels.....	24

Chapitre III : traitement de l'eau usée

I- Définition de traitement des eaux usées :.....	26
II- Paramètres essentiels pour le choix d'une technologie d'épuration :	28
III- Les différences types de traitement des eaux usées :	29

IV- Les étapes de lagunage aéré :.....	32
--	----

Partie II: Partie pratique

Chapitre I : Présentation de la station STEP 1

I- Présentation de la station d'épuration STEP1 :.....	39
II- Situation géographique de la station d'épuration :.....	39
III- Objectif de traitement de la station :.....	40
IV- Description de STEP1.....	40
V- Procédés d'épurations des eaux usées dans la station :	41

Chapitre II : Matériel et méthodes

I- Echantillonnage.....	47
II- Le but général de la manipulation... ..	47
III- Lieu de prélèvement.....	47
IV- Matériels.....	48
V- Méthodes :.....	50

Chapitre III : Résultats et discussion

I- Température (T°C):.....	60
II- Potentiel hydrique (PH) :	61
III- L'oxygène dissous (O2):.....	61
IV- La conductivité électrique (Cond) :.. ..	63
V- Salinité (SAL) :.....	64
VI- Demande biologique en oxygène DBO ₅ mg/l :.....	64
VII- Demande chimique en oxygène DCO mg/l :	65
VIII- Matières en suspension MES :	66
IX- Matières azotées :	67
X- les composés phosphorés :.....	71
II-Conclusion général.....	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
Références bibliographiques.....	75
Annexes.....	84

Introduction

Générale

Introduction Générale

L'eau est une ressource indispensable à la vie et à l'activité humaine et de ce fait utilisée par tous (**WUBDA M et al, 2017**). Elle recouvre environ 75% de la terre soit environ 1% de l'eau de la planète est disponible pour l'homme (**ALLAOUI A, 2014**). Tous les acteurs impliqués dans la gestion de cette ressource sont unanimement convaincus qu'il faut la protéger (**SANCEY B, 2011**). L'eau est capable de dissoudre de très nombreuses substances (**NGARAM N, 2011**). Les propriétés extraordinaires de l'eau liquide permettent aux molécules du vivant de réaliser les structures dynamiques associées à leur fonction et activité biologiques (**ODB, 2009**).

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 (**HERIARIVONYS et al., 2015**).

Les eaux usées correspondent aux eaux ayant été utilisées par l'homme. Elles sont généralement chargées de détritiques divers, de matières minérales dissoutes et de produits organiques en suspension et bactériologiques, sont toutes les eaux parvenant dans les canalisations d'eau usées, dans les propriétés naturelles sont transformées, elles sont dangereuses, d'autres sont pathogènes, elles peuvent être l'origine de graves problèmes de santé publique (**HAMMADI B, 2018**). Ces derniers sont la cause des principales restrictions imposées à la réutilisation des eaux usées (**BELAID N, 2010**).

Les rejets issus des utilisations domestiques, agricoles et industrielles de l'eau peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute, ainsi que de nombreux micro-organismes pathogènes, menacent la qualité de l'environnement dans son ensemble (**MAHI R, 2014**). Les eaux usées qu'elles soient, industrielles ou ménagères ne devraient pas être directement rejetées dans le milieu naturel, elles devraient être dirigées vers des stations d'épuration (**BACHI O & BISSATI S, 2011**).

On a donc tout d'abord commencé à la traiter pour des raisons sanitaires. Les premiers objectifs étaient alors sanitaires, hygiéniques (**MOULIN S et al., 2013**). Avant d'apprécier l'impact des rejets d'eaux usées sur le milieu récepteur, il paraît logique de présenter les caractéristiques physico-chimiques des eaux usées brutes des communes urbaines (**BOUTAYEB M et al., 2012**). Les divers paramètres chimiques de l'eau (ammoniacaux, nitrites, nitrate, ...), les paramètres caractérisant sa qualité physique (pH, conductivité, turbidité, température) et les paramètres microbiologiques (Coliforme fécal, coliforme total...) (**HERIARIVONYS et al., 2015**). L'utilisation des paramètres de caractérisation physico-chimique des effluents urbains constitue un

Introduction Générale

bon moyen pour l'estimation de la qualité de ces rejets urbains et de leur impact sur le milieu récepteur (**BOUTAYEB M et al., 2012**).

Notre travail, vise à contribuer à l'étude caractéristique physicochimique des eaux traitées aux niveaux de STEP N°01 Kouinine de la wilaya d'EL oued par lagunage aérée dans deux mois décembre et mars.

Nous essayons de répondre aux questions suivantes :

- Est-ce que les résultats des paramètres physicochimique est conforme avec les normes international ou non ?
- Est-ce que Le climat influence sur le traitement de l'eau usée?
- Est –ce qu'il y a différence de qualité d'épuration des eaux usée entre l'hiver et le printemps ?

L'étude sera divisée en deux parties : une partie théorique et une partie pratique.

La première partie comportera trois chapitres :

- Le premier chapitre commencera par une Généralités sur les eaux.
- Le deuxième chapitre va décrire Généralités sur la pollution de l'eau.
- Le troisième chapitre va décrire traitement de l'eau usée.

La deuxième partie contiendra :

- Le premier chapitre qui présentation de zone d'étude.
- Le deuxième chapitre qui résumé les matériel et méthodes.
- Le troisième chapitre résultats et discussion.

Partie I

Partie théorique

Chapitre I

Généralités sur les eaux

I- Définition de l'eau :

L'eau est source de vie et sans eau, il n'y a pas de vie (**SAMAKE H, 2002**). Elle est la composante essentielle de tous les êtres vivants.

Elle est la plus vitale des ressources naturelles ; elle rend la vie possible, soutient les écosystèmes et les entreprises de l'homme. L'eau est donc à la fois une ressource stratégique et l'élément fondamental nécessaire à une économie saine (**ODOULAMI L, 2009**). Et elle constitue un élément essentiel pour le développement de la vie : le corps d'un être humain adulte est composé à 60 % d'eau. En raison de son caractère vital, l'eau liée aux activités humaines doit être de bonne qualité sanitaire afin d'éviter la survenue de pathologies hydriques (**MAUX M, 2010**).

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) estime à 1,5 milliards le nombre de personnes dans le monde ne disposant pas d'eau potable, à environ 30.000 le nombre de personnes mourant chaque jour d'avoir bu une eau dangereuse ou de déshydratation et à 35% les gastro-entérites (GE) aiguës dues à des virus transmis par l'eau (**ANDZI et al., 2013**).

II- La structure chimique de l'eau :

L'eau caractérisée par : (**OUBADI M, 2012**).

- Caractéristique géométrique.
- La molécule H-O-H est coudée.
- Angle de valence de 105° .

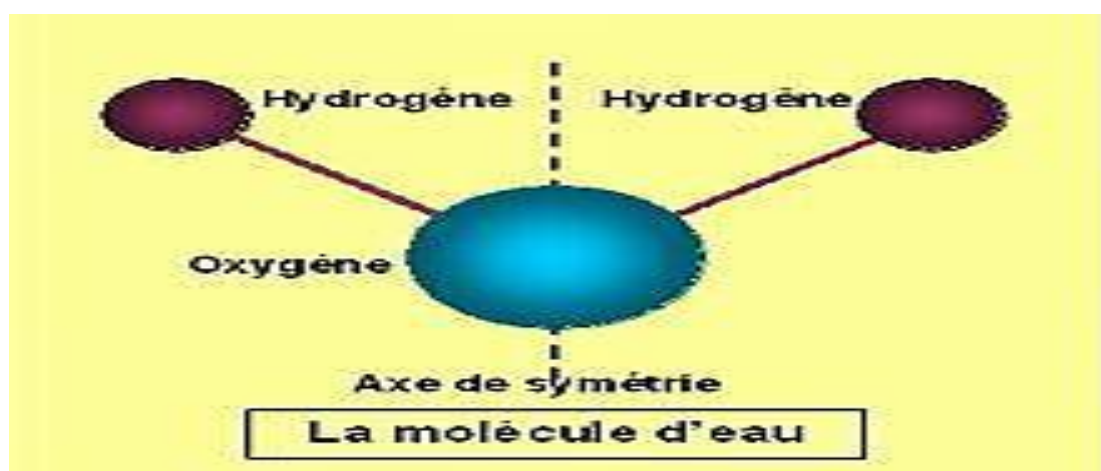


Figure1 : Structure chimique de l'eau

<https://www.bing.com/images/search?view>

La molécule d'eau n'est pas une boule. Elle est constituée d'un atome d'oxygène relié à deux atomes d'hydrogène. L'atome d'oxygène est placé au centre tandis que les atomes d'hydrogène sont placés aux deux autres sommets (**AUBERT E, 2015**).

L'eau, si on la compare à d'autres corps de composition analogue, possède des caractéristiques anormales. Les températures de fusion et d'ébullition de ces corps forment une série régulière (à cause des forces d'attraction de Van der Waals qui augmente en même temps que la masse moléculaire) (**ISITV, 2002**).

III- Propriété de l'eau :

- L'eau est un composé chimique simple, liquide à température et pression ambiantes (1 atmosphère) (**BEN KADDOUR N, 2016**).

- l'eau est gazeuse au-dessus de 100°C et solide en dessous de 0°C (**BEN KADDOUR N, 2016**).

- Sa formule chimique est H_2O , c'est-à-dire que chaque molécule d'eau se compose d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène (**BEN KADDOUR N, 2016**).

- L'eau se trouve presque partout sur la terre et elle est vitale pour tous les organismes vivants connus (**BEN KADDOUR N, 2016**).

- grande inertie thermique sont liées à sa structure en réseau de liaisons hydrogènes (**TOUSSAINT B, 2012**).

IV- Cycle de l'eau :

On appelle la circulation naturelle d'eau sur la planète le cycle hydrologique, L'eau est évaporée par le soleil (**GAAMOUNE S, 2010**), et gagne l'atmosphère, au contact des couches d'air froid (**ZAIMECHE S, 2015**), incorporée aux nuages comme vapeur d'eau, tombe sur la terre et sur les étendues d'eaux sous forme de pluie, à partir de la terre elle retourne de nouveau aux ressources d'eaux dans le cycle hydrologique (**GAAMOUNE S, 2010**).

Tout d'abord, cette notion de cycle est une notion dynamique, elle implique un mouvement et des échanges entre différents réservoirs, de plus son essence cyclique nous ne permet pas de définir son commencement ni sa fin (**GAAMOUNE S, 2010**).

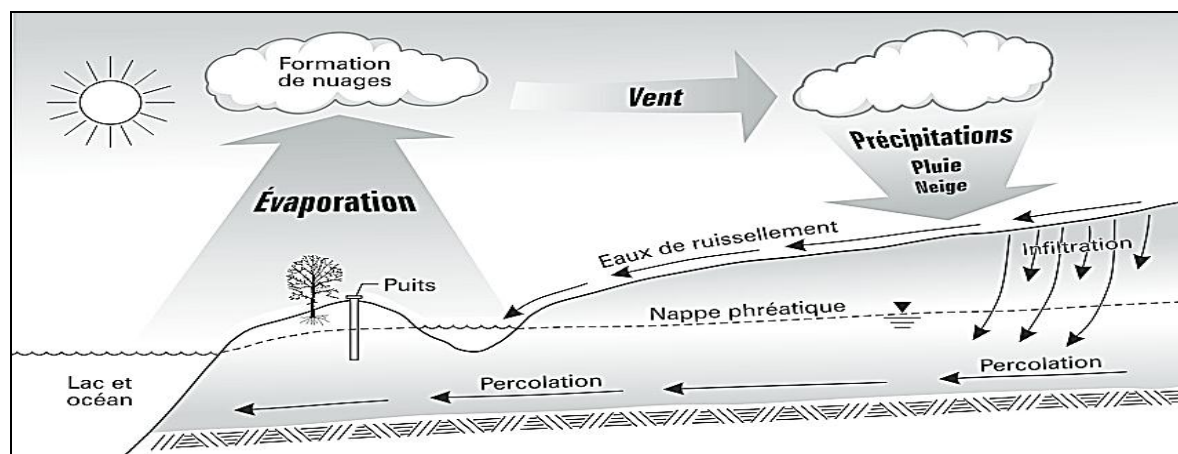


Figure2 : schéma présenté cycle de l'eau (MDDELCC, 2015).

- Les différentes étapes de ce cycle sont les suivantes :

a. **Les précipitations** : la vapeur d'eau atmosphérique se condense en nuages qui engendrent des précipitations sous forme de pluie, de neige ou de grêle. Les précipitations, qui constituent l'origine de presque toutes nos réserves en eau douce, sont variables d'une région à l'autre suivant le climat et le relief qui sont des facteurs essentiels (BOEGLIN J, 2000).

b. **Le ruissellement** : par venue sur le sol, une partie des précipitations s'écoule à sa surface vers le réseau hydrographique et les étendues d'eau libre (lacs, mers), c'est le ruissellement de surface (BOEGLIN J, 2000).

c. **L'infiltration** : une partie des précipitations pénètre dans le sol et dans le sous-sol où elle alimente les eaux souterraines constituant le stock d'eau du sol et les réserves des nappes aquifères (BOEGLIN J, 2000).

d. **L'évapotranspiration** : c'est la somme des pertes par transformation de l'eau en vapeur. On distingue deux composantes : l'une constituée par le retour direct de l'eau dans l'atmosphère (phénomène physique), et l'autre constituée par la transpiration des plantes. Le cycle se trouve donc fermé, ce qui se traduit par un bilan global exprimant l'égalité des pertes et des gains :

$$\text{Précipitations} = \text{Ruissellement} + \text{Évaporation} + \text{Infiltration} \text{ (BOEGLIN J, 2000)}$$

V- Les ressources de l'eau :**• Les eaux de pluie :**

les eaux de pluie peuvent être collectées à partir des toitures des maisons dans des récipients ou dans des impluviums. A l'origine ces eaux sont pures sur le plan microbiologique, mais sur le plan chimique, il leur manque souvent certains éléments indispensables à la santé comme le sodium, magnésium, manganèse, fer, iode (COULIBALY K, 2005).



Figure 3 : Image présentée Les eaux de pluie (HOLST U, 2004).

• L'eau de surface :

L'eau de surface est provient des sources, des ruisseaux, des rivières, des lacs ou du fleuve. Les castors, les rats musqués, les goélands et les canards, qui sont des sources importantes de contamination fécale en milieu naturel, y ont directement accès. Toutes les eaux de surface sont donc susceptibles d'être contaminées par des microorganismes pathogènes et elles subissent une variation significative de la qualité de l'eau après un orage ou au printemps (ROBERT, 2010).



Figure 4: Image présentée L'eau de surface (Holst U, 2004).

• L'eau souterraine :

Les eaux souterraines constituent le réservoir le plus important d'eau douce au niveau mondial (**QUEVAUVILLER P, 2010**). Leur rôle pour l'industrie, l'agriculture, ainsi que dans le cycle de l'eau, en particulier pour la maintenance des zones humides et du débit des cours d'eau superficiels (essentiel durant les périodes de sécheresse), est également capital. La préservation et la sauvegarde de cette ressource est donc une nécessité (sur le plan qualitatif et quantitatif) qui concerne à la fois ses usages et sa valeur environnementale (**QUEVAUVILLER P, 2010**).

La protection des eaux souterraines a été à l'origine de l'élaboration de nombreux instruments réglementaires européens au cours des trente dernières années (**QUEVAUVILLER P, 2010**).

L'un des aspects cependant commun à tous les pays africains, est le recours important aux eaux souterraines surtout pour l'alimentation en eau potable (**WUBDA M et al., 2017**).

L'eau souterraine est de plus en plus prélevée pour l'approvisionnement en eau potable afin de s'adapter à la croissance démographique mondiale. Afin de préserver la ressource en eau souterraine, de nombreuses collectivités se tournent vers une gestion intégrée de l'eau (**VULLIET E, 2017**).

Tableau 1: Principales différences entre les eaux de surface et souterraines (BOEGLIN J, 2000).

Caractéristiques	Eaux de surface	Eaux souterraines
Température	Variable suivant saisons	Relativement constante
Turbidité, matières en suspension (vraies ou colloïdales)	Variable parfois élevée	Faible ou nulle (sauf en terrain karstique)
Couleur	Liée surtout aux matières en suspension (MES) (argiles, algues) sauf dans les eaux très douces (acides humiques)	Liée surtout aux matières en solution (acides humiques par exemple)
Minéralisation globale	Variable en fonction des terrains, des précipitations, des rejets	Sensiblement constante, en général nettement plus élevée que dans les eaux de surface de la même région
Fe et Mn divalents (à l'état dissous)	Généralement absents, sauf en profondeur des pièces d'eau en état d'eutrophisation	Généralement présents
CO ₂ agressif	Généralement absent	Souvent présent en grande quantité
O ₂ dissous	Le plus souvent au voisinage de la saturation. Absent dans le cas des eaux très polluées	Absent la plus part du temps
H ₂ S	Généralement absent	Souvent présent
NH ₄	Présent seulement dans les eaux polluées	Présent fréquemment sans être un indice systématique de pollution bactérienne
Nitrates	Peu abondants en général	Teneur parfois élevée
Silice	Teneur en général modérée	Teneur souvent élevée
Micropolluants minéraux et organiques	Présents dans les eaux des pays développés, mais susceptibles de disparaître rapidement après suppression de la source	Généralement absents, mais une pollution accidentelle subsiste beaucoup plus longtemps que dans les eaux de surface
Éléments vivants	Bactéries (dont certaines pathogènes), virus, plancton (animal et végétal)	Ferrobactéries fréquentes
Solvants chlorés	Rarement présents	Souvent présents
Caractère eutrophe	Fréquent. Accentué par les températures élevées	Non

VI- Qualité de l'eau :

La qualité et le type d'eaux peuvent représenter un dernier verrou à l'utilisation de la mesure sur site et directe. En effet, les méthodes rapides sur site ne sont pas toujours assez sensibles pour permettre une détection fiable d'une pollution dans certains types de matrice et en présence de certains paramètres **(GOIG B, 2007)**.

• la qualité chimique :

Les substances chimiques autres que les sels minéraux font l'objet de normes très sévères. Ces substances sont dites indésirables ou toxiques (ex : plomb, arsenic, nitrates, pesticides...). Elles sont recherchées à l'état de trace (millionième de gramme par litre). Ces normes sont établies sur la base d'une consommation journalière normale, pendant toute la vie **(AUBERT, 2015)**.

• la qualité physique:

L'eau doit être limpide, claire, aérée et ne doit présenter ni saveur, ni odeur désagréable. Cependant une eau qui ne satisfait pas pleinement à ces critères ne présente pas forcément de risque pour la santé **(AUBERT, 2015)**.

Tableau 2 : qualité physico-chimique de l'eau (COULIBALY K, 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
Mercuré.....	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 néphélométrie)
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

• la qualité microbiologique : l'eau ne doit contenir ni parasite, ni virus, ni pathogène **(AUBERT, 2015)**.

Tableau 3 : qualité bactériologique de l'eau (COULIBALY K, 2005).

Organismes	Les valeurs indicatives	Remarque
A-/ Toutes les eaux destinées à la consommation : E. Coli ou bactéries coliformes Thermotolérantes	0 0	Non détectables dans un échantillon de 100 ml
B-/ Eaux traitées à l'entrée du réseau de distribution : E.Coli ou bactéries coliformes Thermotolérantes Coliformes totaux	0 0 10	Non détectables dans un échantillon de 100 ml Non détectables dans un échantillon de 100 ml
C-/ Eaux traitées dans le réseau de distribution : E. Coli ou bactéries coliformes Thermotolérantes Coliformes totaux	0 0 10	Non détectables dans un échantillon de 100 ml Non détectables dans un échantillon de 100 ml Dans les installations importantes lorsqu'un nombre suffisant d'échantillons sont examinés, on ne doit pas trouver de coliformes dans 95 % des échantillons prélevés sur une période de 12 mois

VII- Importance de l'eau pour la vie :

L'eau ressource qui répond aux besoins fondamentaux de l'homme est un élément-clé du développement, en particulier pour générer et entretenir la prospérité par le biais de l'agriculture, de la pêche, de la production d'énergie, de l'industrie, des transports et du tourisme. En outre, l'eau est vitale pour tous les écosystèmes du monde. (Communautés européennes, 2002).

Tableau 4 : Les fonctions de l'eau dans l'aliment (FAIVELEY M, 2003).

Rôle de l'eau	Exemple
Solvant	Salage
Milieu de réaction	Réactions enzymatiques
Mobilité des réactifs	Réactions de Maillard
Réactif	Hydrolyse des lipides, polysaccharides
Antioxydant	Liaison hydrogène avec les peroxydes bloquant l'oxydation des lipides (pour des activités de l'eau faibles)
Pro-oxydant	• Gonflement des protéines et accessibilité de sites oxydables • Sources de radicaux libres dans les aliments ionisés
Rôle structural	• Formation de liaison hydrogène entre molécules texturantes • Action sur la liaison lipide/protéine sur les pâtes en boulangerie • Action sur la conformation et les interactions entre gélifiants et protéines

Chapitre II

Généralités sur pollution de l'eau

I- Généralités sur la pollution de l'eau :

On appelle pollution de l'eau toute modification des caractéristiques de l'eau ayant un caractère gênant ou nuisible pour les usages humains, la faune ou la flore. Au cours de son utilisation, l'eau s'appauvrit ou s'enrichit de substances de toutes sortes, ou change de température. Les pollutions qui en résultent se retrouvent dans le milieu naturel (cours d'eau, mer) **(PANORAMA, 2008)**.

De nos jours, les problèmes de pollution constituent un danger de plus en plus important pour l'homme. Parmi ces problèmes, la contamination de l'eau se pose avec acuité. En effet, l'eau est affectée de façon croissante par des matières minérales et organiques et même des micro-organismes dont certains sont pathogènes et donc dangereux pour la santé **(COULIBALY K, 2005)**.



Figure 5: Image de la pollution de l'eau

(<https://thumbs.dreamstime.com/z/pollution-de-l-eau-en-riviere-40307179.jpg>)

II-Définition des eaux usées :

Une eau usée, appelée encore eau résiduaire ou effluent est une eau qui a subi une détérioration après usage. La pollution des eaux dans son sens le plus large est défini comme « Tout changement défavorable des caractéristiques naturelles (biologiques ou physico-chimiques) dont les causes sont directement ou indirectement en relation avec les activités humaines **(BOUFERCHA O et al., 2017)**.

Ces eaux résiduaires sont collectées et acheminées, général vers les stations d'épuration affectées à chaque communauté urbaine pour les traiter avant leur rejet final. De nos jours, lois et décrets définissent des seuils de pollution des eaux, de flux de pollution après épuration, etc... ; Afin de prévenir toute contamination du milieu en aval du rejet **(MEOT B et al., 1990)**.

III- Types de pollutions des eaux usées :

Généralement la pollution des eaux usées se manifeste sous les formes principales suivantes :

1- les polluants organiques : constitue la partie la plus important, et comprend essentiellement des composés biodégradables. Ces composés sont de diverses origines **(BEN KADDOUR N, 2016)**.

- **D'origine urbaine :** Les protides (les protéines) : qui représentent tous les organismes vivants qui sont de nature protéique telle que les animaux, les bactéries et même les virus. Ces protéines subissent une décomposition chimique au contact de l'eau (hydrolyse) en donnant des acides aminés. Les lipides (corps gras) : ce sont des éléments rejetés généralement par les eaux domestiques telles que les graisses animales, et les huiles végétales. Leurs décomposition en milieu aérobie se traduit par une libération du CO₂, et en anaérobiose, il y a formation de CO₂ et CH₄. Les glucides : à l'état simple, il s'agit des sucres alimentaires, le glucose, à l'état complet donnant les polysaccharides **(BEN KADDOUR N, 2016)**.

- **D'origine industrielle :** Ce sont les produits organiques toxiques tels que les phénols, les aldéhydes, les composés azotés, les pesticides, les hydrocarbures et les détergents **(BEN KADDOUR N, 2016)**.

2- Pollution minéral :

Il s'agit principalement d'effluents industriels contenant des substances minérales tels que les sels, les nitrates, les chlorures, les phosphates, les ions métalliques, le plomb, le mercure, le chrome, le cuivre, le zinc et le chlore. Ces substances peuvent causer des problèmes sur l'organisme de l'individu, perturber l'activité bactérienne en station d'épuration, affecter sérieusement les cultures (physiologique et rendement) **(TFYECHÉ L, 2014)**.

3- Pollution microbiologique :

Toutes les pollutions qui provoquées par des matières organique susceptibles de subir une fermentation bactérienne **(NOUR A, 2007)**.

La pollution biologique des eaux se traduit par une forte contamination bactérienne. Les principaux organismes pathogènes qui se multiplient ou qui sont transportés dans l'eau sont : les bactéries, les virus, les parasites les champignons et les algues **(NOUR A, 2007)**.

4- Pollution radioactive

C'est celle occasionnée par une éventuelle radioactivité artificielle des rejets qui trouve sa source dans l'utilisation de l'énergie nucléaire sous toutes ses formes (installations et centrales nucléaires, exploitation de mines d'uranium, traitement des déchets radioactifs...) (ELSCENS M, 2010).

5- Pollution thermique :

Elle résulte des rejets d'eaux à température trop élevée (eaux de refroidissement, par exemple) qui influe à la fois sur la solubilité de l'oxygène et sur l'équilibre biologique du milieu. (BOEGLIN J, 2010).

IV- Les différents types d'eaux usées :**1- Eaux usées industrielles:**

Toutes les unités industrielles utilisent les eaux dans leurs processus de production, par conséquent elles ont des rejets assez considérables. Il apparaît difficile de classer les eaux usées industrielles en raison de la diversité des activités industrielles ainsi que la grande différence qui existe entre les rejets d'eaux usées de même activité (TFYECHE L ,2014).



Figure 6: origine industriel (MAATOUK E, 2014).

2-Eaux usées domestiques :

Essentiellement porteuses de pollution organique et se répartissant en eaux ménagères ou grises (salles de bains et cuisines) généralement chargées en détergents, en graisses, en solvant et en débris organiques ; et en eaux vannes (rejets des toilettes) caractérisées par une importante charge en diverses matières organiques azotées et en germes fécaux et pathogènes (EL HACHEMI O, 2012).

Il y a 4 types :

- Des eaux de cuisine, qui contiennent des matières minérales en suspension provenant du lavage des légumes, des substances alimentaires à base de matières organiques, (glucides, lipides protides), et des produits détergents (ZOBEBIDI A, 2017).
- Des eaux de buanderie, contenant principalement des détergents (ZOBEBIDI A, 2017).
- Des eaux de salle de bains, chargées en produits utilisés pour l'hygiène corporelle, généralement de matières grasses hydrocarbonées (ZOBEBIDI A, 2017).
- Des eaux de vannes, qui proviennent des sanitaires (WC), très chargées en matières organiques hydrocarbonées, en composés azotés, phosphorés et en microorganismes (ZOBEBIDI A, 2017).



Figure 7: origine domestique (MAATOUK E, 2014).

3-Eaux de ruissellements ou pluviales :

fraction de l'eau de pluie, de la neige fondue ou de l'eau d'irrigation qui s'écoule à la surface du sol et retourne tôt ou tard dans un cours d'eau (eaux d'écoulement sur parking, voiries d'accès, toiture...) (Eloy water ,2012).

Elles peuvent être à l'origine de pollutions importantes notamment pendant les périodes orageuses. L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles), puis, en ruisselant, de résidus déposés sur les toitures et les voiries (huiles de vidange, carburants, résidus de pneus et métaux...). En outre, lorsque le système d'assainissement est « unitaire », les eaux pluviales sont mêlées aux eaux usées domestiques. En cas de fortes précipitations, les contraintes de préservation des installations d'épuration peuvent imposer un déversement (« délestage ») de ce mélange pollué dans le milieu naturel. (ELSCENS M, 2010).

4 -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 phosphatés, 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 (KHENGAOUI K, 2017).

Tableau 5 : Origines et natures de différentes sources de pollution du milieu aquatique (ZAIMECHE S, 2015).

Type de pollution	Nature	Origines
Physique	Rejets d'eau chaude	Centrales thermiques, nucléaires
	M.E.S. (matières en suspension)	Rejets urbains, érosion des sols
chimique	Matière organique	Effluents domestiques, agricoles, agroalimentaires
	Fertilisants (nitrate, phosphate)	Agriculture, lessives
	Métaux (Cd, Pb, Hg, Al, As...)	Industrie, agriculture, déchets
	Pesticides (insecticides, herbicides, Fongicides)	Industrie, agriculture
	Organochlorés (PCB, solvants)	Industries
	Composés organiques de synthèse	industries
	Détergents	Effluents domestiques
	Hydrocarbures	Industrie pétrolière, transports
Biologique	Bactérie, virus, champignons...	Effluents urbains, agricoles

V- Les principaux paramètres de la pollution

L'évaluation de la pollution d'une eau usée est basée sur la détermination de plusieurs paramètres organoleptiques, physiques, chimiques et bactériologiques, ces paramètres indiquent le degré de pollution de ces eaux et donnent le danger qui peut être provoqué par leur rejet en milieu naturel (BEADRY, 1992).

1. Paramètres organoleptiques

. Odeur

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

. Couleur

La coloration d'une eau peut être soit d'origine naturelle (éléments métalliques, matières humiques, micro-organismes liés à un épisode d'eutrophisation,...), soit associée à sa pollution (composés organiques colorés). La coloration d'une eau est donc

très souvent synonyme de la présence de composés dissous et corrélativement la présence de solutés induit une coloration qui ne se limite pas au seul du domaine du visible (**THOMAS, 1995**).

2. Paramètres physiques :

. Température :

La température régit la qualité d'oxygène dissous dans l'eau quand la température augmente, l'oxygène dissous diminue.

Elle influe également sur la décomposition de la matière organique le développement des parasites responsables de certaines maladies et la prolifération d'algues bleues qui libèrent des toxiques (**SLIMANI, 2003**).

. Matières en suspension (MES) :

Il s'agit de matière non solubilisées. Elles comportent des matières organiques et des matières minérales **GAID (1984)**. Dans une eau usée urbaine, près de 50% de la pollution organique se trouve sous forme de MES. Les résultats pour les eaux usées industrielles sont très variables, il est de même pour les eaux naturelles où la nature des MES est souvent minérale et leur taux est relativement bas.

La composition de MES peut être appréciée par analyse directe ; plus souvent, elle est obtenue par différence des caractéristiques des eaux brutes et des eaux filtrées. Les erreurs sur les valeurs résultantes sont alors élevées **BONTOUX (1993)**. Les MES sont exprimées en mg/l.

. La turbidité :

Les matières en suspension (MES) sont des matières insolubles, fines, minérales ou organiques, biodégradables ou non. Leur principal effet est de troubler l'eau : c'est la turbidité (**ZAIMECHE S, 2015**).

La turbidité est l'élément important de la qualité de l'eau, tant pour la vie aquatique car elle réduit la transparence, empêche la pénétration de la lumière. Ce qui a pour effet de freiner la photosynthèse, élément important de la croissance des plantes, que pour la production d'eau potable car elle réduit l'efficacité des traitements de potabilisation de l'eau (**ZAIMECHE S, 2015**).

. Le potentiel hydrogène (pH) :

Le pH joue un rôle important dans le traitement biologique. Il exprime le degré d'acidité ou d'alcalinité des eaux usées. Le PH d'une eau domestique ou urbaine se situe généralement entre 6.8 et 7.8, au-delà, c'est l'indice d'une pollution industrielle (**DALI & ZOUAOUI, 2007**).

. La conductivité électrique :

La mesure de la conductivité électrique, paramètre non spécifique, est probablement l'une des plus simples et des plus importants pour le contrôle de la qualité des eaux usées THOMAS (1995). Elle permet d'évaluer, approximativement la minéralisation globale de l'eau (GAID, 1984).

Tableau 6: Relation entre minéralisation et conductivité selon la réglementation française (SAMAKE H, 2002).

Conductivité	Minéralisation
0 – 100 $\mu\text{S/cm}$	Minéralisation très faible
100 – 200 $\mu\text{S/cm}$	Minéralisation faible
200 – 333 $\mu\text{S/cm}$	Minéralisation moyenne accentuée
333 – 666 $\mu\text{S/cm}$	Minéralisation accentuée
666 – 1000 $\mu\text{S/cm}$	Minéralisation importante
> 1000 $\mu\text{S/cm}$	Minéralisation élevée

Une conductivité électrique de l'eau supérieure à 1500 $\mu\text{S/cm}$ fait considérer une eau comme inutilisable dans les zones irriguées (SAMAKE H, 2002).

. Salinité :

La salinité d'une eau correspond à sa concentration en sels dissous dans leur ensemble. Elle est exprimée soit par la valeur de la conductivité électrique (CE) ou par le résidu sec (RS) (BELAID N, 2010).

3. les paramètres chimiques :**• La demande biologique en oxygène (DBO5) :**

La DBO exprime la consommation naturelle d'oxygène en g/litre des corps contenus dans l'eau, dégradés par les bactéries du milieu par une oxydation. L'oxydation des composés organiques biodégradables par les microorganismes entraîne une consommation de dioxygène (O_2). La mesure de cette demande en oxygène permet d'évaluer le contenu d'une eau en matières organiques biodégradables, donc son degré de pollution ou sa qualité. La DBO peut-être caractérisée par les besoins des bactéries épuratrices. Cette valeur est d'autant plus intéressante que beaucoup de stations d'épuration épurent par voie biologique. L'évolution de la DBO permet donc en principe de suivre l'efficacité du traitement. La dégradation des composés glucidiques, lipidiques et protidiques se traduit

dans un premier temps, par une décomposition des chaînes carbonées. Celle-ci commence immédiatement dure 20 jours et demande beaucoup de temps. Dans ces conditions il a été retenu conventionnellement d'exprimer la DBO en mg de dioxygène (O₂) consommé pendant 5 jours à 20°C (DBO₅). La DBO₅ indique l'influence probable des eaux usées sur les cours d'eau récepteurs, du point de vue de la réduction de leur teneur en oxygène (MOUMOUNI M et DJERMAKOYE H, 2005).



• La demande chimique en oxygène (DCO) :

La DCO correspond à la teneur de l'ensemble des matières organiques que celles-ci aient un caractère biodégradable ou non. Elle s'exprime par la quantité d'O₂ fournie par le bichromate de potassium et nécessaire à l'oxydation des substances organiques (protéines, glucides, lipides...) présentes dans les eaux résiduaires. Donc en un mot, c'est la demande chimique en oxygène mesurée en g/litre qui exprime la quantité totale d'oxygène nécessaire pour oxyder en présence de permanganate, les substances contenues dans l'eau notamment les éléments chimiques. On a toujours un DCO > DBO car les bactéries ne permettent pas d'oxyder les éléments organiques et chimiques les plus stables (MOUMOUNI M & DJERMAKOYE H, 2005).

Tableau 7: classification des eaux usées suivant les valeurs de la DCO
(HAMMADI B ,2017-2018).

	Valeur	L'origine de l'effluent
DCO	1.5 à 2 fois DBO	Pour les eaux usées urbaines
DCO	1 à 10 fois DBO	Pour tout l'ensemble des eaux résiduaires
DCO	> 2.5 fois DBO	Pour toutes les eaux usées industrielles

• L'oxygène dissous :

La présence d'oxygène dissous dans l'eau est indispensable, l'oxygène permet de maintenir plusieurs des qualités de l'eau, notamment son goût et son degré d'aseptise. Il est essentiel pour la survie de nombreux organismes aquatiques (ABID C & LECHAARI I, 2017).

L'oxygène dissous dans l'eau peut provenir :

- De la dissolution de l'oxygène de l'air par diffusion à travers la surface **(ABID C & LECHAARI I, 2017)** ;
- De l'apport d'un affluent plus oxygéné, surtout dans le cas des rivières, et, parfois même, d'une aération artificielle **(ABID C & LECHAARI I, 2017)** ;
- De la biosynthèse pour les plantes vertes aquatiques qui, sous l'effet de la lumière solaire, utilisent le CO₂ dissous dans l'eau grâce à leur fonction chlorophyllienne dans le cas du lagunage **(ABID C & LECHAARI I, 2017)**.

4-Autres éléments :

- **Azote :**

C'est un élément qui se trouve sous forme ammoniacale ou organique ou inorganique (ammoniaque, nitrate, nitrite) ; il constitue la majeure partie de l'azote total. La présence d'azote organique au ammoniacale se traduit par une consommation d'oxygène dans le milieu naturel **(BECHAK et al., 1983)**.

L'azote contenu dans les eaux résiduaires domestique a essentiellement une origine urinaire. On estime à environ 13mg/jour la quantité d'azote rejetée par un adulte **(BECHAK et al., 1983)**.

L'azote est l'un des éléments qui favorisent la prolifération d'algues, par conséquent la réduction de sa teneur avant le rejet des eaux est plus que nécessaire **(BECHAK et al., 1983)**.

- **Phosphore :**

L'absorption quotidienne recommandée de phosphate va de 240 mg pour les nourrissons à 120 mg pour les femmes qui allaitent. Les eaux naturelles n'en contiennent pratiquement pas **(SAMAKE H, 2002)**.

Ils proviennent des pollutions :

- fécales 1 à 2 gramme/personne / jour
- agricoles par lessivage des engrais phosphatés **(SAMAKE H, 2002)**.

Bien que non toxiques, les phosphates présents dans l'eau peuvent occasionner des troubles digestifs à cause de leur effet tampon.

Le taux limite est de 5 mg/L en P₂O₅ **(SAMAKE H, 2002)**.

• Les nitrates :

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 naturel. Les nitrates proviennent également de l'oxydation ou de l'ammoniaque matière organiques et microorganismes → ammoniaque → nitrites → nitrates Le taux autorisé est de 50 mg/L en NO_3 ou 10 mg/L en N (SAMAKE H, 2002).

• Les nitrites :

Ils sont également assez largement présents, mais à des niveaux bien moindres que les nitrates (SAMAKE H, 2002).

Les nitrites proviennent d'une oxydation incomplète des matières organiques. Comme les nitrates, les nitrites sont très répandus dans l'environnement, les uns et les autres se retrouvent dans la plupart des produits alimentaires, dans l'atmosphère et dans une grande partie des eaux (SAMAKE H, 2002).

• Métaux lourds :

Les métaux lourds se trouvent dans les eaux usées urbaines à l'état de trace. Des concentrations élevées sont en général révélatrices d'un rejet industriel, sans aucun doute.

Leur présence, est nuisible pour l'activité des micro-organismes, donc perturbe le processus d'épuration biologique (TCHIOMOGO, 2001).

Dans l'eau les métaux lourds toxiques peuvent exister sous formes d'ions, de complexes organiques et minéraux en solution ou absorbés sur des colloïdes ou des aérosols (TCHIOMOGO, 2001).

5- Paramètres bactériologique (Indices de contamination fécale) :

Ils proviennent essentiellement des matières fécales qui contiennent majoritairement une flore anaérobie (10⁹-10¹⁰ bactéries /g fèces) détruite à l'air, et une flore aérobie – anaérobie facultative (10⁶ – 10⁷ bactéries / g fèces).

La présence de ces microorganismes dans les eaux usées et les boues résiduaire nécessite des règles sanitaires lors de leur traitement et de leur élimination. En particulier, lorsque le rejet se fait à proximité d'une zone conchylicole, d'une zone de baignade ou d'une prise d'eau potable, il est nécessaire d'effectuer une désinfection.

(REJSEK, 2005). Comme Les coliformes totaux et fécaux , Streptocoques fécaux (HAMMADI B, 2018).

VI- Valeurs limites des paramètres de rejets d'effluents liquides industriels

Tableau 8: Valeurs limites des paramètres de rejets d'effluents liquides industriels (JO RA, 2006).

N°	PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCES AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
1	Température	°C	30	30
2	PH	-	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5
3	MES	mg/l	35	40
4	Azote Kjeldahl	"	30	40
5	Phosphore total	"	10	15
6	DCO	"	120	130
7	DBO5	"	35	40
8	Aluminium	"	3	5
9	Substances toxiques bioaccumulables	"	0,005	0,01
10	Cyanures	"	0,1	0,15
11	Fluor et composés	"	15	20
12	Indice de phénols	"	0,3	0,5
13	Hydrocarbures totaux	"	10	15
14	Huiles et graisses	"	20	30
15	Cadmium	"	0,2	0,25
16	Cuivre total	"	0,5	1
17	Mercure total	"	0,01	0,05
18	Plomb total	"	0,5	0,75
19	Chrome Total	"	0,5	0,75
20	Etain total	"	2	2,5
21	Manganèse	"	1	1,5
22	Nickel total	"	0,5	0,75
23	Zinc total	"	3	5
24	Fer	"	3	5
25	Composés organiques chlorés	"	5	7

Chapitre III

Traitement des eaux usées

I- Définition de traitement des eaux usées :

Le traitement des eaux usées a pour objet de diminuer leur charge en matières organiques et minérales, avant leur déversement dans le milieu naturel **(NOUR A ; 2007)**.

Les stations d'épuration traitent les eaux fortement polluées des zones urbaines et de l'industrie. Elles concentrent la majeure partie des polluants dans des boues et rejettent l'eau épurée dans les cours d'eau. Les boues peuvent être brûlées ou épandues dans les champs. Dans le second cas, les effets sur l'environnement dépendent des capacités d'autoépuration des sols **(HENAUT A, 2007)**.

En général, le traitement des eaux usées se fait en plusieurs étapes. Ce traitement a pour objectif de débarrasser l'eau de certaines matières organiques, matières solides, nutriments, organismes pathogènes et autres polluants, ou d'en réduire la quantité, avant d'être rejetées dans l'environnement ou réutilisée **(BENGATTANE A & BEN ALI A, 2015)**.

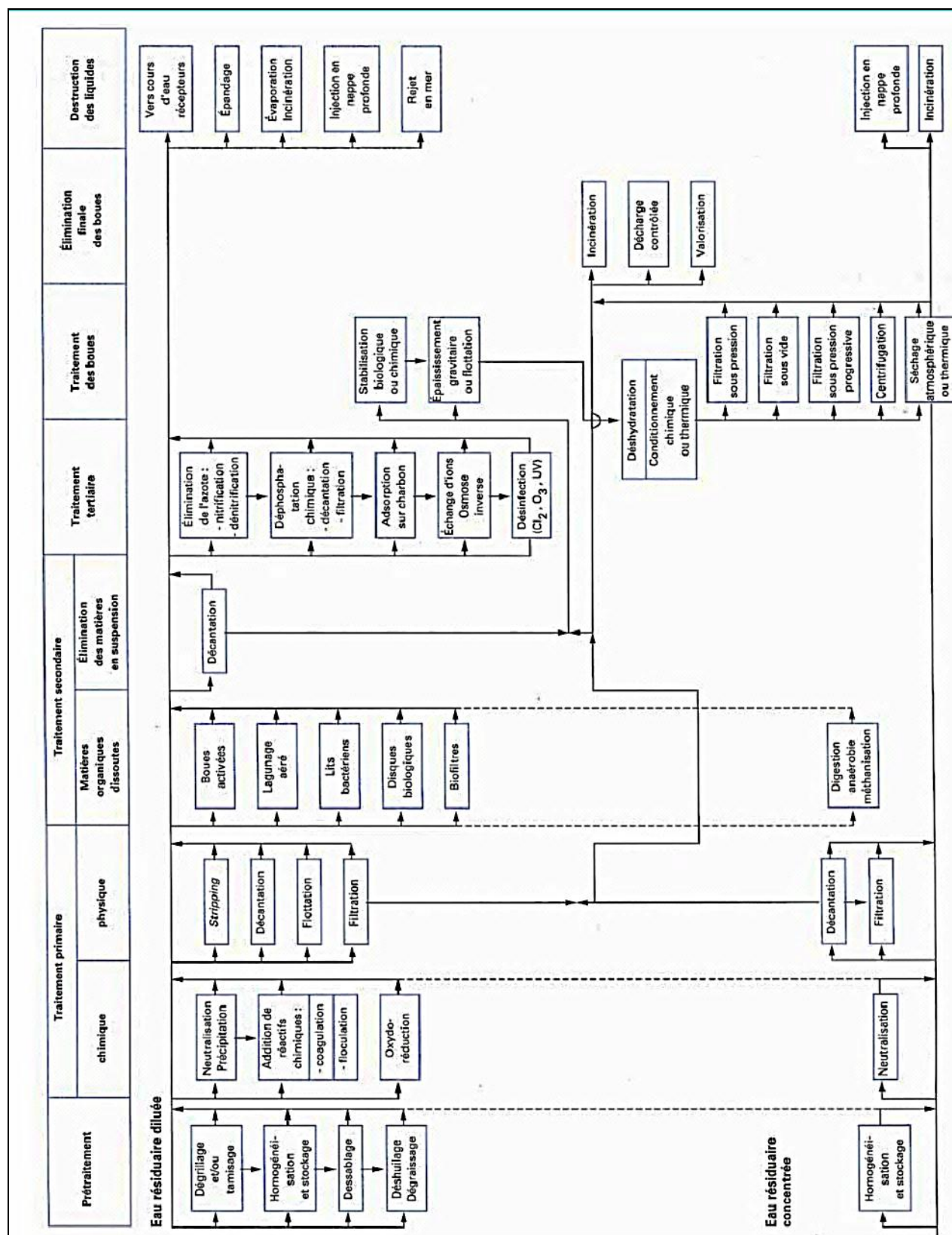


Figure 8: Chaînes de traitement avec les variantes possibles (BOEGLIN J, 1997).

II-Paramètres essentiels pour le choix d'une technologie d'épuration :

Le projeteur doit effectuer le choix d'un procédé d'épuration parmi les différentes techniques actuellement disponibles. Il existe en effet de nombreux types d'installations qui sont susceptibles d'assurer une épuration convenable. Le choix d'une technologie d'épuration devra prendre en compte les conditions de mise en œuvre et d'utilisation qui peut varier très sensiblement en fonction de plusieurs paramètres **(ZOBÉIDI A, 2017)**.

Les paramètres essentiels qui doivent être pris en compte pour le choix d'une technologie seront relatifs **(DAHOU A & BREK A, 2013)** :

De traitement doivent tenir compte :

- Des exigences du milieu récepteur.
- Des caractéristiques des eaux usées, (demande biochimique en oxygène, demande Chimique en oxygène, matières en suspension...etc.).
- Des conditions climatiques (température, évaporation, vent, etc.).
- De la disponibilité du site.
- Des conditions économiques (coût de réalisation et d'exploitation).

**Tableau 9: Coûts (en EURO HT) pour une station de 1000 habitants
(ZOBÉIDI A, 2017).**

	Boues activées	Lits bactériens	Disques biologiques	Lagu- nages aérées	Lagunages naturelles	Décanteur Digesteur + Infiltration perco- lation	Décanteur Digesteur + Lit de roseaux
Investissement	230.000 (± 30%)	180.000 (± 50%)	220.000 (± 45%)	130.000 (± 50%)	120.000 (± 60%)	190.000 (± 50%)	190.000 (± 35%)
Fonctionnement (dont énergie) Coût annuel en EURO/an	11.500	7.000	7.000	6.500	4.500	6.000	5.500

- Des facilités d'exploitations, de gestion et d'entretien **(DAHOU A & BREK A, 2013)**.

III- Les différences types de traitement des eaux usées :

➤ **Boues active :**

Le procédé à boues activées a été découvert en 1914 à Manchester et repose sur la constatation suivante: Une eau d'égout aérée permet le développement rapide d'une flore bactérienne capable de dégrader des matières organiques polluantes. Dans les conditions idéales d'aération, les micro-organismes d'une eau usée se développent et s'agglomèrent en flocs. Au repos, ces derniers se séparent très bien de la phase liquide par décantation. C'est dans le clarificateur que cette séparation entre la boue et l'eau clarifiée a lieu. Une partie des boues est renvoyée dans l'aérateur pour le réensemencement permanent ou réinjectée en tête de station, l'autre en excès, est éliminée et doit faire l'objet d'un traitement séparé (DHAOUADI H, 2008).

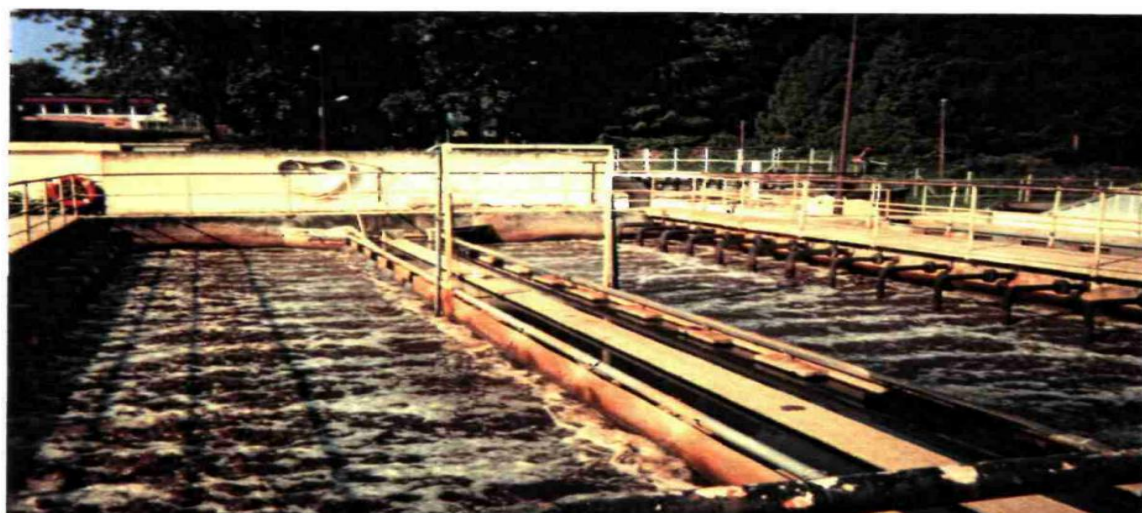


Figure 9 : Image de Boues active (MEOT B & ALAMY Z, 1990).

➤ **Lit bactérienne :**

Les lits bactériens sont des réacteurs biologiques dans lesquels la culture microbienne se développe en pellicule (biofilm) sur un matériau support inerte qui ménage de larges espaces libres. Les eaux à épurer ruissellent par gravité sur le biofilm microbien et l'aération est assurée naturellement par la circulation de l'air dans les interstices libres du matériau support. Les lits bactériens appartiennent donc à la famille des systèmes à biomasse fixée dont le matériau support est immobile. Le biofilm se développe en profondeur en conditions anaérobies, tandis que la zone superficielle, d'épaisseur constante (0,1 à 0,2 mm) est en condition aérobie. La force érosive de l'eau ruisselante, décroche une partie de ce biofilm assurant ainsi une évacuation régulière de

la biomasse. Ce procédé a été le premier système biologique développé dès la fin du 19^e siècle en Grande-Bretagne (MAEP, 2005).

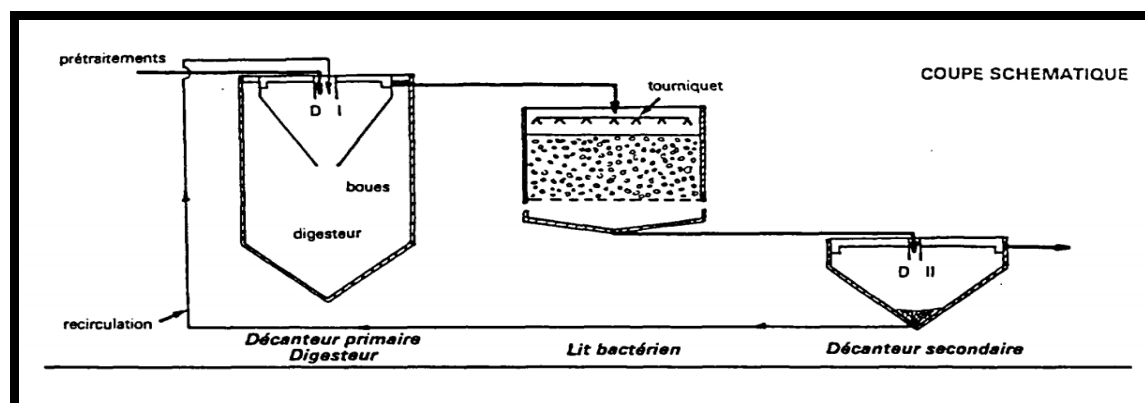


Figure 10: Image de Lit bactérien (MEOT B & ALAMY Z, 1990).

Tableau 10: Tableau comparatif des avantages et inconvénients de différents systèmes
(EL FELS L, 2014).

Système	Avantages	Inconvénients
<u>Installation à culture libre</u> • boues activées	• Pour toute taille de collectivité (sauf les très petites) • Bonne élimination de la DBO, DCO et MES • Boues légèrement stabilisées • Adapté pour la protection des milieux sensibles.	• Coût d'investissement élevé • Sensibilité aux surcharges hydrauliques • Consommation énergétique importante
<u>Installation à cultures fixées</u> • Lits bactériens ou de pérculation	• Faible consommation d'énergie • Fonctionnement simple • Bonne décantation de boues	• Cout d'investissement élevé • Sensibilité au colmatage et au froid • Nécessite un prétraitement efficace • Boues fermentescible

➤ Lagunage :

Conçu en France par le Dr Girardin, le lagunage se présente sous la forme d'un bassin constitué de végétaux épurateurs en séquence (le dernier élément est une cressonnière). En Allemagne, un étang à poissons complétait le système. En 1911 (et jusqu'en 1950), Strasbourg est devenu la plus grande ville assainie avec un lagunage (procédé Dr Hof), c'est la STEP de la Wanzenau. Le procédé est désormais très répandu dans de nombreux pays, en particulier en région chaude (ADLER E, 2005).

Il y a deux types de lagunage :

•Lagunage naturelle :

Le lagunage naturel, largement utilisé pour le traitement des eaux usées, devient aujourd'hui une alternative intéressante pour le traitement vu les grands avantages qu'il présente. IL est moins coûteux à réaliser et à exploiter; est construit directement sur le site de rejet des eaux usées, nécessitant peu d'équipements mécanisés et finalement est moins sensible aux variations des charges polluantes. L'utilisation des paramètres de caractérisation constitue un bon moyen pour l'estimation de la qualité de ces rejets urbains et de leur impact sur le milieu récepteur (DIMANE F *et al.*; 2016).



Figure 11: Station d'épuration de Ghardaïa lagunage Naturel (HAMMADI B, 2017).

•Lagunage aéré :

Le lagunage aéré est une technique d'épuration biologique par culture libre avec un apport artificiel d'oxygène (MEUSE R, 2007).

2 bassins allongés+ aération à turbines (THEVENOT D, 2005)

Il s'agit en somme d'une boue activée sans recyclage de boue, avec ou sans décanteur final. L'aération est réalisée le plus souvent par des aérateurs flottants, ou par des aérateurs linéaires type Engelbart (1970) spécialement conçus pour assurer une circulation convenable du liquide malgré la capacité d'aération réduite. Ce système est généralement traité comme un réacteur à mélange complet et faible charge. L'absence de recyclage fait que la biomasse est de l'ordre de 400 à 1 000 mg/l, avec des temps de séjour de 5 à 25 j. La charge biologique peut être relativement élevée (de 0,2 à 1,0 kg DCO/kg MSV. j.). Les paramètres nécessaires au calcul sont extrêmement faciles à obtenir par des essais dans de petits bacs (EDELIN F, 1997).

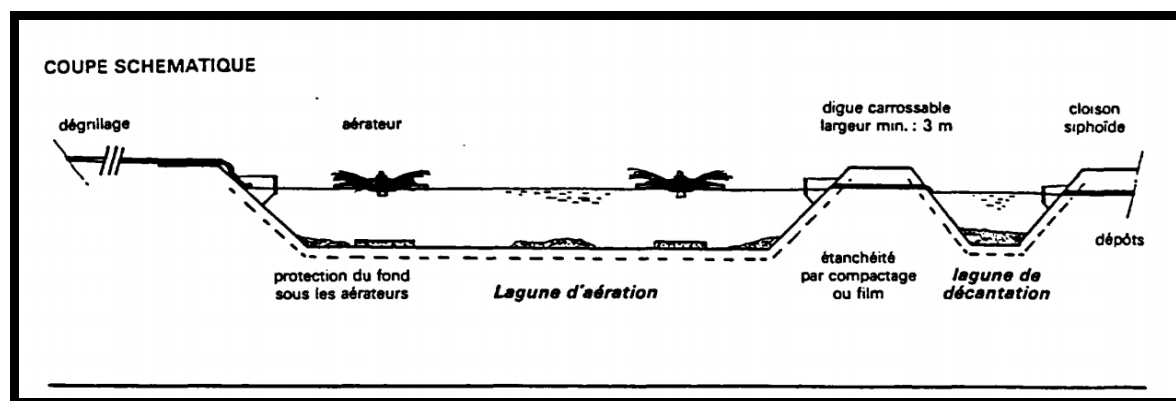


Figure 12 : Image de Lagunage aéré (MEOT B & ALAMY Z, 1990).

Il existe deux formes de lagunage aéré:

- ✓ **le lagunage aéré strictement aérobic**: il faut une aération suffisante pour maintenir le bassin en aérobiose et l'ensemble des particules en suspension (MEUSE R, 2007).
- ✓ **le lagunage aéré aérobic/anaérobic facultatif**: il y a formation de dépôt qui évolue en milieu anaérobic (MEUSE R, 2007).

Le premier cas est très peu utilisé car il est grand consommateur d'énergie. La seconde solution est rencontrée plus fréquemment : elle s'apparente au lagunage naturel par l'épuration des eaux usées par échange eau/sédiment (MEUSE R, 2007).

IV- Les étapes de lagunage aéré :

•Prétraitement:

Les dispositifs de prétraitement sont présents dans toutes les stations d'épuration domestiques, quels que soient les procédés mis en œuvre en aval. Ils ont pour but d'éliminer les éléments solides les plus grossiers susceptibles de gêner les traitements ultérieurs ou d'endommager les équipements. Ils se composent de 3 étapes, présentes ou non selon les besoins, à savoir (SOPHIE V, 2006) :



Figure 13: Image présentée Prétraitement (THEVENOT D & CEREVE, 2005).

➤ **Le dégrillage** consiste à faire passer les eaux usées au travers d'une grille dont les barreaux, plus ou moins espacés, retiennent les éléments les plus grossiers. Après nettoyage des grilles, les déchets sont évacués avec les ordures ménagères (SOPHIE V, 2006).



Figure 14: Image présentée l'étape Dégrillage (THEVENOT & CEREVE, 2005).

➤ **Le dessablage** : est constitué d'un bassin où la réduction de vitesse d'écoulement permet la décantation des sables, ces derniers seront récupérés par pompage. Par ce processus, sont enlevés de l'eau les éléments grossiers et les sables de dimension supérieure à 200 microns (SOPHIE V, 2006).

➤ **déshuilage-dégraissage** : La dernière étape du prétraitement est le L'objectif du déshuilage est de retenir les graisses et les huiles (particules de densité plus faible que l'eau) afin de protéger le milieu naturel. En effet, ces éléments peuvent former en zone calme une couche fine (souvent irisée) en surface qui réduit les échanges gazeux eau-atmosphère. Cette opération de séparation est également essentielle pour protéger les installations sensibles situées à l'aval (dans les stations d'épuration, les corps gras peuvent former des émulsions perturbant notamment les écoulements) (ADLER E, 2005).



Figure 15: Image présentée l'étape Déshuilage (THEVENOT D & CEREVE, 2005).

- **Traitement primaire :**

Il s'agit d'une décantation simple ou renforcée par des additifs chimiques (EL FELS L, 2014).

- **Traitement secondaire :**

- **Physico-chimique :**

1. l'étage d'aération : Les eaux usées sont dégradées par des micro-organismes qui consomment et assimilent les nutriments. Le principe de base est le même que celui des boues activées avec une densité de bactérie faible et l'absence de recirculation. L'oxygénation est assurée par un aérateur de surface ou une insufflation d'air. La consommation électrique de chacun de ces procédés est similaire à celle d'une boue activée recirculée. L'aération mécanique favorise le développement des bactéries au détriment de la population algale. Pour limiter les dépôts qui peuvent perturber le traitement et pour prévenir la formation d'algues microscopique, il est nécessaire de surdimensionner les aérateurs. L'étanchéité de la lagune doit être effectuée par géomembrane pour limiter les risques de dégradation des pègres dus au fort battillage de l'eau en mouvement, des dalles bétonnées complètent la protection contre les affouillements au droit de la turbine (HAMMADI B, 2017).



Figure 16: Lagune d'aération STEP d'Ouargla (HAMMADI B, 2017).

2. l'étage de décantation :

Dans l'étage de décantation, les matières en suspension que sont les amas de micro-organismes et de particules piégées, décantent pour former les boues. Ces boues sont pompées régulièrement ou enlevées du bassin lorsqu'elles constituent un volume trop important. Cet étage de décantation est constitué d'une simple lagune de décantation, voire, ce qui est préférable, de deux bassins qu'il est possible de by passer séparément pour procéder à leur curage .En lagunage aéré, la population bactérienne sans recirculation conduit :à une densité de bactéries faible et à un temps de traitement important pour obtenir le niveau de qualité requis ;à une floculation peu importante des bactéries, ce qui contraint à la mise en place d'une lagune de décantation largement dimensionnée (**PERERA P & BAUDOT B, 1991**).

3. l'étage de finition : les lagunes dépourvues de systèmes de brassage, permettant la séparation physique des boues et de l'eau traitée (**HAMMADI B, 2017**).

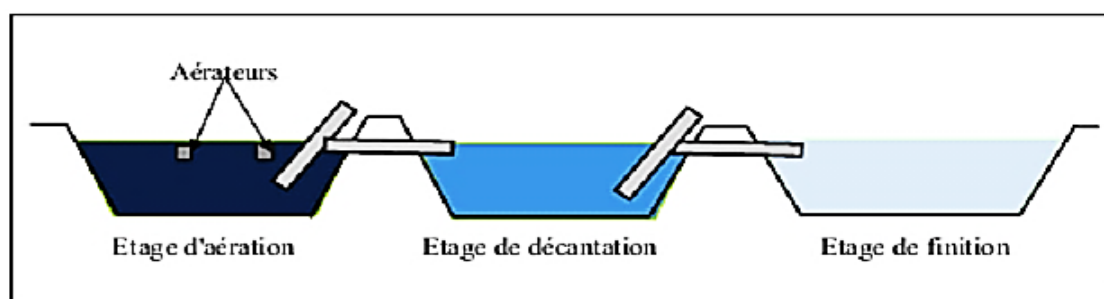


Figure17 : emplacement des différents étages (HAMMADI B, 2017).

• Traitement tertiaire :

Ces traitements sont à la fois physico-chimiques et biologiques. On les réalise après les traitements primaires et secondaires afin d'éliminer des éléments nutritifs

résiduels, des polluants organiques résistants, des métaux, des pigments. . . Par exemple, on peut utiliser des traitements biologiques avancés pour éliminer le phosphore par le Déplacement Nutritif Biologique (DNF). On fait passer l'eau par différents réservoirs avec des bactéries et dans des conditions environnementales différentes (différence de concentration en dioxygène par exemple). On récupère ensuite les boues lors d'un nouveau passage dans un clarificateur (MOULIN S, 2013).

Un autre type de traitement que l'on pourrait classer comme tertiaire est le traitement aux UV. On dénature alors des molécules, comme les œstrogènes, sensibles à ces rayons (MOULIN S, 2013).

Tableau 11: Les Avantages et les Inconvénients de techniques (PERERA P & BAUDOT B, 1991).

Les Avantages :	Inconvénients
-variation de charges hydrauliques et/ou organiques importantes. -effluents très concentrés. -effluents déséquilibrés en nutriments (cause de foisonnement filamenteux en boues activées). -traitements conjoints d'effluents domestiques et industriels biodégradables. -bonne intégration paysagère. -boues stabilisées. -curage des boues tous les deux ans.	-rejet d'une qualité moyenne sur tous les paramètres. -présence de matériels électromécaniques nécessitant l'entretien par un agent spécialisé. -nuisances sonores liées à la présence de système d'aération. -forte consommation énergétique.

Partie II

Partie pratique

Chapitre I

Présentation de la station STEP 1

I- Présentation de la station d'épuration STEP1 :

La station d'épuration des eaux usées N°1 (STEP1) est celle de type lagunage aérée. Qui composée de six lagunes aérées réparties en deux étages de traitement et de trois lagunes de finition (3ème étage), d'un ouvrage de prétraitement (Dégrillage, dessablage), de 14 lits de séchage des boues d'épuration et de bâtiments d'exploitation, ainsi que le montage des équipements hydromécaniques et électriques.

Notre étude permettra notamment de déterminer le pouvoir épurateur physico-chimique des eaux usées de la ville d'El-Oued par la station d'épuration de Kouinine (STEP1) (ANRH, 2004).

II-Situation géographique de la station d'épuration :

La station d'épuration des eaux usées 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 la maire de l'une des municipalités qui appartiennent au groupe et de la vallée sera oasis, le désert au sud de l'Atlas et se situe sur zone de 116 Km² elle est situé au centre de la route national N°48, donc loin du siège du département d'état, environ sept kilomètres, elle 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 la Nord.

Kouinine est une municipalité située au Nord de la vallée, représente la gestion administrative de la vallée est leur localisation comme se suit :

- Au Nord : commune Taghzout.
- Au Sud : commune d'El-Oued et Sud l'Ouest Oued Alanda.
- Au l'Est : commune de Hassani Abed Alkarime.
- Au l'Ouest : Ouermase.

Cette station occupe une superficie de l'ordre de 100 hectares, permet de répondre aux besoins fonciers. La forme géométrique du site s'apparente à un rectangle, orienté sud-nord, dont les dimensions sont :

- Largeur : 500 à 800 m.
- Longueur : 500 à 1400 m.

Actuellement, le site est occupé. A l'avenir, il conviendra de veiller à ce qu'aucun développement de l'occupation du sol n'ait lieu sur cette zone compte tenu de leur utilisation ultérieure (ONA, 2009).

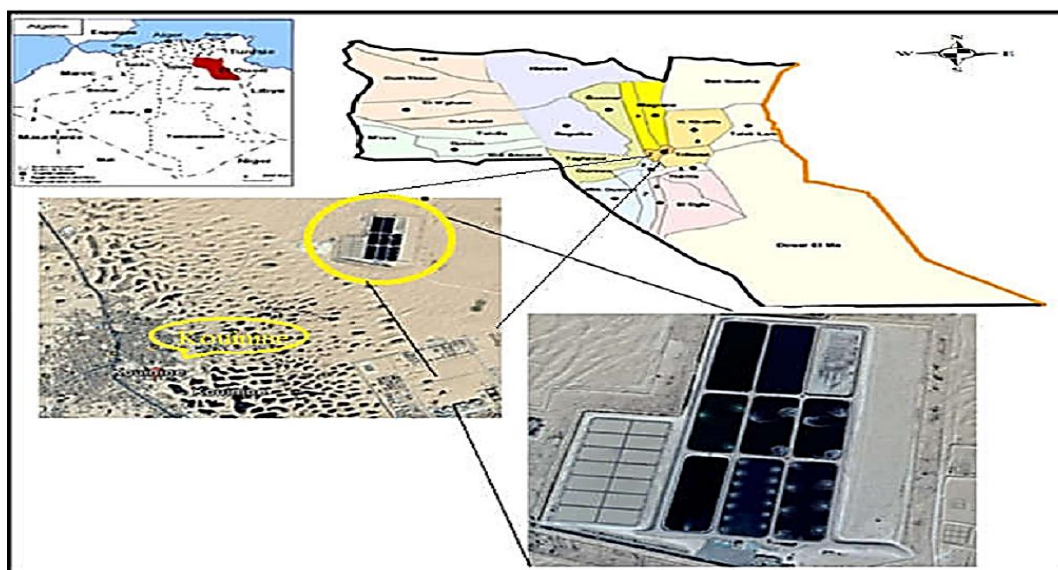


Figure 18: Carte de situation de STEP 01 Kouinine (ZOBEDI A, 2017).

III- Objectif de traitement de la station :

- Supprimer les nuisances et les risques actuels de contamination au niveau des zones urbanisées.
- Protéger le milieu récepteur.
- Supprimer les risques de remontée des eaux en diminuant le niveau de la nappe phréatique.
- Se garder la possibilité de réutiliser les effluents épurés.

IV- Description de STEP1

Station d'épuration des eaux usées à lagunage aéré est conçue pour desservir les communautés de : El-Oued, Bayadha , Kouinine et Robbah. La population totale de ces communiantes actuellement d'environ 486170 habitants. La pleine capacité de la station d'épuration sera atteinte en 2030.

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

- Prétraitement avec dégrillage et dessablage longitudinal.
- Bassins d'activation primaire (étape 1 avec 3 lagunes aérées parallèles).

- Bassins d'activation secondaire (étape 2 avec 3 lagunes aérées parallèles).
- Bassins de traitement d'affinage ou maturation (3 lagunes de post-traitement parallèles).
- Traitement de boues (14 lits de séchage des boues).

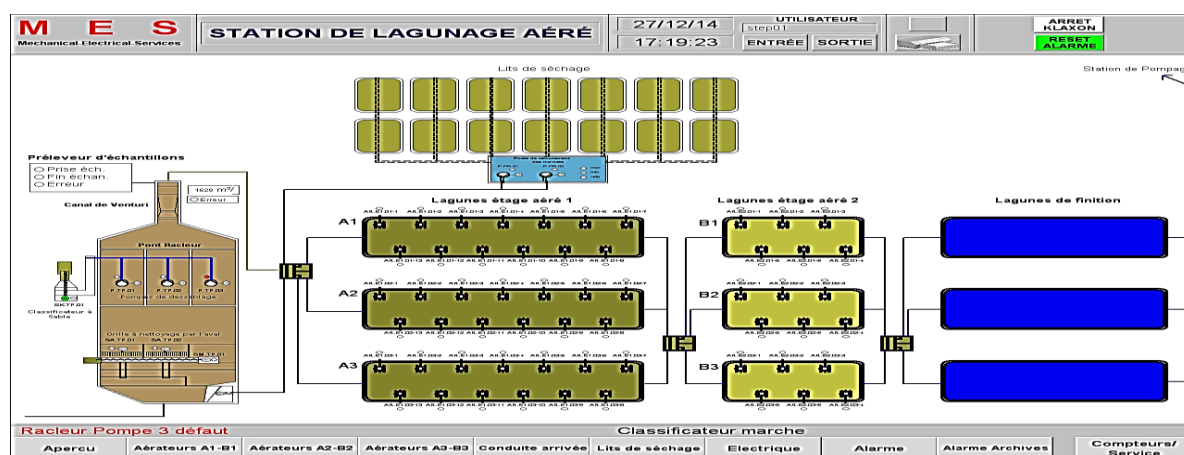


Figure 19: schéma présenté station de lagunage aéré de STEP de Kouinine N°01(ONA, 2011).

V- Procédés d'épurations des eaux usées dans la station :

a. Prétraitement

Le prétraitement comporte les éléments suivants :

➤ **Dégrillage** : Construit en béton, avec deux chambres et dégrillage grossier dans le courant principal de l'eau usée ainsi qu'une chambre pour le by-pass de secours lors des pannes du dégrillage.

Les eaux usées traversent d'une grille dont les barreaux, plus ou moins espacés, l'espacement entre barreaux 15 mm retiennent les éléments les 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, une fois que les débris ont été recueillis et soulevés par le racleur, ils sont chargés dans une cuve horizontale, au moyen d'un transporteur à vis horizontal et sans arbre, ces débris sont ensuite déposés dans un conteneur à débris.



Figure 20: Dégrillage.

➤ **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 racleur avec moteur électrique et des pompes d'aspiration avec suspension flexible (pompes à moteur submersibles), le mélange sable eau s'écoule par les conduites en acier du pont racleur vers le conduit en acier, monté sur la paroi extérieure du dessablage et puis vers la classification à sable pour la déshydratation.

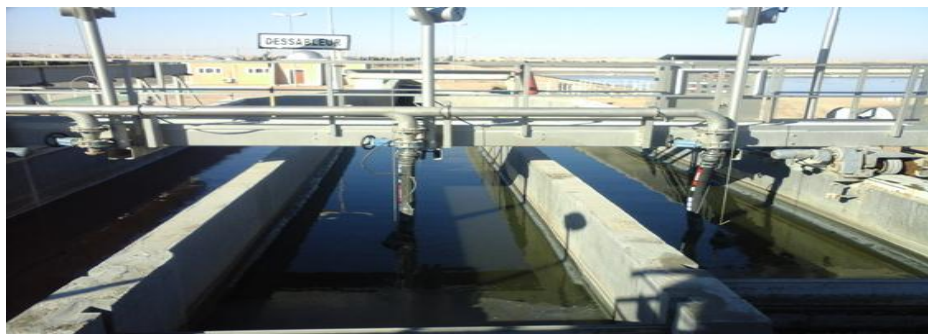


Figure 21 : Dessablage.

➤ **Ouvrage de répartition** : Disposé en tête de station en aval des ouvrages de prétraitement, il permet de répartir les eaux usées vers les lagunes du premier étage.

Cette répartition est assurée par six seuils déversant identiques, de 1,50 m de largeur, munis de obstacles pour pouvoir au besoin mettre une lagune quelconque hors service (ONA, 2009).



Figure 22: Répartiteur vers les bassins d'aération.

b. Traitement secondaire des eaux usées

A la suite de ces prétraitements, les eaux à traiter subissent un traitement par le système de lagunage aéré. Cette étape est constituée de deux étages d'aération et d'un étage de finition.

✓ **Lagunes d'aération (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 consiste des trois lagunes aérées (A1, A2, A3) de la même taille et conception.

Pour assurer une réduction efficace de la pollution biologique (DBO) et chimique (DCO). A 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 %. Selon le bilan global suivant :

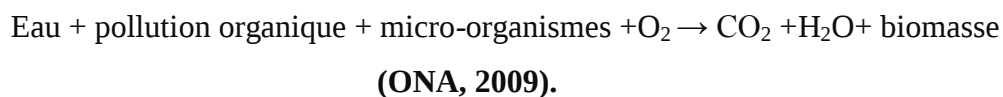


Figure 23: Lagune aérée.

✓ **Lagunes d'aération (deuxième étape) :**

Le fonctionnement de la deuxième étape d'aération 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 lagune **(ONA, 2009)**.



Figure 24 : Aérateur.

✓ **Traitement complémentaire (lagune de finition) :**

Les lagunes de finition ont été conçues et construites selon le même système que les lagunes aérées 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 dans les 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 de 8-10 ans. L'eau usée clarifiée biologiquement est dirigée vers l'émissaire **(ONA, 2009)**.



Figure 25: Lagune de finition.

✓ **Décharge des boues :**

• **Lit de séchage des boues :**

Construire 14 lits de séchage dans 2 lignes avec 7 lits par ligne en est remplis des graviers de différente granulométrie et couverts du sable comme couche de couverture.

Conçues comme bâches terrestres avec revêtement en feuille, tuyaux perforé de drainage pour la déshydratation et des rampes d'accès pour la décharge de la boue sèche.

Pour le raclage de la boue déposée au radier des lagunes d'eau usée, un racleur de boue avec une pompe à piston rotatif aspire le mélange boue-eau et le transmet par une conduite de refoulement flexible, la boue pompée s'écoule par la suite vers les lits de séchage. Elle stockée dans les lits de séchage et déshydratée dans les conditions naturelles. Dans les conditions climatiques locales on peut assumer un temps de séjour d'environ 15-18 jours. Ainsi, on atteint un taux de matière sèche de 400-450kg/m³ (ONA, 2009).



Figure 26: Lit de séchage des boues.

Chapitre II

Matériel et méthodes

Nous avons donné dans ce chapitre un aperçu sur les principales analyses faites sur les échantillons des eaux usées pour connaître la qualité des eaux traitées. Pour cela, différents appareils et méthodes d'analyses sont utilisées, donc nous avons suivi les paramètres suivant : T, pH, Conductivité, Salinité, DBO5, DCO, oxygène dissous, MES, NO_2^- , NO_3^- et PO_4^{3-} .

I- Echantillonnage

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté ; il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau (gaz dissous, matières en suspension, etc.) .

Les prélèvements doivent être dans des flacons en plastique préalablement bien lavés et rincés avec de l'eau à examiner.

II- Le but général de la manipulation

Faire des analyses physico-chimiques de l'eau usée de la STEP N° 01 de Kouinine.

III- Lieu de prélèvement

Les prélèvements sont réalisés au niveau des ouvrages de prétraitement (à l'entrée de la STEP), et à la sortie (bassin de finition) au matin (8:30h) pendant une période de 02 mois (Décembre et Mars). Nous avons pris l'échantillon de la région en le point de rejet de réseau d'assainissement de Kouinine.

IV- Matériels

Tableau 12: les matériels de travail

Les paramètres	Les appareils	Les réactifs
pH et Température	pH Mètre (pH 510)	/
l'oxygène dissous	Oxymètre INOLABO-OXI 730 WTW	/
la conductivité électrique, salinité	Conductimètre (Terminal 740).	/
la demande chimique en oxygène DCO	- Spectrophotomètre . - Réacteur (CR 2200) . - Adaptation de tube DCO sur Spectrophotomètre jaugée 2,00 ml - Poire à pipete	-Réactifs DCO (LCK 314) gamme (15 à 150 mg/l) pour les faibles concentrations. -Réactifs DCO (LCK 114) gamme (150 à 1000 mg/l) pour les fortes concentrations.
matières en suspension (MES)	- Papier filtre en verre diamètre 47 μm . - Rampe de filtration sous vide . - Pompe à vide ou sous vide - Etuve chauffé (105°C) . - Balance (0.001 g de précision). - Le dessiccateur.	/
la demande biochimique en oxygène (DBO5)	- Flacons d'incubation à bouchons rodés de 510ml. - Barrou magnétique . - Pastilles de KOH.	/

Les paramètres	Les appareils	Les réactifs
le nitrite (NO_2^-)	• Spectrophotomètre HACK (R5000 mg) • Pipetes 2 ml	-Réactifs nitrite (LCK 341) gamme (2 à 20 mg/l) pour les faibles concentrations. -Réactifs nitrite (LCK 142) gamme (0.05 à 2.0 mg/l) pour les forte concentrations.
l'ammonium (NH_4^+)	• Spectrophotomètre HACK. • Pipetes 2 ml.	-Réactifs ammonium (LCK 302) gamme (60 à 167 mg/l) pour les faibles concentrations. -Réactifs ammonium (LCK 303) gamme (2.5 à 60.0 mg/l) pour les fortes concentrations.
la nitrate (N-NO_3^-)	• Spectrophotomètre HACK. • Pipette.	-Réactifs nitrate (LCK 339) gamme (1 à 60 mg/l).
l'azote total NT	• Spectrophotomètre HACK. • Pipetes 2.	-Réactifs azote total (LCK 338) gamme (20 à 100 mg/l).
le phosphate PO_4^{+}	• Spectrophotomètre HACK. • Pipetes 2.	-Réactifs phosphate (LCK 348) gamme (1.5 à 15.0 mg/l) pour les faibles concentrations. -Réactifs phosphate (LCK 350) gamme (6 à 60 mg/l) pour les fortes concentrations.

Les paramètres	Les appareils	Les réactifs
le phosphate total PT	• Spectrophotomètre HACK. • Pipetes 2.	-Réactifs phosphate (LCK 348) gamme (1.5 à 15.0 mg/l) pour les faibles concentrations. -Réactifs phosphate (LCK 350) gamme (6 à 60 mg/l) pour les fortes concentrations.

V- Méthodes :

➤ Détermination des pH et Température : (NFT90-008)

▪ Principe :

La température influe sur la quantité d'oxygène, la décomposition de la matière organique, le développement des parasites responsables de certaines maladies, et la prolifération d'algues bleues qui libèrent des toxines.

Le potentiel hydrogéné (pH) est en relation avec la concentration des ions hydrogéné présent dans l'eau ou les solutions.

▪ Mode opératoire

- Pendre environ = 100 ml d'eau à analyser ;
- Allumer le pH mètre ;
- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée ;
- Tremper l'électrode de pile dans la solution tampon pH=7 ;
- Laisser stabiliser un moment jusqu'à affichage du standard ;
- Enlever l'électrode et la rincer abondamment avec l'eau distillée ;
- Etalonner dans la même manière avec les solutions tampon pH=10 ou pH=4.

➤ Mesure de l'oxygène dissous (O₂): (NFT90-106)

▪ Principe :

La concentration réelle en oxygène dépend de la température, de la pression de l'air, de la consommation d'oxygène due à des processus microbiologique de décomposition ou une production d'oxygène, par exemple, par les algues. Actuellement,

la mesure électrochimique est la méthode reconnue par les différentes normes pour déterminer la concentration en oxygène des eaux.

▪ **Mode opératoire**

- Allumer l'oxymétrie ;
- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée ;
- Prendre environ 100 ml d'eau à analyser ;
- Tremper l'électrode dans le bécher ;
- Laisser stabiliser un moment ;
- Lire la concentration de l'oxygène dissous ;
- Rincer bien l'électrode après chaque usage par l'eau distillée.

➤ **Détermination de la conductivité électrique, salinité : (NFT90-106)**

▪ **Principe :**

La conductivité est la propriété que possède une eau de favoriser le passage d'un courant électrique, elle est due à la présence dans le milieu d'ions qui sont mobiles dans un champ électrique, elle dépend de la nature de ces ions dissous et de leurs concentrations. La température et la viscosité influent également sur la conductivité car la mobilité des ions augmente avec l'augmentation de la température et diminue avec celle de la viscosité. La valeur de la conductivité est un paramètre cumulé pour la concentration en ions d'une solution mesurée. Plus une solution contient de sel, d'acide ou de base, plus sa conductivité est élevée. La conductivité électrique d'une eau s'exprime généralement en micro-siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm.}$)

▪ **Mode opératoire (NFT90-106)**

- Vérifier le calibrage de l'appareil ;
- Plonger l'électrode dans la solution à analyser ;
- Lire la conductivité et la salinité et la température lorsqu'il stabilise ;
- Bien rincer l'électrode après chaque usage et conserver l'électrode toujours dans l'eau déminéralisée.

▪ Mesure la demande chimique en oxygène DCO : (ISO 15705)**▪ Principe :**

Il s'agit d'une oxydation chimique des matières réductrices contenues dans l'eau par excès de bichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$) en milieu acidifié par acide sulfurique (H_2SO_4), en présence de sulfate d'argent (Ag_2SO_4) et de sulfate de mercure ($HgSO_4$).

▪ Mode opération:

- Agiter le tube à essai pour amener le résidu en suspension ;
- Ajouter 2 ml d'échantillon en tube de réactif DCO ;
- Boucher hermétiquement le tube avec le bouchon fileté.
- Mélanger énergiquement le contenu de tube. Toujours saisir le tube par son bouchon ;
- Chauffer le tube pendant 120 minutes à $148^\circ C$ dans le thermo réacteur portoir ;
- Retirer le tube brulant du thermo réacteur et le laisser refroidir dans un portoir ;
- Au but de 10 minutes, agiter le tube et le remettre dans le portoir jusqu'à refroidissement à température ambiante (temps de refroidissement au moins 30 minutes). Ne pas refroidir à l'eau froide ;
- Mesurer l'échantillon dans le photomètre (la valeur mesuré est longtemps stable).

➤ Mesure des matières en suspension (MES) : (NFEN872)**▪ Principe :**

L'eau est filtrée et le poids des matières retenues est déterminé par différence de pesée .

▪ Mode opératoire

- Mouiller le filtre avec de l'eau distillée ;
- Mettre le filtre pendant quelque minute dans l'étuve chauffée à $105^\circ C$ préalablement ;
- Laisser refroidir les filtres dans dessiccateur quelque minute après l'étape précédente ;
- Peser le filtre sur la balance (soit P_0 en mg) ;
- Placer le filtre (la partie lisse en bas) dans la rampe de filtration et la connecter à pompe à vide ;

- Filtre un volume (V ml) 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 distillée ;

- Retirer avec précaution de filtre de l'entonnoir à l'aide de pinces à extrémités plates. Si nécessaire. Le filtre peut être pilé ;

- Placer le filtre dans l'étuve à $(105 \pm 2)^\circ\text{C}$ pendant 2 heures ;

- Laisser s'équilibrer à température ambiante dans le dessiccateur sans le contaminer et le peser comme précédemment (soit P_i en mg).

Calculer par cette formule : $M.E.S = (P_1 - P_2) \times 1000000 / 100 = (P_1 - P_2) \times 10000$.

Avec : **P1**: Poids de filtre en vide.

P2: Poids de filtre en plein.

V : volume de l'eau. (NF EN 1899)

➤ **Mesure la demande biochimique en oxygène (DBO5) : (NFT90-103)**

▪ **Principe :**

L'échantillon d'eau introduit dans une enceinte thermostat est mis sous incubation. On fait la lecture de la masse d'oxygène dissous, nécessaire aux microorganismes pour la dégradation de la matière organique biodégradable en présence d'air pendant cinq (5) jours. Les microorganismes présents consomment l'oxygène dissous qui est remplacés en permanence par l'oxygène de l'air, contenu dans le flacon provoquant une diminution de la pression au-dessus de l'échantillon. Cette dépression sera enregistrée par une OXI TOP.

▪ **Mode opératoire**

- Mettre le Barrou-magnétique dans la bouteille de DBO ;
- Mettre le volume (V) dans la bouteille de DBO ;
- Mettre le support d'alcalin (caoutchoute) sur la bouteille ;
- Ajouté 3 ou 4 pastilles de KOH sur le support d'alcalin en évitant la chute d'une masse de KOH dans l'eau a analysée ;
- Fermé bien la bouteille par DBO sens or ;
- Régler la DBO sens or à partir de la gamme;
- Appuyer sur le bouton (A) et (B) au même temps pour changer le programme.

• Appuyer sur le bouton (A) pour réglé la gamme;
Appuyer sur bouton (B) pour enregistrer la valeur chaque jour pendant l'incubation.

Il y a deux appareils DBO : **DBO mètre (WTW)**

DBO mètre (oxitop)

Nous modifie l'appareil selon L'échantillon :

Gamme (mg/l)	0-1000	0-600	0-250	0-90
Volume (ml)	100	150	250	400

❖ L'eau traitée :

- Nous mettons (400 ml) de l'eau traitée dans le flacon du dispositif de couleur sombre (pour empêcher le processus de photosynthèse) ;
- Mettre Barrou magnétique à l'intérieur du flacon ;
- Mettre à l'intérieur de bouteille de la porte en plastique et mettre à l'intérieur 2à3 perles d'hydroxyde de sodium (NaOH) ;
- Fermer le flacon avec l'appareil numérique et le modifier (la gamme 0-90mg/l) ;
- Mettre l'échantillon dans son propre réfrigérateur et à une température (20 ° C) et le lire après 5 jours .Nous modifie l'appareil selon L'échantillon :

Gamme (mg/l)	0-40	0-80	0-200	0-400	0-800	0-2000
Volume (ml)	432	365	250	164	97	43,5
Facteur	1	2	5	10	20	50

❖ L'eau brute :

- Placer 164 ml d'eau non traitée dans le flacon de la fiole de couleur sombre (pour empêcher la photosynthèse) ;
- Placer un support en plastique à l'intérieur du ballon et y mettre 2-3 NaOH de sodium ;
- Fermez le flacon avec l'appareil numérique et modifie (0-400) ;
- Mettre l'échantillon dans son propre réfrigérateur et à une température (20 ° C) et le lire après 5 jours ;
- Le résultat fois facteur de délaitions.

➤ **Mesure le nitrite (N-NO₂-) : (ENFT 26777)**

▪ **Principe**

Le nitrite dans l'échantillon réagit avec l'acide sulfanilique pour former un sel de diazonium qui avec l'acide chromotrope pour produire un complexe coloré rose dont la coloration est proportionnelle à la quantité de nitrite présent.

▪ **Mode opératoire**

- Ouvrez le couvercle du tube de réactif ;
- Ouvrez le couvercle du de réactif ;
- Ajouter 2 ml de l'échantillon ;
- Tournez le couvercle et fermer le tube de réactif ;
- Bien mélanger le tube de réactif ;
- Laisser reposer pendant 10 minutes ;
- En mettez tube de réactif dans le Spectrophotomètre HACK et lire le résultat.

➤ **Détermination de l'ammonium (N-NH₄+) : (ISO 7150 /1)**

▪ **Mode opératoire**

- Ouvrez le couvercle du tube de réactif ;
- Ouvrez le couvercle du tube de réactif ;
- Ajouter 2ml de l'échantillon ;
- Tournez le couvercle et fermer le tube de réactif ;
- Bien mélanger le tube à essai ;
- Laisser reposer pendant 15 minutes ;
- En mettez tube de réactif dans le Spectrophotomètre HACK et lire le résultat.

➤ **Détermination du nitrate (N-NO₃-) : (ENFT 26777)**

▪ **Principe**

Le cadmium métallique réduit le nitrate dans l'échantillon en nitrite. L'ion nitrite réagit en milieu acide avec l'acide sulfanilique pour former un sel de diazonium intermédiaire. Ce sel réagit avec l'acide gentisique pour former une solution de couleur ambre proportionnelle à la quantité de nitrate présente dans l'eau.

▪ **Mode opératoire**

- Ouvrez le couvercle du tube de réactif ;
- Ajouter 1 ml de l'échantillon ;
- Ajouter 0,2 de la solution A ;

- Fermer le tube de réactif ;
- Bien mélanger le tube de réactif ;
- Laisser reposer pendant 15 minutes ;
- En mettez tube de réactif à essai dans le Spectrophotomètre HACK et lire le résultat.

▪ **Détermination de l'azote total NT : (EN ISO 11905)**

▪ **Mode opératoire**

- Dans un tube à essai mis 0.2 ml d'échantillon avec 2.3 ml de solution A et une capsule de B ;
- Laisser reposer pendant 15 min, puis le mettre dans le thermo-réacteur à 100°C pendant 1 heure ;
- En sortez le tube à essai de la machine, puis le laisser refroidir le tube à la température ambiante dans le support d'éprouvettes et puis en ajoute 1 capsule C dans le tube d'essai ;

- Bien mélanger le tube à essai ;
- Prenez 0.5 ml de la mélange et de les mettre dans le tube de réactif ;
- Ajouter 0.2 ml de la solution D ;
- Bien mélanger le tube de réactif ;
- Laisser reposer pendant 15 minutes ;
- En mettez tube à essai dans le Spectrophotomètre HACK et lire le résultat ;
- Expression des résultants ;
- Les résultats sont donnés directement en mg/l.

➤ **Détermination du phosphate P-PO₄⁺ : (DIN EN ISO6878)**

▪ **Principe**

L'ortho phosphate réagit avec le molybdate en milieu acide pour produire un complexe phosphomolybdate. L'acide ascorbique réduit le complexe, donnant une coloration intense de bleu de molybdène.

▪ **Mode opératoire (pour les faibles concentrations)**

- Ouvrez le couvercle du tube de réactif ;
- Ouvrez le couvercle du tube de réactif ;
- Ajouter 0.5ml de l'échantillon ;
- Tournez le couvercle et fermer le tube de réactif ;
- Bien mélanger le tube de réactif ;

• Laisser reposer pendant 15 min, puis le mettre dans le thermo-réacteur à 100°C pendant 1 heure ;

- En sortez le tube à essai de la machine, puis le laisser refroidir ;
- Bien mélanger le tube de réactif ;
- En ajoute 0.2 ml de solution B dans le tube de réactif ;
- Ajoute 1 capsule C dans le tube de réactif ;
- Bien mélanger le tube de réactif ;
- Laisser reposer pendant 10 minutes ;
- En mettez tube à essai dans le Spectrophotomètre HACK et lire le résultat.

▪ **Mode opératoire (pour les fortes concentrations)**

• Ouvrez le couvercle du tube de réactif ;

• Ouvrez le couvercle du tube de réactif ;

• Ajouter 0.4ml de l'échantillon ;

• Tournez le couvercle et fermer le tube de réactif ;

• Bien mélanger le tube de réactif ;

• Laisser reposer pendant 15 min, puis le mettre dans le thermo-réacteur à 100°C pendant 1 heure ;

- En sortez le tube à essai de la machine, puis le laisser refroidir ;
- Bien mélanger le tube de réactif ;
- En ajoute 0.5 ml de solution B dans le tube de réactif ;
- Ajoute 1 capsule C dans le tube de réactif ;
- Bien mélanger le tube de réactif ;
- Laisser reposer pendant 10 minutes ;
- En mettez tube à essai dans le Spectrophotomètre HACK et lire le résultat.

▪ **Détermination du phosphate total PT : (DIN EN ISO6878)**

▪ **Mode opératoire (pour les faibles concentrations)**

- Ouvrez le couvercle du tube de réactif ;
- Ajouter 0.5ml de l'échantillon ;
- En ajoute 0.2 ml de solution B dans le tube de réactif ;
- Ajoute 1 capsule C dans le tube de réactif ;
- Bien mélanger le tube de réactif ;
- Laisser reposer pendant 10 minutes ;
- En mettez tube à essai dans le Spectrophotomètre HACK et lire le résultat.

▪ Mode opératoire (pour les fortes concentrations)

- Ouvrez le couvercle du tube de réactif ;
- Ajouter 0.4ml de l'échantillon ;
- En ajoute 0.5 ml de solution B dans le tube de réactif ;
- Ajoute 1 capsule C dans le tube de réactif ;
- Bien mélanger le tube de réactif ;
- Laisser reposer pendant 10 minutes ;
- En mettez tube à essai dans le Spectrophotomètre HACK et lire le résultat.

Chapitre III

Résultats et discussion

Dans cette partie nous étudierons la qualité de l'eau brute et épurée de la qualité au laboratoire par la station d'épuration des eaux usées par lagunage airée de Kouinine.

Afin de déterminer la qualité des eaux usées et la qualité au laboratoire de la station d'épuration de Kouinine, nous avons effectué sur les analyses de paramètres physico-chimiques de pollution.

I- Température (T°C):

Les résultats que nous avons obtenus de la température sont rassemblés dans la Histogramme (figure 27).

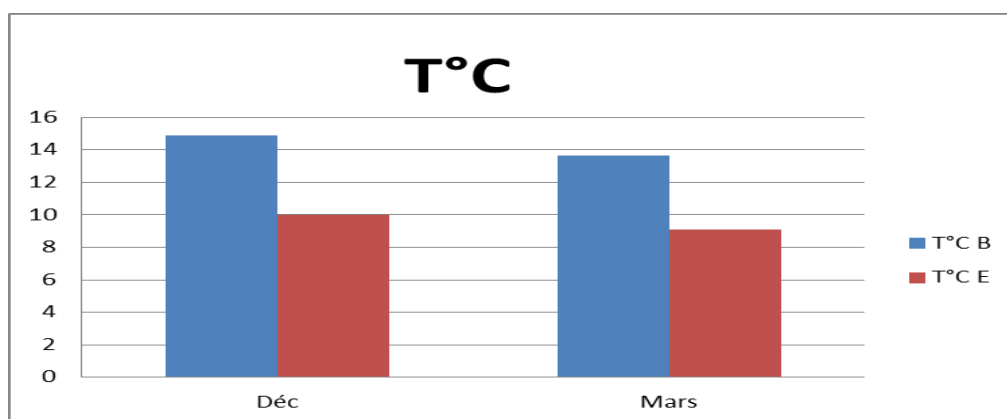


Figure 27: Histogramme de variation de Température T°C d'eau brute et eau épurée.

On constate que les valeurs journalières de la température présentent une moyenne de mois Décembre et Mars.

Pour Décembre les eaux brutes 14,9°. Pour les eaux traitées 10°.

Pour mars les eaux brutes 13,65°. Pour les eaux traitées 9,1°.

Ces valeurs sont conformes aux normes algériennes de rejets des eaux usées dans la nature qui sont de l'ordre de 30°C. Ces fluctuations de ce paramètre abiotique sont en relation avec les conditions climatiques locales et plus particulièrement avec la température de l'air et les phénomènes d'évaporation d'eau. **ZOBEIDI, A.(2017)**

La température de décembre est supérieure à mars en raison du retrait manuel de l'échantillon en décembre, contrairement au mois de mars nous avons utilisé préleveur des échantillons automatique utilisé pour tirer l'échantillon et refroidir sa température 4C° (ONA).

II-Potentiel hydrique (PH) :

Le pH n'a pas une incidence écologique directe forte entre 5 et 9. En eau douce, les milieux naturels sont généralement « tamponnés » à un pH de 7 à 8. La législation internationale limite la norme de pH entre 6,5 et 8,5.

Les résultats journaliers d'analyse le potentiel hydrique pH sont traduits comme Histogramme (Figure 28).

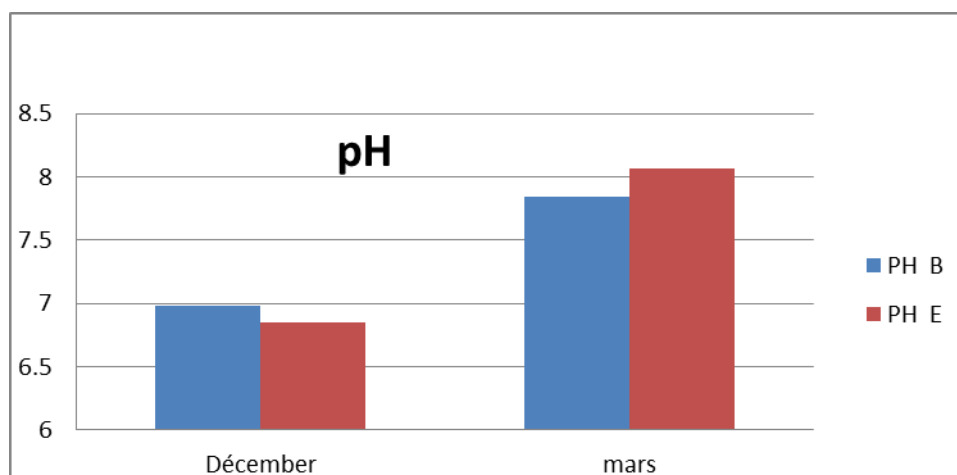


Figure 28: Histogramme de variation potentiel hydrique (PH) de l'eau brute et l'eau épurée.

On remarque que les valeurs du pH mesurées durant notre période d'étude Décembre et mars.

Pour Décembre les eaux brutes 6,98. Pour les eaux traitées 6,85.

Pour mars les eaux brutes 7,84. Pour les eaux traitées 8,07.

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 de rejet Algérienne (6.5-8.5). Parce que l'eau brute n'est pas composée de nature acide comme les médicaments et l'eau de pluie (ONA).

En observant le PH d'eau traitée de mois de mars supérieur à décembre. La diminution du rapport de la base de l'eau traitée pour le mois de décembre est probablement liée à la précipitation des pluies dans ce mois (hiver), avec l'eau de pluie est de nature acide, elle se mélange avec l'eau des bassins, ce qui entraîne la diminution de la valeur de pH (ONA).

III- L'oxygène dissous (O₂):

L'oxygène dissous est un facteur écologique important qui nous permet d'estimer la qualité des eaux. Sa présence dans les eaux de surface joue un rôle important dans l'autoépuration et le maintien de la vie aquatique. Une eau très aérée est généralement

sur saturée en oxygène, alors qu'une eau chargée en matières organiques dégradables par des micro-organismes est sous saturée. En effet la forte présence de matière organique dans un plan d'eau par exemple, permet aux micro-organismes de se développer tout en consommant de l'oxygène ce qui provoque une baisse importante d'oxygène dissous.

Les résultats que nous avons obtenus sont rassemblés dans la Histogramme (figure29).

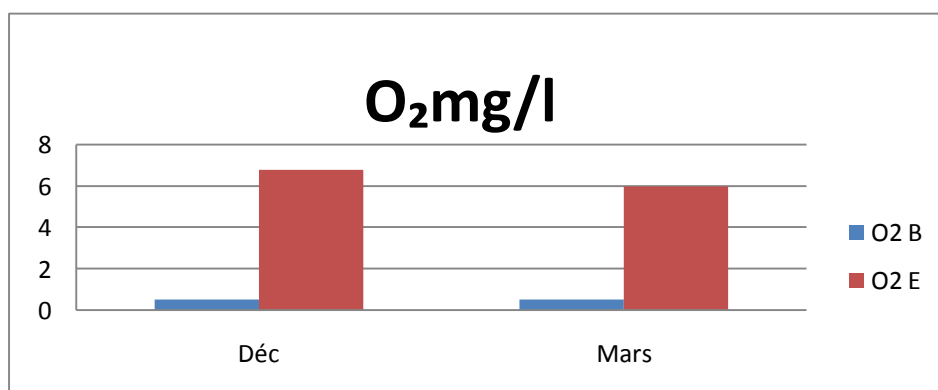


Figure 29: Histogramme de variation L'oxygène dissous (O_2) de d'eau brute et l'eau épurée.

On remarque que les teneurs en oxygène dissous varient le moyen des eaux brutes et les eaux traitées durant notre période d'étude Décembre et mars.

Pour Décembre les eaux brutes 0,52 . Pour les eaux traitées 6,8.

Pour mars les eaux brutes 0,51. Pour les eaux traitées 5,99.

Au cours de notre expérimentation, les teneurs en O_2 dissous enregistrées à la sortie sont nettement supérieures à celles de l'entrée, ceci est dû à bonne aération des eaux au niveau du bassin d'aération, nécessaire pour le développement des microorganismes aérobies assurant l'oxydation des matières organiques, ce qui conduit à une bonne épuration biologique des eaux usées **ZOBEIDI, A.(2017)**.

Les résultats d'oxygène dissous de l'eau traitée de mois de décembre supérieur de l'eau traitée de mars. Donc les valeurs de O_2 dans la norme de OMS ($>5\text{mg/l}$). Les fluctuations de la teneur en oxygène dissous de l'eau sont liées aux variations saisonnières de la température influencé sur O_2 dissous (la diminution de température qui provoque l'augmentation de l'oxygène, il y a relation inverse) et la salinité de l'eau qui ont un impact direct sur le processus de solubilité de l'oxygène **ZOBEIDI, A.(2017)**.

Et en mois de mars augmentation de température provoqué la croissance des bactéries (condition favorable) donc il y a une augmentation de consommation de O_2

pour dégradé les matières organique, donc observé la diminution de la quantité de O_2 ZOBEDI, A.(2017).

IV- La conductivité électrique (Cond) :

La conductivité électrique renseigne sur le degré de minéralisation des eaux superficielles et qui est la quantité de sels minéraux contenus dans l'eau sous forme d'Anions (HCO_3^- , SO_4^{2-} , CL^-) et cations (Ca^{+2} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ ).

Les résultats que nous avons obtenus sont rassemblés dans la Histogramme (figure 30).

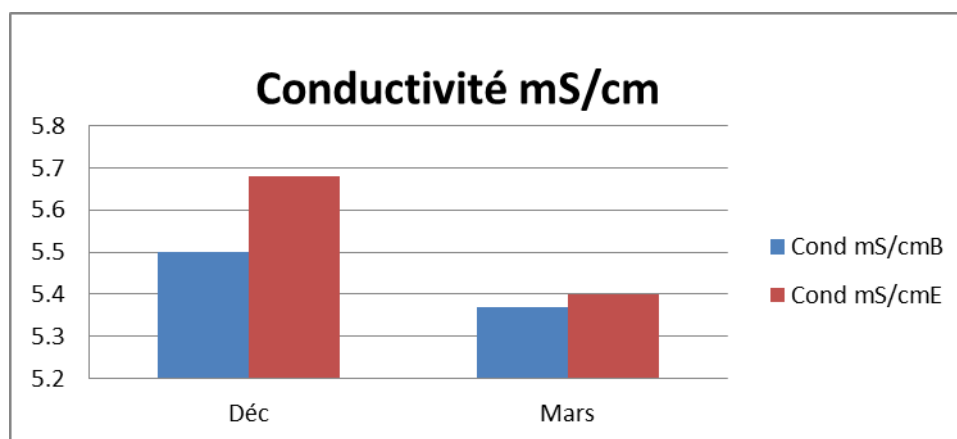


Figure 30: Histogramme de variation La conductivité électrique (Cond) de d'eau brute et eau épurée.

D'après les résultats, nous notons que les valeurs moyennes de conductivité électrique mesurées :

Pour Décembre les eaux brutes 5,5. Pour les eaux traitées 5,68.

Pour mars les eaux brutes 5,37. Pour les eaux traitées 5,4.

La conductivité d'eau traitée de mois décembre supérieur d'eau traitée mois mars. Cette variation est due au changement de la concentration en sels dissous (chlorures, sulfates, calcium, sodium, magnésium...) dans le eaux qui arrivent à la STEP 1, ainsi que les eaux de drainage qui aboutissent aux réseaux d'assainissement.

À la sortie on constate une stabilisation de la conductivité suite au traitement, la concentration en sels se stabilise.

L'augmentation de la conductivité des eaux est également liée à des processus comme le lessivage des minéraux du sol, la minéralisation de la matière organique, l'influence de climat (température) ZOBEDI, A.(2017).

V- Salinité (SAL) :

Les résultats que nous avons obtenus sont rassemblés dans la Histogramme (figure 31).

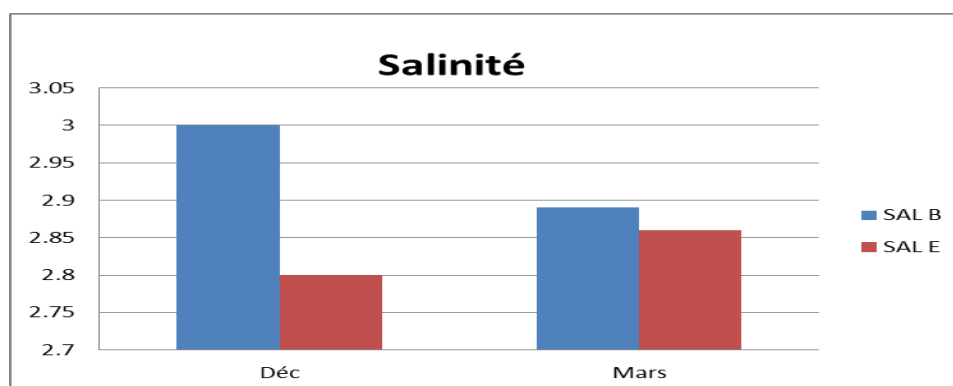


Figure 31: Histogramme de variation La Salinité (SAL) de d'eau brute et eau épurée.

D'après les résultats, nous notons que les valeurs moyennes de la salinité mesurée.

Pour Décembre les eaux brutes 3. Pour les eaux traitées 2,8.

Pour mars les eaux brutes 2,89. Pour les eaux traitées 2,86.

Salinité d'eau traité de mois de mars supérieur que d'eau traité de mois de décembre est probablement liée aux conditions climatiques (température), c'est une condition favorable pour évaporation de l'eau qui augmenté la concentration des sels dans les bassins.

D'une façon générale, pour chaque concentration moyenne de la salinité des eaux traitées est inférieur à celle des eaux brutes dues principalement à la précipitation des sels dissous de l'eau au fond du bassin **ZOBEIDI, A.(2017)**.

VI- Demande biologique en oxygène DBO₅ mg/l :

La DBO₅ est le facteur le plus utilisé en épuration des eaux, elle exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la dégradation biologique de la matière organique d'une l'eau.

Les résultats que nous avons obtenus sont rassemblés dans la Histogramme (figure 32).

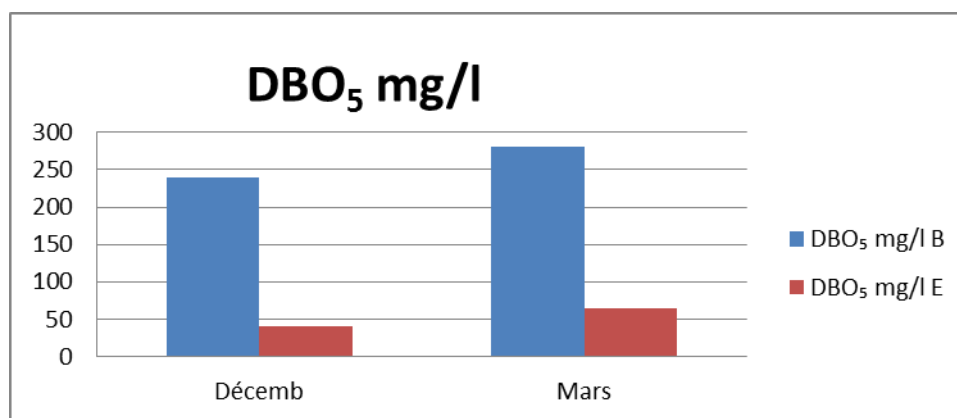


Figure 32: Histogramme de la variation de la DBO₅ d'eau brute et eau épurée.

D'après les résultats obtenus, nous remarquons que la moyenne des valeurs de la DBO₅ :

Pour Décembre les eaux brutes 240mg/l. Pour les eaux traitées 41 mg/l.

Pour mars les eaux brutes 280 mg/l. Pour les eaux traitées 64 mg/l.

Cette valeur est supérieure aux normes de rejets de l'OMS appliquées en Algérie (40 mg/l). Cette augmentation de DBO₅ est observée en mars plus à celle en décembre.

L'augmentation de DBO₅ dans l'eau traitée para pour la norme, la cause probable est la couche des huiles, car les microorganismes sont les premières à détruire les glucides et les graisses. Lorsque la couche des huiles se forme, la demande biologique de oxygène augment **ZOBEIDI, A.(2017)**.

Les valeurs d'eau traité de mois de mars supérieur à mois de décembre est probablement liée aux conditions climatiques (température), c'est une condition favorable pour croissance des microorganismes avec la couche des huiles, donc augmente la consommation de oxygène **ZOBEIDI, A.(2017)**.

VII- Demande chimique en oxygène DCO mg/l :

La DCO correspond à la teneur de l'ensemble des matières organiques, que celles-ci aient un caractère biodégradable ou non. Elle s'exprime par la quantité d'oxygène fournie par le bichromate de potassium ($\text{Cr}_2\text{O}_4\text{k}_2$) nécessaire à l'oxydation des substances organiques (protéines, glucides, lipides,... etc.) présentes dans les eaux résiduaires

Les résultats que nous avons obtenus sont rassemblés dans la Histogramme (Figure 33).

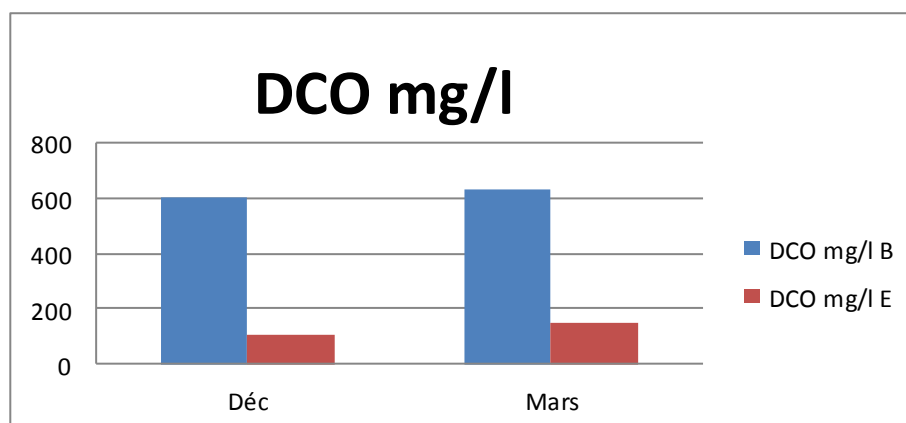


Figure 33: Histogramme de la variation de la DCO d'eau brute et eau épurée.

A la lumière des résultats obtenus, les valeurs de concentration de la DCO des eaux de la STEP 1 :

Pour Décembre les eaux brutes 605mg/l. Pour les eaux traitées 109mg/l.

Pour mars les eaux brutes 635mg/l. Pour les eaux traitées 147 mg/l.

Nous avons remarqué une diminution de la valeur de DCO de l'eau traitée enregistré au cours du mois décembre (109 mg/l), par contre mois de mars.

On observe un intervalle très important entre les valeurs de DCO de l'entrée et de la sortie des bassins de la station et de période de décembre et mars. Ces dernières dépassent la norme de l'OMS appliquée en Algérie (125 mg/l). Cette variation est due à la présence d'une grande couche d'huiles dans l'eau qui arrive à la STEP. Parce que les huiles contiennent de nombreux produits chimiques composés essentiellement des éléments de carbone (C). Donc la valeur de DCO augmente (**ONA**).

VIII- Matières en suspension MES :

Les matières en suspension représentent l'ensemble des particules minérales et ou organiques présentes dans une eau naturelle ou polluée.

Les résultats que nous avons obtenus sont rassemblés dans la Histogramme (figure 34).

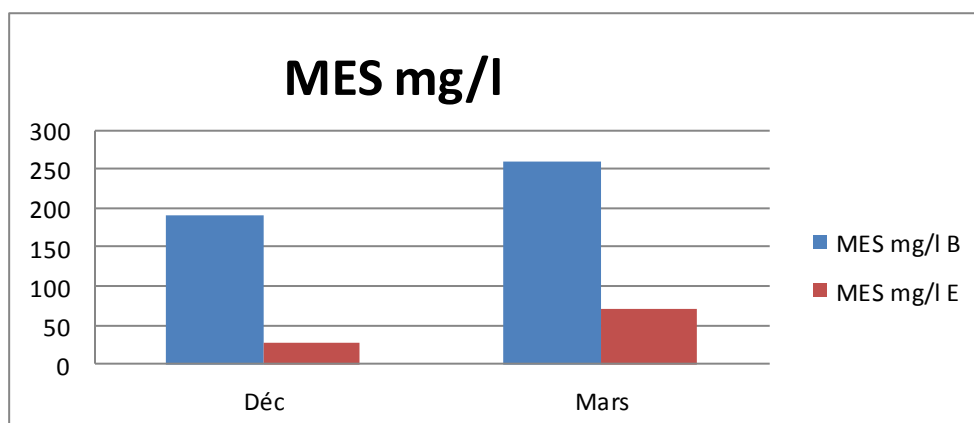


Figure 34: Histogramme de la variation de la MES d'eau brute et eau épurée.

D'après les résultats obtenus nous observons que les valeurs de MES :

Pour Décembre les eaux brutes 190 mg/l. Pour les eaux traitées 26 mg/l.

Pour mars les eaux brutes 259 mg/l. Pour les eaux traitées 71 mg/l.

Les résultats d'eau traitée de mars supérieur de décembre, nous avons obtenu une valeur moyenne de MSE de l'ordre de 26 mg/l sur la moins de décembre. Cette valeur est inférieure à la norme de rejet de l'OMS appliquée à l'Algérie (30 mg/l). A cause de phase prétraitement et décantation de matériaux dans les bassins.

Malgré cela, mais au mois de mars ont été enregistrés dans les valeurs de MES d'une augmentation significative, et cette augmentation ne répond pas aux normes de l'OMS, ceci est due à la présence le changement climatique (vent, température) et la croissance excessive des algues en particulier durant la période expérimental **ZOBEIDI, A.(2017)**.

IX- Matières azotées :

Le suivi d'évolution d'azote au cours du traitement peut avoir un caractère organique ou minéral. L'azote organique est principalement constitué par des composés tels que des protéines, des polypeptides, des acides aminés, de l'urée. Le plus souvent ces produits ne se trouvent qu'à de très faibles concentrations. Quant à l'azote minéral (ammoniaque, nitrate, nitrite), il constitue la majeure partie de l'azote total.

• Détermination de l'azote total NT

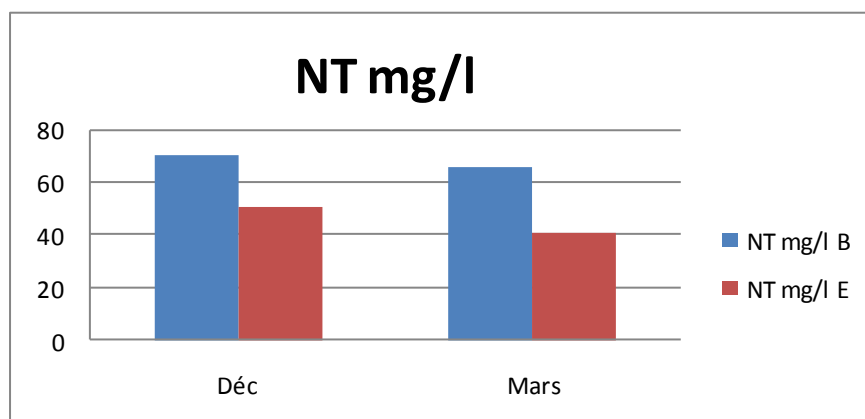


Figure 35: Histogramme de la variation de l'azote total NT d'eau brute et eau épurée.

La figure 35, présentant l'évolution de l'azote total, montre une diminution des ces dernières après traitement.

Pour Décembre les eaux brutes 70 mg/l. Pour les eaux traitées 50,3 mg/l.

Pour mars les eaux brutes 66 mg/l. Pour les eaux traitées 40,6 mg/l.

Ces valeurs, ne respectent pas la valeur limite qui est de < 50 mg/l .sauf l'eau traité de mois mars.

La valeur de NT d'eau traité de décembre supérieur de mois de mars.

Alors que, La nitrification NT d'eau traité de mars supérieur de mois de décembre parce qu'il y a les conditions favorable (O_2 , MO) de la croissance des bactéries **ZOBEIDI, A.(2017)**.

Pour assurer une élimination complète de la charge azotée, il est nécessaire de passer aux deux étapes respectives suivantes : nitrification et dénitrification **ZOBEIDI, A.(2017)**.

En effet, la nitrification nécessite de l'oxygène dissous dans le milieu (processus aérobie) pour transfère NT à $N-NH_4^+$ par l'oxydation et la réaction continue d'obtenir $N-NO_2^-$ et $N-NO_3^-$ alors que la dénitrification est réalisée en absence d'oxygène moléculaire dans le milieu (anoxie) pour réaction inverse, transfère $N-NO_3^-$ à N_2 (ONA).

• Détermination de l'ammonium ($N-NH_4^+$) :

Les résultats d'analyse d'azote ammoniacal sont obtenus dans Histogramme (Figure 36):

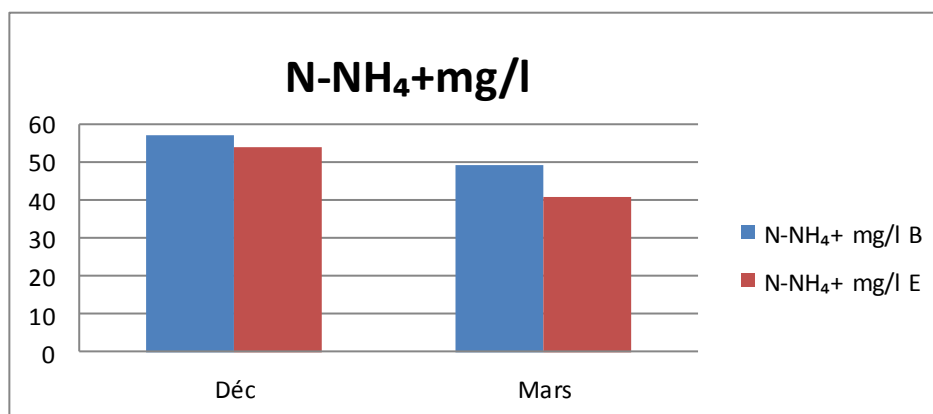


Figure 36: Histogramme de la variation de l'ammonium (N-NH₄⁺) de d'eau brute et eau épurée.

Nous remarquons les valeurs (N-NH₄⁺) sont :

Pour Décembre les eaux brutes 56,7mg/l. Pour les eaux traitées 54mg/l.

Pour mars les eaux brutes 49,3 mg/l. Pour les eaux traitées 40,6mg/l.

On a observé Les valeurs de (N-NH₄⁺) ne répondent pas la norme de OMS (<40mg/l). Ce résultat est dû à la nitrification de N-NH₄⁺ à N-NO₃⁻.

Mais la valeur de N-NH₄⁺ d'eau traitée de décembre est supérieure de mars. Alors que, la nitrification de N-NH₄⁺ à N-NO₃⁻ d'eau traité de mars est supérieure de décembre parce qu'il y a des conditions favorables (augmentation des aérations mécaniques qui augmentent O₂, MO) de la croissance des bactéries **ZOBEIDI, A.(2017)**.

• **Mesure le nitrite (N-NO₂⁻) :**

Les résultats d'analyse (NO₂⁻) sont obtenus dans l'historique (Figure 37)

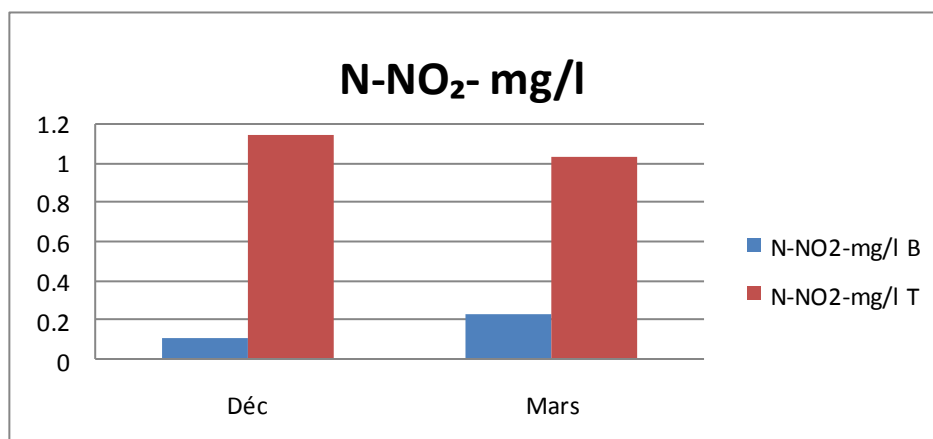


Figure 37: Histogramme de la variation du nitrite (N-NO₂⁻) de d'eau brute et eau épurée.

Nous remarquons les valeurs de (N-NO_2^-) sont :

Pour Décembre les eaux brutes 0,107mg/l. Pour les eaux traitées 1,14mg/ l.

Pour mars les eaux brutes 0,227 mg/l. Pour les eaux traitées 1,03 mg/ l.

La valeur de N-NO_2^- d'eau traitée de décembre supérieur de mois de mars.

Alors que, la nitrification de N-NH_4^+ à N-NO_2^- . Donc il y a une dégradation de nitrites d'eau traité de mars supérieur de décembre parce que les conditions favorable (augmentation des aérations mécanique qui augmente O_2 , MO) de la croissance des bactéries **ZOBEIDI, A.(2017)**.

• Détermination du nitrate (N-NO_3^-) :

Les résultats d'analyse du nitrate (N-NO_3^-) sont obtenus dans Histogramme (Figure38):

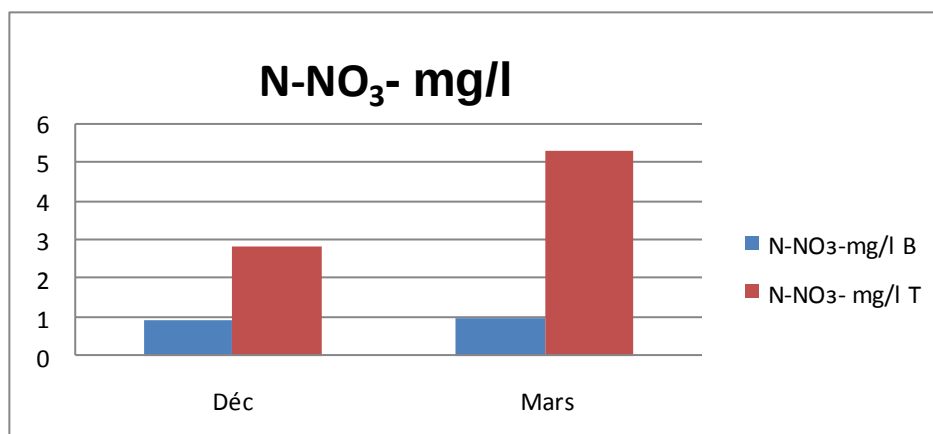


Figure 38: Histogramme de la variation du nitrate (N-NO_3^-) d'eau brute et eau épurée.

À la lumière des résultats obtenus, les valeurs du nitrate (N-NO_3^-) des eaux de la STEP 1 :

Pour Décembre les eaux brutes 0,9 mg/l. Pour les eaux traitées 2,84mg/l.

Pour mars les eaux brutes 0,983mg/l. Pour les eaux traitées 5,3 mg/l.

La nitrification de N-NH_4^+ à N-NO_3^- d'eau traité de mars supérieur d'eau traité de décembre parce que les conditions favorable de la croissance des bactéries.

Il y a une augmentation en teneurs des nitrites et nitrates après d'épuration, à cause des résultats de nitrification des eaux résiduaires dans les bassins d'aération ou les conditions climatiques (pH, d'oxygène et le temps, MO) sont favorables à la croissance des bactéries pour la nitrification **ZOBEIDI, A.(2017)**.

Les valeurs de nitrites et nitrate est inférieure à la norme de rejet de l'OMS appliquée à l'Algérie (<10 mg/l).

X- les composés phosphorés :

• Détermination du phosphore total PT :

Les résultats d'analyse de phosphate total sont obtenus le Histogramme dans (Figure 39)

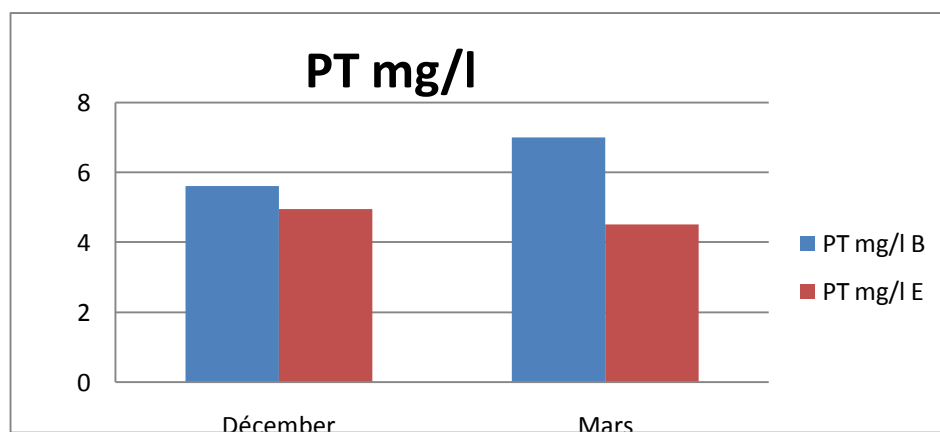


Figure 39: Histogramme de la variation du phosphate total PT d'eau brute et eau épurée.

Les valeurs moyennes de PT pour les eaux à l'entrée et à la sortie.

Décembre les eaux brutes 5,6mg/l. Pour les eaux traitées 4,95 mg/l.

Mars les eaux brutes 7mg/l. Pour les eaux traitées 4,5 mg/l.

Elimination de PT dans mois de mars supérieur que mois de décembre parce que l'augmentation de la température favorise l'élimination biologique du phosphore par l'augmentation des vitesses de absorption de phosphore (eutrophisation), pour les bactéries et les algues, car le phosphate joue un rôle important dans le développement des bactéries et les algues l'utilise pour la formation d'acide nucléique (l'ADN, ARN,...) et de la bicouche lipidique, il favorise leurs multiplication. Ces valeurs est dessus de la norme (<10 mg/l) **ZOBEIDI, A.(2017).**

• Détermination du phosphate P-PO₄⁺ :

Les résultats d'analyse de phosphates sont traduits comme d'Histogramme (Figure 40) :

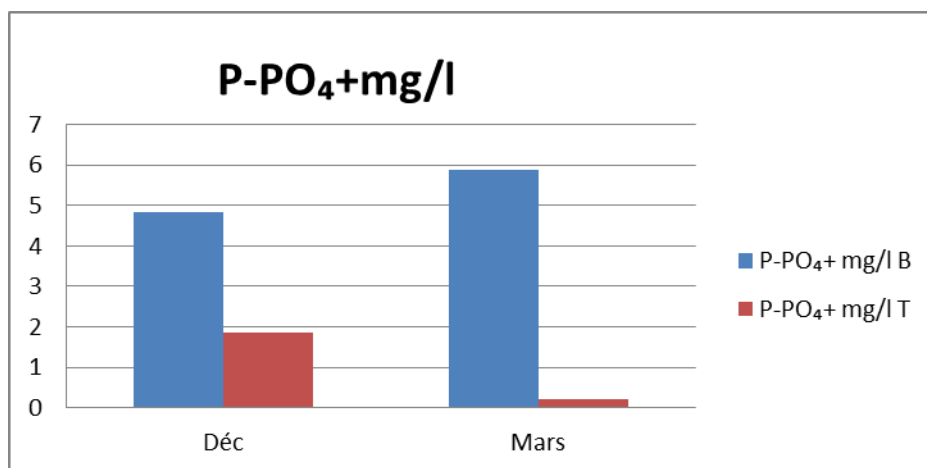


Figure 40: Histogramme de la variation du phosphate P-PO₄+ d'eau brute et eau épurée.

D'après les résultats, nous notons que les valeurs moyennes de P-PO₄+ mesurées sont :

Pour Décembre les eaux brutes 4,82 mg/l. Pour les eaux traitées 1,85 mg/ l.

Pour mars les eaux brutes 5,89 mg/l. Pour les eaux traitées 0,2 mg/ l.

Les résultats de mois de mars supérieur à mois de décembre, gras à eutrophisation de P-PO₄+ .Ce sont transfère de P-PO₄+ à autre forme dans les conditions favorable de la croissance des bactéries dans mois de mars comme température **ZOBEIDI, A.(2017)**.

La valeur limite admissible dans la STEP 01 est de < 2 mg/l, donc notre résultat respecte la norme.

Conclusion

général

Conclusion général

L'importance de traitement des eaux usée est représentée dans montrer les types Les accents, et prouver l'étendue de la pollution des eaux usées et de l'eau traitée et démontrer le fonctionnement des stations de traitement et minimiser de la pollution et possibilité d'exploiter l'eau traitée peut être exploitée dans l'arrosage ou la recharge des eaux souterraines et détermination de la qualité de l'eau en aval.

Les résultats des analyses physicochimique montre que : pour mois de décembre 2017: PH égale 6,85 , la température est 10,et CON :5,29, et l'oxygène dissous (O₂) est 6,8 ,et la concentration de DCO est 109mg/l , la concentration de DBO₅ est 41 mg/l , est la concentration de MES est 26mg/l ,et l'azote total(NT) égale 50,3mg/ l ,et les teneurs de l'ammonium NH₄ est 54mg/ l ,et nitrate(NO₃) est 2,84mg/l , et nitrite(NO₂) est 1,14mg/ l, et la concentrations de PT est 4,95 mg/ l et PO₄ égale 1,58 mg/ l . et salinité égale 2,8. pour mois de mars :PH égale 8,07 , la température est 9,1 ,et CON : 5,4,et l'oxygène dissous (O₂) est 5,99 , et la concentration de DCO égale 147 mg/l, et la concentration de DBO₅ est 64 mg/l , et la concentration de MES est 71 mg/l , et l'azote total (NT) est 40,6mg/ l , et les teneurs de l'ammonium NH₄égale 63 mg/ l, et nitrate NO₃ est 5,3 mg/l, et nitrite NO₂ est 1,03 mg/ l , et la concentrations de PT égale 4,5 mg/ l , et PO₄ est 0,2 mg/ l et salinité est 2,86

On a conclu les résultats des paramètres physicochimique généralement il y a différence modulaire avec les normes international appliquée en Algérie. Et Le climat influencé sur le traitement de l'eau donc il y a différence de qualité d'épuration des eaux usée entre hiver et printemps.

À partir de cette étude, nous recommandons :

- Equiper le poste de prétraitement par un système de déshuilage-dégraissage pour assurer un bon fonctionnement des bassins d'aération;
- Les algicides chimiques sont très efficaces pour éliminer les algues. Ce sont le plus souvent des produits à base de cuivre. Un excès de cuivre bloque le transfert d'énergie à l'intérieur de la plante qui conduit à la mort des algues. Le produit est également un inhibiteur de la photosynthèse.
- Sensibiliser le personnel sur les changements apportés à la veille réglementaire;
- Mener des campagnes de sensibilisation du public.

Références

bibliographiques

A

- **ABID, C., & LECHAARI, I. (2017).** Audit de procédé technologique de traitement des eaux usées cas ONA Kouinine, El-Oued .thèse doctorat en science, UNIVERSITE KASDI MERBAH, OUARGLA, Algérie..
- **ADLER, E. (2005).** Eléments sur l'épuration des eaux usées et la gestion des sous-produits de l'assainissement. Cours sur l'épuration des eaux usées et la gestion des sous-produits de l'assainissement – ENTPE. Centre d'Affaires des Monts d'or 69290 St Genis les Ollières .p15.
- Agence Nationale des Ressources Hydraulique Ouargla **A.N.R.H. (2004).**
- **ALLAOUI, A. (2014)** .Elimination de polluants organiques par voies physico-chimique et photochimique : Cas de l'élimination du métabenzthiazuron et de 2-mercaptobenzothiazole. Doctorat en Sciences en Chimie, UNIVERSITE CONSTANTINE 1, CONSTANTINE, Algérie.
- **ANDZI BARHE, T., & BOUAKA, F. (2013)** . Caractérisation Physicochimique et Chloration des Eaux de Puits Consommées dans la Ville de Brazzaville-Congo (Physicochemical Characterization and Chlorination of Well Water Consumed in Brazzaville-Congo), Université des Sciences et Techniques de Masuku (USTM), BP : 941, Franceville-Gabon . p605.

B

- **BACHI, O., & BISSATI S, (2011)** .Caractéristiques des eaux usées domestiques épurées par les plantes (wwg), cas de la station du vieux ksar de Temacine, Algérie. Laboratoire de bios ressources sahariennes : Préservation et valorisation .Université kasdi Merbah .Ouargla. BP 511
- **BAUDOT, B, & PERERA, P (1991).** EAUX USÉES, n° 91/271, Université de l'Eau Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement France, p20 -21
- **BECHAC, J., & BOUTIN, P., & MERCIER, B.(1983).**Traitement des eaux usées. 2^{ème} Edition.BEAUDRY J.P 1984, Traitement des eaux. Edition le Griffon d'Aigle Inc, 231p .
- **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,

Références bibliographiques

accumulation et phytoabsorption des éléments métalliques. Doctorat en Sciences et Technologies, Université de Limoges, Sfax, Tunisienne.

• **BENKADDOUR, N. (2016).** Contribution étude de l'efficacité de la graine de moringa oleifera dans la dépollution des eaux d'oued safsaf .thèse d'ingénieur d'état en agroforesterie, université abou bekr belkaid, Tlemcen, Algérie .

• **BOEGLIN, J. (2000).** Contrôle des eaux douces et de consommation humaine Ancien Directeur général de IRH Environnement ,(Institut de recherches hydrologiques) ,Expert international du Centre international de l'eau de Nancy (NANCIE) ,Conseiller scientifique de l'IPI « Environnement Industriel », Colmar .p2-6.

• **BOEGLIN, J. (2010).** Analyse des eaux résiduaires Mesure de la pollution (Ingénieur chimiste ; Docteur ès sciences Directeur général de l'Institut de recherches hydrologiques-Environnement (IRH)) , Toute reproduction sans autorisation du Centre français d'exploitation du droit de copie est strictement interdite. © Techniques de l'Ingénieur, traité Analyse et Caractérisation . p 2-3.

• **BOEGLIN, J. (1997)** . Inventaire des traitements d'eaux résiduaires ,Ingénieur chimiste, docteur ès sciences Directeur général de l'IRH-Environnement (Institut de recherches hydrologiques) ; Toute reproduction sans autorisation du Centre français d'exploitation du droit de copie est strictement interdite. © Techniques de l'Ingénieur, traité Génie des procédés .

• **BOUFRECHA, O., & BENMALEK, S. (2017).** Evaluation des paramètres physico-chimiques, bactériologiques des eaux usées de la station d'épuration d'Ibn Ziad et recherche de Vibrio cholerae. Diplôme de doctorat en Sciences Biologiques, Université des Frères Mentouri, Constantine Algérie.

• **BOUTAYEB, M., & BOUZIDI, A., & FEKHAOU, M. (2012).** Etude de la qualité physico-chimique des eaux usées brutes de cinq villes de la région de la Chaouia – Ouadigha (Maroc). B.P. 577, Settati, Maroc, Laboratoire d'Hydrobiologie, Av. Ibn Batouta, B.P. 703 Agdal, Rabat .p145-150.

• **BOUTOUX, J. (1993).** Introduction à l'étude des eaux douces (eaux naturelles, eaux usées, eaux de boisson). Qualité et santé. 2ème édition, CEBEDOC. Paris, 160-165p

• BRUXELLES ENVIRONNEMENT. 2013.

C

• Comité de recherche et de sensibilisation d'Eau Secours ; Novembre 2006 .

- **Commission Européenne. (1991).** PROCÉDÉS EXTENSIFS D'ÉPURATION DES eaux usées .

- Communautés européennes(2002).

D

- **DAHOU, A., & BREK, A. (2013).**lagunage aéré en zone aride performance épuratoires cas de (région d'Ouargla) .thèse master académique en Sciences et techniques, UNV Ouargla .

- **DALI, H., & ZOUAOUI, K. (2007).** Réutilisation des eaux usées épurées en irrigation. thèse Ing. Génie des procédés. Génie de l'environnement. Uni d'Ouargla. .

- Décret exécutif n°06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427correspondant au 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.p5.

- **DHAOUADI ,H .(2008).** Traitement des Eaux Usées Urbaines . thèse de doctorat en science, Université Virtuelle de Tunis .

- **DIMANE ,F et all .(2016).** Évaluation de l'efficacité de traitement des eaux usées par le lagunage naturel: Cas de la station d'épuration d'Imzouren –MAROC. Laboratoire Sciences de l'Ingénieur et Application , Université Mohammed Premier, Oujda, Maroc - ISSN : 2028-9324;p673.

E

- **EDELINE,F .(1997)** . L'épuration biologique des eaux .2 rue armmad stévert B .4000 Liège ,F-75384 Paris cedex 08,4^eédition entièrement revue et complétée,5e tirage .p157 - 175

- **EL FELS,L .(2014)** .Suivi physico-chimique, microbiologique et Eco toxicologique du compostage de boues de STEP mélanges a des déchets de palmier: validation de nouveaux indices de maturité , thèse de doctorat en Hydrologie, Hydrochimie, Sols, Environnement , université de Toulouse ,Maroc.

- **EL HACHEMI,O .(2012)** . Traitement des eaux usées par lagunage naturel en milieu désertique (oasis de Figuig) : performances épuratoires et aspect phytoplanctonique .thèse de Doctorat en science ,UNV.

- Eloy water .(2012)

- **ELSkENS ,M .(2010).** Analyse des eaux résiduaires - Mesure de la pollution. université Brussel , 249 rue de crimée Paris .p3-5

F

• **FAIVELEY, M. (2003).** L'eau et la conservation des aliments. thèse de doctorat en Institut des Sciences et Techniques des Aliments (ISTAB), Université de Bordeaux .p3.

G

• **GAAMOUNE, S. (2010).** Le rôle des biofilms d'algues dans les traitements biologiques des eaux .magister en biologie végétale, université Ferhat Abbas ,Setif, Algérie.

• **GAID, A. (1984).** Épuration biologique des eaux usées urbaines. Tom 1, édition OPU, Alger .p261.

• **GOIG, B. (2007).** Mesures sur site pour Analyses rapide de la qualité des eaux. Docteur ès sciences (HDR) Chimie Environnement et Santé Responsable de l'équipe de recherche Biodiagnostic et Métrologie du centre LGEI de l'école des Mines d'Alès , Centre français d'exploitation du droit de copie est strictement interdite. –© Editions .249 rue de Crimée-75019 ,Paris .p8.

• Guide technique ,Prélèvement d'eau soumis à l'autorisation municipale. 2015.

H

• **HAMMADI, B. (2017).** Lagunage Aéré en Zone Aride Performances Epuratoires, Paramètres Influent : Cas de la Région de Ouargla. Thèse de doctorat en Sciences, Université KASDI Merbah, Ouargla ,Algérie.

• **HENAUT, A. (2002 à 2007).** Pollution de l'air et de l'eau. thèse, (CNRS), université d'Evry .

• **HERIARIVONY, S., & RAZANAMPARANY, B., & RAKOTOMALALA, J. (2015).** Caractères physico-chimiques et bactériologiques de l'eau de consommation (puits) de la commune rurale d'antanifotsy, région vakinankaratra, Madagascar . Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°24, Décembre 2015, pp. 7-17 © 2015 All rights reserved, Legal Deposit 1266-2002 . p9 .

J

• Journal officiel de la république Algérienne N°26 (2006) . Imprimerie officielle - Les Vergers, Bir-Mourad RaÔs, BP 376 - ALGER GARE .p5.

K

Références bibliographiques

• **KASSIM ,C .(2005).** Etude de 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, Bamako .

• **KHENGAOUI, K. (2017).** Étude de l'effet de la salinité des eaux usées sur le processus de la filtration lente sur sables. Thèse En vue de l'obtention du diplôme de Doctorat 3ème Cycle en Hydraulique, université kasdi merbah Ouargla, Algérie.

L

• **LADJEL, F.(2006).**Exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau 02. Centre De formation au métier de l'assainissement(CFMA),Boumerdes. p80.

M

• **MAATOUK, E .(2014)** .Caractérisation des eaux usées au Liban : impact sur le fonctionnement des stations d'épuration .THESE de Doctorat en Sciences, Université Paris-Est ,paris.

• **MEUSE ,R .(2007).** FICHE, AERM ,Procédés d'épuration des petites collectivités du bassin Lagunage aéré . p 1,10.

• **MEOT,B &.ALAMY ,Z .(1990).**Les eaux usées urbaines .Service sol et sous-sol ,France ,BMGR . p29-30-33.

• Ministère de l'Agriculture et de la Pêche (2004).

• **MOULIN,S .,&ROZENRECHELS,R.,&STANKOVIC,M .(2013)** .Traitement des eaux usées .Paris .www.environnement.ens.fr . Centre d'Enseignement et de Recherches sur l'Environnement et la SociétéŽ Environnemental Research and Teaching Institute(CERE) et (SERTI).

• **MOUSSA MOUMOUNI DJERMAKOYE, H.(2005)** .Caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques et impact sur les eaux de surface et les eaux souterraines .thèse de Doctorat en Pharmacie, UNIVERSITE DE BAMAKO.

N

• **NGARAM ,N .(2011)** .Contribution à l'étude analytique des polluants (en particulier de type métaux lourds) dans les eaux du fleuve Chari lors de sa traversée de la ville de N'Djamena. diplôme de doctorat en chimie , l'université Claude Bernard lyon1, Lyon .

Références bibliographiques

• **NOUR,A .(2007).**Traitement biologique des eaux usées par les bactéries anaérobies butyriques (clostridium butyricum) qui produisent de l'hydrogène. Laboratoire de polyclinique central d'El Bayadh .

O

• **ODOULAMI ,L (2009).**La problématique de l'eau potable et la santé humaine dans la ville de Cotonou (République du Bénin) .Thèse de Doctorat en science ,UNV d'abomey ,Calavi , Congo.

• Office Nationale d'Assainissement STEP de Kouinine N°01 (2014).

• Office Nationale d'Assainissement (O.N.A)(2009).

• Office Nationale d'Assainissement (O.N.A)(2011).

• Organisateur Denis LE BIHAN(ODB) (2009).

• **OUBADI,M.(2012).** Etude de performance d'un procédé d'épuration OXYLAG° :Cas de lagunage de la ville de Mekmene ben Ammar wilaya de Naama . thèse de magister en science. Université d'Oran, Algérie..

• **OUNOKI,S.,&ACHOUR,S.(2014)** .Evaluation de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux usées brutes et épurées de la ville d'Ouargla. possibilité de leur valorisation en irrigation. Laboratoire de Recherche en Hydraulique Souterraine et de Surface, LARHYSS Université de Biskra, BP 145 RP, 07000, Algérie . p 248.

P

• Panorama (2007 / 2008) .

Q

• Québec(1984)

• Québec.(2010)

• **QUEVAUVILLER, P. (2010).** Protection des eaux souterraines, Législation européenne et avancées scientifiques. L'Université libre de Bruxelles (VUB), Bruxelles, LAVOISIER .

R

• **REJESK, F.(2005)** . Analyse des eaux ; aspects réglementaires et techniques . centre régional de documentaires techniques pédagogique d'aquitaine.

Œ

- **SAGGAI,M.(2004).**Contribution à l'étude d'un System d'épuration à plantes macrophytes pour les eaux usées de la ville de Ouargla. thèse magister Univ. Ouargla.
- **SAMAKE,H .(2002).**Analyse physico-chimique et bactériologique au l.n.s. des eaux de consommation de la ville de Bamako durant la période 2000 ET 2001. thèse de Doctorat en Pharmacie , Université de Bamako, Bamako.
- **SANCEY, B .(2011) .** Développement de la bio-adsorption pour décontaminer des effluents de rejets industriels : Abattement chimique et gain environnemental .thèse de doctorat en science , université de Franche-Comté ,France.
- **SLIMANI, R.(2003).**Contribution à l'étude hygiénique des caractères physico-chimique des eaux usées de la cuvette d'Ouargla et leur impact sur la nappe phréatique. thèse Ing Eco et Env. Ecosystème steppique et saharien. Uni d'Ouargla.

Œ

- **TCHIMOGO, M.(2001).**Epuration des eaux usées de l'E.N.S.H par lagunage naturel. Thèse ing. Génie rurale, Blida.
- **TFYECHE ,L.(2014).**Suivi de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux usées de Ouargla au cours de leur traitement Mémoire. thèse de master professionnel en sciences techniques, université kasdi merbah ,Ouargla, Algérie.
- **THEVENOT ,D .(2005).** Épuration des eaux usées thèse en Master SGE Module Eau (34U3),Chap3.Université Paris XII-Val de Marne, ENPC, ENGREF ;(UMR-MA 102).
- **THOMAS, O.(1995).** Météorologie des eaux résiduaires. Tec et Doc, Ed Lavoisier, Cedeboc.p135,192.
- **TOUSSAINT,B.(2012).**Introduction à la biochimie : les molécules du vivant.
- **TOULON & DUVAR ,(2002).** Un cours d'introduction à l'océanographie physique , Propriétés Physiques du Milieu Marin , p7 .

Œ

- **VANDERMEERSH ,S, (2006) .**Etude comparative de l'efficacité des traitements d'épuration des eaux usées pour l'élimination des micro-organismes pathogènes. thèse en Spécialisées de Gestion de l'Environnement , Université Libre de Bruxelles .
- **VULLIET,E .(2017).**Développement et déploiement des techniques d'échantillonnage passif pour l'étude des polluants organiques dans les systèmes

Références bibliographiques

aquatiques souterrains. proposition de doctorat , Institut des Sciences Analytiques/LEHNA – Villeurbanne, France.

W

• **WUBDA, M ., & BOUKARI, M. ,& DESCLOITRES ,M. (2017) .** Contribution de la méthode de suivi temporel de résistivité a l'étude des processus d'infiltration en zone de socle sahélienne et soudanienne d'Afrique de l'ouest. Thèse de Doctorat en Géophysique appliquée, Université d'Abomey-Calavi en Hydrologie et Gestion Intégrée des Ressources en Eau (UAC), BENIN.

Z

• **ZAIMECHE, S . (2015).** Contribution à l'étude de l'action d'agents polluants sur des végétaux bio indicateurs. Doctorat en sciences, université des frères MENTOURI Constantine, Constantine, Algérie.

• **ZOBEIDI, A.(2017) .**Epuration des eaux usées urbaines par lagunage aéré en zone aride – cas de la région d'El-oued. paramètres influents et choix des conditions optimales. Thèse de doctorat en sciences , université kasdi merbah, Ouargla ,Algérie .

Site internet

1. <https://thumbs.dreamstime.com/z/pollution-de-l-eau-erivire40307179.jpg>,
présenté en :(17/03/2018, 19:07).
2. <https://www.bing.com/images/search?view> , **présenté en (18/03/2018, 18:55).**

Annexes

Annexe 01

Les tableaux d'Analyse physico-chimiques des eaux brutes et traités de deux mois décembre et mars (2017 /2018) de la S.T.E.P 1 de Kouinine.

Tableau 1 : variation de la Température T°C dans la STEP étudiée.

	Déc	Mars
T°C B	14.9	13.65
T°C E	10	9.1
NORME	30° C	

Tableau 2: variation de la Potentiel hydrique (PH) dans la STEP étudiée.

	Décember	mars
PH B	6.98	7.84
PH T	6.85	8.07
NORME	5.5 à 8.5	

Tableau 3 : variation de L'oxygène dissous (O2) dans la STEP étudiée.

	Déc	Mars
O2 B	0.52	0.51
O2 E	6.8	5.99
NORME	> 5mg/l	

Tableau 4: variation de La conductivité électrique (Cond) dans la STEP étudiée.

	Déc	Mars
Cond mS/cmB	5.5	5.37
Cond mS/cmE	5.68	5.4

Tableau 5: variation de La Salinité (SAL) dans la STEP étudiée.

	Déc	Mars
SAL B	3	2.89
SAL E	2.8	2.86

Tableau 6: variation de la DBO₅ dans la STEP étudiée.

	Déc	Mars
DBO ₅ mg/l B	240	280
DBO ₅ mg/l E	41	64
NORME	40mg/l	

Tableau 7: variation de la DCO dans la STEP étudiée.

	Déc	Mars
DCO mg/l B	605	635
DCO mg/l E	109	147
NORME	125mg/l	

Tableau 8: variation de MES dans la STEP étudiée.

	Déc	Mars
MES mg/l B	190	259
MES mg/l E	26	71
NORME	30 mg/l	

Tableau 9: variation de l'azote total NT dans la STEP étudiée.

	Déc	Mars
NT mg/l B	70	66
NT mg/l E	50.3	40.6
NORME	<50 mg/l	

Tableau 10: variation de l'ammonium (N-NH₄⁺) dans la STEP étudiée.

	Déc	Mars
N-NH ₄ ⁺ mg/l B	56.7	49.3
N-NH ₄ ⁺ mg/l E	54	40.6
NORME	<40 mg/l	

Tableau 11: variation du nitrite (N-NO₂⁻) dans la STEP étudiée.

	Déc	Mars
N-NO ₂ -mg/l B	0.107	0.227
N-NO ₂ -mg/l T	1.14	1.03
NORME	<10mg/l	

Tableau 12: variation du nitrate (N-NO₃⁻) dans la STEP étudiée.

	Déc	Mars
N-NO ₃ -mg/l B	0.9	0.983
N-NO ₃ - mg/l T	2.84	5.3
NORME	<10mg/l	

Tableau 13: variation du phosphate total PT dans la STEP étudiée.

	Décember	Mars
PT mg/l B	5.6	7
PT mg/l E	4.95	4.5
NORME	<10mg/l	

Tableau 14: variation du phosphate P-PO₄⁺ dans la STEP étudiée.

	Déc	Mars
P-PO ₄ ⁺ mg/l B	4.82	5.89
P-PO ₄ ⁺ mg/l T	1.85	0.2
NORME	<2mg/l	

Annexe 02

Tableau: Normes physico-chimiques de rejets de l'OMS, appliquées en Algérie.

Paramètres	Normes
T°	30°C
PH	5.5-8.5
O ₂ dissous	5 mg/l
Conductivité	/
Salinité	/
DCO	125 mg/l
DBO ₅	40 mg/l
MES	40 mg/l
NO ₃ ⁻	10 mg/l
NO ₂ ⁻	10 mg/l
Pt	10 mg/l
P-PO ₄ ⁻³	2 mg/l
N-NH ₄	40 mg/l
Nt	50 mg/l

Annexe 03

- ✓ **Laboratoire:**
- **Les équipements :**



Balance



Thermo-réacteur



**spectrophotomètre
électrique**



Dessiccateur



conductivité mètre



PH mètre



Oxy-mètre



les sondes



DBO mètre (oxitop)

Annexes



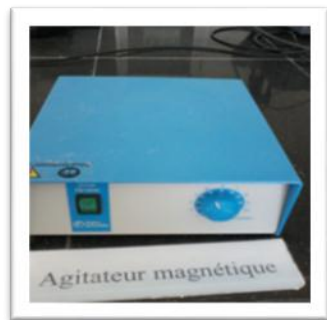
DBO mètre (WTW)



étuve universel (105c°)



ensemble filtration



Agitateur magnétique



Distillateur



Prouvait 500 ml



Sensor DBO(WTW)



Oxitop



cawitchaux(Noah)



Bouteille DBO(WTW)



Bouteille DBO (oxitop)



Bécher



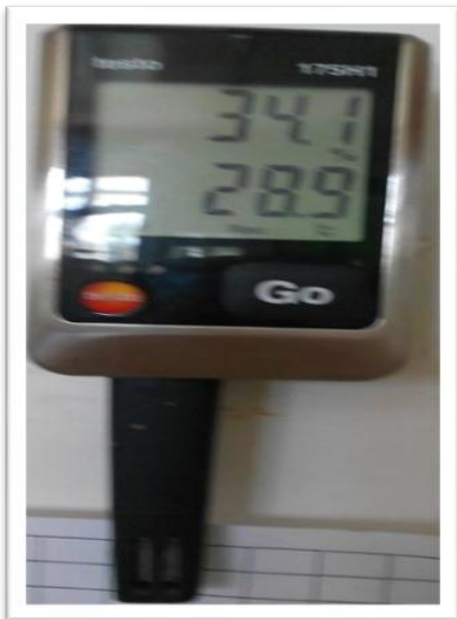
Micropipet 5000µl



Micropipet 1000 µl



préleveur des chantillion



Thermo-hygromètre



Débit mètre

Annexes

○ La salle de réactifs :

