



N°d'ordre:

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed
Faculté des Sciences de la Terre, et de l'Univers
Département des Sciences de la Terre

Mémoire

Présenté pour l'obtention du grade

Master 02

Option: **Hydrogéologie**

Thème

**ETUDE DE SYSTEME D'EPURATION DES EAUX USEE
URBAINE DE VILLAGE DE KHNEG AZUR WILAYA D'EL
BAYADH (N-W)**

Par:

M. Djamai Abdeldjalil

Devant le jury composé de :

Mme Ablaoui .H

Présidente

Mr Baiche.A

Encadreur

Mr boursali.T

Examineur

Oran, 2020

Remerciement

*Avant tous, je remercie Allah tout puissant qui m'a guidé tout au long
de*

*Mavie, qui m'a permis de m'instruire et d'arriver aussi loin dans mes
études,
qui m'a donné courage et pour passer tous les moments difficiles, et qui
m'a permis d'achever ce travail*

*Je tiens à présenter mes humbles et sincères remerciements ainsi que
toutema reconnaissance et ma profonde gratitude à mon promoteur
Monsieur BAICHE ABDELKADER, pour tout son dévouement lors de
monencadrement,
pour tout son aide et ses précieux conseils et ses encouragements
incessants,et surtout pour sa patience et sa compréhension.*

Je tiens aussi à remercier les membres de jury

*Ma reconnaissance et gratitude envers tous les enseignants, les
responsables et les agents du Département science de la terre et de
l'univers de l'Université Mohamed ben Ahmed Oran 2
sans exception.*

*En fin je tiens à exprimer, mes remerciements à toutes les personnes qui
ontParticipé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

DJALIL

Dédicace

*A Mes êtres les plus chers, mes parents dont le rêve était toujours de
Me voir réussir. Qu'ils sachent que leur place dans mon cœur et ma
Pensée, reste et demeure immense.*

*A Mes adorables frères et sœurs pour leurs amours, leurs
Patiences et leurs encouragements, Que dieu les protège.*

*A tout les membres de la famille, grands et petits, Que ces modestes
Lignes leur servent de témoignage à mon attachement indéfectible
Au lien sacré de la famille.*

*A mes chères amies Marwan, Hakou, Naceur, Daniro, Sidou,
et Alaa pour sa patience et
Son énorme soutien moral tout au long de mes études*

*A mes amis qui sont toujours là près de moi dans les bons moments
Mais aussi dans les mauvais.*

A Tous ceux qui ont pensé à moi.

Résumé

Cette étude a pour but de vérifier le fonctionnement de la station d'épuration des eaux usées urbaines de la ville d'EL Bayadh par le procédé de boues activées à faible charge. Cette STEP est gérée et exploitée par l'office national de l'assainissement (ONA).

Le suivi du fonctionnement des ouvrages de la STEP a été fait à l'aide d'un ensemble d'analyses physico-chimiques réalisées sur des échantillons d'eaux usées brutes et épurées de la station, ainsi que des analyses réalisées sur les boues activées du bassin biologique.

Les résultats présentent des rendements épuratoires satisfaisants de 95,42% des matières en suspension (MES). Le taux d'abattement de la demande chimique en oxygène (DCO) et la demande biologique en oxygène pendant 5 jours (DBO5) sont respectivement de 91,85% et de 93,74%. L'élimination du N-NH₄⁺, N-NO₃⁻ est moyen.

Notre étude montre que la STEP d'El Bayadh a un bon fonctionnement, ainsi qu'elle (STEP) protège l'environnement et la santé des citoyens.

Mots clés: STEP, Boues Activées, Paramètres de pollution.

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى التحقق من فعالية أداء محطة تطهير مياه الصرف الصحي الحضرية لمدينة البيض بواسطة الأوحال (ONA). المنشطة. تسير هذه المحطة من قبل الديوان الوطني للصرف الصحي

بالقيام بمجموعة من التحليلات الفيزيائية والكيميائية لعينات من مياه الصرف الصحي الخام تم التحقق من حسن سير أعمال المحطة (BB) والمياه المعالجة المأخوذة من محطة التطهير، وكذلك تحليل الأوحال المنشطة في الحوض البيولوجي

أظهرت النتائج مردود تطهير مرضي لمختلف أنواع التلوث (الكربوني والنيتروجيني). حيث أن معدل الحد من التلوث الكربوني هي 95,42 (MES) والمواد العالقة (DCO)، الطلب على الأكسجين الكيميائي (DBO5) التي يمثلها الطلب على الأكسجين البيولوجي %، 91,85، %، 93,74 على التوالي،. بينما مردود إزالة التلوث النيتروجيني

فقد كان متوسطا (N-NH₄⁺ و N-NO₃⁻)

يمكننا أن نستنتج أن محطة تطهير المياه المستعملة لمدينة البيض تؤدي دورها و تقوم المحطة كذلك بحماية البيئة وصحة المواطنين

الكلمات المفتاحية: محطة التطهير، الأوحال المنشطة، عناصر التلوث

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction générale	1

Chapitre I : Considération générale

I.1 Introduction	3
I.2 Situation géographique	3
I.2.1 Localisation générale	3
I.2.2 Localisation locale	3
I.2.3 Localisation coordonnées GPS :	3
I.3 La géomorphologie.....	5
I.4 Démographie.....	5
I.5 Hydrogéologie de la région.....	5
I.5.1 Aquifères monocouches :	5
I.5.2 Système aquifère multicouches :	6
I.6 Géologie de la région.....	6
I.6.1 Le Trias	8
I.6.4 Crétacé	8
I.6.5 Quaternaire	9
I.7 Structural tectonique de la région.....	11
I.8 Climatologie de la région.....	11
I.8.1 La température	12
I.8.1.1 Températures moyennes mensuelles maximum et minimum.....	12
I.8.1.2 Températures moyennes annuelles	13
I.8.2 L'humidité de l'air	14
I.8.3 L'insolation	15
I.8.4 Le vent	15
I.8.5 Précipitation	16
I.8.5.1 Précipitations moyenne mensuelle	16
I.8.5.2 Précipitations saisonnières	17

I.8.6 Indices climatiques généraux :	18
I.8.6.1 indice de DEMARTONNE.....	18
I.8.6.2 Indice d'EMBERGER	19
I.9 Conclusion	21

CHAPITRE II : Généralité sur les eaux usées

II.1 Introduction	22
II.2 Définition des eaux usées	22
II.3 Origine des eaux usées	23
II.3.1 Les eaux usées domestiques :	23
II.3.2 Les eaux usées industrielles :	23
II.3.3 Les eaux agricoles.....	24
II.3.4 Les eaux pluviales.....	25
II.4 Caractéristiques des eaux usées	25
II.4.1 Caractéristiques physiques.....	25
II.4.1.1 La température.....	25
II.4.1.2 Les matières en suspension (MES)	26
II.4.1.3 La turbidité	26
II.4.1.4 La conductivité électrique	26
II.4.2 Caractéristiques chimiques:	26
II.4.2.1 Potentiel d'Hydrogène (pH)	26
II.4.2.2 Demande chimique en oxygène (DCO)	27
II.4.2.3 Demande biochimique en oxygène (DBO5)	27
II.4.2.4 Oxygène dissous (O2)	27
II.4.2.5 Potentiel redox.....	27
II.4.2.6 Nitrites (NO ₂ ⁻)	28
II.4.2.7 Nitrates (NO ₃ ⁻)	28
II.4.2.8 L'orthophosphate (OPO ₄ ⁻).....	28
II.4.2.9 Les sulfates (SO ₄ ⁻²).....	28
II.4.3 Caractéristiques organoleptiques	28
II.4.3.1 La couleur.....	28

II.4.3.2 L'odeur	29
II.5 Les principaux types de pollutions	29
II.5.1 Pollution chimique	29
II.5.2 Pollution physique.....	29
II.5.3 Pollution biologique de l'eau.....	30
II.5.3.1 Les bactéries	30
II.5.3.2 Les virus	30
II.5.3.3 Les protozoaires	30
II.6 Les sources de pollution.....	31
II.7 L'équivalent habitant (EH).....	31
II.8 Les normes algériennes de rejet	32
II.9 Différents procédés d'épuration des eaux usées domestique.....	33
Assainissement autonome.	33
Lagunage.....	33
Traitement physico-chimique.	33
Lits bactériens.	33
Traitement a boues activées.	34
Traitement a biofiltres.	34
II.10 Conclusion	35

CHAPITRE III : Présentation et fonctionnement de la station d'épuration d'Elbayadh

III.1. Introduction	36
III.2. Présentation de la station d'Epuration d El bayadh	36
III.2.1. Description de la Station d'Epuration d'El Bayadh.....	37
III.3 Les étapes du traitement des eaux usées au niveaux de la STEP d'El Bayadh.....	38
III.3.1 Filière de traitement	38
III.3.2 Ouvrage d'arrivée	40
III.3.3 Prétraitement	40
III.3.3.1 Canaux de dégrillage.....	41
III.3.3.2 Dessablage – Déshuilage.....	43
III.3.4 Traitement Biologique	46

III.3.5 Clarificateurs	47
III.3.4.1 Désinfection	49
III.3.4.2 Bassin de chloration	49
III.3.5. Filière boues	50
III.3.5.1 Recirculation des boues	50
III.3.5.2 Boues en excès	50
III.3.5.3 Epaisseur	51
III.3.5.4 Déshydratation mécanique par filtres à bandes	52
III.3.5.5 Déshydratation sur lits de séchage (Système de sécurité).....	53
III.3.5.6 Stockage et évacuation des boues déshydratées	54
III.3.5.7 Pompage eaux retours filière boues	55
III.4. Les paramètres physico-chimiques des eaux usées analysés au niveau de la STEP	55
III.4.1 Température	55
III.4.2 Potentiel d'Hydrogène (pH).....	56
III.4.3 Conductivité électrique	56
III.4.4 Matières en suspension	57
III.4.4.1 Méthode par filtration	57
III.4.4.2 Méthode de centrifugation	57
III.4.4.3 détermination de la concentration des MES	57
III.4.5 Azote ammoniacal (N-NH ₄ ⁺)	59
III.4.6 Les nitrates	59
III.4.7. Demande chimique en oxygène (DCO).....	60
III.4.8 Demande biochimique en oxygène (DBO ₅).....	60
III.4.9 Oxygène dissous	61
III.5 Détermination des paramètres de fonctionnement du Bassin Biologique (Test du V ₃₀)	62
III.6. Conclusion.....	63

Chapitre IV :Analyses chimiques et interprétations des Résultats

IV.1 Introduction	64
IV.2 Evolution des paramètres de pollution des eaux usées	64
IV.2.1 Température	65
IV.2.2 Potentiel d'Hydrogène (pH).....	66
IV.2.3 Oxygène dissous	67
IV.2.4 Conductivité électrique (CE)	68
IV.2.5 Turbidité	69
IV.2.6 Matières en suspension (MES)	69
IV.2.7 Demande biochimique en oxygène (DBO5).....	71
IV.2.8. Demande chimique en oxygène (DCO)	73
IV.2.9 Biodégradabilité.....	75
IV.2.10 Nitrates (NO_3^-).....	76
IV.2.11 Azote ammoniacal (N-NH_4^+).....	78
IV.3 Caractérisation des boues à la sortie du bassin biologique	78
IV.3.1 Test de décantation ou V_{30}	78
IV.4 Conclusion	79
Conclusion générale	81

Listes bibliographie

- Figure 1** : carte de situation géographique de la wilaya d'EL BAYADH.
- Figure 2** : situation Géographique du site.
- Figure 3** : Extrait de la Carte géologique d'El Bayadh au 1/200.000
- Figure 4** : log stratigraphique de la région d'El Bayadh
- Figure 5** : Localisation de la station pluviométrique d'El Bayadh
- Figure 6** : Courbe de Variations des différentes températures mensuelles.
- Figure 7** : Température moyennes annuelle de la station d'el bayadh 2003_2014
- Figure 8** : Répartitions des vents
- Figure 9** : Répartition moyenne mensuelle des précipitations
- Figure 10** : Répartition saisonnières de la pluviométrie.
- Figure 11** : l'indice d'aridité de DEMARTONNE
- Figure 12** :Abaque de Climat gramme pluviométrique d'EMBERGER.
- Figure 13** :Les eaux usées domestiques.
- Figure 14** :industrie
- Figure 15** :.les eaux agricoles
- Figure 16** : des eaux pluviales
- Figure 17** : Lit bactérien
- Figure 18** : Station à boues activées
- Figure 19** : Disques biologiques.
- Figure 20** : station d'épuration d'El Bayadh
- Figure 21** : Schéma du procédé d'épuration retenu
- Figure 22** : Les étapes de l'épuration des eaux usées au niveau de la STEP d'El Bayadh.
- Figure 23** : Grilles mécanisés
- Figure 24** : Grille grossière manuelle
- Figure 25** : Dégrillage fin manuel.
- Figure 26** : Dessabler-déshuileur.
- Figure 27** : Basins d'aération.
- Figure 28** : Bassin biologique (bassin d'aération).
- Figure 29** : Deux clarificateurs de la STEP d' El Bayadh.
- Figure 30** : Bassin de désinfection de la STEP d' El Bayadh.
- Figure 31** : Epaisseur de la STEP d' El Bayadh.
- Figure 32** : Déshydratation des boues de la STEP d' El Bayadh par le filtre à bandes presseuse.
- Figure 33** : Système de sécurité
- Figure 34** : Lits de séchages de la STEP
- Figure 35** : Trois groupes d'électropompes destinées pour le pompage des boues en excès et des boues de recyclage.
- Figure 36** : pH mètre utilisé au niveau du laboratoire de la STEP
- Figure 37** : Conductimètre utilisé au niveau du laboratoire de la STEP
- Figure 38** : Centrifugeuse

Figure 39 : Ensemble de filtration

Figure 40 : Balance analytique

Figure 41 : Etuve chauffé

Figure 42 : Dessiccateur.

Figure 43 : Spectrophotomètre (DR3900).

Figure 44 : Mesure de la DBO₅ utilisé au niveau du laboratoire de la STEP

Figure 45 : Oxymétrie utilisé au niveau du laboratoire de la STEP

Figure 46 : Mesure de la DBO₅ utilisé au niveau du laboratoire de la STEP

Figure 47 : Oxymétrie utilisé au niveau du laboratoire de la STEP.

Figure 48 : Variations moyennes mensuelles de la température de l'eau usée à l'entrée et à la sortie de la STEP d'El Bayadh

Figure 49 : Valeurs moyennes mensuelles du pH pendant la période d'étude.(STEP El-Bayadh)

Figure 50 : Variations de l'oxygène dissous (O₂ dissous) à l'entrée de la STEP pendant la période d'étude

Figure 51 : Variations moyennes mensuelles de la conductivité à l'entrée et à la sortie de la STEP pendant la période d'étude

Figure 52 : Variations moyennes mensuelles de la turbidité à l'entrée et à la sortie de la STEP pendant la période d'étude.

Figure 53 : Evolution des MES de l'eau brute et de l'eau épurée pendant la période d'étude. (STEP El-Bayadh).

Figure 54 : Variations moyennes mensuelles de la DBO₅ à l'entrée et à la sortie de la STEP pendant la période d'étude.

Figure 55 : Variations moyennes mensuelles de la demande chimique en oxygène (DCO) à l'entrée et à la sortie de la STEP pendant la période d'étude.

Figure 56 : Evolution de la biodégradabilité (DCO/DBO₅) des eaux usées brutes de la STEP d'EL Bayadh.

Figure 57 : Variations des concentrations moyennes mensuelles de N-NO₃⁻ à l'entrée et à la sortie de la STEP d'EL Bayadh pendant la période de l'étude.

Figure 58 : Variations de N-NH₄⁺ à l'entrée et à la sortie de la STEP d'EL Bayadh pendant la période de l'étude.

Figure 59: Variations moyennes journalières de V₃₀ dans le bassins biologiques A et B pendant le mois de Mars

- Tableau 1:**Répartition de la température pour l'année 2011
- Tableau 2:**Température moyennes annuelle de la station d'el Bayadh 2003_2014
- Tableau 3:** l'humidité relative en % (période 1973-2000)
- Tableau 4:** Durées quotidiennes d'insolation (heures)
- Tableau 5 :**repartions des vents (1978-983)
- Tableau 6 :**Répartition moyenne mensuelle des précipitations
- Tableau 7:**Répartition des pluies saisonnières en pourcentage et en (mm)
- Tableau 8 :** source de pollution
- Tableau 9:**Normes de rejet des eaux usées dans un milieu récepteur (valeurs limites maximales) (source : journal officiel n° 93-160 juillet 1993)
- Tableau 10:** Caractéristiques de données de base (ONA El Bayadh)
- Tableau 11:** Caractéristiques du canal dégrillage
- Tableau 12:** Caractéristiques du canal dessablage – déshuilage
- Tableau 13:**Caractéristiques du bassin biologique (ONA El Bayadh)
- Tableau 14:**Caractéristiques du clarificateur
- Tableau 15:**Caractéristiques de l'épaisseur (STEP EL BAYADH)
- Tableau 16:** Normes de rejets des effluents industriels et des effluents urbains de la STEP d'El Bayadh
- Tableau 17:** Les charges moyennes des MES dans les EB et les ET, et les rendements de leurs élimination (Année 2016)
- Tableau 18:** Charges moyennes mensuelles de la DBO5 dans les EB et les ET et les rendements de leurs élimination
- Tableau 19:** Valeurs moyennes mensuelles de la DCO dans les EB et les ET, et les rendements de leurs élimination

ONA: Office National d'Assainissement
MES: Matières en suspension
CE: Conductivité électrique
pH: Potentiel d'Hydrogène
DCO: Demande chimique en oxygène
MO: Matière organique
DBO5: Demande biochimique en oxygène
O2: Oxygène dissous
NO2: Nitrite
NO3: Nitrate
NH4+: Ammonium
SO4-2: Sulfate
STEP: Station d'épuration
EC: Electrocoagulation
OPO4: Orthophosphate
PO4-3: Phosphate

Introduction générale

L'eau est un bien précieux qui subit diverses pollutions et dégradations : les écosystèmes et la santé des personnes en sont directement impactés. Les pollutions présentes dans l'eau sont d'origines diverses: industrielle, domestique ou agricole **(Bassompierre,2007)**.

Le nombre des stations d'épuration des eaux usées en Algérie atteindra 272 unités à la fin de la période 2015-2019 contre plus de 166 fonctionnelles actuellement, afin de garantir un meilleur cadre de vie aux citoyens **(ONA, 2015)**.

L'épuration des eaux usées s'est donc imposée pour préserver la qualité des milieux naturels et notamment les eaux de surface et souterraines. L'eau épurée est actuellement en majorité rejetée. La généralisation de la réutilisation de ces eaux peut donc contribuer à combler en partie le déficit d'eau de première main. Le recyclage de l'eau dans les industries et l'utilisation de l'eau pour l'arrosage des espaces récréatifs peuvent par conséquent contribuer à diminuer la pression exercée sur les ressources naturelles de bonne qualité. L'utilisation d'une eau non conventionnelle dans l'agriculture peut contribuer à la création de nouveaux périmètres irrigués ou constituer une source d'appoint pour des périmètres existants. Elle est pratiquée aussi bien dans les pays développés que dans les pays en développement.

Pour éviter tous ces problèmes il faut que les eaux usées collectées dans les réseaux d'assainissement soient traitées avant d'être rejetées dans la nature pour protéger la santé des individus et sauvegarder le milieu naturel.

Cette dépollution des eaux résiduaires s'effectue dans des stations d'épuration (STEP) qui peuvent rendre ces eaux moins chargées en matières polluantes donc leur rejet ne crée pas des nuisances soit pour le milieu récepteur, soit pour l'être humain.

L'objectif de notre travail consiste à étudier le traitement des eaux usées de la station d'épuration d'El Bayadh dès son prétraitement jusqu'à son épuration totale dans les différents bassins afin de la réutilisation de ses eaux.

Pour répondre a cet objectif nous avons subdivisés notre travaille en quatre chapitres :

Introduction générale.

Chapitre 1 : considération générale de la zone d'étude.

Chapitre 2 : généralités sur les eaux usées.

Chapitre 3 : présentation et fonctionnement de la station d'épuration d'El Bayadh.

Chapitre 4 : analyse chimique et interprétation des résultats.

Conclusion générale.

CHAPITRE 01 :
Considération
générale

I.1 Introduction

La wilaya d'El Bayadh avec une superficie de 49725 hectares, est située à 385 KM de la capitale régionale Ouest (Oran) et à 620 KM de la capitale nationale (Alger). elle se nommait GERYVILLE, et fait partie des hautes plaines steppiques oranaises, et localisée dans la partie nord de l'atlas saharien.

I.2 Situation géographique

Géographiquement, la Wilaya est comprise entre les parallèles 30° 42'et 34° 28' de l'altitude Nord et entre les méridiens de longitude 0° 24' à l'Ouest fuseau 30 et 2° 16' à l'Est fuseau 31.Elle s'étend sur une superficie de 71 697 km², soit 3 % du territoire national. et est dominée par les trois monts du djebel Amour de la chaîne Atlas

Saharien, le Boudergua 1873 mètres, majestueux par sa masse avec ses vestiges du poste optique, El Ouastani 1878 mètres et le grand Ksel avec 2008 mètres.

I.2.1 Localisation générale

Conformément à la loi n° 09/1984 du 04 Février 1984 relative à l'organisation territoriale des wilayas, elle est limitée : (figure 1)

- Au Nord : Saida et Tiaret
- A l'Est : Laghouat –Ghardaïa
- A l'Ouest : Sidi Bel Abbés –Naama
- Au Sud-ouest : Bechar
- Au Sud-est : Adrar

I.2.2 Localisation locale

La station d'épuration d'El Bayadh et localisé dans la zone de Kheneg Azir, sur le flanc Nord de Oued El Bayadh .Dans une superficie de 16 hectares (figure 2).

I.2.3 Localisation coordonnées GPS :WGS: 8431 S

X: 312634,00 m

Y: 3730949,00 m

Z: 1261,00 m

I.3 La géomorphologie

L'occupation de sol dans la région d'El Bayadh, comme pour l'ensemble du territoire steppique algérien, est fortement liée à la géomorphologie. Trois formes physiographiques importantes se dégagent en liaison avec la structure géologique et la nature des roches qui constitue le substratum géologique :

- Les djebels, collines et sommets.
- Les surfaces plus ou moins planes.
- Les dépressions.

La géomorphologie de la région d'El Bayadh est caractérisée par la présence de 2 à 4 glacis d'érosion bien développés et emboîtés, occupant les synclinaux.

L'endoréisme est relativement fréquent. La zone steppique correspond également à l'existence de superficies appréciables soumises à l'érosion et à la sédimentation Éolienne. Ces deux facteurs coexistent avec les phénomènes d'érosion et de sédimentation Hydrique. Dans ce contexte la morphologie éolienne ne prend cependant ni l'ampleur, ni la Généralisation qu'elle développe dans la zone hyper-aride (**Djelaila, 2008**).

I.4 Démographie

La population de la wilaya à la fin de l'année 2014 est de 305 600 habitants, par une densité de 4,26 hab / km² (**DPSB ,2014**). cette situation traduit une évolution importante de la population dans la mesure où en 44 ans, elle a doublée à un rythme moyen annuel absolu de 5.167 habitants (**DPAT,2010**).

I.5 Hydrogéologie de la région

L'hydrogéologique d'El Bayadh permet de distinguée deux types des aquifères :

I.5.1 Aquifères monocouches : Selon leurs discontinuités et leurs types de porosités ont subdivisées en trois classes :

a) Aquifère continu à porosité intergranulaire : il est d'âge Quaternaire à une faible perméabilité.

b) Aquifère discontinu à porosité de fissures et karstique : selon leur perméabilité, il est divisé en deux sous classes :

- Aquifère de perméabilité faible d'âge Mio- Pliocène et turonien
- Aquifère de perméabilité moyenne : on peut citer de bas en haut trois aquifères :
 - Aquifère d'âge Jurassique Supérieur (Kimméridgien)
 - Aquifère d'âge Crétacé Inférieur (Berriasien-Hautérvien)
 - Aquifère d'âge Crétacé Inférieur (Hauterivien-Barrémien)

c) Aquifère continu et discontinu à porosité de fissure et intergranulaire : ils existent deux aquifères selon leurs perméabilités est dessiné en :

- L'aquifère Albien qui constitue le principal aquifère grâce à une forte perméabilité vue leur épaisseur et leur extension.
- L'Aquifère de Jurassique supérieur de faible perméabilité.

I.5.2 Système aquifère multicouches :

Il est présenté par des aquifères continus et discontinus profonds qui ont d'âge Quaternaire et Holocène.

I.6 Géologie de la région

La nature géologique de l'assiette d'El Bayadh est constituée d'argile, de grès et des dépôts Lacustres, avec des séries de base qui sont souvent constituées de gypse. Les sols sont très épais sur croûte calcaire, bas fond de dayas à sol parfois limoneux et alluvionné plus profonds.

Les schémas structuraux typiquement Atlasiques sont bien représentés dans cette région, par une succession de synclinaux et d'anticlinaux étirés et faillés, de direction générale Sud-Ouest-Nord - Est.

Les faciès reconnus sont d'âge Jurassique- Crétacé recouverts par des terrains Mio-Pliocène et Quaternaire de remplissage.

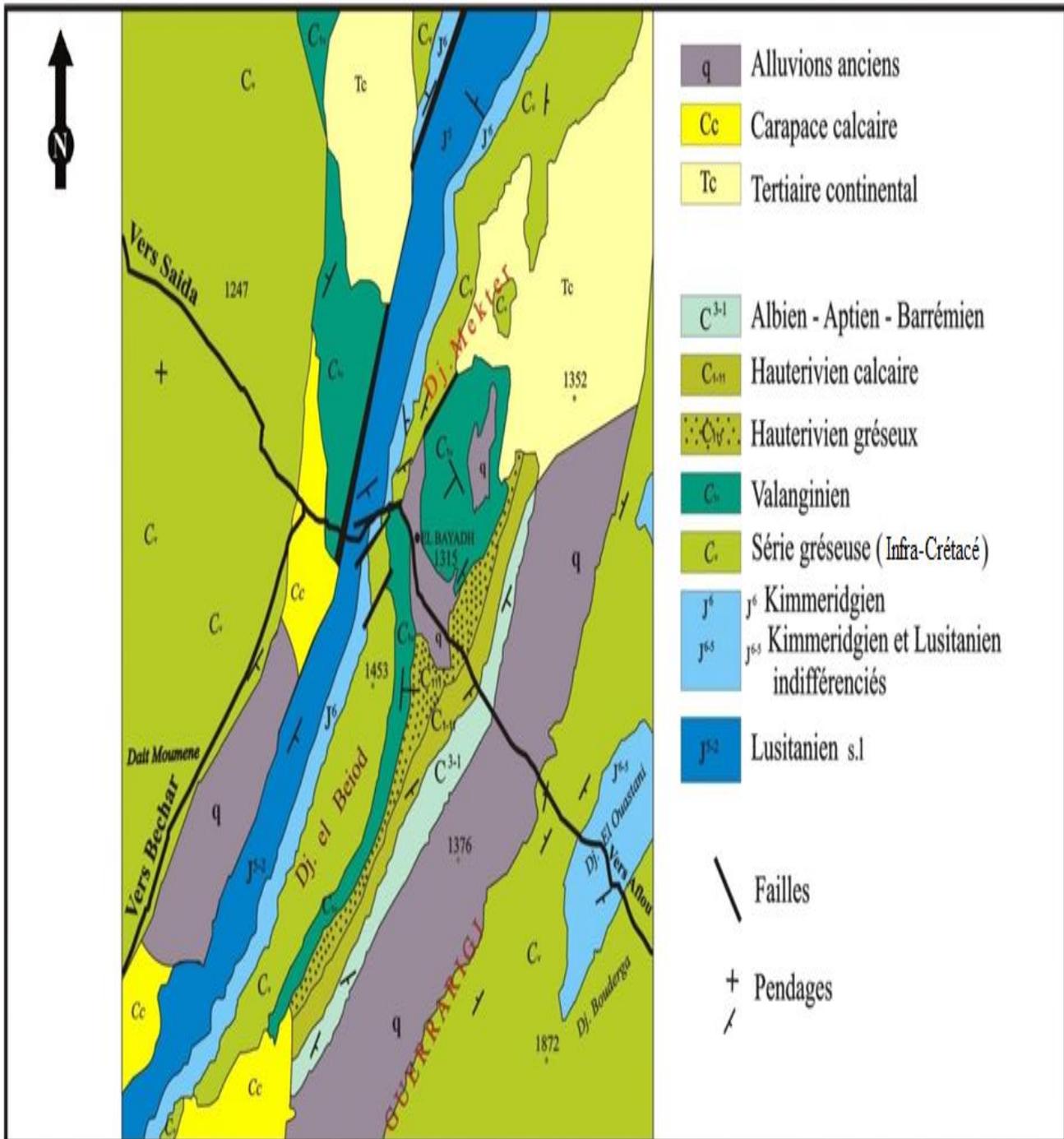


Figure 3 :Extrait de la Carte géologique d'El Bayadh au 1/200.000 (CORNET, 1952).

I.6.1 Le Trias

Il est localisé généralement au cœur des anticlinaux en contact anormal, sous forme de diapirs ou des éjections le long des accidents tectoniques. Il est présent au flanc nord de Dj. Aïssa et à l'extrémité NE de Dj. Gantara.

I.6.2 Le Jurassique

- **Lias:** les dépôts sont observés dans la partie occidentale de la Wilaya, au niveau du Djebel Souiga et Melah. Les terrains sont représentés par des dolomies et des calcaires (300 m, d'épaisseur).
- **Doger:** il affleure dans la même région, constitué de dolomies cristallines très dures ayant une épaisseur de 300 m.
- **MaIm:** Callovo-oxfordien: formé principalement par des grès de teinte grise très durs, à intercalations d'argile et de calcaire, la épaisseur varie de 800 à 1500 m.
- **Kirméridgien:** il est composé de deux faisceaux :
 - Un faisceau inférieur constitué par des argiles gréseuses verdâtres à petits bancs de calcaire, la épaisseur varie de 125 à 200 m.
 - Un faisceau supérieur constitué d'une alternance de bancs de grès avec des argiles gris verdâtre de 600 à 650 m d'épaisseur.

I.6.3 Infra Crétacé

Il s'agit de 500 à 600m de grès compris entre les calcaires kimméridgiens et les premiers bancs marneux attribués aux Crétacé inférieur (CORNET, 1952).

I.6.4 Crétacé

Cet âge est bien développé dans la région:

- **Valanginien-Hauterivien :** il est marqué par deux faisceaux:
 - Faisceau inférieur : formé d'argile verte à petits bancs de calcaire gris et Jaunâtre
 - Faisceau supérieur: représenté par une alternance de grès et d'argiles à petits bancs de calcaire.
- **Barrémien - Aptien:** ils sont composés de grès alternant avec des argiles de couleur rouge brun.
- **Cénomaniens :** cet étage comprend deux formations :
 - La formation inférieure est caractérisée par une sédimentation de grès verdâtres et gris brunâtre, à intercalation d'argile.
 - La formation supérieure est représentée par des bancs de gypses de 0.1 à 2.5m d'épaisseur.
- **Turonien:** les terrains sont représentés par une assise de calcaire pélitomorphe, massif et dur, de 30 à 120 m d'épaisseur.

I.6.5 Quaternaire

- ✓ Le Quaternaire est une période d'érosion et de démantèlement, il est formé par :
- ✓ les piémonts et colluvions, constitués de cailloutis formant les brèches de pente ;
- ✓ les dépôts de comblement ;
- ✓ les alluvions anciennes et formations tufacées (Quaternaire ancien) : attribuées au Plio-Quaternaire et Quaternaire ancien, constituées par des formations argilo sableuses et conglomératiques ainsi que des alluvions connues sous le terme de «Formations tufacées» (**D.Galmier 1972**) ;
- ✓ les alluvions modernes (Quaternaire récent), constituées de sables, jalonnent les lits des oueds ;
- ✓ les formations dunaires : ces accumulations sableuses constituent les dunes;



Figure 4 : log stratigraphie de la région d' ElBayadh(ATLAS KSEL)

I.7 Structural tectonique de la région

Au plan tectonique notre secteur d'étude fait partie d'un synclinal à fond plat et en forme de « coffret » sépare les anticlinaux, dont les crêtes forment les Djebels actuels (Dj. El Biod, Dj. Mekter, Dj. Bou Derga, Dj. Ksel...).

La région d'El Bayadh a subi des poussées latérales et obliques. Elle est définie comme une zone de faille longitudinalement avec surélévation de la lèvre SE. Par la suite, deux poussées profondes verticales, au SW et au NE de la ville se sont manifestées essentiellement sous la lèvre NW, en position de basse. Ces deux poussées ont pu provoquer les bombements du Kimméridgien moyen gréseux avec étirement et diminution de puissance.

La poussée SW paraît avoir interrompu le Kimméridgien moyen gréseux. Ces deux poussées pourraient être la cause du compartiment gréseux décalé au-dessus du Kimméridgien moyen gréseux et ont suivi le mouvement pour être plus tard soumises aux phénomènes d'érosion d'âge tertiaire et quaternaire (BORUSALI et FIFRA ,2012) .

I.8 Climatologie de la région

Climatologie est l'étude du climat, de ses variations et de son impact sur diverses activités dont (sans exhaustivité) celles qui affectent la santé humaine, la sécurité et le bien-être. En un sens restreint, le climat peut être défini comme le temps qu'il fait en moyenne. En un sens plus large, c'est l'état du système climatique. Le climat peut être décrit en termes de descripteurs statistiques de la tendance centrale et de la variabilité d'éléments pertinents comme la température, les précipitations, les vents ou au travers d'une combinaison d'éléments comme les types de temps caractéristiques d'un lieu, d'une région ou du monde pour une période de temps déterminée (OMM.1990).

la station d'El Bayadh dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Altitude:**1341m**
- Longitude:**1 0 00E**
- Latitude: **33040**

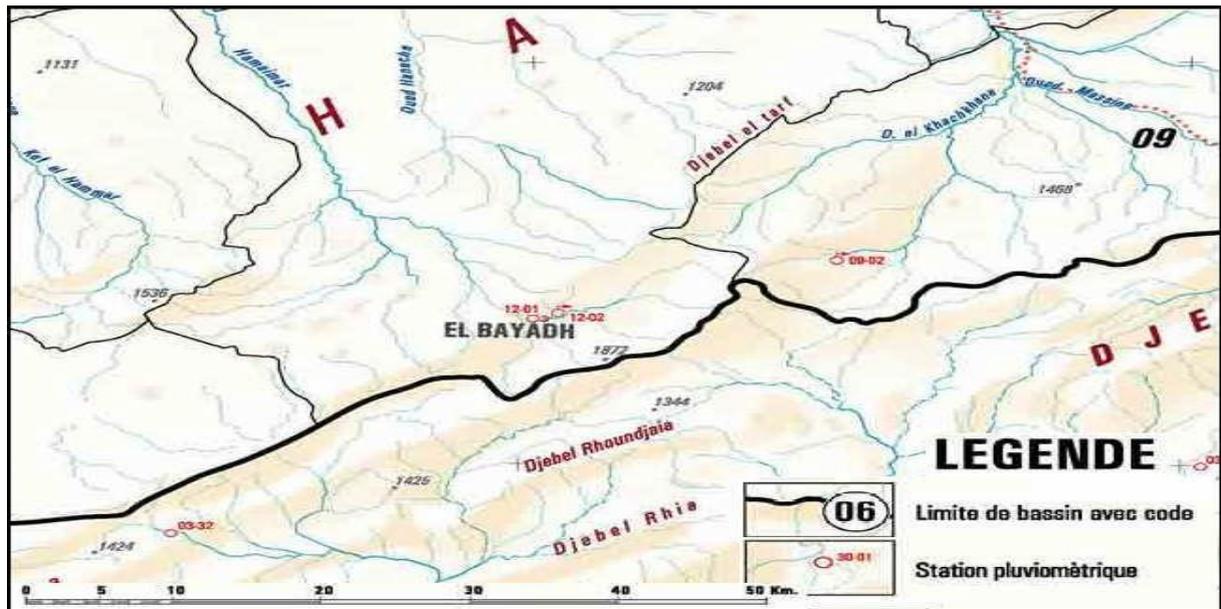


Figure 5 : Localisation de la station pluviométrique d’El Bayadh (La direction des ressources en eau d’El Bayadh).

I.8.1 La température

La température est une grandeur intensive, qui peut être mesurée de deux façons différentes.

- A l’échelle atomique, elle est liée à l’énergie cinétique moyenne des constituants de la matière.
- Au niveau macroscopique, certaines propriétés des corps dépendant de la température (volume massique, résistivité électrique, etc...) peuvent être choisies pour construire des échelles de température (CIRA.2007).

I.8.1.1 Températures moyennes mensuelles maximum et minimum

Tableau 1: Répartition de la température pour l’année 2011.

(Source : Centre climatologique d’El Bayadh)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
T _{max} (°C)	12,2	10,3	13,8	21,4	23,0	28,2	34,0	34,4	30,7	19,6	13,2	9,6
T _{min} (°C)	1,7	0,7	3,7	10,1	12,1	15,5	20,9	20,6	17,1	9,1	5,2	3,5
T _{moy} (°C)	6,95	4,8	8,75	15,75	17,55	21,85	27,45	27,5	23,9	14,35	9,2	6,55

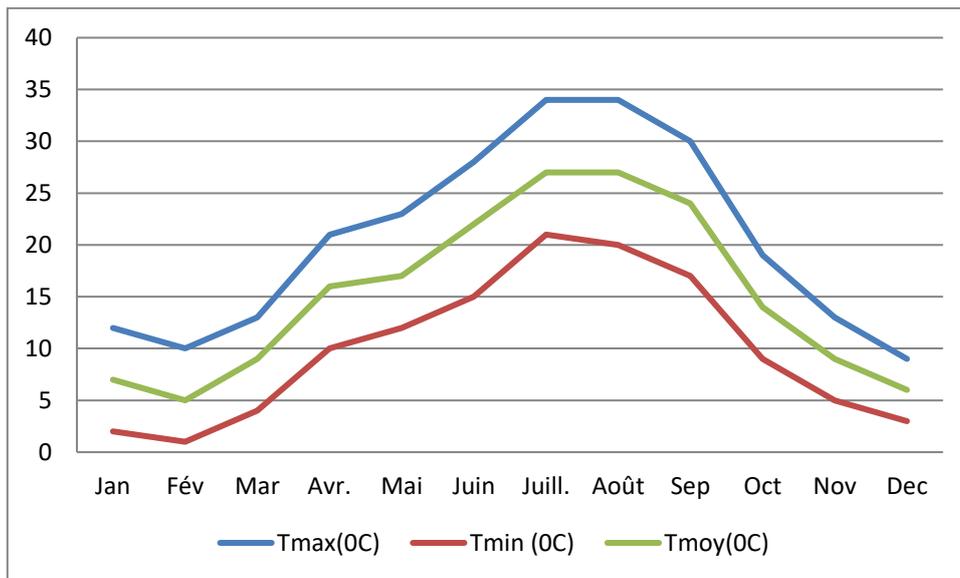


Figure 6: Courbe de Variations des différentes températures mensuelles.

La température minimale est enregistrée durant le mois de février avec 0,7 °C .La température maximale pointe au mois de aout avec une moyenne de 34,4 °C. La moyenne annuelle est de 15,38°C.

I.8.1.2 Températures moyennes annuelles

Tableau 2 : Température moyennes annuelle de la station d’el Bayadh 2003_2014 (station météologique d’ElBayadh)

<i>Année</i>	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
T moy (C°)	15,42	15,1	15,7	15,58	16,11	15,38	15,3	16,1	15,22	15,44	14,9	15,9

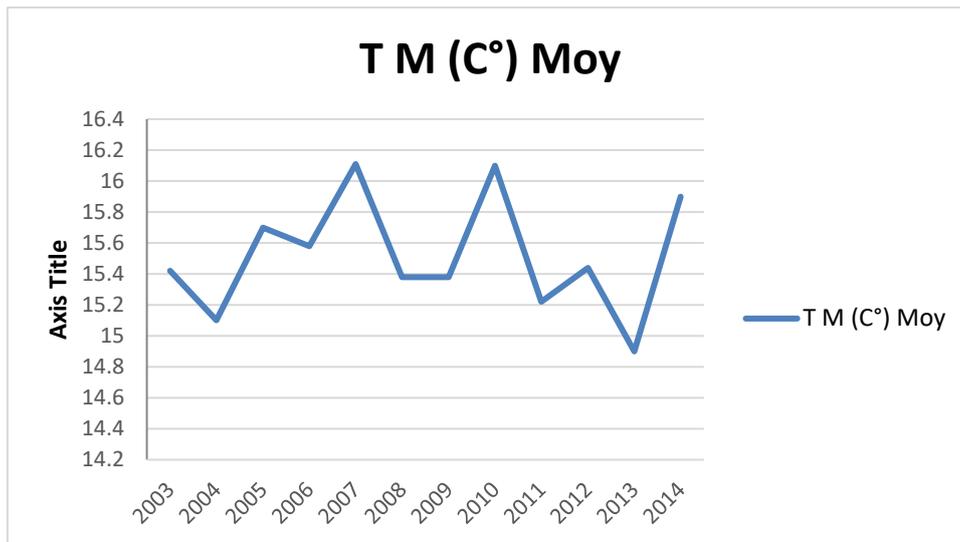


Figure 7: Température moyennes annuelle de la station d’el bayadh 2003_2014

Pour les températures moyennes annuelles, on peut noter une variation, de 14,9°C un minimum durant l’année 2013, et un maximum de 16,1°C pour l’année 2007

I.8.2 L'humidité de l'air

L’humidité relative mensuelle moyenne enregistrée dans la région El Bayadh varie entre 27% pour le mois de juillet (saison sèche) et 70% pour le mois de décembre (saison humide) (El Zerey, 2012).

Tableau 3 : l’humidité relative en % (période 1973-2000)

Mois	J	F	M	A	Mai	JU	JUL	Au	S	O	N	D	Moy
H (%)	69.3	68.1	58.8	49.1	46.7	37.6	25.9	29.8	41.5	55.5	63.5	70.2	51.33
T	4.56	6.52	8.48	12.04	16.88	22.58	24.48	25.81	21.51	14.72	9.24	5.78	14.38

(Centre climatologique d’Elbayadh.)

L’humidité relative au niveau d’El Bayadh est de 51.33%, le mois le plus humide est janvier tandis que le mois le plus sec est juillet.

I.8.3 L'insolation

A la station d'El Bayadh on dispose des données d'insolation (période 1973-2000) représente les heures d'insolation mensuelles

Tableau 4: Durées quotidiennes d'insolation (heures)

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Jui	Jul	Aut	Sép	Oct	Nov	Déc
Durée (h)	58.4	62.26	74.14	84.91	95.08	109.83	99.38	89.43	89.43	77.43	66.91	57.87

(Centre climatologique d'El bayadh.)

La répartition de la durée moyenne quotidienne d'insolation présente un maximum en juin avec 109.83 heures et un minimum en décembre avec 57.87 heures.

I.8.4 Le vent

Le vent est un des éléments les plus caractéristique du climat, mais il est également un de ceux dont l'observation et l'étude rencontre le plus de difficulté.

Les vents dominants proviennent le plus souvent du secteur Sud-Est, pendant la période humide, le vent dominant est celui du nord-ouest, les vitesses globales entre 12 et 30 m/s.

Tableau 5 : repartitions des vents (1978-1983)

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Dec
1978-1983	30	23	23	14	12	15	13	16	21	23	27	28

(Centre climatologique d'El Bayadh.)

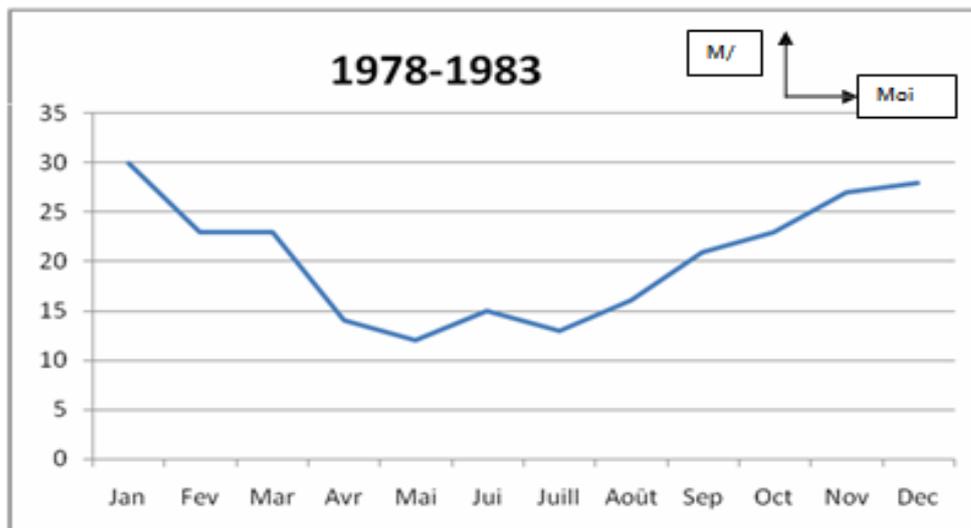


Figure 8 : Répartitions des vents

I.8.5 Précipitation

Les précipitations constituent la principale « entrée » des principaux systèmes hydrologiques continentaux que sont les bassins versants. Ce sont l'ensemble des eaux météoriques qui tombent sur la surface de la terre, tant sous forme liquide (bruine, pluie, averse) que sous forme solide (neige, grésil, grêle) et les précipitations déposées ou occultes (rosée, gelée blanche, givre,...). Elles sont provoquées par un changement de température ou de pression. Les précipitations peuvent être classées en trois principaux types :

Les précipitations convectives, les précipitations orographiques et les précipitations frontales.

Elles correspondent à différents mécanismes d'ascendance (formation des nuages) et présentent des caractéristiques d'intensité et de durée diverses. A l'échelle mondiale, on peut classer les précipitations en plusieurs régimes pluviométriques. Ces régimes sont définis à partir des précipitations moyennes annuelles ou moyennes mensuelles (André Musy, 2005).

I.8.5.1 Précipitations moyenne mensuelle

Tableau6 : Répartition moyenne mensuelle des précipitations

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Dec
Moyenne mensuelle des Précipitations (mm)	30,4	13,2	20,9	24	10,1	17,3	3,6	11,4	37,7	19,5	12,3	25,9

Source: Centre climatologique national Dar El Beida (Résumé annuel du temps en Algérie).

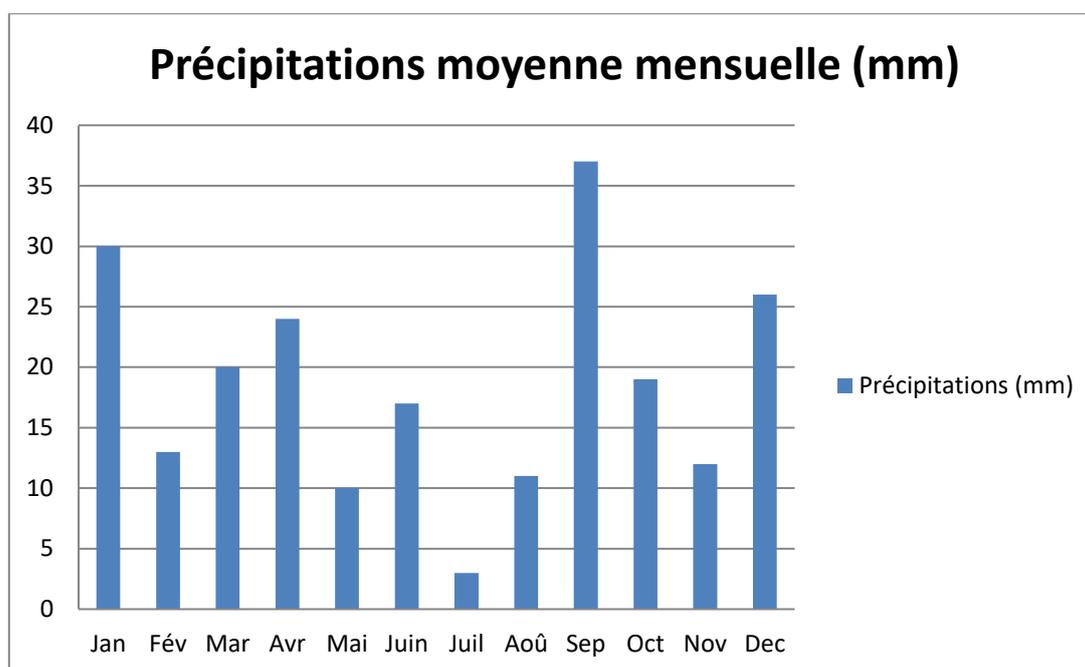


Figure9 : Répartition moyenne mensuelle des précipitations

Dans la région d'étude la moyenne des précipitation annuelles est égale a260,69mm. Les mois les plus pluvieux de l'année sont les mois de janvier, septembre, et décembre. Tandis que les mois de juillet et aout représentent les mois de faible pluviométrie.

I.8.5.2 Précipitations saisonnières

Pour apprécier la variation des précipitations ou le régime pluviométrique saisonnier de la région d'El Bayadh.

Tableau 7:Répartition des pluies saisonnières en pourcentage et en (mm)

Saison		Hiver	Printemps	Été	Automne	Année
P saisonnaire	mm	63.4	74.5	24.5	70.3	232.7
	%	27.2	32	10.5	30.2	100

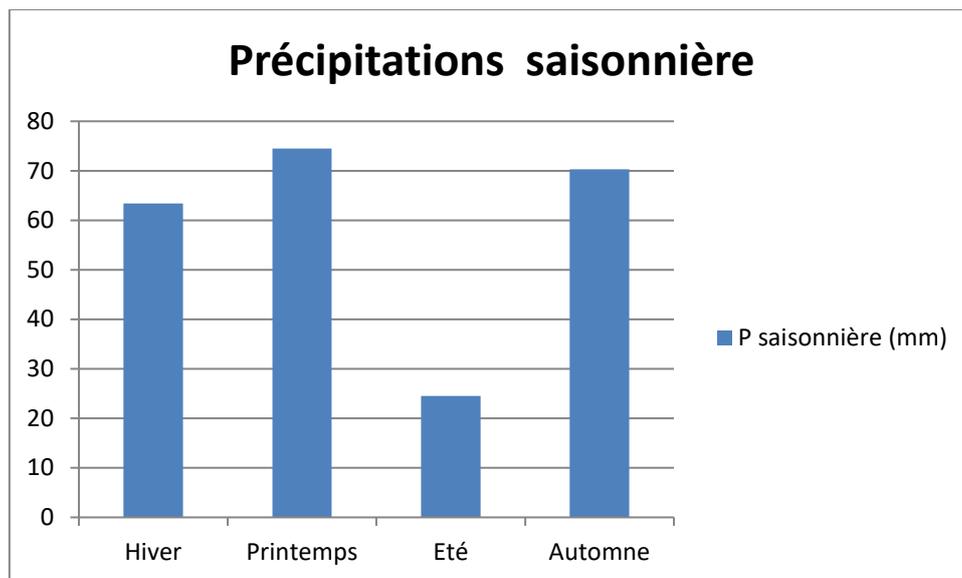


Figure 10 : Répartition saisonnières de la pluviométrie

Le saisonne le plus pluvieux de l'année est le printemps. Tandis que le saisonne d'été représente le saisonne de faible pluviométrie.

I.8.6 Indices climatiques généraux :

Pour calculer les différents indices climatiques, on a utilisé différentes méthodes, qui sont les suivantes :

I.8.6.1 indice de DEMARTONNE

DEMARTONNE en 1933 à introduit un indice d'aridité « I »

$$I = \frac{p}{T + 10}$$

Où : I: Indice d'aridité de DEMARTONNE ;

P : Précipitation moyenne annuelle ; P = 263,69 mm ;

T : Température moyenne annuelle ; T=15,38°C. On obtient un indice d'aridité de : **I=10,27**

Selon la répartition donnée par DEMARTONNE l'indice d'aridité (I) est compris entre

10 < I < 20.

L'utilisation de l'abaque de l'indice d'aridité de DEMARTONNE .Montre que notre région à un climat **Semi-aride**.

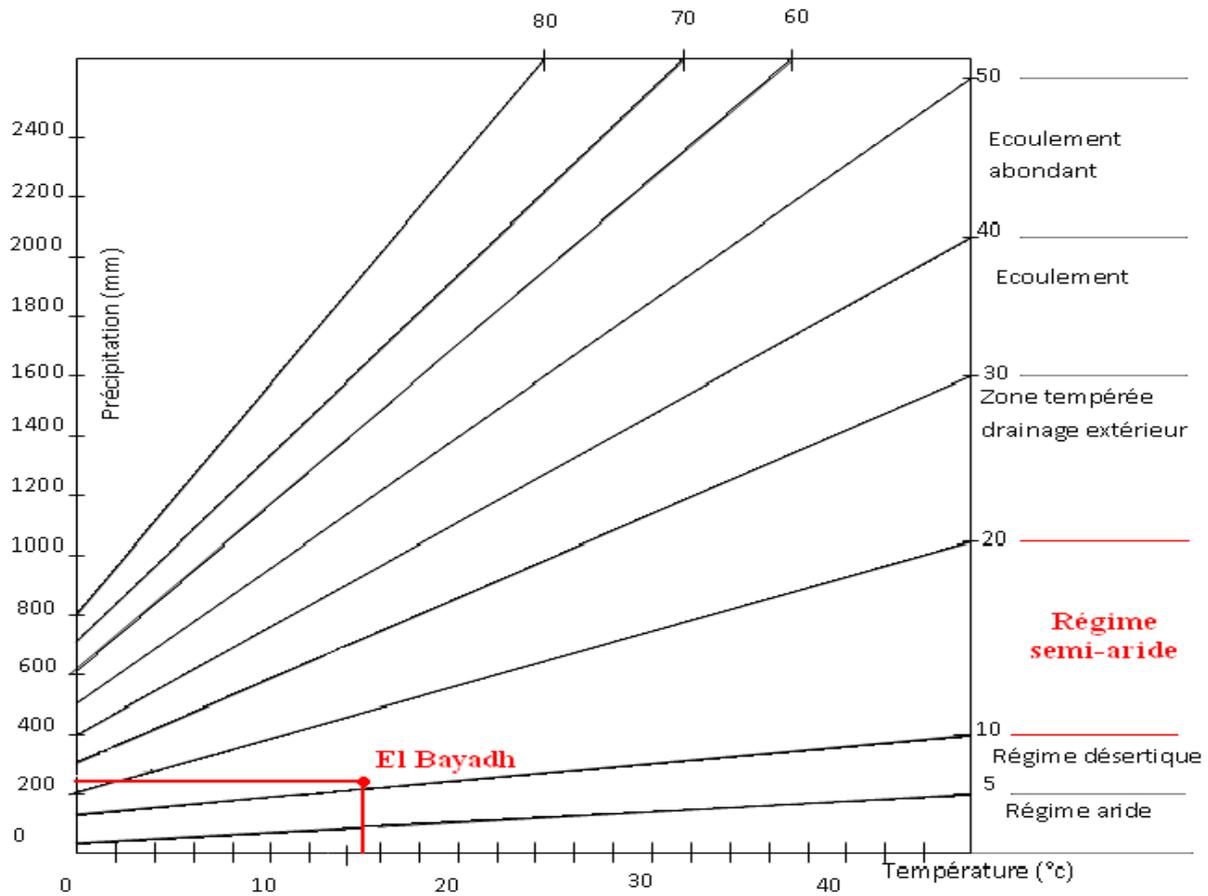


Figure11:abaque de l'indice d'aridité de DEMARTONNE

I.8.6.2 Indice d'EMBERGER

L'indice d'EMBERGER est donné par la formule suivante :

$$Q = \frac{p}{\frac{(M+m)}{2} + (M - m)}$$

Où:

Q : L'indice d'EMBERGER ;

- P : précipitation moyenne annuelle en (mm) : P= 263,69 mm
- M : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud en (°K) ;
- m : moyenne des températures minimales du mois le plus froid en valeur en(°K).

On a : $M=34.4 \text{ °C} = 293,84\text{°K}$ et $m= 0.7 \text{ °K} = 281,05 \text{ °K}$

La formule nous a permis de calculer l'indice d'EMBERGER : $Q = 57.09$.

L'utilisation de l'abaque de l'indice d'EMBERGER (Voir Figure 12), confirme que notre région a un climat « **Semi-aride** ».

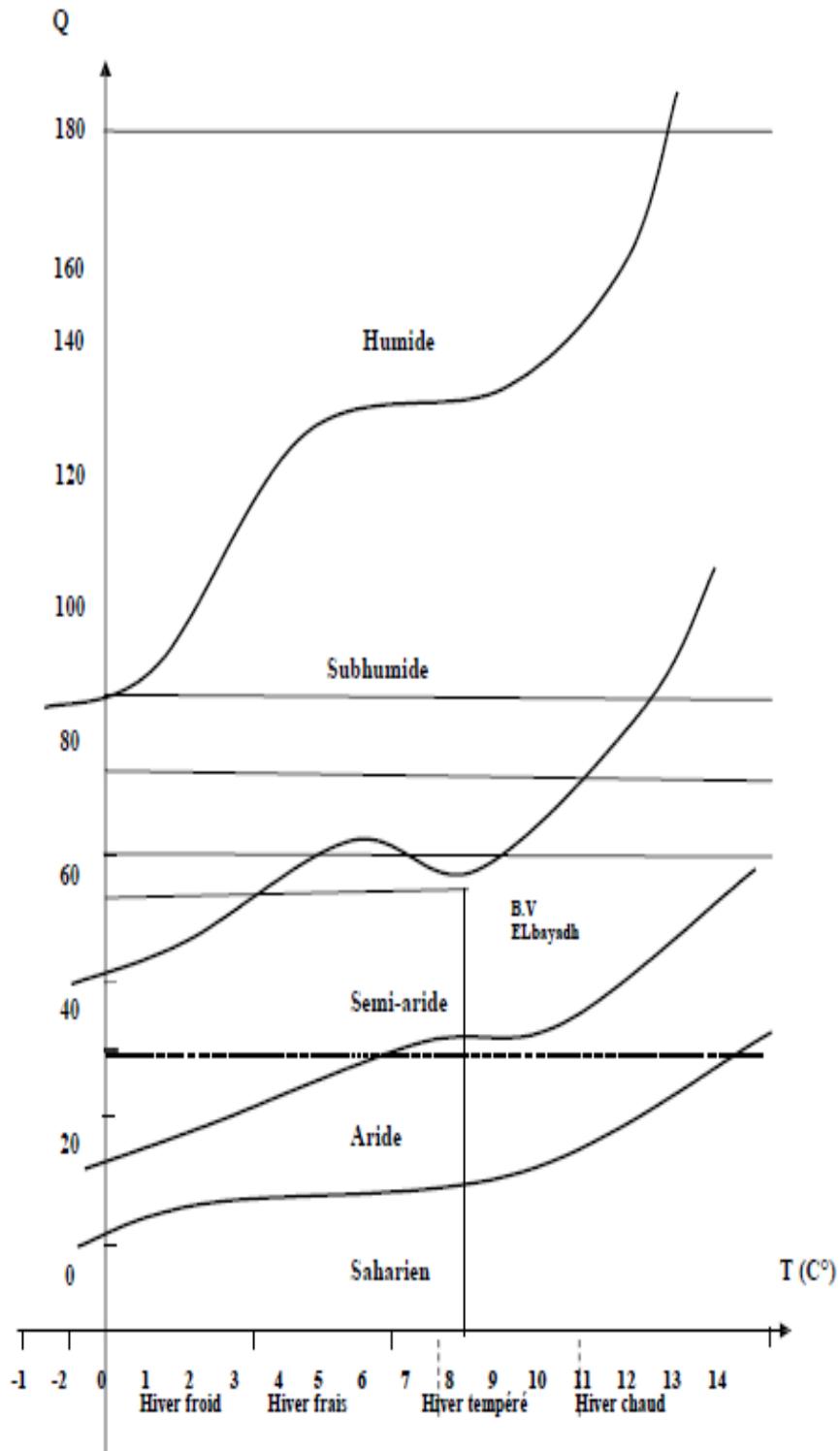


Figure 12 : Abaque de Climat gramme pluviométrique d'EMBERGER.

I.9 Conclusion

La région d'étude est caractérisée par un climat semi-aride, froid en hiver et chaud en été dont une température moyenne annuelle de l'ordre de 15.38°C. Les vents dominants ayant la direction (Sud-Est) et (Nord-Ouest) les vitesses globales entre 12 et 30 m/s. Une précipitation moyenne de 263.69mm.

CHAPITRE II :
Généralités sur les
eaux usées

II.1 Introduction

L'eau est considérée comme une ressource essentielle pour les êtres humains, utilisée non seulement comme support vital, mais aussi dans toutes les sphères de ses activités quotidiennes.

A l'heure actuelle, l'utilisation globale de l'eau, en additionnant les usages domestiques, industriels et agricoles, représente le chiffre impressionnant de 250 m³ par an et par habitant (Degrémont, 1989).

À cause de cette utilisation, l'eau reçoit chaque jour une quantité importante des polluants d'origines urbaine, agricoles et industriels, qui changent son état initial et peu à peu l'eau se raréfie et sa qualité dégrade donc elle devient inutilisable sauf si elle passe dans une station d'épuration pour diminuer au maximum de ces polluants.

Au cours de ce chapitre, nous allons donner une idée sur les eaux usées et les procédés de l'épuration des eaux usées domestiques.

II.2 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 ».

La composition des eaux usées est extrêmement variable en fonction de leur origine (industrielle, domestique, ...). Elles peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute, ainsi que de nombreux micro-organismes. En fonction de leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques et du danger sanitaire qu'elles représentent, ces substances peuvent être classées en quatre groupes : les microorganismes, les matières en suspension, les éléments traces minéraux ou organiques, et les substances nutritives .

L'épuration des eaux résiduaires est devenue une nécessité pour les raisons sanitaires, des raisons économiques et législatives et même pour préserver l'environnement. Pour raison, l'homme a créé des procédés d'épuration dont le but essentiel est l'élimination des matières

organique en solution et sous formes colloïdes et la réduction ou l'élimination des charge microbiennes et en particulier les micros organismes pathogène (Karoun ,2008).

II.3 Origine des eaux usées

Suivant l'origine et la qualité des substances polluantes, on distingue quatre catégories d'eaux usées :

II.3.1 Les eaux usées domestiques :

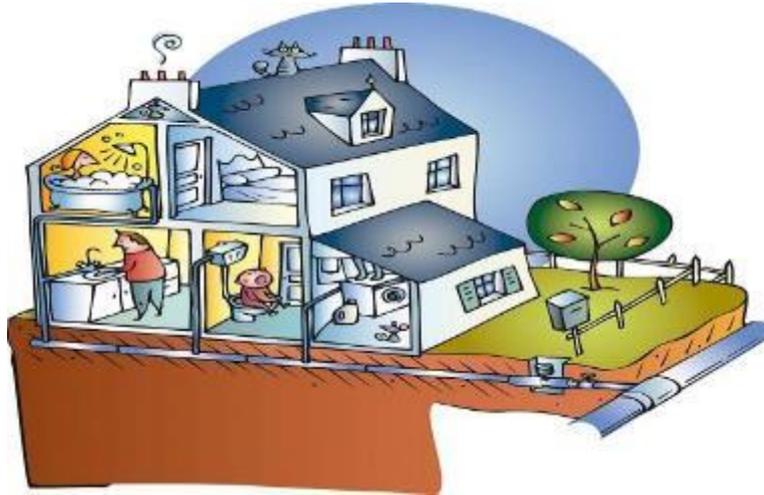


Figure 13 : Les eaux usées domestiques.

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont constituées essentiellement d'excréments humains, des eaux ménagères de vaisselle chargées de détergents, de graisses appelées eaux grises et de toilette chargées de matières organiques azotées, phosphatées et de germes fécaux appelées eaux noires.

II.3.2 Les eaux usées industrielles :



Figure 14: industrie

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus des matières organiques, azotées ou phosphorées, elles sont chargées en différentes substances chimiques organiques et métalliques. Selon leur origine industrielle elles peuvent également contenir :

- des graisses (industries agroalimentaires, équarrissage) ;
 - des hydrocarbures (raffineries) ;
 - des métaux (traitements de surface, métallurgie) ;
 - des acides, des bases et divers produits chimiques (industries chimiques divers, tanneries) ;
- des matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs).

Avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte, les eaux usées industrielles doivent faire l'objet d'un traitement. Elles ne sont mélangées aux eaux domestiques que lorsqu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des stations d'épurations.

II.3.3 Les eaux agricoles



Figure 15 : 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.

II.3.4 Les eaux pluviales



Figure 16 : figure des eaux pluviales

Les eaux de pluie ruissellent dans les rues où sont accumulées polluants atmosphériques, poussières, détritiques, suies de combustion et hydrocarbures rejetés par les véhicules. Les eaux de pluies, collectées normalement à la fois avec les eaux usées puis déversées dans la canalisation d'assainissement et acheminées vers une station d'épuration, sont souvent drainées directement dans les rivières entraînant ainsi une pollution intense du milieu aquatique.

II.4 Caractéristiques des eaux usées

Les eaux usées sont caractérisées en fonction de leur composition physique, chimique et biologique. Selon le niveau de polluants et les réglementations locales, un traitement physique, chimique et biologique est utilisé. La plupart du temps, les trois traitements sont combinés ensemble pour obtenir la meilleure qualité d'eau. Les caractéristiques des eaux usées varient considérablement d'une industrie à l'autre. Par conséquent, les caractéristiques particulières détermineront les techniques de traitement à utiliser pour satisfaire aux exigences en matière de rejets ou de conformité. En raison du grand nombre de matières polluantes, les caractéristiques des eaux usées ne sont généralement pas prises en compte pour chaque substance.

II.4.1 Caractéristiques physiques

II.4.1.1 La température

La température est un facteur écologique important du milieu. Elle permet de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (conductivité notamment). De plus en mettant en évidence des contrastes de température de l'eau sur un milieu, il est possible d'obtenir des indications sur l'origine et l'écoulement de l'eau. C'est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision (Dekhilsoror W, Ziabet M, 2013). En effet celle-ci joue un rôle dans la solubilité des gaz, dans la dissociation des sels dissous et

dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et les mélanges éventuels, etc. En outre, cette mesure est très utile pour les études limnologiques. Et d'une façon générale, la température des eaux est influencée par l'origine dont elles proviennent (superficielles ou profondes).

II.4.1.2 Les matières en suspension (MES)

Les matières en suspension sont constituées de toutes les particules organiques ou minérales véhiculées par les eaux. Elles peuvent être composées de particules de sable, de terre et de sédiment arrachées par l'érosion, de divers débris apportés par les eaux usées ou les eaux pluviales très riches en MES, d'êtres vivants planctoniques (notamment les algues).

II.4.1.3 La turbidité

La turbidité des effluents résiduaux et des eaux polluées est en général très élevée, elle ne peut de ce fait être exprimée en gouttes de silice ou de mastic. La turbidité est donc définie par absorptiomètre. La mesure est effectuée au moyen d'un spectrophotomètre à 720 nm, car à cette longueur d'onde l'influence de la couleur est négligeable. Pour éviter l'interférence due à la présence de grosses particules décantables, il convient de les éliminer au préalable par décantation (Ajeroud K, 2016).

II.4.1.4 La conductivité électrique

La conductivité électrique, en tant que paramètre brut, mesure la concentration en ions d'une solution. Plus il y a de sels, d'acides ou de bases dissociés dans une solution, plus sa conductivité sera élevée. Dans l'eau et l'eau usée, il s'agit surtout d'ions de sels dissous. La conductivité exprime ainsi la charge en sels de l'eau usée ou le degré de pureté d'une eau (www.anhydre.eu/wtw/conductivite).

II.4.2 Caractéristiques chimiques:

II.4.2.1 Potentiel d'Hydrogène (pH)

Le potentiel d'Hydrogène pH mesure la concentration en ions H⁺ de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14,7 étant le pH de neutralité. Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau. Le pH exprime le potentiel en hydrogène, indique la concentration en ion H⁺, il joue un rôle important dans (Hadeb B, 2015);

- Les propriétés physico-chimiques (l'acidité et l'alcalinité);
- L'efficacité de certains procédés (coagulation-floculation);
- Les processus biologiques.

II.4.2.2 Demande chimique en oxygène (DCO)

Elle s'exprime en milligramme par litre (mg/l) d'oxygène et correspond effectivement à la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder dans des conditions opératoires définies, les matières organiques présentes dans un échantillon donné. La valeur du rapport DCO/DBO indique le coefficient de la biodégradable d'un effluent, il permet aussi de définir son origine. Généralement la valeur de la DCO est :

DCO = 1.5 à 2 fois DBO pour les eaux usées urbaines.

DCO = 1 à 10 fois DBO pour tout l'ensemble des eaux résiduares.

DCO > 2.5 fois DBO pour les eaux usées industrielles.

La relation empirique de la de la matière organique (MO) en fonction de DBO5 et DCO est donnée par l'équation suivante :

$$MO = (2DBO5 + DCO) / 3 \text{ (I-1)}$$

II.4.2.3 Demande biochimique en oxygène (DBO5)

La DBO5 exprime la quantité d'oxygène consommée par les bactéries à 20°C et à l'obscurité pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablementensemencé, temps qui assure l'oxydation par voie aérobie. Pour la mesure, en prend comme référence la quantité d'oxygène consommée au bout de 5 jours c'est la DBO5 (**Arouche L, Touil T, 2018**).

II.4.2.4 Oxygène dissous (O2)

L'oxygène est l'un des paramètres particulièrement utile pour l'eau et constitue un excellent indicateur de sa qualité. C'est l'un des paramètres les plus sensibles à la pollution. Sa valeur nous renseigne sur le degré de pollution et par conséquent sur le degré de l'autoépuration d'un cours d'eau (**Hadef D, Hasni M, 2017**).

II.4.2.5 Potentiel redox

Le potentiel redox est mesurée en mV, il indique la force avec laquelle la solution de mesure agit en oxydation ou en réduction. Une valeur de tension négative signifie que la solution à un effet réducteur par rapport à une électrode étalon hydrogène. Une valeur positive indique que la solution agit en oxydation.

L'élimination de microorganismes (désinfection) étant en relation directe avec le pouvoir oxydant, on utilise avec succès le potentiel redox pour surveiller les procédés de désinfection. On effectue des mesures redox également en contrôle de la dénitrification d'eaux usées (détermination du point d'inflexion redox)(www.ahlbarn.pagesperso-orange.fr/docspdf/1502-1503) .

II.4.2.6 Nitrites (NO₂⁻)

Les ions nitrites (NO₂⁻) sont un stade intermédiaire entre l'ammonium (NH₄⁺) et les ions nitrates (NO₃⁻). Les bactéries nitrifiantes (nitrosomonas) transforment l'ammonium en nitrites. Cette opération, qui nécessite une forte consommation d'oxygène, est la nitrification. Les nitrites proviennent de la réduction bactérienne des nitrates, appelée dénitrification.

Les nitrites constituent un poison dangereux pour les organismes aquatiques, même à de très faibles concentrations. La toxicité augmente avec la température.

II.4.2.7 Nitrates (NO₃⁻)

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote organique dans l'eau. Les bactéries nitrifiantes (nitrobacters) transforment les nitrites en nitrates. Les nitrates ne sont pas toxiques ; mais des teneurs élevées en nitrates provoquent une prolifération algale qui contribue à l'eutrophisation du milieu. Leur potentiel reste néanmoins relatif à leur réduction en nitrates.

II.4.2.8 L'orthophosphate (OPO₄⁻)

Le phosphore est à la fois le métalloïde le plus nécessaire à la vie aquatique et celui qui se présente sous la forme la plus simple : celle de l'orthophosphate. La présence de phosphates dans les eaux naturelles est liée à la nature des terrains traversés, à la décomposition des matières organiques et à l'utilisation des détergents. La grande partie du phosphore organique provient également des déchets du métabolisme des protéines et de son élimination sous forme de phosphates dans les urines par l'homme (**Nectaire Lié Nyamsi T, 2004**)

II.4.2.9 Les sulfates (SO₄⁻²)

Les sulfates dissous dans l'eau proviennent de certains minéraux en particulier du gypse, où apparaît à partir de l'oxydation de minéraux sulfureux. La limite supérieure admise dans l'eau potable est 250 mg/l (**Sari H, 2014**)

II.4.3 Caractéristiques organoleptiques

II.4.3.1 La couleur

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. Les couleurs réelles et apparentes sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faible turbidité (**Rodier J, 2005**).

II.4.3.2 L'odeur

Toute odeur est un signe de pollution ou de présence de matières organiques en décomposition. L'odeur peut être définie comme **(Beldjilali F, Arab A, 2018) :**

- L'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles;
- La qualité de cette sensation particulière provoquée par chacune de ces substances.

II.5 Les principaux types de pollutions

II.5.1 Pollution chimique

La pollution chimique de l'eau est due essentiellement aux déversements de polluants organiques et des sels de métaux lourds par les unités industrielles. L'enrichissement des sols pour intensifier l'agriculture par diverses catégories d'engrais et de pesticides est également à l'origine de la pollution chimique des sources et des nappes souterraines. Ces substances exercent un effet toxique sur les matières organiques et les rendent plus dangereuses. Les polluants chimiques sont classés en cinq catégories:

- Les polluants chimiques dits indésirables (nitrates, les composés phosphorés et les sels ammoniacaux);
- Les polluants chimiques toxiques;
- Les pesticides et produits apparentés;
- Les hydrocarbures;
- Les détergents.

II.5.2 Pollution physique

IL s'agit d'une pollution qui se traduit par la présence des particules de taille et de matière très variés dans l'eau ; qui lui confèrent un caractère trouble. On distingue aussi les matières décantées (plus lourdes que l'eau elle-même), les matières flottables (plus légères que l'eau elle-même) et les matières non séparables (de même densité que l'eau).

Elle est due aux agents physiques (tout élément solide entraîné par l'eau). Elle regroupe la pollution mécanique (effluents solides), la pollution thermique (réchauffement de l'eau par usines) et la pollution atomique (retombées de radioéléments issus des explosions d'armes nucléaires, résidus des usines atomique et accidents nucléaires) **(Kesbi R, 20016)**

II.5.3 Pollution biologique de l'eau

II.5.3.1 Les bactéries

Les bactéries sont les microorganismes les plus communément rencontrés dans les eaux usées. Les eaux usées urbaines contiennent environ 10⁶ à 10⁷ bactéries /100 ml dont la plupart sont des proteus et des entérobactéries, 10³ à 10⁴ des streptocoques et de 10² à 10³ clostridium. La concentration en bactéries pathogène est très variable et peut atteindre 10⁴ germes par litre. Parmi les bactéries pathogènes les plus détectées, les salmonelles, dont celles responsables de la typhoïde, des paratyphoïdes et des troubles intestinaux (Belhamadi M, Seddik O, 2010)

II.5.3.2 Les virus

Ce sont des organismes infectieux de très petite taille (10 à 350 nm) qui se reproduisent en infectant un organisme hôte. Les virus ne sont pas naturellement présents dans l'intestin, contrairement aux bactéries. On estime leur concentration dans les eaux usées urbaines comprise entre 10³ et 10⁴ particules par litre. Leur isolement et leur dénombrement dans les eaux usées sont difficiles, ce qui conduit vraisemblablement à une sous-estimation de leur nombre réel. Les virus entériques sont ceux qui se multiplient dans le trajet intestinal; parmi les virus entériques humains les plus importants, il faut citer les entérovirus (exemple : polio), les rota virus, les rétrovirus, les adénovirus et le virus de l'hépatite A (Merzougui W, 2017)

II.5.3.3 Les protozoaires

Les protozoaires sont des organismes unicellulaires munis d'un noyau, plus complexes et plus gros que les bactéries. La plupart des protozoaires pathogènes sont des organismes parasites, c'est-à-dire qu'ils se développent aux dépens de leur hôte.

Certains protozoaires adoptent au cours de leur cycle de vie une forme de résistance, appelée kyste. Cette forme peut résister généralement aux procédés de traitements des eaux usées (Djeddi H, 2007).

II.6 Les sources de pollution

Tableaux 8 : les sources de pollution des eaux usées

Substances	Origines	Effets
Hydrocarbures Essences, huiles, fioul	Transports routiers, industries, accidents pétroliers, fuites lors des déchargements des pétroliers, lessivage par la pluie des zones urbaines (parking, route)	Altération des mécanismes physiologiques de tous les organismes vivants
Métaux lourds	Transports routiers, industries métallurgiques et pétrochimiques, peinture et carénage des bateaux	Affectent surtout les animaux Ralentissement de la croissance Altération des organes Classement par ordre de nocivité croissante : Hg>Ag>Cu>Cd>Zn>Pb>Cr>Ni>Co
Pesticides et Insecticides	Utilisation domestique, agriculture	Trouble du métabolisme et du système neurologique Altération des processus enzymatiques
Composés azotés et phosphatés	Agriculture, aquaculture, industries agroalimentaires, eaux usées domestiques	Phénomène d'anoxie et d'eutrophisation
Détergents	Eaux usées domestiques, industries	Affectent les plantes et les algues Effet amplifié si combinaison avec des hydrocarbures
Matières en suspension MES	Eaux usées domestiques, lessivages des sols, industries	Diminution apport de lumière

II.7 L'équivalent habitant (EH)

Un équivalent habitant correspond à la pollution quotidienne que génère un individu. Chacun est sensé utiliser 180 à 300 l d'eau par jour. La quantité de pollution journalière produite par un individu est estimée à 57 g de matières oxydables (MO), 90g de matières en suspension (MES), 15 g de matières azotées (MA), et 4g de matières phosphorées (MP). Enfin, la concentration des germes est généralement de l'ordre de 1 à 10 milliards de germes pour 100 ml (METAHRI Mohammed Saïd, 2012)

II.8 Les normes algériennes de rejet

Les eaux usées collectées, dans les réseaux urbains ou les eaux usées directement émises par les industries, ne doivent être rejetées dans un milieu récepteur naturel (rivière, lac, littoral marin, ou terrain d'épandage) quel ors qu'elles correspondent à des normes fixées par voie réglementaire.

Le Décret exécutif n° 93-160 du 10 Juillet 1993, du Journal Officiel de la République Algérienne réglementant les rejets d'effluents liquides. Les normes de rejets sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 9 : Normes de rejet des eaux usées dans un milieu récepteur (valeurs limites maximales) (source : journal officiel n° 93-160 juillet 1993).

Paramètres	Unités	Valeurs maximales
Température	°C	30
pH	-	5.5 à 8.5
MES	mg/l	30
DBO5	mg/l	40
DCO	mg/l	120
Phosphates	mg/l	2
Cyanures	mg/l	0.1
Aluminium	mg/l	5
Cadmium	mg/l	0.2
Fer	mg/l	5

II.9 Différents procédés d'épuration des eaux usées domestique

Plusieurs procédés d'épuration sont utilisés, dont les plus importants sont :

Assainissement autonome.

Dans les zones d'habitats dispersés, la collecte de la pollution est onéreuse. L'assainissement autonome est alors préconisé. Il est composé d'une fosse septique, suivi d'un épandage souterrain, constitué d'un drain ou de filtres à sable.

Lagunage.

C'est un procédé naturel d'épuration des eaux usées qui permet une séparation des éléments solides de la phase liquide par sédimentation et une épuration biologique due essentiellement à l'action des bactéries (lagunage naturel, lagunages aéré, lagunage facultatif et lagunage à haut rendement).

Traitement physico-chimique.

Il a pour objectif la séparation des particules solides des huiles et des acides gras.

Lits bactériens.

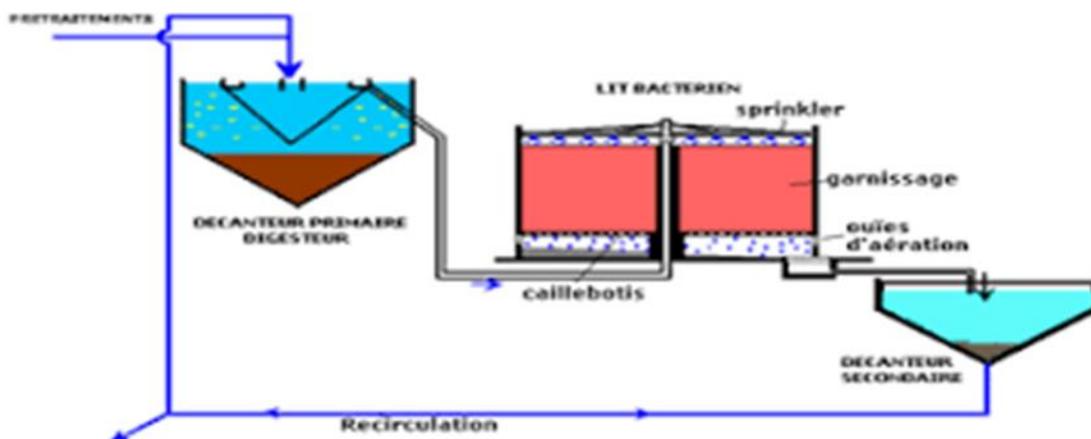


Figure 17 : Lit bactérien

Ils sont constitués d'un amas cylindrique de cailloux ou de galets, avec un dispositif d'arrosage au-dessus du lit, des dispositifs de drainage et d'aération sous le lit.

Traitement a boues activées.

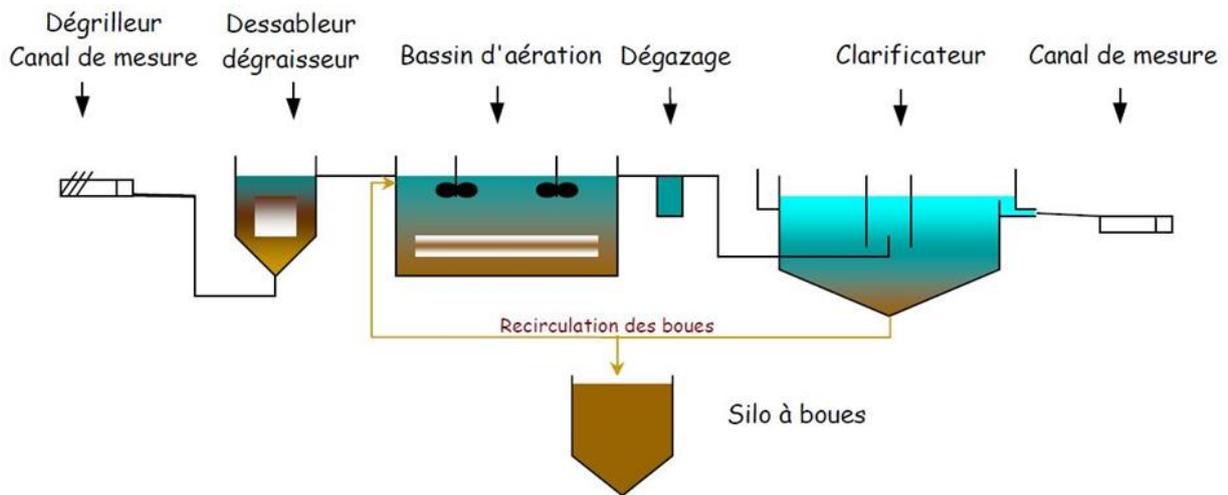


Figure 18: Station à boues activées

Ce principe repose sur la dégradation aérobie de la pollution par mélange des microorganismes épurateurs et de l'effluent a traité. Ce procédé est aujourd'hui utilisé dans la majorité des pays et surtout en Algérie.

Traitement a biofiltres.

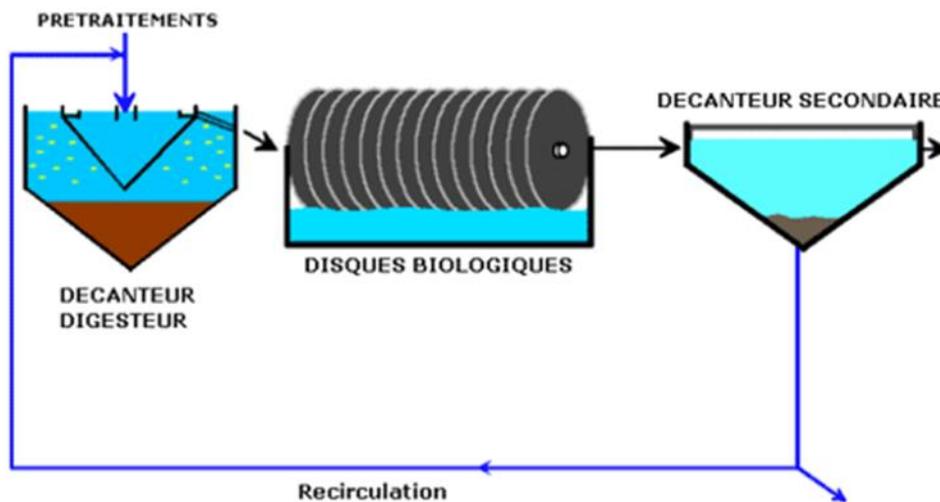


Figure 19 : Disques biologiques.

Ils ont pour but de décontaminer un milieu, dans ce cas l'eau passe au travers d'un système constitué de microorganisme qui captent et décomposent les particules polluantes.

II.10 Conclusion

On peut conclure que tous les différents procédés de traitements des eaux résiduaires existants de nos jours permettent d'obtenir une eau débarrassée d'une grande partie des polluants et des boues constituant un sous-produit de l'épuration.

L'eau épurée peut enfin être rejetée dans le milieu naturel sans risque majeur, puisqu'elle maximum des polluants est éliminé pendant les étapes d'épuration pour que la qualité de l'eau épurée conforme avec les normes de rejets.

Nous avons passé en revue les différentes étapes d'une station d'épuration des eaux usées, commençant par le prétraitement, traitement secondaires et les traitements tertiaires possibles selon la qualité des eaux usées.

CHAPITRE
III :Présentation et
fonctionnement de la station
d'épuration d'Elbayadh

III.1. Introduction

Une station d'épuration est une usine de dépollution des eaux usées avant leur rejet au milieu naturel, en général dans une rivière, elle fait partie du réseau d'assainissement. La station rejette finalement dans la nature une eau propre mais non potable. Les résidus de traitement sont récupérés sous forme de boues. Au cours de ce chapitre, nous allons donner une idée sur la situation de la STEP et les différents ouvrages existants.

III.2. Présentation de la station d'Épuration d El bayadh

Les effluents liquides de la ville de EL BAYADH sont issus d'un réseau de type unitaire.ces eaux usées sont amenées à la station d'épuration pour être épurée et clarifiée. La station d'épuration est mise en service le 04/12/ 2014, ce projet est inscrit dans le cadre de la opération algéro-espagnole, Implanté sur une superficie de 16 hectares dans la zone de Kheneg Azir, sur le flanc Nord de Oued El-Bayadh. Une extension de la STEP sera prévue pour l'horizon 2030.

La station présente une capacité de traitement de 7,19 millions m³/an des eaux usées, soit un traitement quotidien de plus de 19 670 m³/ jours, 123 100 eq/ha les eaux traitées seront destinées à l'irrigation de quelque 250 hectares de terres agricoles à Kheneg.



Figure 20:station d'épuration d'El Bayadh

III.2.1. Description de la Station d'Epuration d'El Bayadh

Les bases de dimensionnement de la S.T.E.P sont rappelées dans le tableau ci-dessous (ONA El Bayadh). :

Tableau 10: Caractéristiques de données de base (ONA El Bayadh).

Paramètre	Unité	Pointe 2020
Nombre d'habitant	H	123109,00
Equivalent habitant Eq.H	E q H	123109,00
Quantité d'eau usée par Equivalent habitant	L/J	160,00
Volume total d'eaux usées	m ³ /j	19697,44
Débit maximal d'eaux usées	m ³ /h	820,73
Facteur de pointe		1,67
Débit maximal d'eaux usées	m ³ /j	1367
Charges polluantes		
DBO ₅	g/Eh*j	55,00
DCO	g/Eh*j	137,50
MES	g/Eh*j	70,00
DBO ₅	Kg/j	6771,00
DCO	Kg/j	16927,5
MES	Kg/j	617,63
DBO ₅	mg/l	343,75
DCO	mg/l	859,38
MES	mg/l	437,50

La station traitera les eaux usées urbaines de la ville d'El Bayadh avec un volume journalier de 19 697,44 m³/j. Pour ce faire, l'installation permet :

- Le traitement de la pollution carbonée par boues activées à faible charge (aération prolongée),
- La désinfection des eaux épurées,
- Le traitement des boues par épaissement et déshydratation mécanique, avec lits de séchage en secours (ONA, El Bayadh).

III.3 Les étapes du traitement des eaux usées au niveaux de la STEP d'El Bayadh

III.3.1 Filière de traitement

La filière de traitement adoptée pour répondre à la capacité et aux niveaux de traitement définis précédemment, est un traitement classique par boues activées à faible charge suivant le procédé d'aération prolongée.

Du point de vue fonctionnel, le traitement par boues activées à faible charge est mis en œuvre comportant les postes suivants (figures 21 et 22):

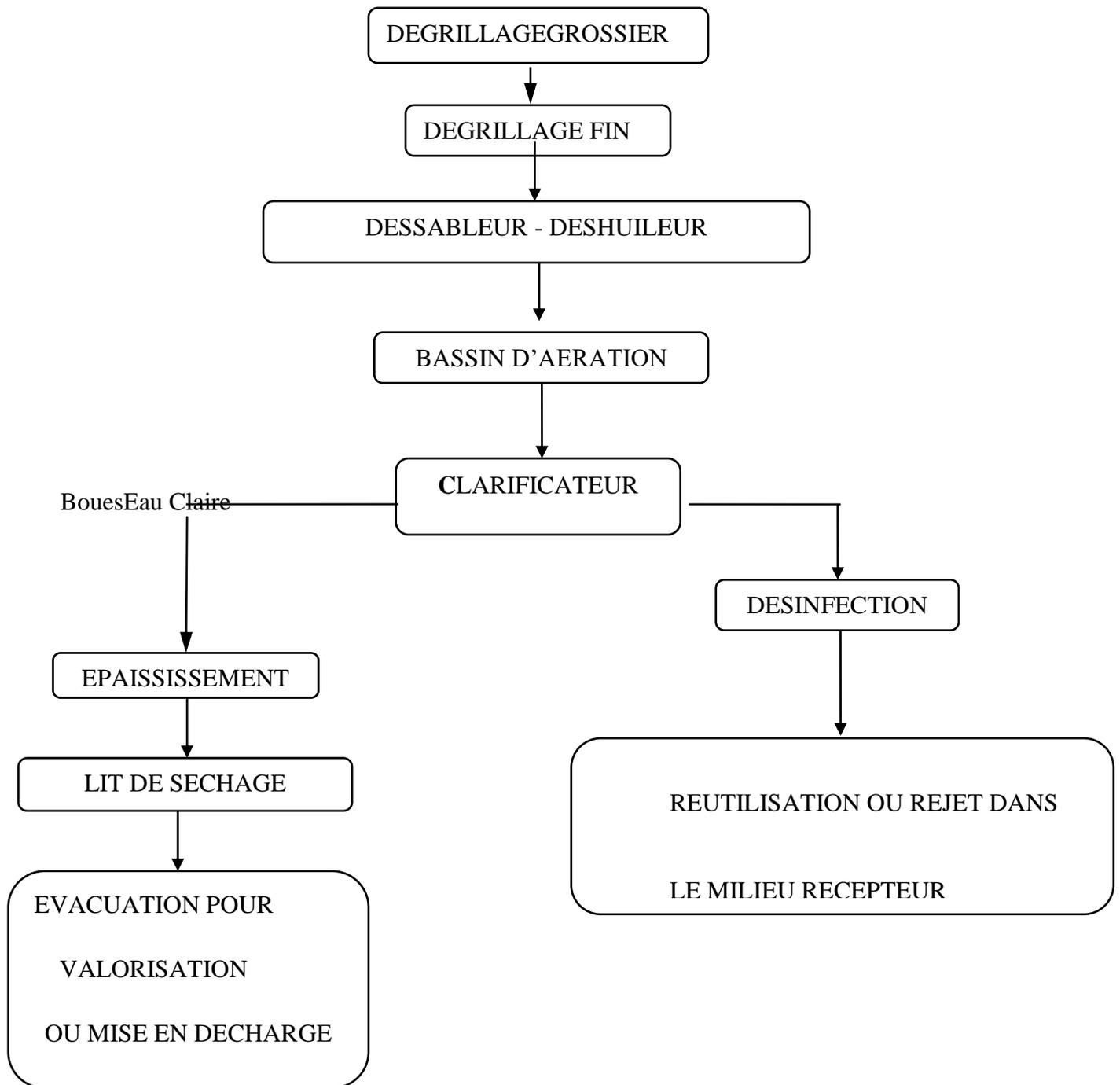
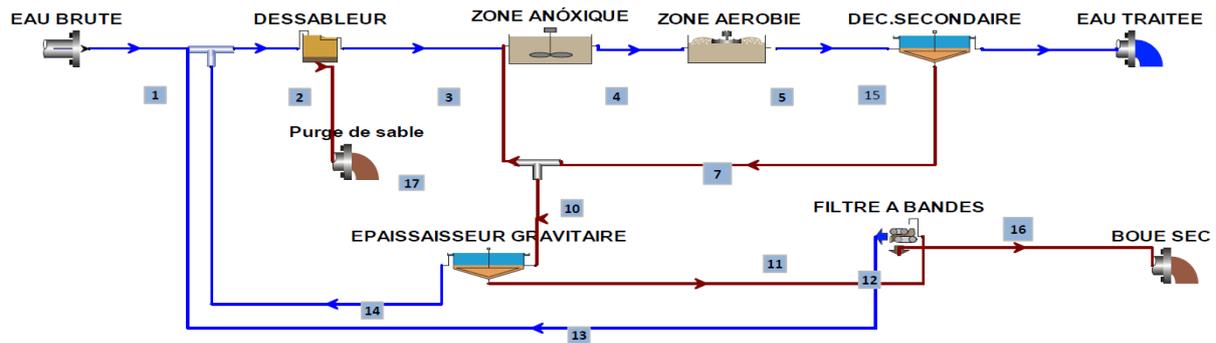


Figure 21 : Schéma du procédé d'épuration retenu



Filière d'eau	
Eau d'entrée STEP	1
Eau au dessablage-déshuilage (eau d'entrée + retours)	2
Bassin Biologique Zone anoxique	3
Bassin Biologique Zone aerobie	4
Sortie Bassin Biologique	5
Sortie Clarificatuer	6
Filière des boues	
Boues en excès	7
Recirculation	8
Évacuation des sables	9
Boues vers épaisseur hersé	10
Boues épaississés	11
Boues Deshydratées	12
Filière des eaux deversées et égouts	
Égouts filtres à bandes	13
Eaux deversées epaississur hersé	14
Efluents	
Eau traitée	15
Boues Deshydratées	16
Evacuation des sables	17

Figure 22: Les étapes de l'épuration des eaux usées au niveau de la STEP d'El Bayadh

III.3.2 Ouvrage d'arrivée

Les eaux usées de la ville d'El Bayadh sont véhiculées à travers d'une conduite DN 1200mm. De ce fait, il est prévu l'installation en tête de la station un ouvrage d'arrivée en béton armé en permettant évacuer vers l'oued les eaux brutes excédentaires au débit maximal de la S.T.E.P ($Q \text{ moyen} = 2462,17 \text{ m}^3/\text{h}$).

III.3.3 Prétraitement

Les eaux usées transportent des matières en suspension très hétérogènes et souvent volumineuses. Les prétraitements ont un rôle déterminant sur les conditions de fonctionnement de la station d'épuration. Ils doivent servir à éliminer la partie de la pollution la plus visible, gênante sur le plan de l'exploitation des ouvrages.

Les prétraitements au niveau de la STEP d'El Bayadh sont composés de:

- Un dégrillage;
- Un dessablage – déshuilage.

III.3.3.1 Canaux de dégrillage

Suite à la fosse à bâtards et pour éliminer les solides présents dans l'eau et protéger les installations des canaux de dégrillage grossier et fins sont prévus.

Ces canaux de dégrillage sont composés par:

- Deux canaux de 1 m de largeur équipés chacun des dégrilleurs mécanisés (figure 23). L'écartement entre barreaux est de 40mm pour le dégrillage grossier (figure 24) et 10mm pour le dégrillage fin (figure 25).

Ces canaux ont été dimensionnés pour traiter chacun la moitié du débit maximal de temps sec prévu.

- Un canal de by-pass de 2 m de largeur équipé des grilles manuelles assurant ainsi l'écoulement normal des eaux en cas d'intervention sur une grille automatique. L'écartement entre barreaux est de 80mm pour le dégrillage grossier et 20mm pour le dégrillage fin.

Afin de permettre un secours partiel lors des maintenances d'une grille, ce canal est capable d'accepter le débit de pointe de temps sec prévu.

Chaque canal est doté en amont et en aval des vannes type batardeaux. Les vannes des canaux by-pass sont mécanisées afin de permettre l'ouverture automatique en cas d'arrivée d'une crue sur la S.T.E.P. afin d'éviter le débordement des canaux.

Les déchets recueillis sont évacués vers des bennes d'évacuation de 5m³, une benne pour chaque type de dégrillage est prévue.

Les paramètres les plus importants des canaux de dégrillage sont regroupés dans le tableau 11.

Tableau 11 : Caractéristiques du canal dégrillage

	Dégrillage Grossier Mécanisé	Dégrillage Grossier Manuel	Dégrillage Fins Mécanisé	Dégrillage Fins Manuel
Nombre des canaux de dégrillage	2	1	2	1
Débit de traitement (m ³ /h)	973,59	1947,18	973,59	1947,18
Largueur unitaire du canal	1	2	1	2
Ecartement entrefer	40	80	10	20
Epaisseur des barreaux	15	15	8	10
Hauteur d'eau maximale à Qmax (30% Colmatations)	0,53	0,46	0,7	0,58
Vitesse de passage effective à travers de la grille à Qmax(30% colmatations)	1,11	1,07	1,11	1,05
Système d'extraction des Refus	VisConvoyeuse	Visconvoyeuse	Visconvoyeuse	Visconvoyeuse
Système de stockage des refus	Benne 5m ³	Benne 5m ³	Benne 5m ³	Benne 5m ³



Figure 23 : Grilles mécanisés



Figure 24: Grille grossière manuelle **Figure 25**:Dégrillage fin manuel.

III.3.3.2 Dessablage – Déshuilage

A l'issue de l'étape de dégrillage fin, les particules minérales (sable) de granulométrie supérieure à 200 micron, la matière organique agglutinée aux particules de sable et la flottation des déchets plus légers (graisses) sont séparés de l'affluent pour assurer l'étape du traitement biologique au moyen du dessabler- déshuileur.

L'ouvrage dessaleur - déshuileur composé de deux (02) files de traitement (tableau 12 et figure 26), comportent une zone d'aération ou l'air est insufflé dans la partie inférieure et une zone tranquilisée, destinée à l'accumulation et à l'élimination des huiles et graisses en surface. L'ouvrage est conçu pour traiter un débit total de 1.947,18 m³/h, correspondant au débit maximal à admettre sûr la station.

Le dessabler-déshuileur présente une section transversale trapézoïdale, avec des dimensions unitaires de 11,20 m de longueur, 3,8 m de largeur (2,8 m pour la zone d'aération et 1,0m pour la zone tranquillisée) et 2,85 m de hauteur effective.

L'ouvrage est doté d'aérateurs immergés pour le brassage des eaux, un nombre de deux (2) turbines d'aération de puissance unitaire 1,1 KW est prévu pour chaque file. La puissance de brasage est de 25,87 w/m³. Ce système permet d'assurer l'émulsion et la flottation de matières grasses contenues dans la masse d'eau. Les matières légères et les graisses sont repoussées par un système de raclage mécanique qui assure leur collecte et leur déversement directement vers un concentrateur à graisses d'une capacité de 40m³/h avant d'être stockées en benne avant leur évacuation vers une décharge.

Les particules de sables, accumulés au fond de l'ouvrage sont extraites par pompage pour être ensuite refoulées vers un classificateur d'une capacité de 50m³/h. La capacité unitaire des pompes à sable est de 25m³/h et leur fonctionnement est asservi par temporisation de fonctionnement.

Les égouts du classificateur à sable comme ceux du concentrateur de graisses sont véhiculés gravitairement vers une fosse de pompage en aval du bassin biologique. Ce poste permet de retourner ces eaux en tête du bassin biologique pour leur traitement.

Tableau 12 : Caractéristiques du canal dessablage – déshuilage

Typologie	Canal longitudinal aéré
N° de canaux dessablage	2,00
Pont racleur des graisses	Longitudinal
Largeur unitaire (m)	3,80
Largeur dessablage (m)	2,80
Longueur des canaux (m)	11,20
Largeur déshuilage (m)	1,00
Surface unitaire (m ²)	42,56
Surface transversale unitaire (m ²)	7,59
Volume total obtenu (m ³)	85,04
Charge Superficielle Q max (m ³ /m ² h)	22,88
Temps de séjour Q max (h)	5,24
Vitesse de passage Q max (m/s)	0,036
Système d'aération	Turbines
Nombre de Turbines par filles	2
Puissance de Brassage Adoptée (w/m ³)	25,87



Figure 26: Dessabler-déshuileur

III.3.4 Traitement Biologique

Le traitement biologique est de type boues activées à faible charge ou aération prolongée. Le bassin prévu est composé de deux (2) files de traitement en parallèles, isolables individuellement mais avec la possibilité de leur communication à moyen d'une vanne centrale qui permettra faciliter les travaux de maintien (figures 27 et 28).

Le bassin biologique a été conçu en deux zones :

- Zone de contact qui représente le 20% de la totalité du bassin biologique.
- Zone d'aération Cette aération nécessaire est assurée en surface par des turbines, il est prévu l'installation de huit (8) turbines de 50 CV chacune par file de traitement, donc un nombre total de seize (16).

Les paramètres de calcul de ces turbines a été adopter une capacité d'aération de 2,0KgO₂/KW absorbé et une puissance de brassage supérieure à 30w/m³.

- Zone de Dégazage

La zone de dégazage a été conçue pour un temps de séjour de 20 minutes. Ainsi le volume la zone de contact adopté est de 240 m³.

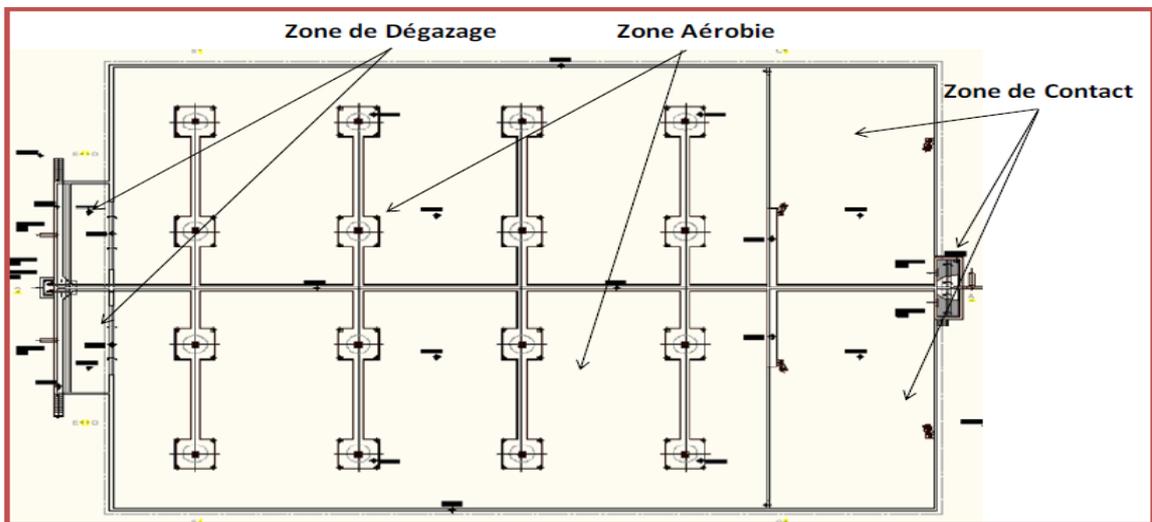


Figure 27: Basins d'aération



Figure 28: Bassin biologique (bassin d'aération)

Les paramètres de fonctionnement du traitement d'aération prolongée sont définis dans le tableau 13.

Tableau 13: Caractéristiques du bassin biologique (ONA El Bayadh)

Volume du bassin biologique adopté	V	22,912	m ³
Concentration MVS	M	4,0	kg/m ³
Charge massique	Cm	0,074	KgDBO ₅ /Kg MVS. Jour
Charge volumétrique des boues	Cv	0,296	m ³ /m ² /h
Temps de séjour à débit moyen journalier	Tr	27,917	Heures
Age des boues âge des boues	E	14,74	Jours
Production des boues en excès	P	6215,8	kg/jour

III.3.5 Clarificateurs

Il est envisagé deux (2) clarificateurs circulaires (figure 29), dont un diamètre unitaire de 33,0 m et une hauteur chacun de 4,0 m en périphérie. Les paramètres de fonctionnement les plus importants des clarificateurs sont regroupés dans le tableau 14.

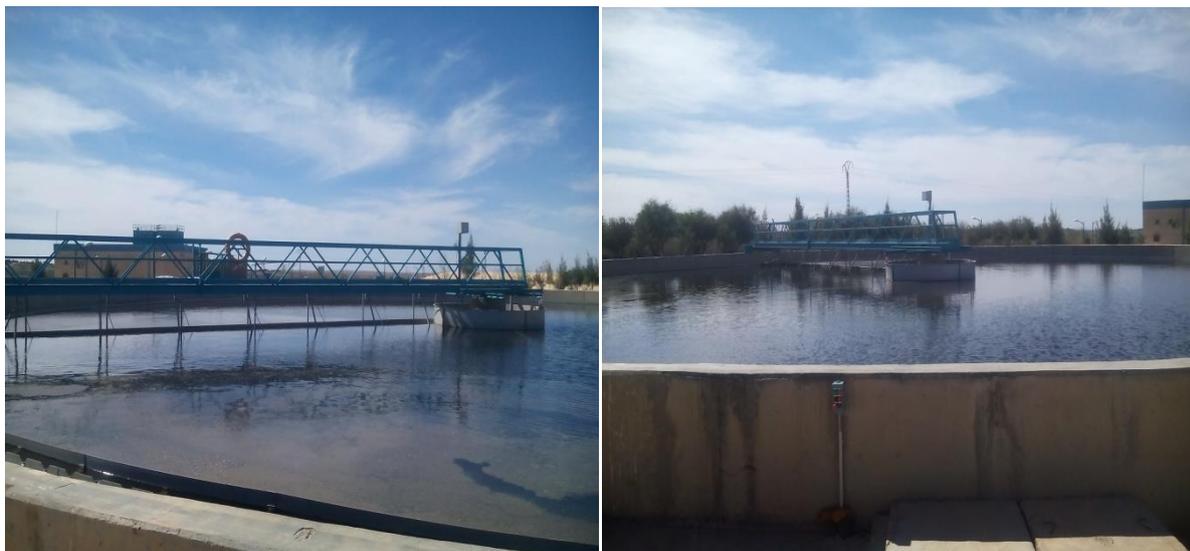
Tableau 14: Caractéristiques du clarificateur

Typologie	Pont racleur radial
Diamètre (m)	33,0
Hauteur au niveau périphérie (m)	4,0
Volume unitaire (m ³)	3,892
Vitesse ascensionnelle Q moyenne (m/s)	0,56
Vitesse ascensionnelle Q pointe (m/s)	0,88
Charge superficielle massique Q moyenne (KgMS/m ² h)	1,92
Charge superficielle massique Q pointe (KgMS/m ² h)	3,20
Temps de séjour Q pointe (h)	5,68

L'eau clarifiée découle dans un canal périmètre qui permet véhiculer l'eau traitée vers le bassin de chloration.

L'évacuation des boues est effectuée au fond du clarificateur au moyen d'une fosse de collecte qui permet véhiculer les boues vers le coffret de pompage pour permettre la recirculation des boues et l'évacuation des boues en excès vers l'épaississeur.

Chaque clarificateur est équipé d'un racleur de surface qui récupère les flottants. Ces derniers sont évacués de manière gravitaire vers la fosse de pompage des flottants pour être refoulés en tête du bassin biologique pour leur traitement.

**Figure 29:** Deux clarificateurs de la STEP d' El Bayadh.

III.3.4.1 Désinfection

Le comptage des eaux traitées est assuré par un canal venturi équipé d'une mesure de hauteur en continue par ultrasons en amont du bassin de désinfection. Cet ouvrage est défini pour le débit de pointe admis sur le biologique ($Q_p = 1.367,0 \text{ m}^3/\text{h}$). Son calage altimétrique permet d'éviter toutes perturbations hydrauliques dues à l'hydraulique des canalisations aval.

III.3.4.2 Bassin de chloration

La désinfection consiste à réduire les germes pathogènes des effluents. Elle est effectuée par un agent oxydant (hypochlorite de sodium) qui a une action destructrice directe sur les germes.

Le bassin de désinfection prévu est du type labyrinthe (figure 30) dont le volume est de 480 m^3 , il est composé par dix (10) canaux de huit (8) mètres de longueur et deux (2) mètres de largeur. Ce volume permet un temps de séjour de 20 minutes à débit de pointe de temps sec. Le temps adopté est suffisant pour garantir la désinfection des eaux.

Le dosage de l'hypochlorite estimé est de 10 mg/l afin d'assurer la désinfection. Ce dosage est effectué au moyen des pompes doseuses (2+1) dont une capacité unitaire de 50 L/h .

Le stockage du réactif est prévu dans deux (2) réservoirs en PRFV de 20.000 l chacun. Ce volume permet une autonomie de stockage de 30 jours à débit moyen.



Figure 30: Bassin de désinfection de la STEP d' El Bayadh.

III.3.5. Filière boues

III.3.5.1 Recirculation des boues

Les boues accumulées au centre des décanteurs secondaires sont transférées vers une fosse à boue. Ce poste est composé par un groupe pompage (3+1) dont une capacité unitaire de $456\text{m}^3/\text{h}$ qui permet recalculer le débit de pointe de conception ($Q_p = 1.367\text{ m}^3/\text{h}$) vers le bassin biologique afin de maintenir une concentration en MES constante.

Le débit de boues recerclé sera mesuré en continu par un débitmètre électromagnétique.

III.3.5.2 Boues en excès

La boue excédante qui a été extraite du clarificateur est envoyé vers l'épaississeur au moyen d'un groupe pompage (2+1) dont une capacité unitaire de $78\text{m}^3/\text{h}$. La mesure du débit est assurée par l'installation d'un débitmètre.

III.3.5.3 Epaisseur

Les boues extraites des clarificateurs sont stockées dans un épaisseur (figure 31) circulaire hersée quinze (15) mètres de diamètre et trois mètres et vingt-cinq centimètres (3,25) de hauteur droite. Les paramètres de fonctionnement de l'épaisseur sont regroupés dans le tableau 15.

L'épaisseur a un rôle de bassin tampon et assure le tassement des boues dont l'évacuation se fait par le fond après raclage, tandis que le liquide surnageant est renvoyé vers la fosse des eaux de retours de la ligne de boues pour être retournées en tête du bassin biologique.



Figure 31. Epaisseur de la STEP d' El Bayadh.

Tableau 15: Caractéristiques de l'épaisseur (STEP EL BAYADH)

Typologie	Hersé
Diamètre (m)	15
Hauteur au niveau périphérie (m)	3,25
Volume unitaire (m ³)	598
Production journalier des boues (Kg MS/j)	6215,8
Concentration des boues de sortie (mg/l)	30
Vitesse ascensionnelle (m/s)	0,4
Charge superficielle massique (Kg MS/m ² h)	35
Temps de séjour (h)	69

III.3.5.4 Déshydratation mécanique par filtres à bandes

Les boues épaissies seront extraites de l'ouvrage par des pompes volumétriques. Il est prévu une pompe par machine à déshydrater est un secours installé (figure 32). Le fonctionnement de ses pompes est déterminer pour un fonctionnement de la déshydratation de 6 jours / semaine à raison de 10 h par jours (y compris phases de mise en service, arrêt et lavage des bandes).

Par un jeu de vanne, un des groupes de pompage pourra être utilisé pour l'alimentation des lits de séchage secours.

Le système de pompage prévu est composé par 2+ 1 pompes à vis hélicoïdales de débit unitaire 2-10 m³ / h et 6 mètres de HTM.

Concernant la déshydratation mécanique des boues, on a adopté une solution par des filtres à bandes.

A partir de la quantité des boues à déshydrater (725,18 Kg MS H / 24,17 m³/h) on a défini les filtres à bandes à installer. Ainsi, ces filtres doivent présenter une largeur de bande 2m pour permettre une capacité de déshydratation maximal de 200 KgMs/ml bande. Ces filtres sont équipés d'un mélangeur de floculation à l'entrée.

La capacité de traitement permet d'obtenir une siccité des boues déshydratées de 20% environ. Le lavage des bandes est prévu au moyen de 3 pompes, dont une de réserve.

La préparation de poly électrolyte est réalisée en utilisant 2 réservoirs de 4 m³ chacun et des agitateurs de vitesse lente. Pour le dosage vers le mélangeur du filtre à bande il est

prévue 3 (2 + 1R) pompes à vis de dosage de poly électrolyte de débit unitaire 150-1.500 l / h / Ud. La quantité de dosage de poly électrolyte moyenne estimée est de 3,0 kg réactif/Tn Ms en tant que la maximale est de 5,0 kg réactif/Tn.

Il est prévu également une zone de stockage des sacs de polymères poudre à l'abri déroutés projection d'eau, pouvant contenir la consommation de 3 mois de réactif Les égouts procédant du lavage des filtres et de la déshydratation des boues dans les filtres à bandes sont renvoyés vers la fosse des eaux de retours de la ligne de boues pour être retournées en tête du bassin biologique.



Figure 32: Déshydratation des boues de la STEP d' El Bayadh par le filtre à bandes presseuse

III.3.5.5 Déshydratation sur lits de séchage (Système de sécurité)

Le système de sécurité pour la déshydratation des boues en cas d'arrêt des filtres à bandes est une série des lits de séchage. Ces lits sont des structures avec une grande surface pour pouvoir étendre les boues pour les déshydrater par évaporation.

Le principe des lits de séchage consiste à répartir les boues à déshydrater sur une surface drainante à travers laquelle s'écoule l'eau interstitielle, tenant compte aussi du phénomène d'évaporation naturelle. La surface prévue pour la réalisation des lits est de 2.800m², dont un nombre total des lits de sept (7), afin de permettre une capacité de sécurité d'une semaine.

Après séchage, les boues sont évacuées manuellement et stockés dans une zone prévue à cet effet avant leur évacuation ou réutilisation. Dans des conditions climatiques favorables, les lits de séchage permettent d'obtenir des siccités importantes, de l'ordre de 30 à 60%.



Figure 33 : Système de sécurité



Figure 34: Lits de séchages de la STEP

III.3.5.6 Stockage et évacuation des boues déshydratées

Les boues déshydratées sont recueillies vers une bande transporteuse qui décharge sur une pompe à vis hélicoïdale qui refoulera la boue en tête d'un silo de stockage des boues. Cette pompe est équipée d'un capteur de surpressions, un capteur de température et un dispositif d'entrée d'eau et air et pour le nettoyage et le désengorgement.

Le système comporte deux silos de stockage pour les boues séchées de 50 m³ chacun en permettant un temps de stockage des boues de plus de trois jours d'opération du système de déshydratation.

La répartition vers les silos des boues est prévue à partir d'un système de commande d'ouverture et fermeture des vannes en aval de l'entrée aux silos.

III.3.5.7 Pompage eaux retours filière boues

Il est prévu un chambre de pompage (figure 35) pour l'évacuation des flottants de l'épaisseur et les égouts provenant des filtres à bandes. Ce groupe de pompage permet retourner ces eaux en tête du bassin biologique pour leur traitement.

Le volume calculé des eaux de retours est de 112,43 m³/h. Le groupe pompage adopté est composé par un système de trois pompes (2+1) d'une capacité unitaire de 57 m³/h.



Figure35: Trois groupes d'électropompes destinées pour le pompage des boues en excès et des boues de recyclage.

III.4. Les paramètres physico-chimiques des eaux usées analysés au niveau de la STEP

III.4.1 Température

La température est un paramètre physique de l'eau jouant un grand rôle dans la solubilité des gaz dans l'eau et sur la vitesse des réactions chimiques et biochimiques. La mesure de la température a été effectuée par l'utilisation d'une sonde thermométrique qui est soigneusement insérée dans la prise d'essai. La lecture est notée après stabilisation du thermomètre branché au pH mètre.

III.4.2 Potentiel d'Hydrogène (pH)

Le pH des eaux usées brutes et traitées se fait au laboratoire de la STEP à l'aide d'un pH-mètre digital de laboratoire HACH (sensION™ + EC5) équipé d'une électrode combinée (figure 36).

Le principe d'utilisation de cet appareil est très simple et constitue à mettre la sonde dans l'eau à analyser pour un temps nécessaire et ensuite la valeur du pH s'affiche sur l'afficheur du pH-mètre. La mesure du pH de la série d'échantillons d'eau est effectuée après avoir étalonné l'appareil.



Figure36: pH mètre utilisé au niveau du laboratoire de la STEP

III.4.3 Conductivité électrique

La mesure de la conductivité se fait à l'aide d'un conductimètre de laboratoire HACH (sensION™ + EC7) (figure 37). On plonge la sonde dans l'échantillon d'eau pour un certain temps afin que la valeur de la conductivité indiquée sur l'afficheur serra stable.



Figure 37: Conductimètre utilisé au niveau du laboratoire de la STEP

III.4.4 Matières en suspension

La détermination des matières en suspension dans l'eau s'effectue par 2 méthodes filtration ou par centrifugation.

III.4.4.1 Méthode par filtration

L'eau est filtrée sous vide (figure 38) et le poids de matières retenues par le filtre est déterminé par pesée différentielle.

III.4.4.2 Méthode de centrifugation

La méthode par centrifugation est surtout réservée aux eaux contenant trop de matières colloïdales ; en particulier si le temps de filtration est supérieur à une heure. Ceci par utilisation d'une centrifugeuse NF 1200 (figure 39)

III.4.4.3 détermination de la concentration des MES

- Pesée les coupelles vides (P_0) par utilisation d'une balance analytique KERN ACS 220-4 (figure 40).
- Dans chaque capsule ajoute 50 ml

CHAPITRE III présentation et fonctionnement de la station d'épuration d'El Bayadh

- Après centrifugation ou filtration jeter le surnageant ; les culots de matières sont transvasés dans les coupelles avec rinçage par eau distillé et disposer les coupelles dans l'étuve à 105°C pendant 24h.
- Après le séchage (figure 41), laisser refroidir au dessiccateur et pesée les coupelles (P₁) (figure 42).
- Porter ensuite si nécessaire les coupelles à 525°C dans le four a moufle pendant 2 h
- Laisser refroidir au dessiccateur et peser les coupelles (P₂).

Expression des résultats :

$$MES = \frac{P_1 - P_0}{V} \times 1000$$

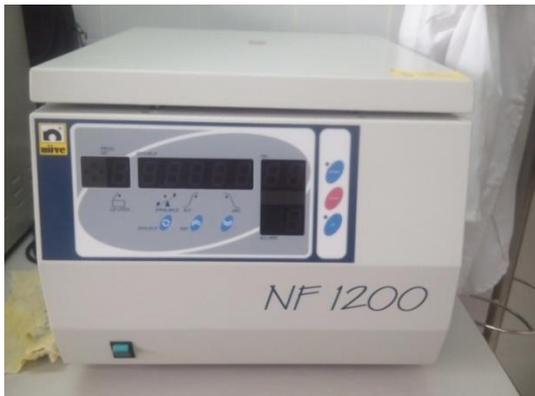


Figure38:Centrifugeuse



Figure 39: Ensemble de filtration



Figure 40 : Balance analytique



Figure 41: Etuve chauffé



Figure 42: Dessiccateur

III.4.5 Azote ammoniacal (N-NH_4^+)

La teneur de N-NH_4^+ dans les échantillons prélevés a été déterminée par mesure spectrophotométrique en utilisant le spectrophotomètre HACH DR3900 (figure 43). La lecture se fait à la longueur d'onde de 655nm (Le protocole est donné par le laboratoire de la STEP d'El Bayadh).



Figure43:Spectrophotomètre (DR3900)

III.4.6 Les nitrates

La lecture de la teneur en N-NO_3^- se fait à la longueur d'onde 415 nm par spectrophotométrie (spectrophotomètre Hach DR 3900). Pour obtenir la concentration en NO_3^- on multiplie par 4,43. (Le protocole est donné par le laboratoire de la STEP d'El Bayadh).

Nous avons suivi les étapes suivantes :

- Pipetter lentement 1 ml d'échantillon
- Pipetter lentement 0.2 ml de la solution A LCK339
- Fermer la cuve et mélanger le contenu en la retournant plusieurs fois de suite jusqu'à ce que le mélange soit complet
- Attendre 15 min, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer par spectrophotomètre

III.4.7. Demande chimique en oxygène (DCO)

La DCO permet d'apprécier la concentration en matières organiques ou minérales, dissoutes ou en suspension dans l'eau, au travers de la quantité d'oxygène nécessaire à leur oxydation chimique totale. Elle correspond à une estimation de la matière oxydable présente dans l'eau, que la matière soit d'origines minérale ou organique.

Mode opératoire

- ✓ Agiter bien les kits
- ✓ Mélanger le contenu pour avoir une solution homogène
- ✓ Pipetter 2 ml d'échantillon avec précaution
- ✓ Fermer la cuve et nettoyer l'extérieur de celle-ci
- ✓ Mélanger
- ✓ Chauffer dans le thermostat (2h à 148 °C)
- ✓ Sortir la cuve chaude
- ✓ Retourner 2 fois avec précaution
- ✓ Laisser refroidir à température ambiante
- ✓ Bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer dans le spectrophotomètre.

III.4.8 Demande biochimique en oxygène (DBO5)

La détermination de la DBO₅ consiste à mesurer la consommation d'oxygène par voie biologique à température constante de 20°C pendant un temps limité par convention à 5 jour set à l'obscurité dans le DBOmètre (au sein d'un incubateur) (figure44).

Les échantillons sont placés dans une chambre thermo statée et sombre (incubateur) (modèle Lovaiband) et agité en continu. On règle l'appareil de mesure (BOD direct) (figure 28) à zéro et on met l'incubateur en marche pendant 5 jours à 20 °C. Le résultat est obtenu directement sur l'afficheur. Le DBO mètre mémorise automatiquement une valeur toutes les 24 h sur 5 jours.



Figure44: Mesure de la DBO₅ utilisé au niveau du laboratoire de la STEP.

III.4.9Oxygène dissous

L'analyse se fait par un appareil de mesure spécifique (oxymétrie) (HI 9146) comportant une sonde à oxygène cette sonde est constituée d'une cellule électrochimique contenant 2 électrodes métalliques baignant dans un électrolyte et fermée par une membrane perméable à l'oxygène (figure 45).

- ✓ L'analyse s'effectue sur un prélèvement d'eau dont le volume doit être suffisant pour plonger la sonde de conductivité.
- ✓ L'étalonnage étant réalisé et l'appareil ayant acquis son régime de marche.
- ✓ Allumer l'instrument en poussant le bouton ON/Off. lorsque l'afficheur indique zéro, l'instrument est prêt pour la mesure de l'oxygène dissous.



Figure 45: Oxymètre utilisé au niveau du laboratoire de la STEP.

III.5 Détermination des paramètres de fonctionnement du Bassin Biologique (Test du V_{30})

Le test de décantation ou le V_{30} est un paramètre qui donne une idée sur l'aptitude de décantation, ou la dilatabilité des boues activées du bassin biologique aussi il nous donne une vue sur la constitution des boues par exemple l'existence des surnageant, des flottants et la couleur des boues (Rejsek, 2002).

Ce test se fait selon la méthode suivant :

On prélève des boues dans chaque bassin biologique, ensuite on met ces échantillons après qu'elles sont bien mélangées dans deux éprouvettes d'un litre graduées jusqu'à un volume de 500 et on fait une dilution avec l'eau épurée prélevée à la sortie du bassin de désinfection pour obtenir un volume de 1000 ml (1 litre). On dispose ces éprouvettes sur un support stable horizontal au bout de 30 minutes. Enfin on lit le volume de boues V_{30} obtenue dans chaque éprouvette en ml/l.

III.6. Conclusion

Ce chapitre nous a permis de donner une description détaillée de la station d'épuration d'El Bayadh et les conditions de fonctionnement de cette dernière ainsi que des différents procédés de traitement des eaux usées, à savoir les prétraitements, traitement biologique et décantation. Nous avons également décrit le traitement des boues; l'épaississeur et les lits de séchages.

Dans la deuxième partie nous donner une idée en premier lieu sur les prélèvements effectués au niveau des ouvrages de la station afin de suivre l'évolution des paramètres physico-chimiques indicateurs de pollution et l'évolution de la qualité des boues produites.

Chapitre IV :
Analyses chimiques et
interprétations des Résultats

IV.1 Introduction

L'objectif principal de ce chapitre est de discuter les résultats des analyses physico-chimiques des eaux usées de la station d'épuration d'EL BAYADH en deux points de la station, à l'entrée et à la sortie. On discutera aussi les résultats des analyses faites pour les boues produites durant la période de notre étude, à partir du mois de **décembre2015** jusqu'au mois de **mars2017**, cela pour contrôler l'efficacité de l'élimination des matières polluantes et pour suivre le fonctionnement des différents ouvrages de la STEP.

IV.2 Evolution des paramètres de pollution des eaux usées

Les stations d'épuration ont des normes de rejets à respecter pour les différents polluants existant dans les eaux usées (matières carbonées, les matières azotées, pH, conductivité,...)

Les eaux usées collectées, dans les réseaux urbains ou les eaux usées émises par les industries, ne doivent pas être rejetées dans un milieu récepteur naturel (rivière, lac, littoral marin, ou terrain d'épandage) que lorsqu'elles correspondent à des normes fixées par voie réglementaire. Dans le tableau 15 on représente les différentes normes exigées par le JORA(2006) et les normes admises par l'ONA (2011) au niveau de la STEP d'El Bayadh.

Tableau 16: Normes de rejets des effluents industriels et des effluents urbains de la STEP d'El Bayadh.

Paramètres physico-chimiques	Unités	Normes Algérienne de rejets des effluents industrielles (JORA, 2006)	Normes de rejets de la STEP d'El Bayadh (ONA, 2011)
Température	°C	30	/
pH	--	6,5 à 8,5	6,5 à 8,5
DBO ₅	mg/l	35	25
DCO	//	120	125
MES à 105°C	//	35	35
N-NH ₄ ⁺	//	/	05
N-NO ₃ ⁻	//	/	10
Conductivité	µS/m	/	1300

IV.2.1 Température

La température de l'eau conditionne le taux de la solubilité de l'O₂ et la formation de la biomasse bactérienne. Elle est essentiellement en relation avec la température de l'atmosphère.

La figure suivante représente les variations des températures moyennes mensuelles de l'eau usée traitée (pendant toute la période d'étude). À l'entrée de la station les températures enregistrées durant ce suivi oscillent entre 7,5 et 23,83°C et entre 6,48 et 22,32°C après épuration. D'une façon générale, la température de l'eau pour le mois de Mars 2016 était faible et elle est de l'ordre de 6,48 °C.

Comparées aux normes qui fixent la valeur maximale de température à 30°C, nous avons pu observer que toutes les mesures sont conformes aux normes.

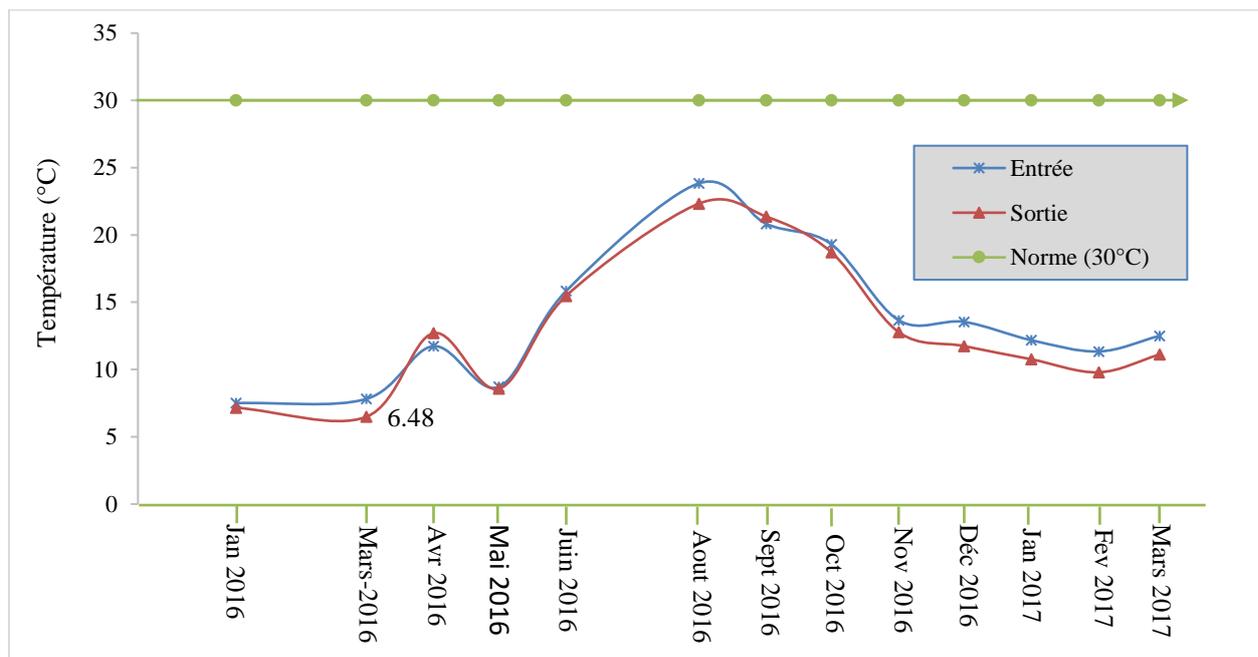


Figure 48 : Variations moyennes mensuelles de la température de l'eau usée à l'entrée et à la sortie de la STEP d'El Bayadh.

IV.2.2 Potentiel d'Hydrogène (pH)

Le pH est un paramètre indispensable pour la vitalité de la masse bactérienne dans le bassin biologique et qui doit être proche de la neutralité (6,5 à 8,5) pour la bonne dégradation des matières polluantes des eaux usées (ONA, 2011).

Pour avoir une idée sur le pH des eaux brutes et traitées pendant la période de notre étude, nous avons suivi la variation moyenne mensuelle du pH (figure 49).

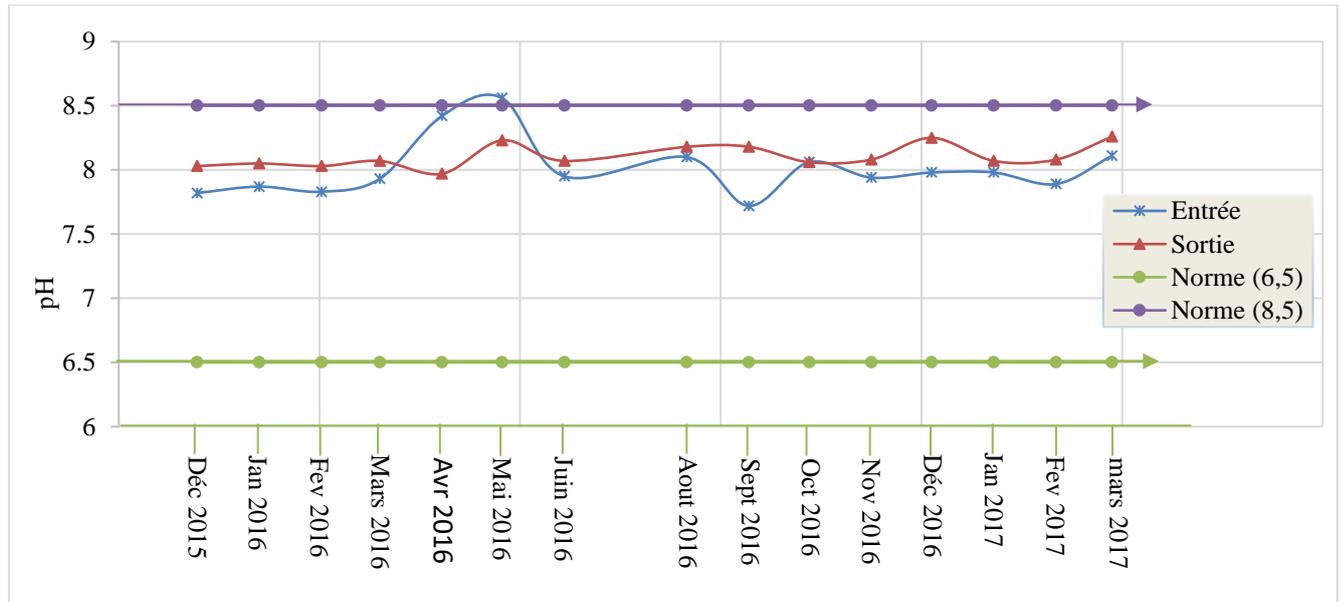


Figure 49 : Valeurs moyennes mensuelles du pH pendant la période d'étude.(STEP El-Bayadh)

En analysant les courbes de la figure 49, on remarque que les valeurs du pH soit pour les eaux usées à l'entrée et à la sortie de la STEP ne présentent pas des variations importantes et sont proches à la neutralité puisque ce sont des eaux urbaines.

Pour les eaux brutes on remarque que leur pH varie entre 7,72 et 8,56 avec une moyenne de 8,01, concernant les eaux épurées leur pH varie entre 7,97 et 8,26 avec une moyenne de 8,1.

Le pH des eaux à la sortie est souvent supérieur à celui enregistré à l'entrée, ainsi nous avons enregistré un pic d'une valeur de 8,56, ceci est en fonction de qualité de l'eau usée qui rentre à la STEP, qui a subi une modification due à une opération de dégradation biologique.

La conclusion qui s'impose est celle relative au fait que la valeur moyenne du pH du rejet est conforme à la norme et par conséquent, nous pouvons dire que notre pH se situe dans la bonne gamme d'activité des micro-organismes en favorisant aisément un traitement biologique étant donné qu'il n'est pas loin de la neutralité.

IV.2.3 Oxygène dissous

Les valeurs de l'O₂ dissous obtenues montrent une fluctuation de 0,5 mg/l à 2,01 mg/l avec une moyenne de 1,03 mg/l (figure 50).

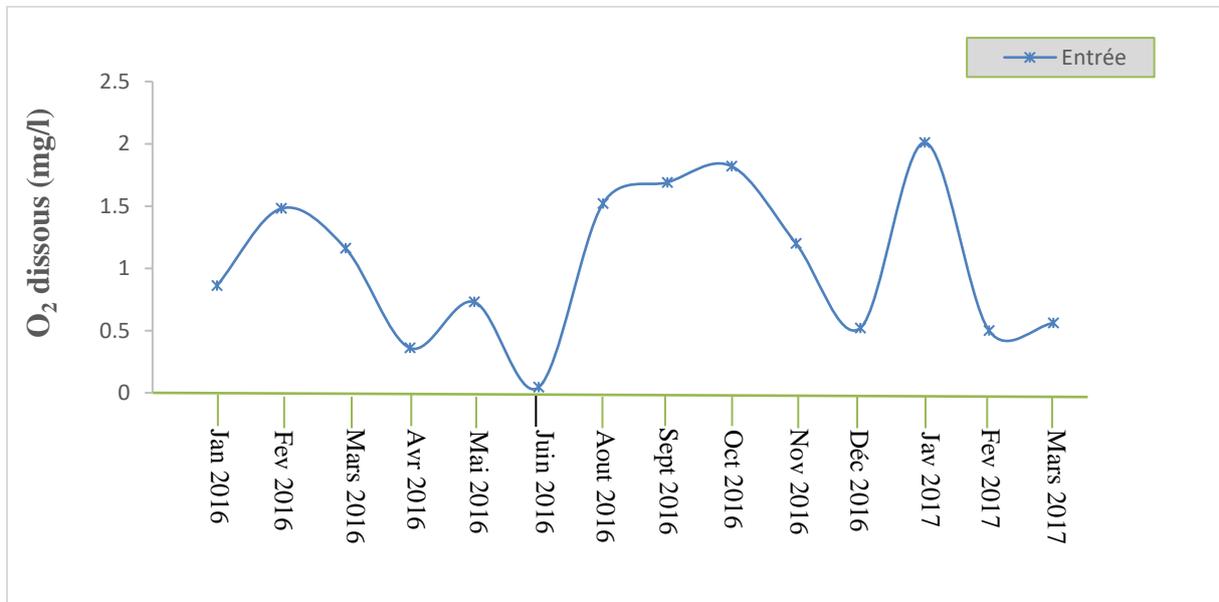


Figure 50 : Variations de l'oxygène dissous (O₂ dissous) à l'entrée de la STEP pendant la période d'étude.

Ce résultat est dû à une 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. Le faible taux d'O₂ dissous enregistré à l'entrée, caractérisant une arrivée d'eau usée riche en matières organiques et inorganiques dissoutes ainsi que la perturbation des échanges atmosphériques à l'interface due à la présence des graisses, des détergents...)(Hazourliet al, 2007).

Les variations de la teneur en oxygène peuvent être fonction de la présence d'algues, de matières organiques oxydables, d'organismes et de germes aérobies et aussi de la solubilité de l'O₂, qui est fonction de la température, la pression atmosphérique et de la salinité (Rodier, 2009).

IV.2.4 Conductivité électrique (CE)

La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau (**Rodier, 2009**).

Les valeurs de la conductivité électrique moyennes mensuelles, se situent dans un intervalle de 1060 à 1542 $\mu\text{S}/\text{m}$ à l'entrée et de 1035 à 1383 $\mu\text{S}/\text{m}$ enregistrées à la sortie (figure 49), ces valeurs moyennes mensuelles des eaux épurées sont toujours proches ou supérieures à la norme de rejet de la STEP (1300 $\mu\text{S}/\text{m}$) (**ONA, 2011**).

Les variations de la conductivité sont en fonction de la minéralisation naturelle de l'eau potable (**Rejsek, 2002**), ainsi elles sont en fonction de la minéralisation de l'eau après l'usage domestique.

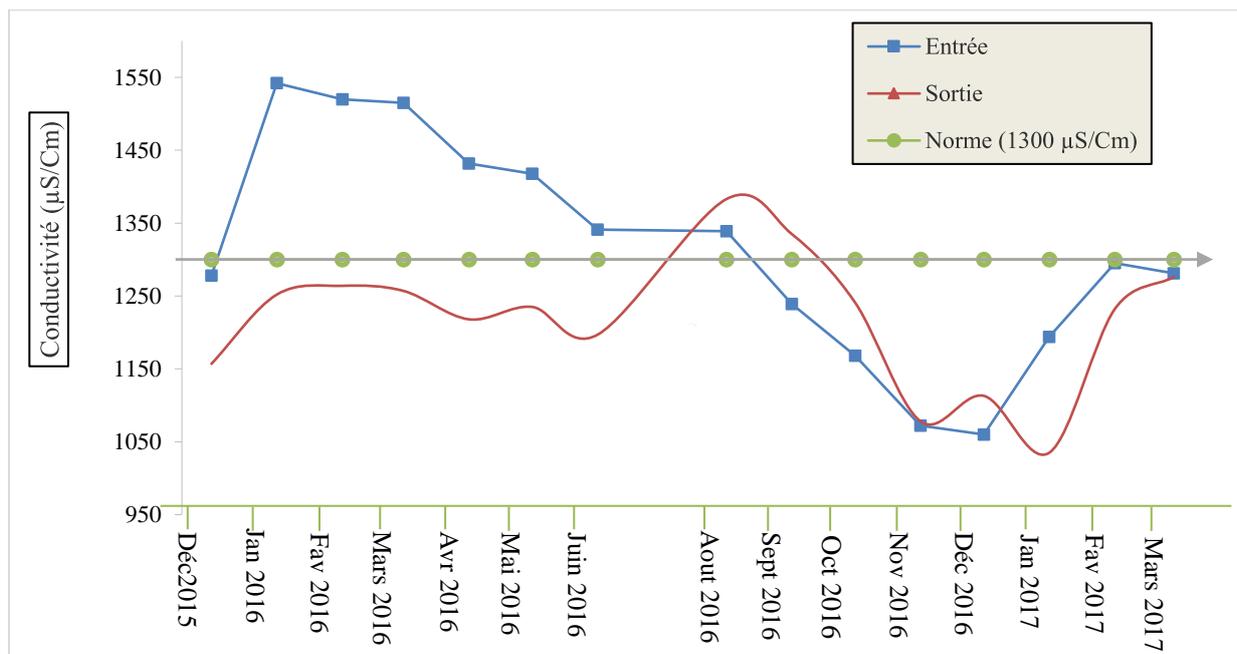


Figure 51: Variations moyennes mensuelles de la conductivité à l'entrée et à la sortie de la STEP pendant la période d'étude.

IV.2.5 Turbidité

La figure suivante représente la variation moyenne mensuelle de la turbidité à l'entrée et à la sortie de la STEP

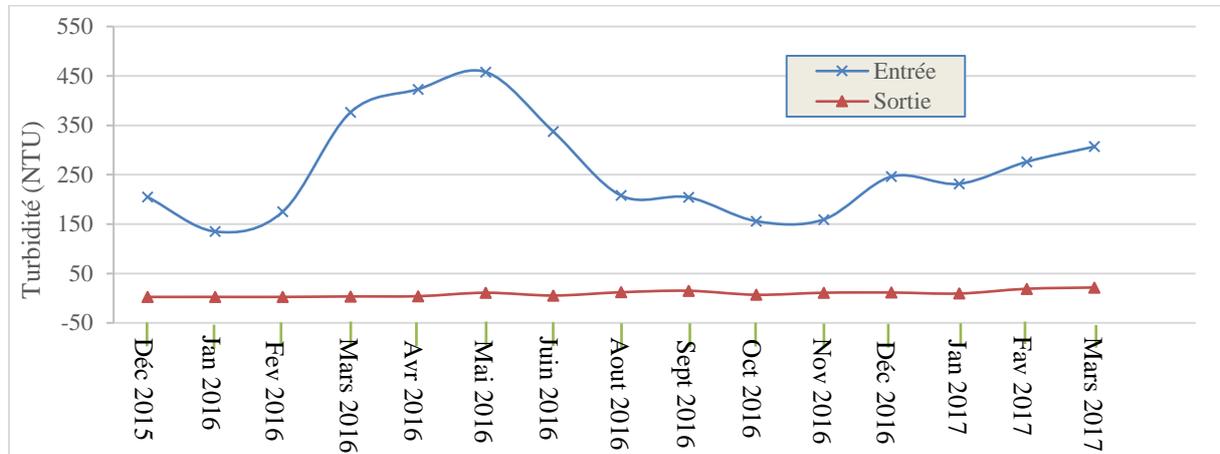


Figure 52 : Variations moyennes mensuelles de la turbidité à l'enté et à la sortie de la STEP pendant la période d'étude.

La turbidité est un paramètre physique très important pour le contrôle de qualité des eaux usées. D'après la figure 52 on trouve des valeurs très élevées au niveau de la station d'épuration d'EL Bayadh oscillant entre 135 NTU et 458 NTU pour les eaux brutes, et entre 2,49 NTU et 21,6 NTU pour les eaux traitées, avec une moyenne de 9,18 NTU. Ces teneurs de turbidité enregistrées dépassent largement la valeur limite acceptable pour les eaux destinées à rejeter dans le milieu récepteur (> 5 NTU), ces dépassements montre que l'eau usée est chargées en MES et colloïdales.

IV.2.6 Matières en suspension (MES)

Les MES peuvent entraîner des perturbations de l'écosystème par une diminution de la clarté de l'eau, limitant la photosynthèse végétale ce qui produit des carences en oxygène dissous, et l'asphyxie des poissons (**Rejsek,2002**).

Les matières en suspension (MES) sont, en majeure partie, de nature biodégradable (**FAO, 2003**). Les valeurs enregistrées au cours de notre étude révèlent une réduction importante des MES entre les eaux brutes et traitées. Elles se situent entre 167 mg/l et 304 mg/l avec une moyenne de 211,39 mg/l à l'entrée de la STEP (figure 53), ces valeurs sont en fonction de la nature du rejet.

Ces valeurs ne peuvent être négligées et nécessitent impérativement un traitement approprié (décantation), ce qui confirme que le rejet analysé est très chargé en matières en suspension et en plus la présence de sable dans le collecteur.

En ce qui concerne les eaux épurées, le taux des MES varie entre 4 mg/l et 31,75 mg/l, ces faibles valeurs sont dues à la décantation des matières décantables, avec une moyenne de 13,92 mg/l pendant la période de l'étude. Cette valeur reste inférieure à la norme de rejet de l'ONA 2011 (35 mg/l) et à celle du journal officiel algérien limitée à 35 mg/l.

Pendant l'année 2016 les rendements d'élimination des MES étaient très satisfaisants avec un rendement moyen de 95,42 % (tableau 16).

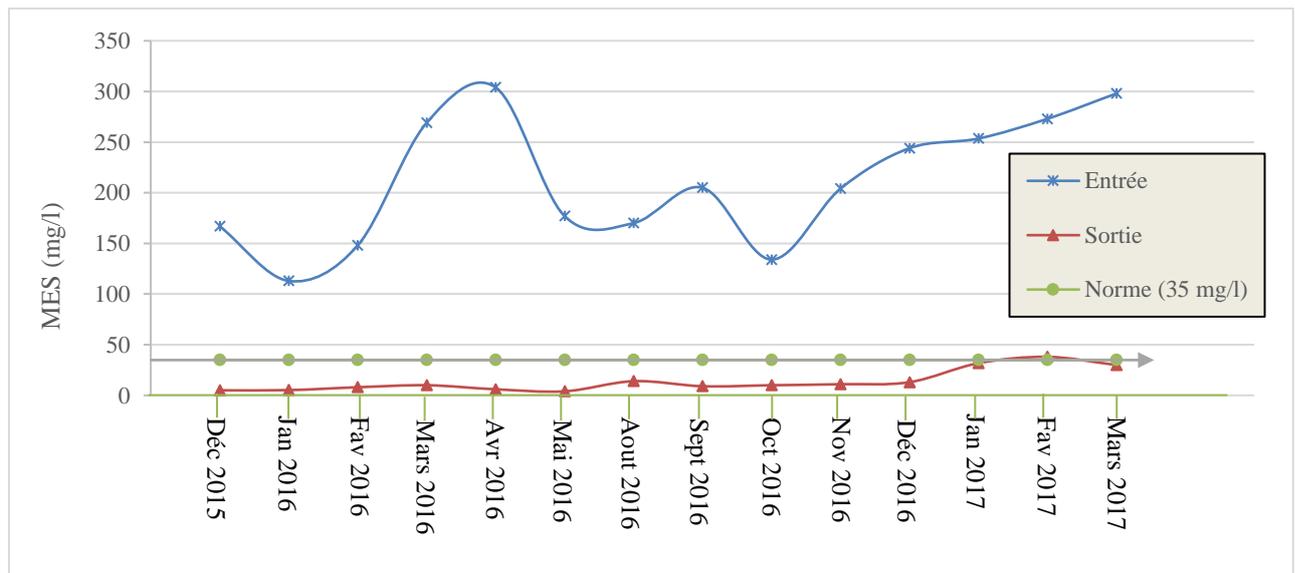


Figure 53 : Evolution des MES de l'eau brute et de l'eau épurée pendant la période d'étude. (STEP El-Bayad) .

Tableau 16 : Les charges moyennes des MES dans les EB et les ET, et les rendements de leurs élimination (Année 2016 STEP El-Bayad).

mois	La charge moyenne de la MES dans l'eau usée brute (mg/l)	La charge moyenne de la MES dans l'eau usée traitée (mg/l)	Les rendements d'élimination de la MES pendant chaque mois (%)
Janvier	113	5,17	95,42
Février	148	8	94,59
Mars	269	10	96,28
Avril	304	6	98,02
Mai	177	4	99,74
Aout	170	14	91,76
Septembre	205	9	95,60
Octobre	134	10	92,53
Novembre	204	11	94,60
Décembre	244	13	94,67
La moyenne	196,8	9,017	95,42

IV.2.7 Demande biochimique en oxygène (DBO5)

Les variations de la teneur en DBO₅ dans les eaux usées à l'entrée et à la sortie de la STEP, au cours de notre suivi, sont représentées dans la (figure 54).

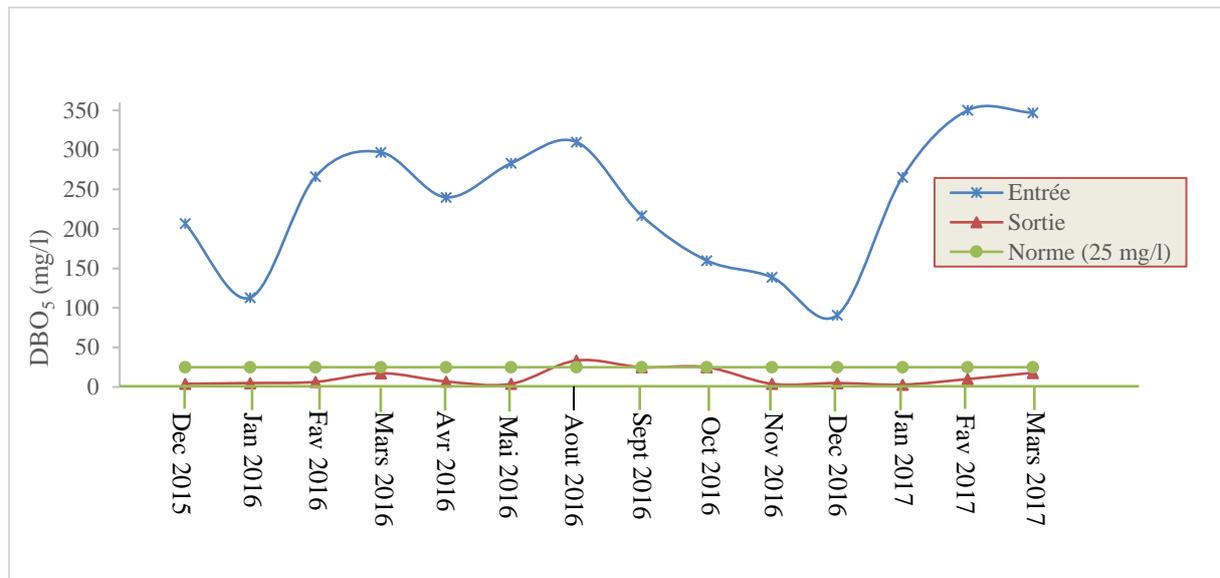


Figure 54: Variations moyennes mensuelles de la DBO₅ à l'entrée et à la sortie de la STEP pendant la période d'étude.

Selon les courbes présentées dans la figure précédente, on remarque que les valeurs moyennes mensuelles de la DBO₅ de l'eau brute sont variables, elles oscillent entre 91 mg/l et 350 mg/l avec une moyenne de 234,65 mg/l.

Concernant l'eau traitée, les valeurs enregistrées de la DBO₅ sont largement inférieures à celle de l'eau brute avec une moyenne mensuelle de 11,95 mg/l pendant la période de notre étude, elles varient entre 3 mg/l et 33,5 mg/l.

On a remarqué également que la charge moyenne mensuelle de la DBO₅ de l'eau usée brute (234,65 mg/l) est presque la moitié de la charge maximale qui peut être traitée par la STEP. Cette valeur peut diminuer jusqu'à une valeur de 11,95 mg/l dans l'eau épurée, qui est largement inférieure aux normes de rejets (25 mg O₂/l) (ONA, 2011).

Cette performance de la station est liée à une bonne maintenance des ouvrages.

Selon les données du tableau 18 concernant les résultats d'analyses obtenus en 2016, on a constaté que les rendements mensuelles sont très importants et varient de 84,37% en mois d'Octobre et 98,58% en mois de Mai, ce qui nous donne un taux d'abattement moyen en 2016 de 93,74%.

Tableau 18 : Charges moyennes mensuelles de la DBO₅ dans les EB et les ET et les rendements de leurs élimination (STEP El-Bayad).

Mois	Charge moyenne de la DBO ₅ dans l'eau usée brute (mg/l)	Charge moyenne de la DBO ₅ dans l'eau usée traitée (mg/l)	Rendements d'élimination de la DBO ₅ pendant chaque mois (%)
Janvier	113	5	95,57
Février	266	6,43	97,58
Mars	297	17,5	94,10
Avril	240	7	97,8
Mai	283	4	98,58
Aout	310	33,5	89,19
Septembre	217	25	88,47
Octobre	160	25	84,37
Novembre	138,8	4	97,11
Décembre	91	5	94,50
La moyenne	211,58	13,24	93,74

IV.2.8. Demande chimique en oxygène (DCO)

La détermination des valeurs de la DCO est très importante, car elle permet de caractériser la quantité totale de matières polluantes contenues dans une eau (**Rejsek, 2002**), quelque soit leur origine, organique ou minérale, biodégradable ou non (**Ouali, 2001**).

La figure ci-dessous nous représente les variations des concentrations moyennes mensuelles de la demande chimique en oxygène (DCO) à l'entrée et à la sortie de la STEP d'El Bayadh.

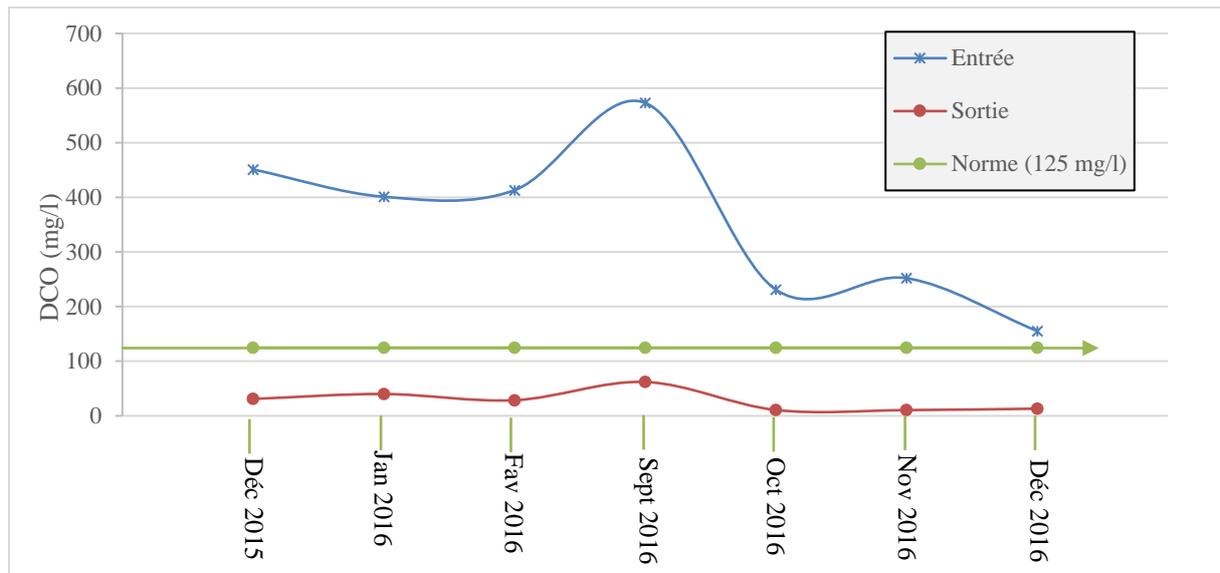


Figure 55 : Variations moyennes mensuelles de la demande chimique en oxygène (DCO) à l'entrée et à la sortie de la STEP pendant la période d'étude.

A partir de la figure 55, on remarque que les valeurs des moyennes mensuelles de la DCO de l'eau brute sont variables. Elles oscillent entre 155,35 mg/l et 573 mg/l avec une moyenne de 358,73 mg/l.

Concernant l'effluent traité, les valeurs enregistrées de la DCO sont largement inférieures à celle de l'eau brute. Elles varient entre 10,56 mg /l et 62mg/l avec une moyenne de 28 mg/l.

Les variations dans les rendements peuvent s'expliquer par les changements de la température.

L'abattement de la DCO de la STEP d'El Bayadh pendant la période d'étude est évaluée à 96%, un ordre de grandeur qui atteste de la forte diminution de la charge polluante biodégradable ou non biodégradable.

Pour mieux comprendre le pouvoir épuratoire de la STEP on a suivi l'évolution des rendements mensuels de l'élimination de la DCO pendant de l'année 2016 (Tableau 19).

Tableau 19: Valeurs moyennes mensuelles de la DCO dans les EB et les ET, et les rendements de leurs élimination.(STEP el Bayadh)

Mois	Charge moyenne de la DCO dans l'eau usée brute (mg/l)	Charge moyenne de la DCO dans l'eau usée traitée (mg/l)	Rendements d'élimination de la DCO pendant chaque mois (%)
Janvier	401	40	90,02
Février	413	28,6	93,07
Septembre	573	62	89,17
Octobre	231	10,75	95,34
Novembre	252	10,56	95,81
Décembre	155,35	13,11	91,56
La moyenne	337 ,57	27,50	91,85

Selon les résultats insérés dans le tableau précédant on constate que les rendements épuratoires varient d'une valeur minimale de 89,17% obtenue pendant le mois de Septembre à une valeur maximale de 93,07% obtenue pendant le mois de Février. Ces variations dans les rendements peuvent s'expliquer par les changements de la température.

L'abattement de la DCO de la STEP D'El Bayadh pendant la période d'étude est évaluée à 92,08%, un ordre de grandeur qui atteste de la forte diminution de la charge polluante biodégradable ou non biodégradable.

IV.2.9 Biodégradabilité

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydé par les micro-organismes qui interviennent dans le processus d'épuration biologique de l'eau usée urbaine (Metahri, 2012). L'effluent urbain contient dans sa majorité des composés organiques biodégradables. Le rapport DCO/DBO₅ constitue une indication de l'importance des matières polluantes peu ou pas biodégradables. Si l'indice de biodégradabilité $DCO/DBO_5 < 3$ donc les effluents de la station d'épuration sont considérés comme facilement biodégradables (Rodier, 2009).

Les résultats de cet indice (figure 56), nous donnent une indication sur la biodégradabilité des substances organiques des eaux usées. A l'entrée de la STEP, la majorité des valeurs de ce rapport se trouve autour de 2, ce qui nous laisse de penser que l'effluent testé est généralement facilement biodégradable. Néanmoins, nous avons remarqué une valeur de 3,54

pour le mois de Jan 2016, c'est-à-dire dans ce cas, la plupart des matières organique est non biodégradable ce qui diminue l'efficacité du traitement biologique.

A la sortie de la station, nous avons constaté qu'il y a une augmentation dans les valeurs de l'indice de biodégradabilité. Ceci peut s'expliquer par la diminution de la partie biodégradable de la matière organique.

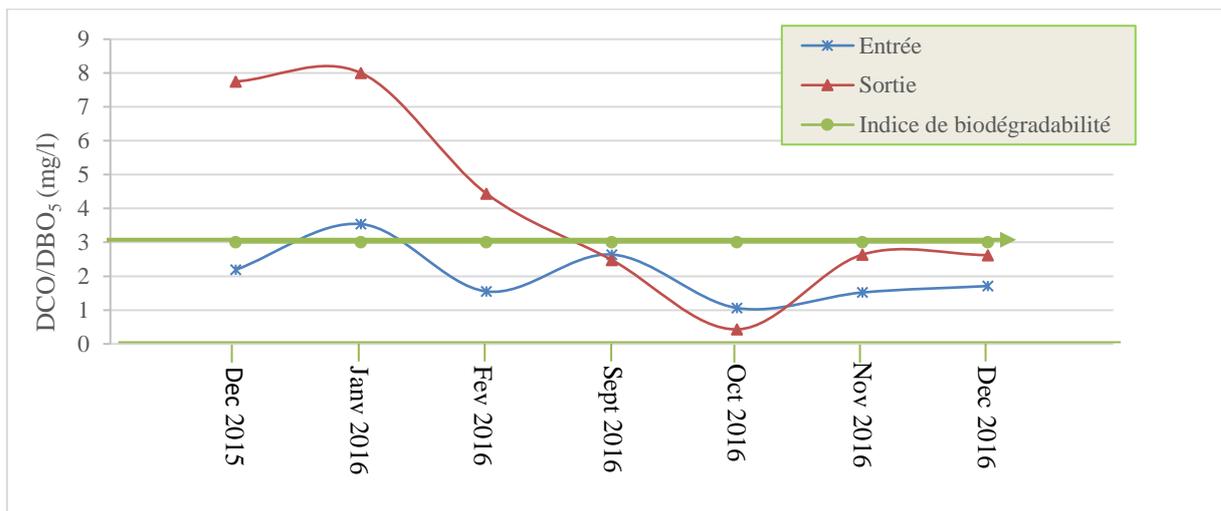


Figure 56 : Evolution de la biodégradabilité (DCO/DBO₅) des eaux usées brutes de la STEP d'EL Bayadh.

IV.2.10 Nitrates (NO₃⁻)

Les nitrates proviennent de la réaction de nitrification de l'azote ammoniacal par les bactéries autotrophes nitrifiantes en présence d'oxygène dissous (**Deronzier et al, 2001**).

Les nitrates ne sont pas toxiques à faibles teneurs, mais leur présence à des teneurs élevées dans les eaux usées provoque une prolifération algale qui contribue à l'eutrophisation du milieu récepteur (**Rejsek, 2002**), qui est dans notre cas d'Oued Lakhnag destinée à l'alimentation en eaux potable.

La figure ci-dessous traduit l'évolution de N-NO₃⁻ dans les eaux usées à l'entrée et à la sortie de la STEP.

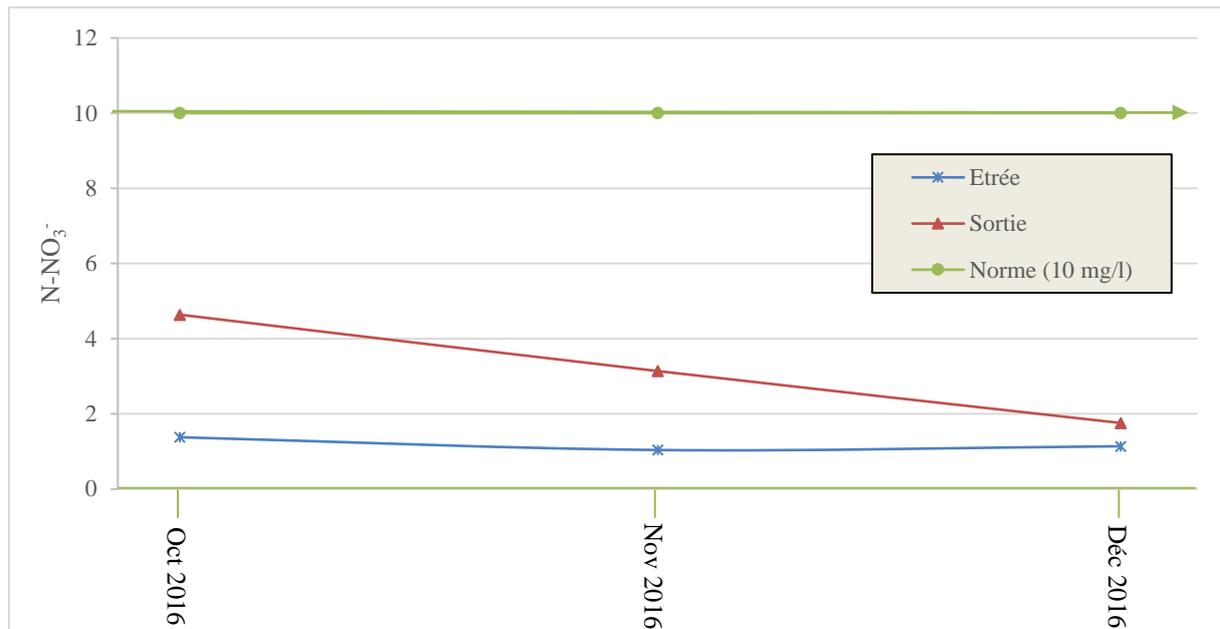


Figure 57 : Variations des concentrations moyennes mensuelles de N-NO_3^- à l'entrée et à la sortie de la STEP d'EL Bayadh pendant la période de l'étude.

Selon la figure précédente, on remarque que les valeurs pendant la période d'étude des nitrates obtenues, varient entre 1,04 mg de N-NO_3^- /l à 1,14 mg de N-NO_3^- /l à l'entrée et de 1,76 mg de N-NO_3^- /l et 4,64 mg de N-NO_3^- /l au rejet.

On constate que les taux de nitrates (N-NO_3^-) des eaux traitées ont augmentés considérablement par rapport aux eaux brutes. Ces faibles teneurs en nitrates des eaux brutes sont probablement dues au fait que l'azote contenu dans les eaux usées domestiques est essentiellement d'origine humaine (sous forme organique et ammoniacale)(**Deronzier et al, 2001**).

Ces augmentations dans les teneurs des nitrates peuvent s'expliquer par la nitrification de l'azote ammoniacal en nitrates ce qui signifie que l'oxygénation du bassin d'aération est suffisante.

Donc on conclut que la STEP d'EL Bayadh joue son rôle qui est la protection de l'Oued Lakhnag contre le phénomène d'eutrophisation puisque les valeurs des nitrates rejetées sont toujours inférieures à la norme de rejet (10 mg/l de N-NO_3^-) (**ONA, 2011**).

IV.2.11 Azote ammoniacal (N-NH_4^+)

La présence d'azote ammoniacal dans la ressource en eau rend plus difficile et plus onéreuse la production d'eau potable (**Deronzier et al, 2001**). Comme dans le cas de l'Oued Lakhmag qui reçoit les eaux usées épurées de la STEP. Egalement sa présence en excès dans les eaux épurées provoque un appauvrissement des eaux du milieu récepteur en oxygène puisque les ions N-NH_4^+ sont transformés en nitrates par consommation de l'oxygène dissous (**Rejsek, 2002**).

La figure ci-dessous représente les variations de N-NH_4^+ à l'entrée et à la sortie de la STEP d'EL Bayadh pendant la période de notre étude.

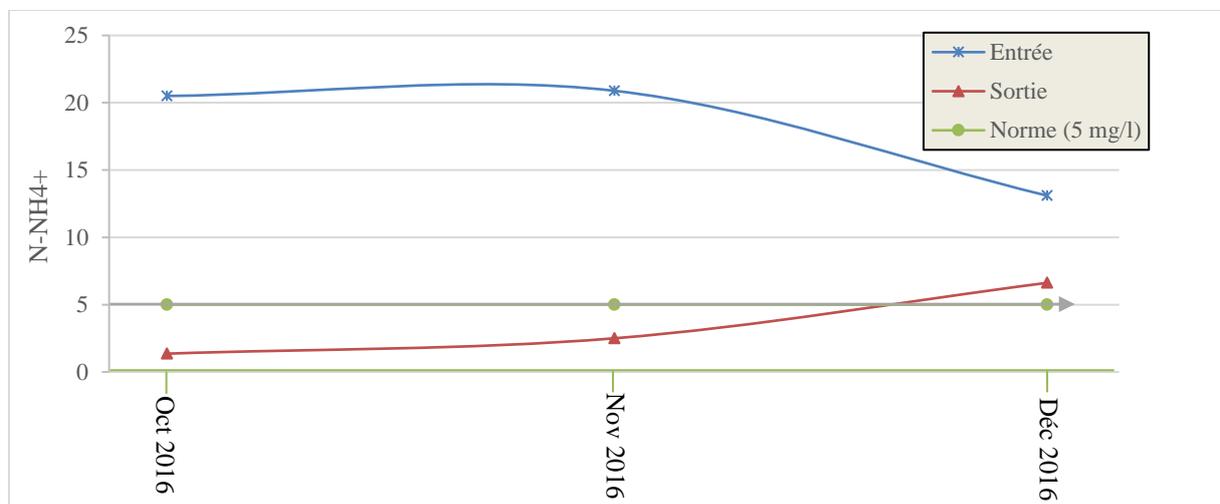


Figure 58 : Variations de N-NH_4^+ à l'entrée et à la sortie de la STEP d'EL Bayadh pendant la période de l'étude.

IV.3 Caractérisation des boues à la sortie du bassin biologique

IV.3.1 Test de décantation ou V_{30}

La détermination du V_{30} est très importante pour contrôler le volume, la couleur, la constitution des boues du bassin biologique et l'existence des surnageant et il nous donne également une idée sur la facilité de séparation des deux phases (les boues biologiques et l'eau).

On contrôle ce paramètre pour les deux bassins biologiques (BB) pour connaître si leur fonctionnement est en équilibre chaque 'un avec l'autre.

La figure ci-dessous représente les variations moyennes journalières de V_{30} des deux bassins biologiques pendant le mois de Mars 2017.

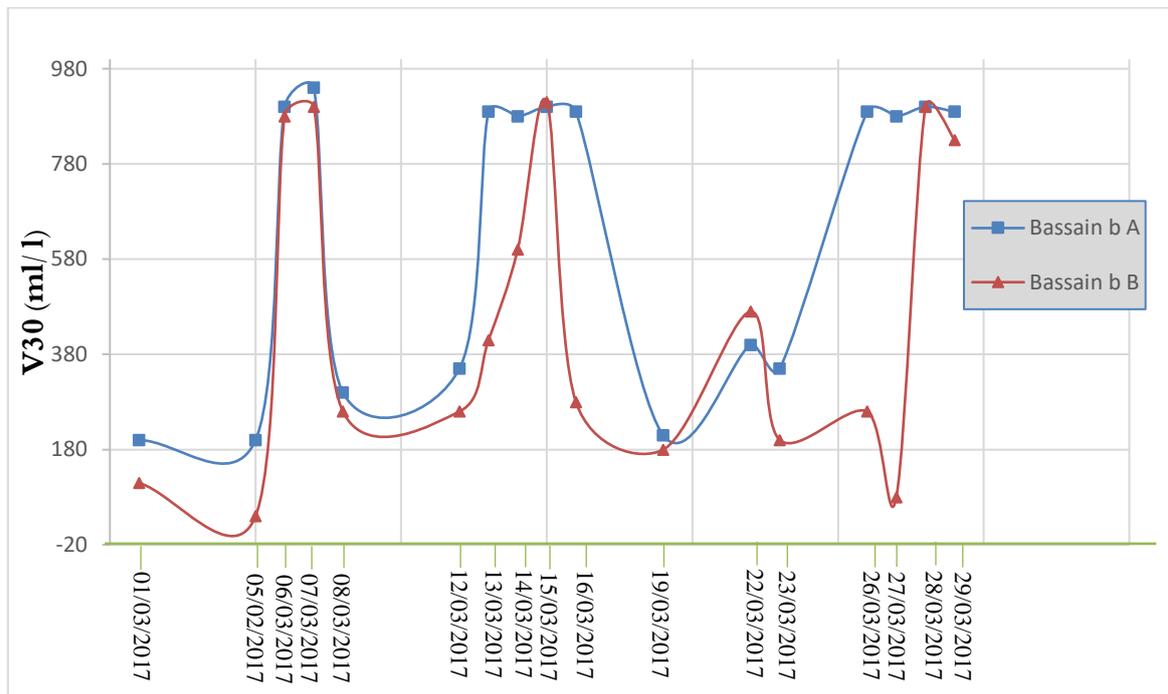


Figure 59: Variations moyennes journalières de V_{30} dans les bassins biologiques A et B pendant le mois de Mars 2017.

Selon les courbes présentées, on remarque que les valeurs moyennes mensuelles de V_{30} oscillent entre 200 ml/l et 900 ml/l dans le bassin biologique A avec une moyenne de 645,29 ml/l et oscillent entre 40 ml/l et 900 ml/l dans le Bassin biologique B avec une moyenne de 445,30 ml/l pendant la période de notre étude. Donc on constate que les deux bassins biologiques fonctionnent en équilibre l'un avec l'autre et contiennent des volumes de boues très proches.

IV.4 Conclusion

L'étude consiste à suivre la qualité des eaux usées du centre d'El Bayadh épurées au niveau de la STEP.

Dans cette phase nous retenons les principaux points suivants :

- Le secteur industriel n'existe pas dans la ville d'El Bayadh.
- En considérant les résultats d'analyses réalisés ou obtenus du laboratoire de la station d'épuration, nous pouvons conclure ce qui suit :
 - Que ces eaux usées ne peuvent être rejetées dans un milieu récepteur sans traitement préalable. Ces eaux sont chargées en différents types de matières polluantes (carbonées, azotées et phosphorées) qui peuvent créer beaucoup de nuisances.
 - Que ces eaux usées sont aptes au traitement biologique (par boues activées) réservés aux eaux usées urbaines à prédominance domestique.

En suivant les évolutions des différents paramètres de pollution carbonée (DCO, DBO₅ et MES) azotée (N-NH₄⁺ et N-NO₃⁻) dans l'eau usée brute et épurée et nous avons pu calculer les rendements d'abattement de ces paramètres qui sont satisfaisants. On peut dire que la station d'El Bayadh joue un rôle très important dans la protection de l'Oued Lakhnag puisque la majorité des matières polluantes contenues dans l'eau brute est éliminée au niveau des ouvrages de la STEP.

Les pourcentages satisfaisants de l'élimination des matières polluantes est dû à la qualité de l'eau usée qui a une origine urbaine de bonne biodégradabilité, en moyenne inférieur à 3. Ainsi que la satisfaction des conditions favorables aux réactions biologiques de la décomposition des matières polluantes comme le pH qui est proche à la neutralité et la température moyenne qui est presque égale à la température de dimensionnement du bassin biologique (14°C).

On a aussi suivi l'évolution des paramètres qui concernent les boues activées V₃₀. Ce paramètre nous permet d'avoir une idée sur le fonctionnement du bassin biologique et le développement de la biomasse épuratrice dans les bassins biologiques.

Conclusion générale

L'objectif de notre étude était d'étudier le fonctionnement des ouvrages de la STEP d'El Bayadh en suivant la qualité des eaux usées à l'entrée et à la sortie de la station ainsi que la qualité des boues produites.

Notre présent travail a permis d'étudier de près le fonctionnement de la station d'épuration des eaux usées urbaines de la ville d'El Bayadh par le procédé biologique à boues activées afin de protéger Oued El Khnag situé en aval du rejet de la STEP. Cette étude a été faite en suivant l'évolution des paramètres de pollution avant et après épuration.

La station d'épuration d'El Bayadh fonctionne à un régime de faible charge, elle est munie d'un dé grilleur grossier et fin, d'un dessabler-déshuileur. Et pour le traitement secondaire la STEP est munie d'un bassin d'aération, d'un clarificateur et d'un bassin de désinfection. Cette station comporte aussi une filière de traitement des boues produites qui comporte un épaisseur, un stabilisateur et un filtre presse à bande pour la déshydratation de ces dernières et déshydratation sur lits de séchage (Système de sécurité).

La partie expérimentale a consisté à suivre les variations journalières et mensuelles des paramètres de pollution, qui peuvent donner une idée sur le fonctionnement des ouvrages de la STEP.

Dans la première partie nous avons décrit les points de prélèvement et les protocoles de détermination de l'ensemble des analyses physico-chimiques faites sur les eaux usées brutes et traitées pour contrôler les variations des paramètres indicateurs de pollution des eaux : pH, température, la DBO₅, la DCO, les MES, N-NO₃⁻, N-NH₄⁺. Nous avons également décrit les caractéristiques des boues produites au niveau des ouvrages de la station (V₃₀).

Dans la deuxième partie, nous avons présenté la variation des paramètres de pollution des eaux et un paramètre qui caractérise les boues produites au niveau du bassin biologique. Ceci pendant la période de notre étude.

- Le rendement d'élimination des matières de pollution très satisfaisante. Cette matière polluante est principalement représentées en DCO, DBO₅, MES, N-NH₄⁺ et N-NO₃⁻ qui ont, pendant la période de notre étude, des rendements moyens de 91,85%, 93,74%, 95,42%, 70% et 62,25% respectivement.

Donc l'ensemble, les bons rendements obtenus mettent en évidence les performances de fonctionnement de la STEP d'El Bayadh par le procédé à boues activées à faible charge permet une bonne élimination de la charge polluante. Ce qui permet de protéger les eaux d'Oued El Khnag contre l'eutrophisation ainsi que contre la pollution.

Ajeroud K, (2016), Etude physico chimique et organique des eaux usées de la ville d'Ain Beida et leur impact sur l'irrigation, Hydraulique, Master, Oum El Bouaghi : Université Larbi Ben M'hidi, P 10.

ANAT ,2003 Etude prospective et de développement de la wilaya d'El Bayadh.
ANDI ,2013 Monographies de la Wilaya D'El Bayadh.

Arouche L, Touil T, (2018), Contribution à l'Etude de la Performance de la Station d'Épuration (STEP) de Souk El Tenine Bejaia, Biodiversité et Sécurité Alimentaire, Master, Bejaia : Université A. MIRA, P 07.

Bassompierre C. (2007). procédé à boues activées pour le traitement d'effluents papetiers : de la conception d'un pilote a la validation de modèles. Thèse Doctorat Institut National Polytechnique de Grenoble, pp 25-42

BASSOULET J.P. (1973). Contribution à l'étude stratigraphique du Mésozoïque de l'Atlas saharien occidental (Algérie). Thèse Sci. Nat., Paris VI, 497p.

Beldjilali F, ArabA,(2018), Etude comparative des paramètres physico-chimiques et bactériologique ; des eaux de barrage Kramis et des eaux de source naturelle Ain Sidi AbdElkader, Microbiologie Fondamentale, Mostaganem : Université Abdelhamid Ibn Badis, P 14.

Belhamadi M, Seddik O, (2010), Etude de la biodégradation du 2.4 dichlorophénol par le macrobiote des effluents d'entrée et de sortie de la station d'épuration des eaux usées d'ibn Ziad. Biochimie et Microbiologie, Magister en microbiologie, Constantine : Université Mentouri, P 13.

Bouaicha A, Killani A, (2017), Optimisation des paramètres de la récupération du phosphate des eaux usées et sa valorisation dans la synthèse de l'acide phosphorique de Bejaia, Mines et Géologie, Master, Bejaia : Université Abderrahmane Mira, 2017, P 05.

BOURSALI F. et FIFRA O. (2012)- Etude lithostratigraphique et sédimentologique du crétace inférieure (Valanginien) du Djebel El Beiod (Atlas Saharien central). Mem. Ing. Univ. Tlemcen. 38 p., 12 fig

BoussaliaA,(2010). Contribution a l'étude de séchage solaire de produits agricoles locaux. Magister en Génie Climatique Université Mentouri-Constantine .soutenu.

Canler J.P, Perret J.M. (2004). Étude des prétraitements compacts basés uniquement sur le tamisage fin. Cas du traitement des eaux résiduaires urbaines ou domestiques. Document technique FNDAE n° 28. 1^{ère} édition Cemagref.

CORNET A. (1952).L'Atlas saharien sud-Oranais. XIXème Congr. Géol. Intern., Alger.
Monographie régionale, 1ère sér. 12, 51 p.

Couderec, 1973 Remarques sur le concept de région appliqué à la steppe de l'Algérie occidentale. Ed Centre intern. Hautes et Agro.Méd (CIHEAM)- Option Méditerranéennes 23.91.101

CSHPF, (1995), « Recommandations sanitaires relatives à la désinfection des eaux usées urbaines », conseil supérieur d'hygiène publique de France section des eaux ;

Damagnez, 1975 Economie de l'eau en zone aride : utilisation des eaux de surface. Options Méditer., 28 : 35 – 41

Degrémont, 1989. Mémento technique de l'eau, tome I, édition cinquantenaire : Lavoisier, technique et documentation. Paris (France).

DekhilSoror W, ZiabetM,(2013), Traitement des eaux usées urbaines par boues activées au niveau de la ville Bordj Bou Arreridj effectué par la station d'épuration des eaux usées ONA, Chimie, Master, Bordj Bou Arreridj : Université Mohamed El Bachir elibrahimi, , P 18.

Deronzier G, Schétrite S, Racault Y, Canler J.P, Liénard A, Héduit A, Duchène P. (2001).Traitement de l'azote dans les stations d'épuration biologique des petites collectivités, Document technique FNDAE n° 25, Cemagref

Djeddi H, (2007), Utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbaines, Ecologie végétale, Magister, Constantine : Université Mentouri, P 12.

DPAT ,2010 Monographie de la wilaya d'El BAYADH.

DPSB ,2014 Direction de Programmations et Suivi Budgétaires», Annuaire Statistique

El Zerey, 2012 La désertification : quel impact sur le développement en Algérie ?198p.

FAO ,2003 : Etude L'irrigation avec des eaux usées traitées : Manuel d'utilisation. FAO Irrigation and Drainage papier, 65p, (2003)

Gaid A.K. (1993). Traitements biologiques des eaux résiduaires, Technique d'ingénieur, Environnement. Paris (France).

GALMIER D. (1972). Photogéologie de la région d'Ain Sefra (Algerie), service géologique de l'Algérie, 1972, 164p.

Hadef B, (2015), L'effet des sels minéraux sur l'élimination du phénol par coagulation floculation, Génie de l'environnement, Master. Biskra : Université Mohamed Khider, P

Hadef D, Hasni M, (2017), Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de l'Oued de Boutane région de Khemis-Miliana W.AinDefla, Chimie, Master, Khemis Miliana : Université Djilali Bounaâma, P 07.

Hazourli S., Boudiba L., Ziati M. (2007)Caractérisation de la pollution des eaux résiduaires de la zone industrielle d'El-Hadjar, Annaba. Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n° 06, pp. 45-55

HCDS D'EL BAYADH 2017 Haut commissariat au développement de la steppe d'el bayadh.

Karoune S (2008), Effets des boues résiduelles sur le développement des semis du chêne liège (*Quercus suber* L), Magistère en Ecologie Végétale, Université Mentouri Constantine.

Kesbi R, (2016), Etude des performances épuratoires d'une STEP de l'ouest Algérien cas de la nouvelle STEP d'Ain Témouchent. Technologie de traitement des eaux, Tlemcen : Université Abou BekrBelkaid, P 04.

KhelifaMohammedi Z. (2008). Evaluation des eaux usées traitées de la station d'épuration d'Ain Sfiha (w. SETIF) en vue d'une utilisation dans le domaine de l'irrigation. Mémoire d'ingénieur d'état en Hydraulique, ENSH, Blida (Algérie).

Le Houerou, 1995 Bioclimatologie et biogéographie des steppes aride du Nord de l'Afrique Diversité biologique, développement durable et désertisation. Options méditerranéennes. CIHEAM. Montpellier Série B : Etudes et recherches n°10-397p.

Merzougui W,(2017),Etude de performance d'un dessableur « station d'épuration de la ville d'Ain Beida, Hydraulique, Master, Oum-El-Bouaghi : Université Larbi Ben M'hidi, P 06

Metahri M.S. (2012).Élimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux traitée, par des procédés mixtes. Thèse de doctorat en Agronomie, option: Génie des procédés, Univ Tizi Ouazo (Algérie).

Metahri Mohammed S, (2012), Élimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par des procédés mixtes, Cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou Agronomie, Thèse de Doctorat, Tizi-Ouzou : Université Mouloud Mammeri, 2012, P 05-06

Moulin S ;Rozen-Rechels D ; Stankovic M,(2013).Traitement des eaux usées,CERES-ERTI, Atelier l'eau Qualité. vs Quantité. 1^{er} semestre - Année 2012-2013 Paris

Nectaire Lié Nyamsi T, (2004), Effets des rejets d'une usine de traitement de la cellulose sur la qualité des eaux du Ntsomo: Etude hydrologique et biologique du cours d'eau, Hydrobiologie et environnement, DEA : Université de yaoundé,

ONA .(2013). Document technique, ONA Office National d'assainissement pour la récupération et l'élimination des déchets. La valorisation agricole des boues de stations d'épurations urbaines, Laboratoire ONA – STEP -Tlemcen jour d'exploitation (2013).

ONA .(2015) . Fiche technique de la station d'épuration (STEP) de la ville d'El Bayadh.

ONA. (2011).Fiche technique de la station d'épuration (STEP) de la ville d'El Bayadh
ONA EL BAYADH (2017). Office nationale d'assainissement de willaya d'El Bayadh.

ONA. (2011).Fiche technique de la station d'épuration (STEP) de la ville d'El Bayadh.

Ouali M.S. (2001). Cours de procédés unitaires biologiques et traitement des eaux, édition : OPU, Ben Aknoun, Alger (Algérie).

Pouget, 1980. Les relations sol-végétation dans les steppes sud algéroises. Trav. Et. Doc. ORSTOM, Paris, 555 p

Rejsek F. (2002). Analyse des eaux, aspects réglementaires et techniques, édition : Scérén

Rodier J, (2005).«L'analyse d'eau». 5^{ème} édition.

Rodier J. (2009).L'analyse de l'eau. 9^{ème} édition : Dunod, Paris (France)

Sari H,(2014), Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de la source «Attar » (Tlemcen), Sciences des aliments, Master, Tlemcen : Université Abou BekrBelkaid, , P 17.

Satin M.Selmi B. (1999). Guide technique de l'assainissement, 2^{ème} édition, édition du Moniteur, Paris (France).

Tarmoul F, (2007), Détermination de la pollution résiduelle d'une station d'épuration par lagunage naturel "cas de la lagune de béni-messous, DEUA : Institut des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral, 2007, P 03.

Zeghoud Mohamed S,(2014), Etude de système d'épuration des eaux usées urbaines par lagunage naturel de village de Méghibra, Hydraulique, Master, EL-Oued : Université ElOued, P 16.

(www.ltbp.org/FTP/BDI22.PDF).

(<https://ona-dz.org/article/comprendre-les-eaux-usees.html>).

(www.ahlborn.pagesperso-orange.fr/docspdf/1502-1503) .

(www.anhydre.eu/wtw/conductivite).

(www.safewater.org.)Fondation de l'Eau Potable Sûre. Traitement des eaux usées.