



République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة عباس لغرور خنشلة



Université Abbès Laghrou Khenchela-Algérie-

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département d'Ecologie et Environnement

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention d'un diplôme de Master

FILIERE : ECOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

OPTION : Protection des écosystèmes

présenté par : BRAHMI Ramzi et MADOUI Hasni

**Evaluation de la performance d'une station
d'épuration des eaux usées.
Cas de la STEP d'Ain El-Beida
(Wilaya D'Oum Bouaghi, Nord Est Algérien)**

Sous la direction de : Dr HALIMI Samia

MCA, Université Abbès Laghrou Khenchela

Devant le jury

Président : Mr SALHI Zin El Abidine

MAA, Université Abbès Laghrou Khenchela

Examinatrice : Dr ADDAD Dalila

MCB, Université Abbès Laghrou Khenchela

Année Universitaire : 2019/2020

Remerciements

Au terme de ce travail, je tiens à remercier le **Bon Dieu** tout puissant qui m'a donné la force, le courage et la patience pour terminer ce travail.

Au terme de ce travail, je souhaite exprimer ma gratitude et mes remerciements à tous les intervenants et toutes les personnes de près ou de loin, et ont contribué à sa réalisation, en particulier :

Dr HALIMI Samia de la faculté des sciences de la nature et de la vie, de l'université de Khenchela qui a dirigé ce travail, sa confiance, ses critiques et ses encouragements et ses orientations étaient pour nous d'une très grande utilité pour la réalisation de ce travail de recherche - développement ;

Je remercie vivement : **Mr SALHI Zine Elabidine** de l'Université de Khenchela d'avoir honoré et accepter de présider le jury,

Mes vifs remerciements sont adressées aussi à **Dr ADDAD Dalila** de l'université de Khenchela pour avoir accepté de faire partie du jury et d'évaluer notre travail.

Un grand merci à l'ensemble du personnel de la station d'épuration des eaux usées de la ville D'Ain Beida wilaya d'Oum El Bouaghi pour l'encouragement et l'orientation, aides et conseils :

Le directeur de la station : **ILHOUM Rafik**

Le coordinateur d'exploitation de maintenance : **OUGAB Fouzi**

Le chef de laboratoire : **BOUGOUFA Hamza**

J'adresse un grand merci à

GHERIBI Dalel, MENASRIA Nihad ,ZGHDANI Zouhir

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin pour mener à terme cet humble travail

BRAHMI Ramzi

MADOUI Hasni

Dédicace

Je dédie ce travail à mes plus chers êtres au monde :

Ma mère **ELhaja Khira** et mon père **ELhaj EL-Hadi** pour leur amour,
leur tendresse, et pour leur soutien moral et matériel durant toutes les étapes de ma vie.

Je les remercie de m'avoir toujours laissé la liberté de mes choix,
de m'avoir fait confiance et de m'avoir soutenu car sans eux je n'aurais jamais pu faire, et surtout grâce à eux je
suis ce que je suis.

À mes frères : **Tahar** ; **Dr Zarzour** ; **Dr chiboub** ; **Abd EL-Hak** ; **Dr Hichem** ; **Abd el-Hakim** ; **Fahem**

A ma chère sœur **Teldja** pour leur encouragement permanent, et leur soutien moral

A mes chères amies

Dalal gheribi, Charfeddin saidane ,Adel Belkharchouch,

Abd el-madjid Ramdani , Dr Ali Akroum, Hasni madoui , Samah el-Hani ,Rania ,
nadir Bouchema , Ammar brik ,mohammed Cherif Abd-el-Kader, Mohammed Kamel tamen ,Brahim ouendjeli,
Mohammed anis ,Smail zaatour , Melkia chafai, Kamel Rabhallâh , merci beaucoup de votre présence,
soutien et de m'avoir encouragé à aller plus loin.

A tous les autres que je n'ai pas cités mais à qui je pense aussi.

Merci à tous de m'aider à devenir meilleur.

A tous les étudiants de ma promotion à qui je souhaite beaucoup de succès.

BRAHMI Ramzi



Dédicace

Au tout puissant **Allah** A toi la louange, Ô la lumière des cieux ; de la terre et de ce qu'ils renferment. Gloire à toi de nous avoir assisté de ta lumière et en toute circonstance matin et soir.

Je tiens à dédier ce mémoire à

Aux deux êtres les plus chères au monde, **mon père** mon idole dans la vie, et À la plus belle créature que Dieu a créée sur terre,, À cet source de tendresse, de patience et de générosité,, À **ma mère** soleil de mes jours. Que dieu leur procure bonne santé et longue vie.

A mes frères : **ABD ELOUAHAB , ZAKARIA**

A ma chère sœur **ROMAISA**

A mes amis notamment : mon intime **Ramzi, Adel, Madjid, Anis, Mokhtar Remdana**

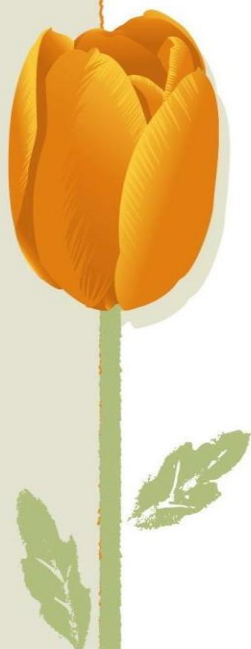
A mon binôme **Ramzi** et toute la famille **brahmi**

A toutes la promotion protection des écosystèmes Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce

Projet soit possible

Merci d'être toujours là pour moi, Que dieu leur accorde santé et prospérité.

MADOUl Hasni



Liste des figures

Numéro de figure	Titre	Page
1	Schéma d'un traitement préliminaire d'une STEP	18
2	Schéma d'un dégrilleur	19
3	Schéma d'un tamisage	19
4	Photo d'un dessableur	20
5	Schéma d'un déshuileur-dégraiseur	21
6	Décanteur primaire avec pont racleur a engrainement périphérique	22
7	Schéma de principe du lagunage	23
8	Lagunage naturel	24
9	Le principe d'un lagunage aéré	25
10	Schéma de principe d'une filière de traitement par lit bactérien	26
11	Schéma de principe d'une filière type de disques biologiques	26
12	Vue de aérienne de la station d'épuration d'Ain Beida	36
13	Situation géographique de la STEP Ain Beida	37
14	plan générale des ouvrages de la STEP Ain Beida	39
15	le By-pass	42
16	le Panier grossières	42
17	la tête de station	43
18	les pompes de relevage	43
19	Le Dégrillage grossier	44
20	La baine de déchet	44
21	Le Dégrillage fines	44
22	La baine de déchets de dégrillage fin	44
23	Le Dessableur-déshuileur	45
24	Le Classificateur à sables	46
25	Le Bassin biologie	46
26	Le Bassin de dégazage	47
27	Le Décanteurs	47
28	Le bassin de chloration (la sortie des eaux épuré)	48
29	L'épaississeur primaire	48
30	Le digesteur des boues épaisses	49
31	L'épaississeur secondaire	49
32	Les Lits de séchage	50
33	Appareil de mesure de pH et de température	53
34	Photo de la balance analytique	54
35	Photo de dispositif d'aspiration	54
36	Photo de dessiccateur	54
37	Flacon à DBO	56
38	DBO mètre	56

39	Réactif à DCO	58
40	Photo du bloc chauffant	58
41	Photo du spectrophotomètre	58
42	Photo du conductimètre portatif (LF90)	60
43	Variation moyenne de la température à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier -Décembre 2017)	64
44	Variation moyenne du pH de l'eau brute et de l'eau traitée (janvier - Décembre 2017)	65
45	Variation moyenne de la conductivité à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier - Décembre 2017).	65
46	Variation moyenne des matières en suspension (MES) à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier - Décembre 2017).	66
47	Variation moyenne de la demande chimique en oxygène (DCO) à l'entrée et la sortie de la STEP (Janvier – Décembre 2017).	67
48	Variation moyenne de la demande biologique en oxygène (DBO5) à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier - Décembre 2017).	67
49	Variation moyenne de l'azote ammoniacal à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier -- Décembre 2017)	68
50	variation moyenne de phosphore (P-PO4) à la sortie de la STEP (Janvier - Décembre 2017)	69
51	variation moyenne de la température à l'entrée et la sortie de la STEP (Janvier - Décembre 2018)	69
52	Variation moyenne de pH de l'eau brute et de l'eau traitée (Janvier - Décembre 2018)	70
53	Variation moyenne de la conductivité à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier - Décembre 2018).	70
54	variation moyenne de la matière en suspension MES à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier - Décembre 2018)	71
55	Variation moyenne de la demande biologique en oxygène (DBO5) à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier - Décembre 2018).	72
56	variation moyenne de l'azote ammoniacal (N-NH4) à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier - Décembre 2018).	72
57	variation moyenne de phosphore(P-PO4) à la sortie de la STEP (en période de 05 mois 2018)	73
58	variation moyenne à la sortie de Nitrate (N-NO3) de la STEP. (en période de 03 mois 2018)	74
59	variation moyenne de la température à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier -Décembre 2019)	74
60	Variation moyenne du pH de l'eau brute et de l'eau traitée (janvier - Décembre 2019)	75
61	Variation moyenne de la conductivité à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier - Décembre 2019).	76
62	Variation moyenne des matières en suspension (MES) à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier - Décembre 2019).	76

63	Variation moyenne de la demande chimique en oxygène (DCO) à l'entrée et la sortie de la STEP (Janvier - Décembre 2019).	77
64	Variation moyenne de la demande biologique en oxygène (DBO5) à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier - Octobre 2019).	78
65	variation moyenne de l'azote ammoniacal (N-NH4) à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier - Décembre 2019).	78
66	variation moyenne de phosphore (P-PO4) à la sortie de la STEP (Janvier - Décembre 2019)	79
67	Variation moyenne de (N-NO2) à l'entrée et à la sortie de la STEP	80
68	Variation moyenne de (N-NO3) à l'entrée et à la sortie de la STEP	80

Liste des tableaux

Numéro	Titre	page
1	Normes de rejets internationales	15
2	Les valeurs limitent des paramètres de rejet dans un milieu récepteur	16
3	Classement des procédés par boues activées	29
4	Données Techniques de la STEP de Ain Beida Willaya Oum El Bouaghi	39
5	Les Données de charge polluante	40
6	Qualité des eaux usées	40
7	paramètre de pollution de conception	41
8	Caractéristiques de grille grossière	43
9	Caractéristiques Dessableur-déshuileur aéré	45
10	Paramètres physico-chimiques des eaux usées épurées	63
11	Tableau récapitulatif des moyennes taux d'abattement de pollution de la STEP d'Ain Beida(2017-2018-et 2019)	82

LISTE D'ABRÉVIATION

STEP	Station d'épuration
ONA	Office National d'Assainissement.
EH	l'équivalent habitant.
T°C	la Température en Degré Celsius
NH₄⁺	Ammonium
NO₂⁻	Nitrites(mg/l).
NO₃⁻	Nitrates(mg/l).
PO₄⁻³	Ortho Phosphate
Age	âge des boues
CE	Conductivité Electrique (µs/cm).
Cm	La charge massique exprime en kg DBO5 / kg MVS.j.
COT	Carbone total organique.
Cv	La charge volumique exprimé en kg O2 .m-3.j-1 .
DBO5	Demande biochimique en oxygène à cinq jours
ERU	eaux résiduaires urbaines
ETM	les Eléments Traces Métalliques
EU	Eaux Usées
Im	Indice de Mohlman (mg/l).
JORAD	le Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique
MES	Matières en suspension
MMS	Les matières minérales en suspension
MO	Matière organique
MP	matière phosphorées.
MVS	Matières volatile sèche
OD	Oxygène dissout
P	Phosphore
P2O5	Poly Phosphate
PH	Potentiel d'Hydrogène
Qj	le débit journalier d'eau brute à traiter (m ³ .j-1).
REU	Réutilisation des eaux usées
REUE	Réutilisation des eaux usées épurées
REUT	Réutilisation des eaux usées traitées
RS	Résidu sec
SAR	Sodium Adsorption Ration
Ts	temps de séjour (h).
µS	Micro Siemens

SOMMAIRE

Titre	page
INTRODUCTION GENERAL	2/3
PARTIE 1 ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE	
I .Généralités sur les eaux usées	
I.1.Introduction	5
I.2. Définition des eaux usées	6
I.3. Les principaux rejets polluants	6
I.3.1. Eaux usées domestiques	6
I.3.2. Eaux usées industrielles	7
I.3.3. Les eaux usées pluviales	7
I.3.4. Les eaux usées agricole	7
I.4 .Composition des eaux usées	8
I.4.1 Matière en suspension et matière organique (MES)	8
I.4.2. Micro polluant organique, métallique	8
I.4.3. Substances nutritives	9
I.4.4 Les micro-organismes bactériologiques pathogènes	9
I.5. Système d'assainissement	10
I.5.1. Système unitaire	10
I.5.2. Système séparatif	10
II .Les indicateurs de pollutions des eaux usées	
II.1. Paramètres organoleptiques	11
II.1.1. La couleur	11
II.1.2. Odeur	11
II.2. Les paramètres physico-chimiques	11
II.2. 1. La température	11
II.2. 2. Potentiel hydrogène (pH)	12
II.2. 3. La turbidité	12
II.2. 4. Les matières en suspension (MES)	12
II.2. 5. La conductivité électrique (CE)	12
II.2. 6. Oxygène dissous (OD)	13
II.2. 7. Résidu Sec (RS)	13
II.2. 8. Salinité	13
II.3. Paramètres de pollution organique	13
II.3.1. Demande biologique en oxygène (DBO5)	13
II.3. 2. Demande chimique en oxygène (DCO)	13
II.3.3. Paramètres de pollution azotée et phosphorée	14
II.3.3.1. Azote	14
II.3.3.2. Phosphore	14
II.4. L'équivalent habitant (EH)	14
II.5. Les normes internationales (normes OMS)	15
II.6. Normes Algériennes	15/16

III. Différents procédés d'épuration des eaux usées	
III.1. Définition de l'épuration	17
III.2. Paramètres essentiels pour le choix d'une technologie de traitement des eaux Usées	17
III.3. Rôle des stations d'épuration	17
III.4. Nécessité et objectif de l'épuration	17
III.5. Différents procédés d'épuration des eaux usées	17
III.5.1 PHASE -EAU-	18
III.5.1.1. Le Prétraitement	18
A. Dégrillage	18
B. Tamisage	19
C. Le dessablage	20
D. Déshuilage et dégraissage	20
III.5.1.2. Traitement primaire (décantation primaire)	21
A. La décantation physique (naturelle)	21
B. Traitement physico-chimique	22
C. La flottation	22
III.5.2 Le traitement biologique (traitement secondaire)	23
III.5.2.1. Procédés biologiques extensifs	23
A. Le lagunage	23
B. Lagunage naturel	24
C. Le lagunage aéré	25
III.5.2.2. Procédés biologiques intensifs	25
A. Lit bactérien (culture fixe)	25
B. Disque biologique (culture fixe)	26
C. Procédé à boue activée	27/28
III.6. Classement des procédés par boues activées	29
III .7. Le traitement tertiaire	29
III .7. 1.L'élimination de l'azote	30
A. La nitrification	30
B. La dénitrification	30
C. L'élimination du phosphore	30
D. Elimination et traitement des odeurs	31
E. La désinfection	31

III .8. Le traitement des boues	32
III .8. 1. La mise en décharge contrôlée	33
III .8. 2. L'incinération	33
III .8. 3. Utilisation agricole des boues	34
PARTIE 2 ETUDE EXPERIMENTALE	
Présentation du site d'étude : STEP Ain Beida	
I.1.Introduction	36
I.2. La Situation géographique de la ville de Ain Beida	36
I.3.Situation géographique de la STEP d'Ain Beida (Nord Est Algérien)	37
I.4. Le Principe de fonctionnement de la STEP	38
I.5. La Description des Installations	38
I.5 .1.La Phase Eau	38
I.5 .2. La Phase Boue	38
I.6. Les Données techniques de la STEP	39
I.7. Les Caractéristiques techniques des ouvrages de la station	40
I.8.Filières de traitement des eaux de la STEP d'Ain Beida	41
A. Filière eau	41
1. Entrée des eaux brutes et prétraitement	41
1.1. Le By-pass	41
1.2.Le Panier grossières	42
1.3. Le Poste de relevage	43
1.4. Le Dégrillage grossier	44
1.5. Le Dégrillage fin	44
1.6. Le Dessableur – déshuileur	45
1.7.Le Classificateur à sable	46
2. Bassin biologie (traitement biologie)	46
3. Le Bassin de dégazage (le déversoir)	47
4. Le Décanteurs secondaires	47
5. La Chloration	48
B. La filière des Boues	48
1.L épaisseur des boues en excès	48
2.Le digesteur des boues épaisses	49
3.L'épaisseur secondaire	49
4. Les Lits de séchage	49/50

Matériels et méthodes	
I. Introduction	52
I.1.La température	52
I.2.pH	52
I.3.Matières en suspension (MES)	53
I.3.1.Matériels et réactifs	53
I.3.2.Procédure expérimentale	53/54
I.4.La demande biochimique en oxygène (DBO5)	55
I.4.1.Principe	55
I.4.2.Matériels et réactifs	55
I.4.3.Procédure expérimentale	55/56
I.5.La demande chimique en oxygène (DCO)	57
I.5.1.Le but	57
I.5.2.Principe	57
I.5.3.Matériels et réactifs	57
I.5.4.Procédure expérimentale	57/58
I.6.Conductivité	58
I.6.1. Mesure de la conductivité	59
I.6.2. Principe	59
I.6.3. Procédure expérimentale	59/60
I.7.Azote ammoniacal (N-NH₄)	60
I.7.1.Principe	60
I.7.2.Matériels et réactifs	60
I.7.3.Procédure expérimentale	60
I.8.Les nitrites(N-NO₂)	61
I.8.1. Principe	61
I.8.2.Matériels et réactifs	61
I.8.3.Procédure expérimentale	61
I.9. Les Nitrates (N-NO₃)	61/62
I.10. Le phosphore (P-PO₄)	62
I.10.1 .Mode opératoire	62

Résultats et Discussions	
I. Introduction	64
II. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS	64
II.1. Variations Des Eléments Physicochimiques des eaux de la STEP (Périodes: 2017-2018-2019)	64
II.1.1. PERIODE D'OBSERVATION – 2017 -	64
a. La température	64
b. Le pH	64/65
c. La conductivité	65/66
d. Matières en suspension (MES)	66
e. La demande chimique en oxygène (DCO)	66/67
f. La Demande biologique en oxygène (DBO5)	67/68
g. Azote ammoniacal (N-NH ₄)	68
h. Les phosphates (P-PO ₄)	68/69
II.1.2. PERIODE D'OBSERVATION – 2018 -	69
a. la température	69
b. Le pH	70
c. la Conductivité	70/71
d. Matières en suspension (MES)	71
e. La Demande biologique en oxygène (DBO5)	71/72
f. Azote ammoniacal (N-NH ₄)	72
g. Le phosphore (P-PO ₄)	73
h. Nitrate (N-NO ₃)	73/74
II.1. 3. PERIODE D'OBSERVATION – 2019 -	74
a. Température	74/75
b. Le pH	75
c. la Conductivité	75/76
d. Matières en suspension MES	76
e. La demande chimique en oxygène (DCO)	77
f. La demande biochimique en oxygène (DBO5)	77/78
g. L'azote ammoniacal (N-NH ₄)	78/79
h. Le phosphore (P-PO ₄)	79
i. Nitrite (N-NO ₂)	79/80
j. Nitrate (N-NO ₃)	80
II.2. CALCUL DE L'EFFICACITE DE TRAITEMENT	81
II.2.1. Taux d'abattement de pollution des stations d'épuration	81
II.2.2. Choix de l'indicateur	81
II.2.3. Mode de calcul et données utilisées	81/82
Conclusion	83/84
Références bibliographiques	85--92
Résumé	

Introduction générale

INTRODUCTION GENERALE :

La qualité des eaux dans le monde a connu ces dernières années une grande détérioration, à cause des rejets industriels non contrôlés et l'utilisation intensive des engrais chimiques en agriculture. Ces derniers produisent une modification chimique de l'eau et la rendent impropre aux usages souhaités. De nombreux travaux se sont aussi rapportés sur l'étude des différents effets des rejets industriels et urbains sur l'évolution de la qualité et la pollution des eaux.

En Algérie les besoins en eau augmentent considérablement dans le temps et dans l'espace et touchent à des domaines de plus en plus nombreux pour satisfaire ses exigences de confort et d'agrément et pour répondre à une demande économique croissante.

Les déficiences dans la gestion des eaux usées restent l'un des principaux facteurs de transmission des maladies et de dégradation de l'environnement. En Algérie, peu d'importance est accordée à la couverture des services d'assainissement comparée à la couverture des services d'approvisionnement en eau et encore moins d'importance est accordée à l'épuration. Depuis quelques années les gouvernements encouragent les entreprises à trouver de meilleurs techniques pour la filtration des eaux usées (contaminées).

La recherche de nouvelles technologies d'épurations des eaux usées plus efficaces et plus écologiques est l'un des plus importants enjeux de notre société moderne autant sur le plan économique que social. L'eau est de plus en plus polluée et le phénomène d'urbanisation entraîne des volumes d'effluents à épurer qui augmente sans cesse. Il devient donc nécessaire de trouver une technique qui est à la fois efficace et économiquement rentable.

Plusieurs techniques sont utilisées, nous pouvons citer : les réactions chimiques, biochimique ainsi que les séparations physicochimiques.. Les bioréacteurs à membranes représentent un excellent exemple de procédé intensif mettent en œuvre des nanotechnologies permettant de réaliser des synergies entre les réactions biochimiques et les sépareurs physicochimiques.

Ce travail a été réalisé dans le but d'établir un diagnostic de l'état physicochimique des eaux usées épurées de la STEP de la ville d'Ain El-Beida et de déduire le rendement et la performance de cette station. Pour cela, nous avons adopté la méthodologie suivante :

I. Une partie théorique

Comportant trois grands titres :

- a) Le premier c'est des généralités sur les eaux usées (Définition, origine, composition, l'assainissement des eaux usées).
- b) Le second, donne les indicateurs de pollutions des eaux usées (Les Paramètres organoleptiques, Les paramètres physico-chimiques, Paramètres de pollution organique, Les paramètres bactériologiques, et Normes de rejet).
- c) Le troisième est intitulé: Différents procédés d'épuration des eaux usées (Définition de l'épuration, Paramètres essentiels pour le choix d'une technologie de traitement des eaux Usées, Rôle des stations d'épuration, Les différents procédés des traitements des eaux usées).

II. Une partie Expérimentale

récapitule les caractéristiques générales de la station d'épuration des eaux usées de la ville d'Ain El-Beida (situation, capacité...etc.), puis une étude générale sur les caractéristiques physico-chimiques des eaux usées épurées permettant de voir la performance et le rendement de cette station, à savoir : les éléments nutritifs, la DBO, la DCO, les MES ...etc.).

III. En fin une conclusion générale et recommandations

Partie I

Etude

Bibliographique

I. Généralité sur les eaux usées :

Introduction

Les eaux usées issues des industries et des collectivités ne devraient pas être entièrement rejetées dans le milieu naturel, car sans traitement elles peuvent engendrer de graves problèmes environnementaux et de santé publique.

Par conséquent, elles devraient être dirigées vers les stations d'épuration qui ont pour rôle de concentrer la pollution contenue dans les eaux usées sous forme d'un résidu, et de rejeter une eau épurée répondant aux normes admises, et cela grâce à des procédés physico-chimiques et biologiques.(Benelmouaz,2015).

En Algérie, peu d'importance est accordée à la couverture des services d'assainissement rapproché à la couverture des services d'approvisionnement en eau et encore moins d'importance est accordée à l'épuration (Hartani, 2004). En effet, seules 20 % des eaux usées collectées en Algérie sont traitées, contre une couverture du réseau d'assainissement de l'ordre de 85 %, (Medkour,2003). D'après un rapport publié par l'Office national d'Assainissement (ONA) en 2015, l'Algérie compte 120 stations d'épuration qui produisent un volume de 14,6 millions de mètres cubes par mois d'eaux usées épurées [a1] .

Toutefois ce volume reste très réduit par rapport aux grandes quantités d'eaux usées produites et qui sont toujours répandre dans les différents milieux naturels (Dafri,2008). Depuis les années 80, l'Algérie a engagé un vaste programme de réalisation, de stations d'épuration. Cependant, une grande partie de ces stations fonctionne avec des productivités épuratoires souvent faibles si elles ne sont pas déjà à l'arrêt.

La dépollution des eaux usées urbaines nécessite une succession d'étapes faisant appel à des traitements physique, physico-chimique et biologique. En dehors des plus gros déchets présents dans les eaux usées, l'épuration doit permettre, au minimum, d'évincer la majeure partie de la pollution carbonée.

Certains procédés permettent même l'élimination de l'azote et du phosphore(traitement tertiaire).Une grande majorité de ces polluants est transférés de la phase liquide vers une phase concentrée boueuse (Salghi, 2001) .

Le procédé d'épuration à boue activée est le procédé le plus utilisé en Algérie pour traiter les eaux usées (EU). Bien que les performances épuratoires et la fiabilité

de ce procédé soient approuvées, plusieurs types de dysfonctionnements peuvent apparaître. Le plus habituel est le développement excessif de bactéries filamenteuses, susceptibles d'entraîner une dégradation de la décantation des boues (consécutive à l'augmentation de l'indice de boue) ou un moussage stable (Kenkins et al, 1986).

L'objectif de ce travail consiste à évaluer les performances épuratoires et les rendements de la nouvelle station d'épuration d'Ain Baida, en analysant les paramètres suivants : : La DBO₅, la DCO, MES, pH, Conductivité (CE), Nitrites(N-NO₂), Nitrates(N-NO₃), phosphore (P-PO₄), température (T C°). des eaux usées avant et après leur nettoyage.

I.2. Définition des eaux usées :

Les eaux usées, ou les eaux résiduaires, sont des eaux chargées de résidus, solubles ou non provenant de l'activité humaine industrielle ou agricole et parvenant dans les canalisations d'évacuation des eaux usées. Elles présentent, une fraction du volume des ressources en eaux utilisables mais leur qualité très médiocre exige une épuration avant leur rejet dans le milieu naturel (Thomas, 1955).

Une eau est considérée comme « eau usée » lorsque son état, sa composition sont modifiés par les actions anthropiques dans une mesure telle qu'elle se prête moins facilement à toutes ou certaines des utilisations auxquelles elle peut servir à l'état naturel. Aujourd'hui on parle de plus en plus des notions d'eaux claires(Benelmouaz, 2015).

I.3. Les principaux rejets polluants :

Les rejets sont de diverses origines classés en :

I.3.1. Eaux usées domestiques :

Les eaux usées d'origine domestique sont issues de l'utilisation de l'eau (potable dans la plupart des cas) par les particuliers pour satisfaire tous les usages ménagers. Lorsque les habitations sont en zone d'assainissement collectif, les eaux domestiques se retrouvent dans les égouts(Baumont et al ,1997). Elles constituent l'essentiel de la pollution et se composent (Franck, 2002):

- ✚ Des eaux de vannes, qui proviennent des sanitaires (WC), très chargées en matières organiques hydrocarbonées, en composés azotés, phosphorés et en microorganismes .
- ✚ Des eaux de cuisine, qui contiennent des matières minérales en suspension provenant du lavage des légumes, des substances alimentaires à base de matières organiques, (glucides, lipides protides), et des produits détergents

- ✚ Des eaux de buanderie, contenant principalement des détergents ;
- ✚ Des eaux de salle de bains, chargées en produits utilisés pour l'hygiène corporelle, généralement de matières grasses hydrocarbonées ;

I.23.2. Eaux usées industrielles :

Ce sont les eaux usées qui proviennent de locaux utilisés à des fins industriels, artisanales, commerciales ou de services, leurs eaux de refroidissement de pompes à chaleur et de climatisation (El Hachemi, 2012).

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 organiques chimiques et métalliques(Rabah, 2012).

I.3.3. Les eaux usées pluviales :

Ce sont des eaux de ruissellement qui se forment après une précipitation. Elles peuvent être particulièrement polluées surtout en début de pluie par deux mécanismes (Regsek, 2002):

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

I.3.4. Les eaux usées agricole :

Le secteur agricole reste le plus grand consommateur des ressources en eau (Salem A, 1990).

Les pollutions dues aux activités agricoles sont de plusieurs natures :

- ✓ Apport de pesticides chlores ou phosphores de désherbants d'insecticides.
- ✓ Apport des eaux de surface de nitrate et de phosphate utilisés comme engrais.
- ✓ Apport de sulfate de cuivre de composés arsenicaux destinés à la protection des plantes (Richarde,1996).

1.4 .Composition des eaux usées :

1.4.1 Matière en suspension et matière organique (MES) :

Les matières en suspension (MES) sont, en majeure partie, de nature biodégradable.

La plus grande part des microorganismes pathogènes contenus dans les eaux usées, est associée aux MES. Les particules en suspension peuvent, par définition, être éliminées par décantation. C'est une étape simple et efficace pour réduire la charge organique et la teneur en germes pathogènes des eaux usées.

La présence de matière organique dans les eaux usées ne constitue pas, sauf cas très particulier, un obstacle à la réutilisation de ces eaux. Bien à l'inverse, elle contribue à la fertilité des sols(Belaid, 2010).

La matière organique d'une eau usée peut être mesurée en effectuant des tests de laboratoire. Chacun de ces tests permet aussi d'évaluer l'ampleur de l'activité biologique de l'échantillon d'eau donnée. Parmi ces tests, on peut citer les tests de la demande biochimique en oxygène (DBO), la demande chimique en oxygène (DCO) et la mesure du carbone organique total (COT).

D'autres tests tels que le test de la demande totale en oxygène (TOD) et celui de la demande théorique en oxygène ont aussi été utilisés dans le même but (Bandu,1999).

1.4.2. Micro polluant organique, métallique :

Les micropolluants sont des éléments existant en quantité infinitésimale dans les eaux usées (généralement produites par les unités industrielles). La voie de contamination principale, dans le cas d'une réutilisation des eaux usées épurées, est l'ingestion. C'est la contamination par voie indirecte qui est généralement préoccupante.

Ainsi, certains micropolluants, comme les métaux lourds ou les pesticides, peuvent s'accumuler dans les tissus des êtres vivants, et notamment dans les plantes cultivées. Il peut donc y avoir une contamination de la chaîne alimentaire et une concentration de ces polluants dans les organismes (Djeddi, 2006).

Les métaux lourds que l'on trouve dans les eaux usées urbaines sont extrêmement nombreux ; les plus abondants (de l'ordre de quelques $\mu\text{g/l}$) sont le fer, le zinc, le cuivre et le plomb. Les autres métaux (aluminium, chrome, arsenic, sélénium, manganèse, mercure, cadmium, molybdène, nickel, etc...) sont présents à l'état de traces(Zeghoud, 2014).

Leur origine est multiple : ils proviennent des produits consommés au sens large par la population, de la corrosion des matériaux des réseaux de diffusion d'eau et d'assainissement, des eaux pluviales dans le cas de réseau unitaire, des activités de service (santé, transport) et éventuellement de rejets industriels.

Certains éléments traces, peu nombreux, sont reconnus nécessaires, en très faibles quantités, au développement des végétaux : le bore, le fer, le manganèse, le zinc, le cuivre et le molybdène. L'irrigation, à partir d'eaux usées, va apporter ces éléments (O.M.S., 2012).

I.4.3. Substances nutritives :

L'azote, le phosphore, le potassium, et les oligo-éléments, le zinc, le bore et le soufre, indispensables à la vie des végétaux, se trouvent en quantités substantiel, mais en proportions très variables par rapport aux besoins de la végétation, dans les eaux usées épurées ou non.

D'une façon générale et d'après .une lame d'eau résiduaire de 100 mm peut apporter à l'hectare (Faby, 1997):

- ✚ De 16 à 62 kg d'azote,
- ✚ De 2 à 69 kg de potassium,
- ✚ De 4 à 24 kg de phosphore,
- ✚ De 18 à 208 kg de calcium,
- ✚ De 9 à 100 kg de magnésium,
- ✚ De 27 à 182 kg de sodium,

I.4.4 Le micro-organismes bactériologiques pathogènes :

Ils proviennent essentiellement des matières fécales qui contiennent majoritairement une flore anaérobie détruite à l'air, et une flore aérobie facultative.

La présence de ces microorganismes dans les eaux usée et les boues résiduaires nécessita des règles sanitaires lors de leur traitement et de leurs éliminations, en

particulier lorsque le rejet se vérifie à proximité d'une zone conchylicole, une zone baignade ou d'une prise d'eau potable, il est nécessaire d'effectuer une désinfection (Mssaadia et Toumi, 2005).

I.5. L'assainissement des eaux usées

C'est un réseau public de collecte et de transport des eaux usées vers une station d'épuration. On distingue (Abid , abdelli , 2018):

I.6.1. le Système unitaire :

L'assainissement des eaux se fait au moyen d'un seul collecteur qui recueille les eaux usées et les eaux pluviales. Appelé aussi « tout-à-l'égout ».

I.6.2. le Système séparatif :

L'assainissement des eaux se fait cette fois-ci au moyen de deux collecteurs, l'un étant réservé aux eaux usées et l'autre aux eaux pluviales. Ce système présente certains avantages :

- ✚ Il assure à la station d'épuration qui traite les eaux collectées un fonctionnement régulier.
- ✚ Il permet d'évacuer rapidement et efficacement les eaux les plus polluées, sans aucun contact avec l'extérieur.

II .Les indicateurs de pollutions des eaux usées :

Les normes de rejet des eaux usées, fixent des indicateurs de qualité physico-chimique et biologique, ce potentiel de pollution généralement exprimés en mg/l, est quantifié et apprécié par une série d'analyse. Certains de ces paramètres sont indicateurs de modifications que cette eau sera susceptible d'apporter aux milieux naturels récepteurs. Pour les eaux usées domestiques, industrielles et les effluents naturels, on peut retenir les analyses suivantes (Mekhalif , 2009)

II.1. Paramètres organoleptiques :

II.1.1. La couleur :

Une eau pure observée sous une lumière transmise sur une profondeur de plusieurs mètres émet une couleur bleu clair car les longueurs d'ondes courtes sont peu absorbées alors que les grandes longueurs d'onde (rouge) sont absorbées très rapidement (Rejsek ,2002).

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite évidente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration(Rodier, 2005).

II.1.2. L'Odeur :

Toute odeur est une marque de pollution ou de présence de matières organiques En décomposition. L'odeur peut être définie comme (Rodier ,2005):

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

II.2. Les paramètres physico-chimiques :

Ils résultent de l'introduction dans un milieu des substances conduisant à son altération, se traduisant généralement par des modifications des caractéristiques physicochimiques du milieu récepteur. La mesure de ces paramètres se fait au niveau des rejets, à l'entrée et à la sortie des usines de traitement et dans les milieux naturels (houasni et Bensmaili , 2018).

II.2. 1. La température :

La température est un facteur écologique important des milieux aqueux. Son élévation peut troubler fortement la vie aquatique (pollution thermique).

Elle joue un rôle important dans la nitrification et la dénitrification biologique. La nitrification est optimale pour des températures variant de 28 à 32°C par contre, elle est fortement diminuée pour des températures de 12 à 15°C et elle s'arrête pour des températures inférieures à 5°C (Rodier ,2005).

II.2. 2. Le Potentiel hydrogène (pH) :

Les organismes sont très sensibles aux variations du pH, et un développement correct de la faune et de la flore aquatique n'est possible que si sa valeur est comprise entre 6 et 9. L'influence du pH se fait également endurer par le rôle qu'il exerce sur les autres éléments comme les ions des métaux dont il peut diminuer ou augmenter leur mobilité en solution bio disponible et donc leur toxicité. Le pH joue un rôle important dans l'épuration d'un effluent et le développement bactérien (Houasni et Bensmaili , 2018) .

II.2. 3. La turbidité :

La turbidité est inversement proportionnelle à la transparence de l'eau, elle est de loin le paramètre de pollution indiquant la présence de la matière organique ou minérale sous forme colloïdale en suspension dans les eaux usées. Elle diffère suivant les matières en suspension (MES) présentes dans l'eau (Metahri, 2012).

II.2. 4. Les matières en suspension (MES) :

Ce sont des particules solides très fines qu'on peut observer à l'œil nu. Théoriquement, elles déterminent la turbidité de l'eau et limitent la pénétration de la lumière diminuant ainsi la teneur en oxygène dissous et nuisent au développement de la vie aquatique (Hadj sadok, Guessoum, Salhi, Tidjani, 2009), MES s'expriment par la relation suivante :

$$\text{MES} = 30\% \text{ MMS} + 70\% \text{ MVS}$$

Avec: MES: Matières en suspension.

MMS: Matières minérales en suspension.

MVS: Matières volatiles en suspension

II.2. 5. La conductivité électrique (CE)

La conductivité d'une eau fournit une indication exacte sur sa teneur en sels dissous (salinité de l'eau). Elle s'exprime en $\mu\text{S}/\text{cm}$ et elle est l'inverse de la résistivité qui s'exprime en ohm/cm . La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau (Rodier, 1997).

II.2. 6. L'Oxygène dissous (OD)

L'oxygène est toujours présent dans l'eau. Sa solubilité est en fonction de la pression partielle dans l'atmosphère et de la salinité. La teneur de l'oxygène dans l'eau dépasse rarement 10 mg/l. Elle est en fonction de l'origine de l'eau ; l'eau usée domestique peut posséder de 2 à 8 mg/l(Ladjel F,2006).

II.2. 7. Le Résidu Sec (RS) :

Le résidu Sec donne une information sur la teneur en substances dissoutes non volatiles (le taux des éléments minéraux). Selon le domaine d'origine de l'eau cette teneur peut varier de moins de 100 mg/l (eaux provenant de massifs cristallins) à plus de 1000 mg/l(Khelili, Lazali, 2015).Une certaine quantité d'eau bien mélangée est évaporée dans une capsule tarée. Le résidu desséché est ensuite pesé (Rodier et al .1996).

II.2. 8. La Salinité :

C'est la masse de sels (composés ioniques) dissous dans 1L d'eau. Elle s'exprime en g par Kg d'eau. Un composé ionique ou solide ionique cristallin est constitué de cations (ions chargés positivement) et d'anion (ion chargés négativement) régulièrement disposés dans l'espace. Globalement, un cristal ionique est électriquement neutre. Chaque solide ionique cristallin possède une formule statistique qui indique la nature et la proportion des ions présents sans en mentionner

(Gaujous,1995).

II.3. Les Paramètres de pollution organique :

II.3.1. La Demande biologique en oxygène (DBO₅) :

La demande biochimique en oxygène DBO, exprimée en mg d'oxygène par litre, permet l'évaluation des matières organiques biodégradables dans les eaux (Bontoux, 1993). Plus précisément, ce paramètre mesure la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction des matières organiques grâce aux phénomènes d'oxydation par voie aérobie(Abid, Abdelli ,2018).

II.3. 2. La Demande chimique en oxygène (DCO) :

La demande chimique en oxygène (DCO), exprimée en mg d'(O₂)/l, correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation par voie chimique est dans des

conditions définies de la matière organique ou inorganique contenue dans l'eau (Grosclaude, 1999). Elle représente donc, la teneur totale de l'eau en matières oxydables.

II.3.3. Paramètres de pollution azotée et phosphorée :

Les teneurs en azote et en phosphore sont également des paramètres très importants. Les rejets excessifs de phosphore et d'azote contribuent à l'eutrophisation des lacs et des cours d'eau

II.3.3.1. L'Azote :

On distingue 4 formes d'azote dans l'eau usée (Grosclaude, 1999 ; Gaujous, 1995) :

- Azote organique : constituant les cellules vivantes végétales ou animales.
- Azote ammoniacale : note NH_4^+ qui provient de la décomposition par les bactéries de l'azote organique (Ammonification) ou des rejets directs d'animaux (urines, excréments).
- Nitrites : notes NO_2^- . Elles sont souvent en quantité très faible car c'est une forme chimique très instable.
- Nitrates : notes NO_3^- , c'est une forme chimique stable.

Dans les eaux usées domestiques, l'azote est sous forme organique et ammoniacale, cette analyse est notée *AZOTE KJELDAHL*

II.3.3.2. Le Phosphore :

Dans les rejets d'eaux résiduaires, le phosphore peut se rencontrer sous forme de sels minéraux (ortho phosphate (PO_4^{3-}), poly phosphates), mais aussi sous forme de composés organiques solubilisés ou à l'état de matières en suspension (Faby et Brissaud, 1997). Lors de la minéralisation de la matière organique par les microorganismes, les composés phosphates, sont progressivement transformés en phosphate soluble (Tidanini et Amidoun, 2003).

II.4. 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), 90 g 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, 2012) .

Dépasser ou une limite inférieure à respecter. Un critère donné est rempli lorsque la norme est respectée pour un paramètre donné. Une norme est fixée par une loi, une directive, un décret de loi.

II.5. Les normes internationales (normes OMS):

La norme est représentée par un chiffre qui fixe une limite supérieure à ne pas dépasser. Les normes internationales selon l'organisation mondiale de la santé pour les eaux usées sont représentées dans le tableau suivant [a3] .

Tableau 1: Normes internationales des rejets de l'OMS (1989)

Paramètres	Normes utilisées (OMS)	Unité
T	<30	°C
pH	6.5-8.5	-
O ₂	05	mg/l
DBO ₅	<30	mg/l
DCO	<90	mg/l
MES	<20	mg/l
NH ₄ ⁺	<0,5	mg/l
NO ₂	1	mg/l
NO ₃	<1	mg/l
P ₂ O ₅	<2	mg/l
Couleur	-	Incolore
Odeur	-	Inodore

II.6. Normes Algériennes :

Les eaux usées se caractérisent par des paramètres physico-chimiques et bactériologiques, qui permettent de déterminer leur éventuelle origine et de connaître l'importance de leur charge polluante. Avant qu'elles ne soient rejetées dans le milieu naturel et ne le dégradent, elles doivent impérativement obéir à des normes établies pour protéger les milieux récepteurs contre la pollution.

Pour cela, elles sont acheminées vers une station d'épuration où elles subissent plusieurs phases de traitement (Benelmouaz,2015). Selon les normes Algériennes les valeurs limites maximales de rejet d'effluents sont regroupées dans le tableau (1.2)

Paramètres	Valeurs Limites	Unités
Température	30	°C
pH	6,5 à 8,5	-
MES	35	mg/l
DBO5	35	mg/l
DCO	120	mg/l
Azote Kjeldahl	30	mg/l
Phosphates	02	mg/l
Phosphore total	10	mg/l
Cyanures	0,1	mg/l
Aluminium	03	mg/l
Cadmium	0,2	mg/l
Fer	03	mg/l
Manganèse	01	mg/l
Mercure total	0,01	mg/l
Nickel total	0,5	mg/l
Plomb total	0,5	mg/l
Cuivre total	0,5	mg/l
Zinc total	03	mg/l
Huiles et Graisses	20	mg/l
Hydrocarbures totaux	10	mg/l
Indice Phénols	0,3	mg/l
Fluor et composés	15	mg/l
Étain total	02	mg/l
Composés organiques chlorés	5	mg/l
Chrome total	0,5	mg/l
(*) Chrome III⁺	03	mg/l
(*) Chrome VI⁺	0,1	mg/l
(*) Solvants organiques	20	mg/l
(*) Chlore actif	1,0	mg/l
(*) PCB	0,001	mg/l
(*) Détergents	2	mg/l
(*) Tensioactifs anioniques	10	mg/l

Tableau 2 : Les valeurs limitent des paramètres de rejet dans un milieu récepteur [a2]

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

III. L'EPURATION DES EAUX USEES

III.1. Définition de l'épuration

En assainissement, l'épuration constitue le processus visant à rendre aux eaux Résiduaires rejetées la qualité répondant aux exigences du milieu récepteur il s'agit donc d'éviter une pollution l'Environnement et non de produire de l'eau potable (Saggai, 2004).

III.2. Paramètres essentiels pour le choix d'une technologie de traitement des eaux Usées :

Les paramètres essentiels qui doivent être pris en compte pour le choix d'une Technologie de traitement doivent tenir compte(Bekkouche. Zidane, 2004) sont:

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

III.3. Rôle des stations d'épuration :

Ce rôle peut être résumé dans les points suivants (Banzaouiet Elbouz, 2009) :

- ✚ Traiter les eaux.
- ✚ Protéger l'environnement.
- ✚ Protéger la santé publique.
- ✚ Valoriser éventuellement les eaux épurées et les boues issues du traitement.

III.4. Nécessité et objectif de l'épuration :

L'épuration des eaux résiduaires est devenue une nécessité pour les raisons sanitaires, économiques, législatives et même pour préserver l'environnement.

Pour ces raisons, 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 charges microbiennes et en particulier les micros organismes pathogènes (Yousfi, 2011).

III.5. Différents procédés d'épuration des eaux usées :

Les différentes pollutions dans les eaux usées doivent être éliminées pour qu'elles n'altèrent pas la qualité du milieu nature de l'arrivée à la station d'épuration

jusqu'au rejet. le traitement plusieurs niveaux de traitements sont définis : les prétraitements, le traitement primaire, le traitement secondaire et tertiaire.

Dans certains cas des traitements tertiaires sont nécessaires notamment lorsque l'eau épurée doit être rejetée en milieu particulièrement sensible (Anser , 2000).

III.5.1 PHASE -EAU-

III.5.1.1. Le Prétraitement :

Les dispositifs de prétraitement physique sont présents dans toutes les stations d'épuration, quels que soient les procédés mis en œuvre à l'aval. Ils ont pour but d'éliminer les éléments solides ou les particulaires les plus grossiers [a4]. Il comprend (Figure 1) :

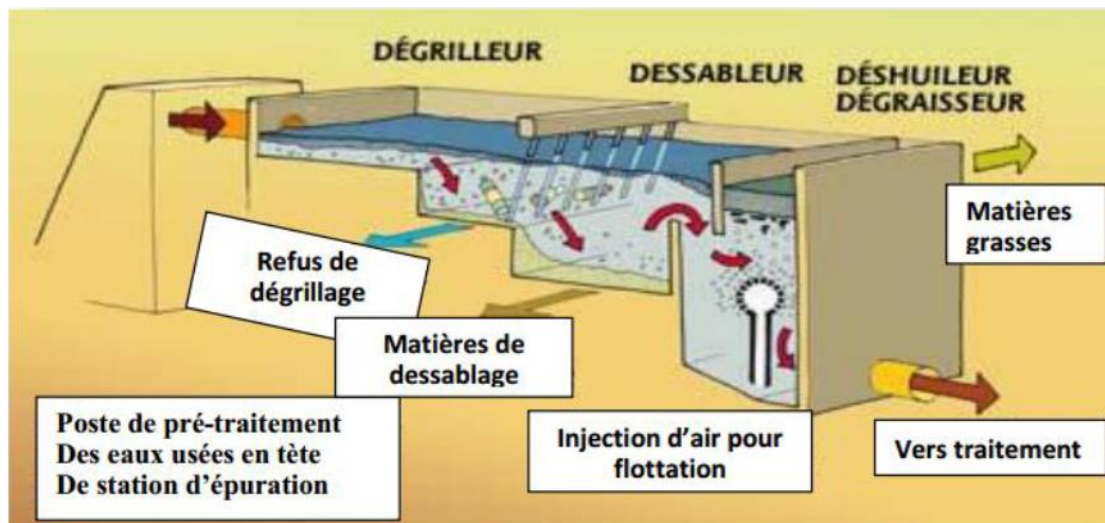


Figure 1:Schéma d'un traitement préliminaire d'une STEP (Medjdoub,2014)

A. Dégrillage :

Le dégrillage consiste à séparer les matières les plus volumineuses charriées par l'eau brute, on faisant passer l'effluent d'entrée à travers des barreaux dont l'écartement est bien calculé. L'efficacité de ce traitement dépend essentiellement de l'écartement des barreaux des grilles qui sont de trois types [a5] :

- Dégrillage fin (écartement 3 à 10 mm) ;
- Dégrillage moyenne (écartement 10 à 25 mm) ;
- Dégrillage grossier (écartement 50 à 100 mm) ;

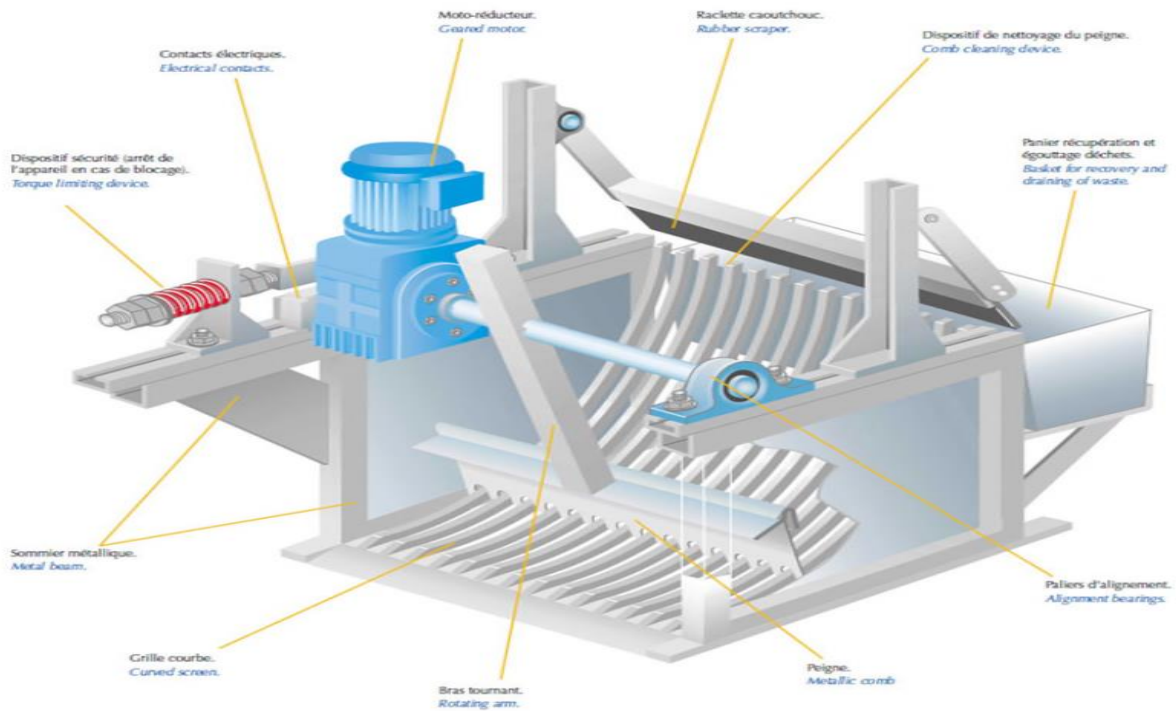


Figure 2: Schéma d'un dégrilleur[a6]

B. Tamisage :

Le tamisage est un dégrillage poussé utilisé dans les stations d'épuration industrielles. Il consiste en une filtration sur toile mettant en œuvre des mailles de différentes dimensions. Il existe un macro-tamisage (mailles > 0.3mm) et un tamisage (Mailles < 100µm) (Telli Sidi Mohamed, 2013).



Figure 3: Schéma d'un tamisage [a7]

C. Le dessablage :

Le dessablage consiste à retirer de l'effluent les sables et les particules minérales plus ou moins fines, afin de protéger les conduites et les pompes contre la corrosion et éviter même le colmatage des canalisations par les dépôts à la cour de traitement, la technique classique du dessableur consiste à faire circuler l'eau dans une chambre de tranquillisation avec une vitesse d'environ de 0.3m/s qui permet le dépôt d'une grande partie des sables (Haoua , 2007).

Selon le principe de fonctionnement on distingue deux types de bassin de dessablage : Les dessableurs longitudinaux et les dessableurs circulaires[a8]



Figure 4: Photo d'un dessableur[a7]

D. Déshuilage et dégraissage :

Le dégraissage vise à éliminer la présence de graisse dans les eaux usées, graisses qui peuvent gêner l'efficacité des traitements biologiques qui interviennent ensuite(Silman ,2003)). Les huiles et les graisses présentent plusieurs inconvénients pour le traitement tel que(Telli Sidi Mohamed, 2013):

- Envahissement des décanteurs ;
- Mauvaise diffusion de l'oxygène dans les décanteurs ;
- Mauvaise sédimentation dans les décanteurs ;
- Risque de bouchage des canalisations et des pompes ;
- Diminution du rendement du traitement qui arrive après



Figure 5:Schéma d'un déshuileur-dégraisseur [a9]

III.5.1.2. Traitement primaire (décantation primaire) :

Il s'agit le plus souvent d'une décantation qui permet d'alléger les traitements biologiques ou chimiques ultérieurs, en éliminant une partie des solides en suspension. L'efficacité du traitement dépend du temps de séjour et de la vitesse ascensionnelle (qui s'oppose à la décantation).

La décantation primaire permet d'éliminer, pour une vitesse ascensionnelle de 1,2 m/h, 40 à 60 % de MES, soit 10 à 30 % des virus, 50 à 90 % des helminthes et moins de 50 % des kystes de protozoaires (Faby. Brissaud, 1997). En utilisant des procédés physiques ou physico-chimiques visant la décantation poussée des matières en suspension dans l'eau. On distingue :

A. La décantation physique (naturelle) :

Les matières en suspension qui ont souvent une teneur en matière organique importante (de 70 à 90%) et une densité légèrement supérieure à celle de l'eau vont se

décanter naturellement dans un décanteur primaire en 1 à 2 heures (Figure 6) (Medjdoub, 2014).

B. Traitement physico-chimique :

Les performances de la décantation peuvent être ainsi améliorées, en utilisant les propriétés des coagulants et des flocculants, par l'ajout des produits chimiques (sulfate d'alumine, chlorure ferrique...), rendant l'épuration des eaux très efficaces. (Ernest, 1985).

C. La flottation :

La flottation est un procédé de séparation solide-liquide ou liquide-liquide qui s'applique à des particules dont la masse volumique est inférieure à celle du liquide qui les contient (Vilaginès , 2000), Pour l'extraction des particules en suspension, on fait appel à des techniques de clarification et d'épaississement par insufflation d'air.

Les bulles d'air s'accrochent aux particules fines à éliminer en les ramenant à la surface de l'eau (Satin.Bourrier.Selmi, 2010) Ce traitement élimine 50 à 55 % des matières en suspensions et réduit d'environ 30% de la DBO₅ et de la DCO (Vilaginès, 2000).



Figure6 : Décanteur primaire avec pont racleur a engrainement périphérique (DESHAYES, 2008)

III.5.2 Le traitement biologique (traitement secondaire) :

Le traitement biologique des eaux usées est le procédé qui permet la dégradation des polluants grâce à l'action de micro-organismes. Ce processus existe spontanément dans les milieux naturels tels que les eaux superficielles suffisamment aérées. Une multitude d'organismes est associée à cette dégradation selon différents cycles de transformation.

Parmi ces organismes, on trouve généralement des bactéries, des algues, des champignons et des protozoaires. Les microorganismes responsables de l'épuration s'agglomèrent sous forme de flocons et se développent en utilisant la pollution comme substrat nécessaire à la production d'énergie vitale et à la synthèse de nouvelles cellules vivantes (Boumediene, 2013).

Les différents procédés biologiques d'épuration des eaux usées sont :

III.5.2.1. Procédés biologiques extensifs :

A. Le lagunage :

Le lagunage est un procédé d'épuration qui consiste à faire circuler des effluents dans une série de bassins pendant un temps suffisamment long pour réaliser les processus naturels de l'autoépuration. Il est pratiqué dans les régions très ensoleillées, dans des bassins de faible profondeur.

Le principe général consiste à recréer, dans des bassins, des chaînes alimentaires aquatiques .

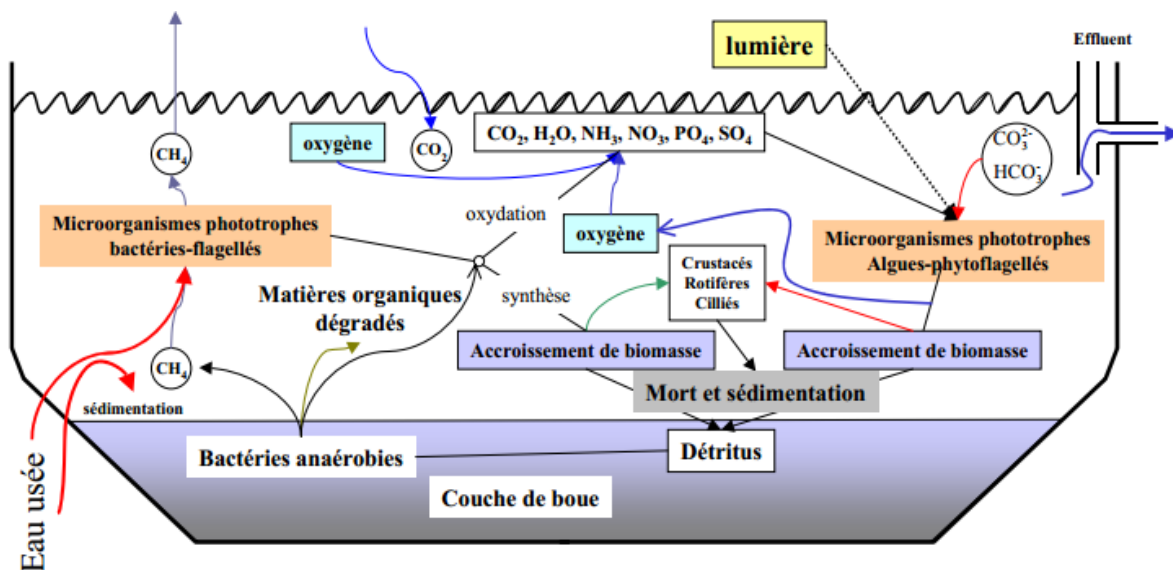


Figure 7 : Schéma de principe du lagunage (Dhaouadi, 2008).

Le rayonnement solaire est la source d'énergie qui permet la production de matières vivantes par les chaînes trophiques. Les substances nutritives sont apportées par l'effluent alors que les végétaux sont les producteurs du système en matière consommable et en oxygène (Dhaouadi , 2008).

B. Lagunage naturel :

L'épuration est assurée grâce à un long temps de séjour dans plusieurs bassins étanches disposés en série. Le nombre de bassin le plus communément rencontré est 3. Le mécanisme de base sur lequel repose le lagunage naturel est la photosynthèse.

La tranche d'eau supérieure de bassins est exposée à la lumière ; ceci permet l'existence d'algues qui produisent l'oxygène nécessaire au développement des bactéries aérobies. Ces bactéries sont responsables de la dégradation de la matière organique.

Le gaz carboné formé par les bactéries ainsi que les sels minéraux dans les eaux usées permettent aux algues de se multiplier, au fond du bassin où la lumière ne pénètre pas ; ce sont des bactéries anaérobies qui dégradent les sédiments issus de la décantation de la matière organique (Rejasse, 2009).

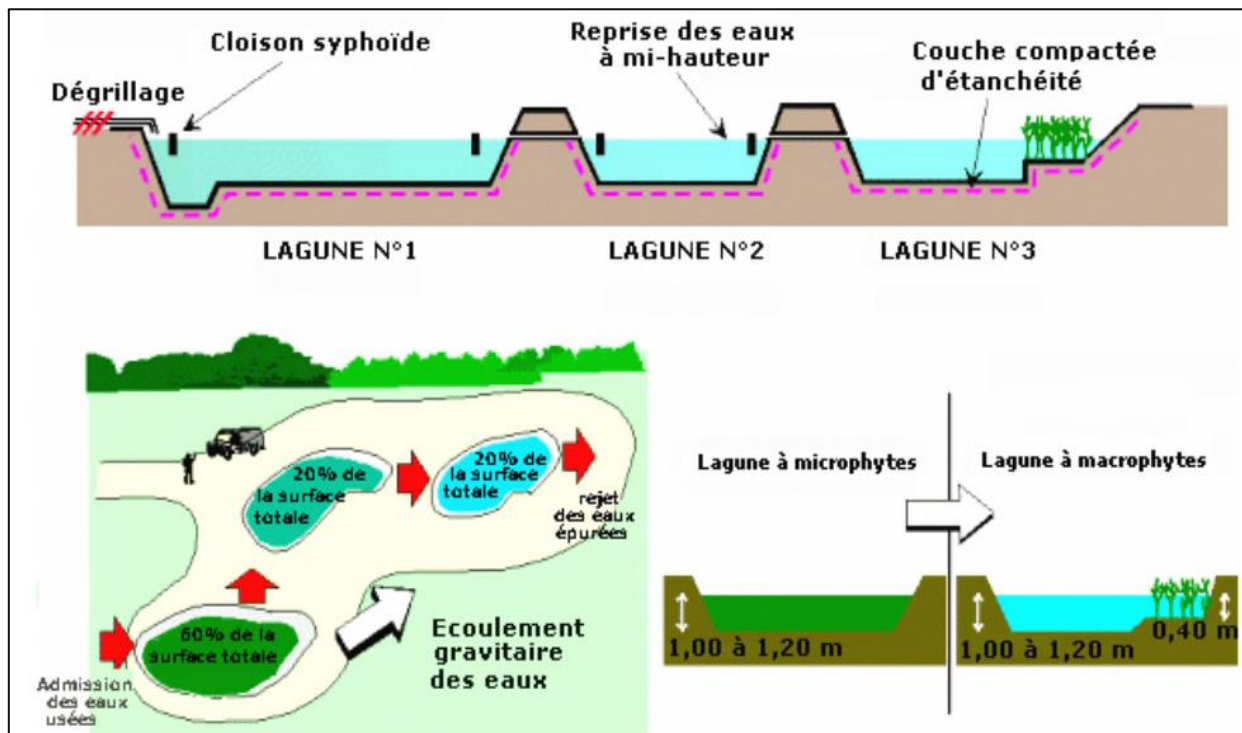


Figure 8 :Lagunage naturel(Allaoui,2009)

C. Le lagunage aéré :

En fournissant l'oxygène par un moyen mécanique, on réduit les volumes nécessaires et on peut accroître la profondeur de la lagune. La concentration en bactéries est plus importante qu'en lagunage naturel. Le temps de séjour est de l'ordre d'une semaine, la Profondeur est de 1 à 4 m. Le rendement peut être de 80 % et il n'y a pas de recyclage de boues. L'homogénéisation doit être satisfaisante pour éviter les dépôts (Dhaouadi, 2008)

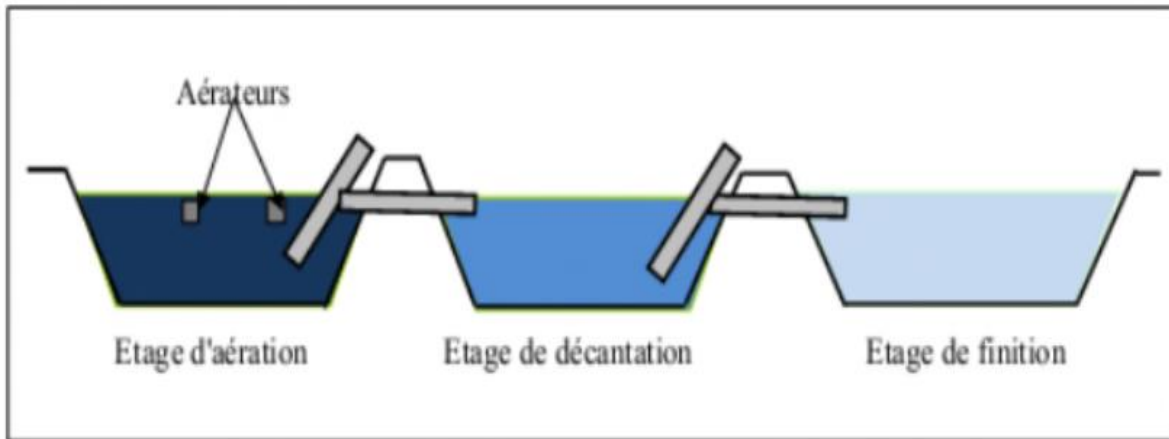


Figure 9 : Le principe d'un lagunage aéré(Dahou, Brek, 2013)

III.5.2.2. Procédés biologiques intensifs :

Les techniques les plus développées au niveau des stations d'épuration urbaines sont des procédés biologiques intensifs. Le principe de ces procédés est de localiser sur des surfaces réduites et d'intensifier les phénomènes de transformation et de destruction des matières organiques que l'on peut observer dans le milieu naturel(Mekhalif, 2009).

A. Lit bactérien (culture fixe) :

L'épuration sur lit bactérien est le plus ancien procédé biologique. Des bactéries sont cultivées sur un substrat neutre, comme de la pierre concassée, de la pouzzolane (sable volcanique), du mâchefer ou du plastique. On fait passer l'effluent sur le substrat.

La difficulté consiste à trouver la bonne vitesse du flux d'eau, qui ne doit pas être trop rapide (pour permettre la dégradation bactérienne) ni trop lente (pour une bonne évacuation de MES en excès). Une épuration sur lit bactérien est plus efficace qu'un traitement à boues activées car elle élimine non seulement les virus et les

bactéries (respectivement 30 à 40 % et 50 à 95%) mais aussi les œufs d’helminthes (20 à 90 %) et les kystes de protozoaires (83 à 99 % des kystes d’*Entamoebahistolytica*)(Faby.Brissaud,1997).

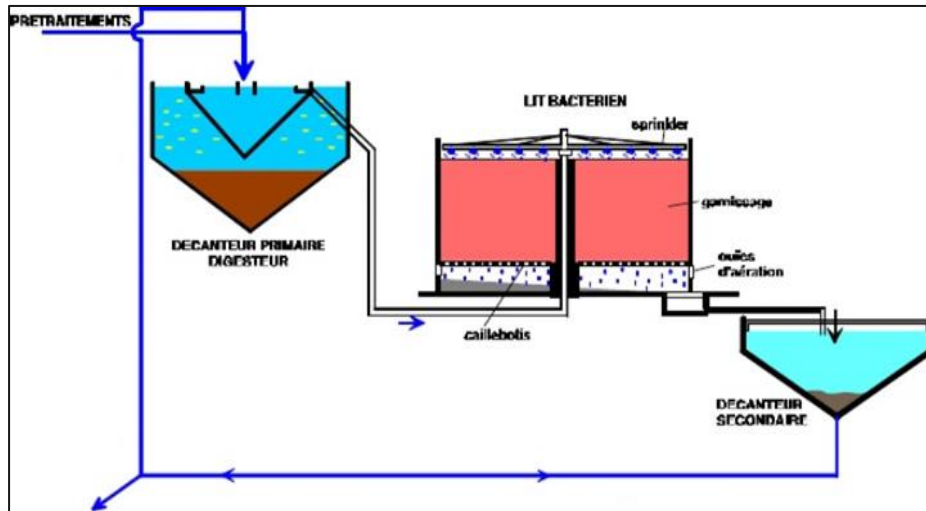


Figure 10 :Schéma de principe d’une filière de traitement par lit bactérien(Allaoui , 2009)

B. Disque biologique (culture fixe) :

Les disques biologiques ou bio disques sont des disques enfilés parallèlement sur un axe horizontal tournant. Ces disques plongent dans une auge, où circule l'eau à épurer ayant subi une décantation. Pendant une partie de leur rotation ils se chargent de substrat puis ils émergent dans l'air le reste du temps (pour absorber de l'oxygène).

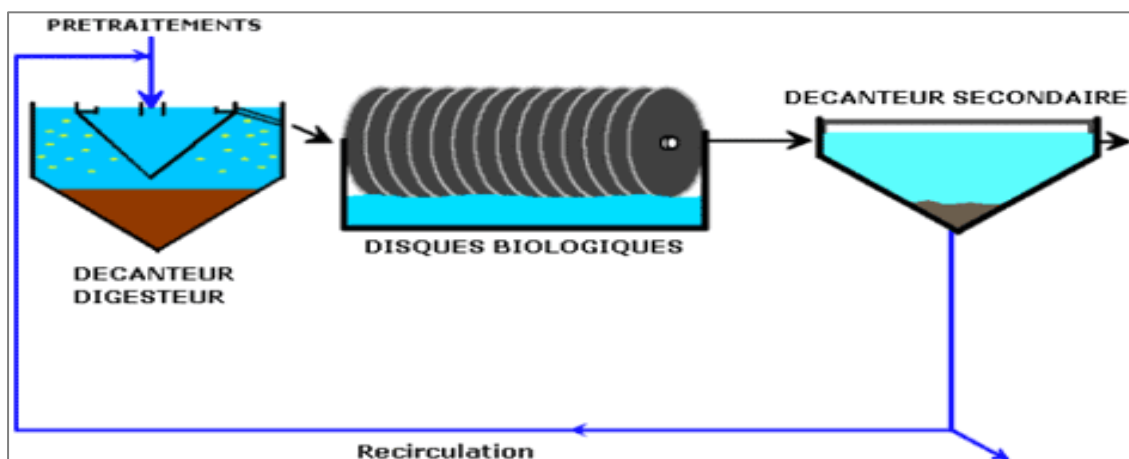


Figure 11 :Schéma de principe d’une filière type de disques biologiques (Allaoui, 2009)

Les disques sont recouverts par un bio film sur les deux faces.

Ils ont un diamètre de 1 à 3 m, espacés de 20 mm et tournent à une vitesse de 1 à 2 $trmin^{-1}$. Les boues en excès se détachent du disque et sont récupérées dans un clarificateur secondaire avant rejet dans le milieu naturel (Boumediene, 2013).

C. Procédé à boue activée :

❖ Généralités sur les boues activées :

Le procédé à boues activées a été découvert en 1914 à Manchester et repose sur la constatation suivante: une eau d'égout aérée permet le développement rapide d'une flore bactérienne capable de dégrader des matières organiques polluantes.

Dans les conditions idéales d'aération, les micro-organismes d'une eau usée se développent et s'agglomèrent en flocs. Au repos, ces derniers se séparent très bien de la phase liquide par décantation.

Le principe du procédé à boues activées consiste donc à provoquer le développement d'un flocc bactérien dans un bassin alimenté en eau usée à traiter (bassin d'aération).

Afin d'éviter la décantation des floccs dans ce bassin, un brassage vigoureux est nécessaire. La prolifération des micro-organismes nécessite aussi une oxygénation suffisante (Dhaouadi , 2008).

❖ Paramètres de fonctionnement des stations à boues activées :

Le procédé à boues activées est défini par les paramètres suivants :

- La charge massique ;
- La charge volumique ;
- Age des boues ;
- Indice de Mohlman ;
- Besoin en oxygène.

a. La charge massique (C_m) :

C'est la quantité de DBO₅ (en kg/j) rapportée à la masse de matières en suspension totales contenues dans l'ouvrage de volume V. Elle s'exprime en kg DBO₅/ (kg MEST. j), est parfois rapportée à la masse de micro-organismes ou de matières volatiles sèches (MVS) contenues dans l'ouvrage. Elle s'exprime alors en kg DBO/ (j. kg MVS) (Belhani, 2008).

$$C_m = \frac{[DBO_5] \cdot Q_j}{V_{ab} \cdot MVS}$$

C_m: kg DBO₅ / kg MES T/j.

V_{ab} (m^3): volume de bassin d'aération.

MVS (kg/m^3): concentration en matière sèche

Q_j (m^3 / j): débit journalier d'eaux résiduaires à épurer.

b. La charge volumique (C_v)

Elle correspond à la quantité journalière de DBO_5 (en kg/j) à dégrader dans le volume

V (m^3) de l'ouvrage. Elle s'exprime en $kg DBO_5 / (j \cdot m^3)$ (Belhani,2008).

$$C_v = \frac{[DBO_5] \cdot Q_j}{V_{ab}}$$

C_v est exprimé en $kg DBO_5 / m^3 \cdot j$.

c. Age des boues

L'âge des boues est la durée d'aération subie par la boue avant son élimination. L'âge des boues est défini comme étant le rapport entre la masse des boues présentes dans le réacteur.(Benelmouaz,2015)

$$\text{Age} = \frac{C_{b.t}}{C_{b.ex}} = \frac{MES_{AB} \cdot V_{AB}}{C_{b.ex}}$$

Age: âge des boues (h).

$C_{b.t}$: concentration en solide (ou solide volatil) de la liqueur mixte (mg/l).

$C_{b.ex}$: concentration en solide (ou solide volatil) des boues (mg/l). L'âge des boues est inversement proportionnel à la charge massique .

d. Indice des boues :

L'indice de MOHLMAN se définit comme le volume occupé après décantation de 30 minutes d'un échantillon de boues correspondant à 1mg de matières sèche (Rodier, 2005). L'indice de MOHLMAN est représenté par le rapport :

$$IM = \frac{\text{boues décantées en ml/l}}{\text{masse de la matière sèche mg/l}}$$

e. Besoins en oxygène :

Afin de garantir aux micro-organismes des conditions satisfaisantes de croissance tout en assurant un fonctionnement normal; il faudrait maintenir la concentration en oxygène dans le bassin d'aération supérieur à 0.5 et 2 mg/l en tout temps et quel que soit la charge(Dégrémont, 1972).

III.6. Classement des procédés par boues activées :

Les populations microbiennes des boues activées sont complexes et ne peuvent se définir qu'au moyen des principaux groupes suivants : bactéries, champignons, protozoaires et métazoaires.

L'essentiel de l'épuration est dû à la microflore peut constituer 10^{11} à 10^{12} bactéries par gramme de matières sèches.

La nature de la microfaune est sujette à divers facteurs tels que la composition chimique de l'effluent, la proportion d'azote présente, la charge massique et le temps de séjours.

Alors l'examen de la microfaune, prédatrice est très révélateur de l'état d'une boue activée et il constitue pour un biologiste le plus sûr moyen de diagnostiquer le fonctionnement d'un bassin de boues activées et de connaître les éventuelles solutions à apporter en cas de mauvais fonctionnement (Dégremont, 1978) .

Tableau (3): Classement des procédés par boues activées (Olivier, 1998).

Appellation	Charge massique C_m (Kg DBO ₅ /Kg MVS .j)	Charge volumique C_v (Kg DBO ₅ /m ³ .j)	Agés des boues en jour	Rendement (R) d'élimination de la DBO ₅
Faible Charge	$C_m < 0,15$	$C_v < 0,40$	10 à 30	$R \geq 90\%$ Nitrification possible
Moyenne Charge	$0,15 \leq C_m < 0,4$	$0,5 < C_v < 1,5$	4 à 10	$R = 80 \text{ à } 90\%$ Nitrification possible aux températures élevées
Forte Charge	$0,4 \leq C_m < 1,2$	$1,5 < C_v < 3$	1,5 à 4	$R < 80\%$

III .7. Le traitement tertiaire :

Certains rejets d'eaux traitées sont soumis à des réglementations spécifiques concernant l'élimination quasi-total d'azote, de phosphore ou des germes pathogènes, qui nécessitent la mise en œuvre de traitements tertiaires (Franck, 2002) . Il regroupe toutes les opérations physiques et chimiques qui complètent les traitements primaires et secondaires.

III.7.1. L'élimination de l'azote :

Les stations d'épuration n'éliminent qu'environ 20 % de l'azote présent dans les eaux usées, par les traitements de nitrification – dénitrification. Pour satisfaire aux normes de rejet en zones sensibles, des procédés physiques et physico-chimiques complémentaires permettent l'élimination de l'azote par : électrodialyse, résines échangeuses d'ions, «stripage" de l'ammoniaque, mais ces traitement ne sont pas utilisés dans le traitement des eaux résiduaires urbaines, pour des raisons de rendement et de coût (Franck, 2002) .

L'élimination de l'azote se fait généralement selon un processus biologique en deux étapes importantes.

A. La nitrification

La nitrification est un processus se déroulant sous l'action de certains micro-organismes spécifiques et qui conduit à la transformation de l'ammoniac (ou de l'ammonium) en nitrate en 2 étapes : - Nitrosation : sous l'action de bactéries nitreuses aérobies (Nitrosomonas) . - Nitration : par les bactéries nitrifiantes aérobies (Nitrobacter).

La nitrification est une des étapes du traitement d'une eau usée qui vise la transformation de l'ammonium (NH_4) en nitrate (NO_3). Cette transformation est réalisée par des bactéries, en milieu aérobie.

B. La dénitrification

Est un processus anaérobie par lequel les nitrates sont réduits en azote et en oxydes d'azote. Les micro-organismes utilisent les nitrates comme source d'oxydante à la place de l'oxygène et en présence d'une source d'un carbone organique qui doit être apportée dans le milieu (Dahou.Brek, 2013) .

C. L'élimination du phosphore

L'élimination du phosphore, ou "désphosphatation", peut être réalisée par des voies physico-chimiques ou biologiques. En ce qui concerne les traitements physico-chimiques, l'adjonction de réactifs, comme des sels de fer ou d'aluminium, permet d'obtenir une précipitation de phosphates insolubles et leur élimination par décantation.

Ces techniques, les plus utilisées actuellement, éliminent entre 80 % et 90 % du phosphore, mais engendrent une importante production de boues (Attab, 2011).

D. Elimination et traitement des odeurs :

Les eaux usées, chargées en matières organiques particulières et dissoutes, peuvent induire directement ou indirectement, par l'intermédiaire de leurs sous-produits d'épuration (graisses, boues), la formation d'odeurs désagréables suivant un processus de fermentation.

Les odeurs provenant des STEP sont dues aux gaz, aérosols ou vapeurs émises par certains produits contenus dans les eaux usées ou dans les composés se formant au cours des différentes phases de traitement.

Les odeurs provenant des STEP sont dues aux gaz, aérosols ou vapeurs émises par certains produits contenus dans les eaux usées ou dans les composés se formant au cours des différentes phases de traitement.

E. La désinfection

Un abaissement de la teneur des germes, parfois exigé pour les rejets dans des zones spécifiques (zones de baignade, zones de conchylicoles) ou dans le cadre d'une réutilisation, il sera réalisé par des traitements de désinfection chimique par:

- **Le chlore**

C'est un oxydant puissant qui réagit à la fois avec des molécules réduites et organiques, et avec le micro-organisme. Les composés utilisés dans le traitement des eaux usées sont: le chlore gazeux (Cl_2), l'hypochlorite de sodium ($NaClO$) appelé communément " eau de Javel", l'hypochlorite de calcium ($Ca(ClO)_2$), le chlore de chaux ($CaCl_2 \cdot OCl_2$) et le chlorite de sodium ($NaClO_2$).

- **L'ozone (O_3)**

C'est un oxydant puissant, la désinfection par l' O_3 est utilisée aux États-Unis, en Afrique du Sud et au Moyen Orient essentiellement. Il permet l'élimination des bactéries, des virus et des protozoaires. C'est le seul procédé vraiment efficace contre les virus. Les tests de toxicité effectués sur des poissons, des crustacés et des algues n'ont pas permis de mettre en évidence une quelconque toxicité Il existe aussi des traitements physiques tel que:

- **Les rayons ultraviolets**

Consistent à utiliser des lampes à mercure disposées parallèlement ou perpendiculairement au flux d'eau. Leur rayonnement s'attaque directement aux microorganismes. Ce traitement est très simple à mettre en œuvre, car il n'y a ni stockage, ni manipulation de substances chimiques et les caractéristiques chimiques de l'effluent ne sont pas modifiées.

▪ La filtration

C'est un procédé physique qui permet de retenir les microorganismes par rétention à l'aide d'un filtre. Qu'elle soit réalisée sur sable ou sur membrane, cette technique exige une épuration secondaire préalable garantissant une élimination assez poussée des matières en suspension. L'élimination des virus, des bactéries et des protozoaires est fonction du milieu poreux, de la vitesse de percolation, de l'épaisseur du massif filtrant et du niveau d'oxydation de l'eau filtrée (Attab , 2011) .

III .8. Le traitement des boues :

Les boues résiduelles se présentent sous une forme liquide et avec une forte charge en matière organique hautement fermentescible. Ces deux caractéristiques sont gênantes et posent beaucoup de problèmes techniques pour leur évacuation «quelle que soit la destination», parmi lesquels leur transport et leur stockage qui conduisent souvent à des problèmes de manipulation et des nuisances olfactives.

Ceci impose le choix d'une filière de traitement dès l'installation de la STEP. Le traitement des boues a pour objectifs de :

- La **stabilisation** pour empêcher ou réduire les problèmes de fermentation et d'éviter ainsi les nuisances olfactives. La stabilisation peut être **biologique** par voie aérobie (compostage) ou anaérobie (méthanisation) ou **chimique** (chaulage ou autres traitements) [a1]. La stabilisation biologique présente l'avantage de limiter l'évolution ultérieure de la composition des boues.

- La **déshydratation** et la concentration des boues qui a pour objectif de réduire leur volume (plus de 97 % d'eau) par épaissement et/ou par déshydratation pour faciliter par la suite leur transport et leur stockage. Selon la puissance du procédé de séchage utilisé, épaissement, déshydratation ou séchage thermique, on obtient des boues à différents pourcentages de siccité : Boues liquides (4 à 10 %), Boues pâteuses (10 à 25%), Boues solides (25 à 50 %), Boues granulées ou en poudre pour une siccité supérieure à 85 % (ADEME,1996) .

III .8. 1. La mise en décharge contrôlée :

La mise en décharge contrôlée consiste en un enfouissement des boues (souvent mélangées avec les ordures ménagères) en tenant en compte de certaines conditions : compactage des résidus, site étanche, récupération et traitement des jus de décharges (lixiviats), équipement et gestion du site(El-Fadel. Khoury,2000).

Les boues doivent être préalablement stabilisées et déshydratées (humidité maximale de 70 %). Cette solution a perdu progressivement de son intérêt et se retrouve actuellement interdite pour des raisons financières (procédure de fermeture ...) et pour des problèmes environnementaux tels que les odeurs nauséabondes, pullulation de moustiques, entraînement d'éléments fertilisants (nitrates, phosphates) et de produits toxiques par les eaux superficielles et contamination des nappes d'eaux souterraines(Looser. Parriaux. Bensimon,1999).

Les décharges ne doivent plus accepter que des déchets qui ne peuvent plus être raisonnablement valorisés ou à caractère non dépolluables ou dangereux appelés aussi déchets ultimes.

III .8. 2. L'incinération :

Elle réalise la destruction de la matière organique des déchets par combustion à haute température (Supérieur à 500 °C) produisant des fumées et des matières minérales résiduelles nommées cendres.

Dans l'objectif d'une valorisation énergétique des déchets, la chaleur produite est récupérée sous forme de vapeur ou d'électricité pour le fonctionnement du four lui-même, pour le chauffage urbain ou industriel (Soumia, 2005).Les résidus de l'incinération (mâchefer) sont utilisables pour les travaux publics (Werther. Ogada,1999).

Cependant, malgré l'intérêt de ce procédé pour une réduction importante des volumes de déchets, il présente des contraintes principalement liées à un investissement très coûteux.

Les boues seules ne sont pas auto combustibles, elles nécessitent des fours spéciaux et un mélange avec d'autres déchets tels les déchets ménagers. Cette technique reste aussi néfaste de point de vue écologique et environnemental puisqu'elle contribue en plus du gaspillage de matières organiques utiles pour le sol à la diffusion de gaz très toxiques (NO, NO₂, CO, SO, etc...). Qui ont fait l'objet de réglementations spécifiques (Mininni.Sbrilli. Guerriero.Rotatori,1999) .

III .8. 3. Utilisation agricole des boues :

La valorisation agricole des boues résiduelles peut être considérée comme le mode de recyclage le plus adapté pour rééquilibrer les cycles biogéochimique (C,N,P), pour la protection de l'environnement et d'un très grand intérêt économique.

Elle vise à ménager les ressources naturelles et à éviter tout gaspillage de matière organique dû à l'incinération ou à l'enfouissement dans les décharge(Lambkin.Nortcliff. White,2004).

**Description
de la station
d'épuration
d'Ain Beida**

I.Présentation du site d'étude : STEP Ain Beida

I.1.Introduction

Dans la wilaya d'Oum El-Bouaghi il existe plusieurs stations d'épuration (urbaines) fonctionnelles ou en arrêt, et d'autres en projet de réalisation. Parmi ces dernières, la station d'Ain El Beida qui a été dimensionnée pour épurer les eaux usées d'origines domestique et pluviales de la Daïra d'Ain El Beida par le procédé d'épuration boues activées.

La station d'épuration STEP Ain El Beida est de type boues activées à faible charge. Dans le traitement biologique des effluents, on fait généralement appel aux processus anaérobie et aérobie par lesquels les bactéries provoquent une oxydation directe des matières organiques des eaux usées à partir de l'oxygène dissous dans l'eau. d'après la Fig(13)



Figure 12: Vue aérienne de la station d'épuration d'Ain Beida (Google earth)

I.2.La Situation géographique de la ville d'Ain Beida :

La ville de Ain Beida est située au nord-est de l'Algérie entre les altitudes (35.48° nord- 7.8° sud) ; à 110 km à l'Ouest par la ville d'Oum El Bouaghi sur les hauts plateaux des Sebkas (1000m d'altitudes).

I.3. Situation géographique de la STEP d'Ain Beida 5(Nord Est Algérien)

La station (STEP Ain Beida) de traitement des eaux municipales de la ville d'Ain Beida est située à 3 Km au nord-ouest de la ville à la périphérie (Figure14), les coordonnées de la localisation géographique sont :

- $35^{\circ}47'22.24''N$ $7^{\circ}20'27.18''E$.
- Altitude : 930 m de Niveau de la mer , D'après Fig (14) (F.T STEP Ain El-Beida)

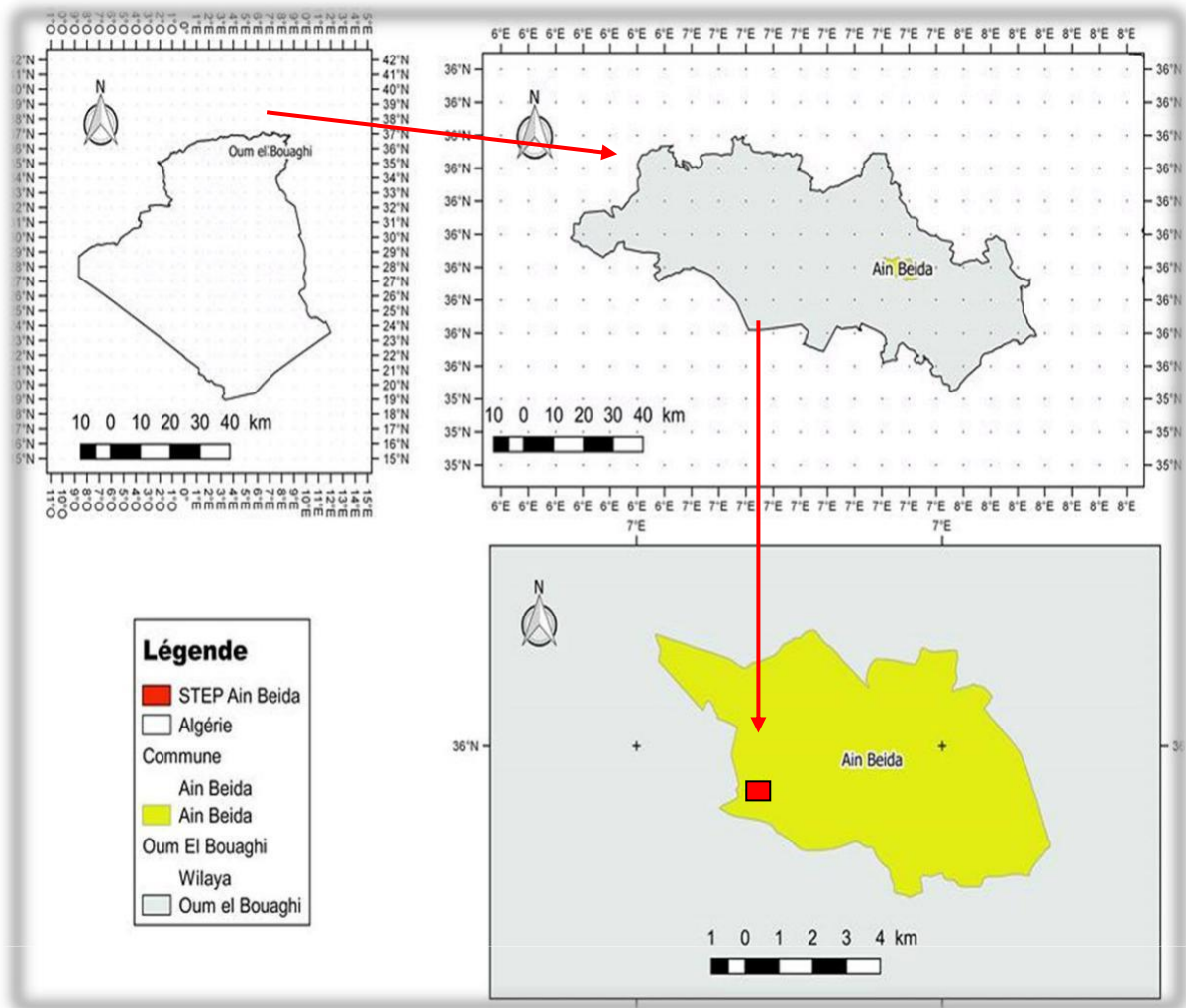


Figure 13 : Situation géographique de la STEP Ain Beida.

I.4. Le Principe de fonctionnement de la STEP :

La station est conçue pour répondre aux exigences de la ville d'Ain Beida, (commune dans la Wilaya d'Oum El Bouaghi) avec une capacité de : 140000 E.H = 16840 m³/j (F.T : STEP Ain Beida), la station d'épuration de la ville d'Ain Beida est de type Boues activées à faible charge.

Dans le traitement biologique des effluents, on fait généralement appel aux processus aérobies par lesquels les bactéries provoquent une oxydation directe des matières organiques des eaux usées à partir de l'oxygène dissous dans l'eau.

La dégradation est un phénomène complexe générateur de l'énergie nécessaire à la vie des micro-organismes et ses manifestations, reproduction, croissance, déplacements, etc. De nombreux micro-organismes permettent la dégradation des matières organiques ainsi que leur stabilisation. (F.T STEP Ain El-Beida)

I.5. La Description des Installations

I.5 .1. La Phase Eau :

- Le Déversoir de surcharge (By-Pass)
- Le Dessableur – déshuileur
- Les trois bassins Biologique (chaque bassin comprend 4 zones :
 1. la zone de contact
 2. la zone anaérobie
 3. la zone anoxie
 4. la zone aérobie
- Les Trois décanteurs
- Un poste de désinfection

I.5 .2. La Phase Boue :

- Un poste de pompage des boues.
- deux épaisseurs primaires.
- un épaisseur secondaire.
- dix lits de séchage.
- Une Aire de stockage des séchées.

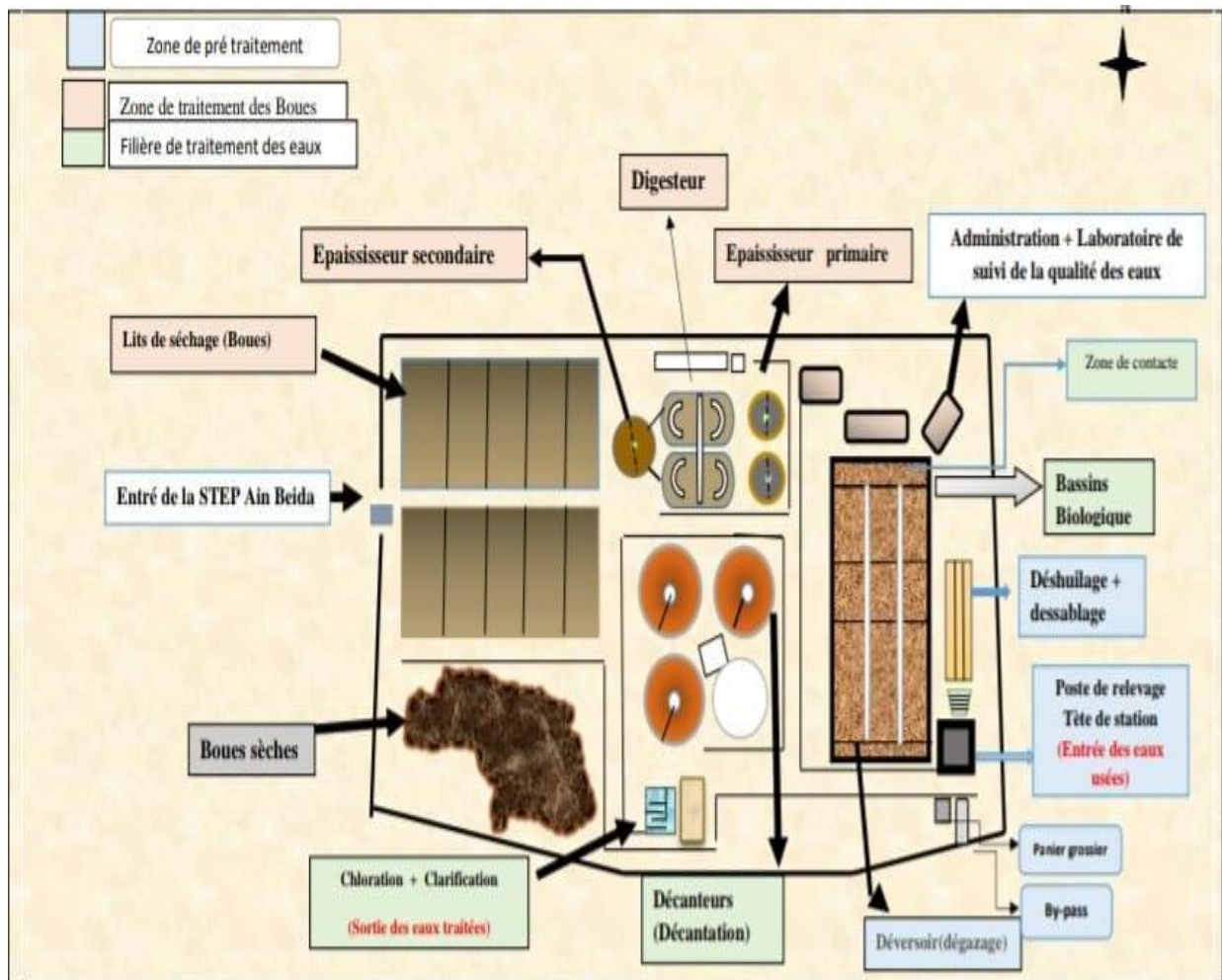


Figure 14 : Plan générale des ouvrages de la STEP (F.T STEP Ain El-Beida)

I.6. Les Données techniques de la STEP :

La station d'épuration de la ville d'Ain Beida a été dimensionnée sur les bases de données suivantes.

Tableau 04: Données Techniques de la STEP d'Ain El-Beida

Willaya Oum El Bouaghi

Nom de la station d'épuration	Ain Beida
Commune	Ain Beida
Wilaya	Oum El Bouaghi
Localités raccordées	ville d' Ain Beida
Origines des effluents	Eaux Résiduaires ville Ain Beida

La capacité de la STEP	140 000 E.H 16840 m ³ /j
Le procédé de traitement	Boues Activées
Le milieu récepteur	Oued – El Azzabi-
Impact de la STEP	Protection de la nappe phréatique
Le périmètre concerné par la réutilisation	180 Hectare
Quantité de boues produites (moyenne)	700-900 Tonne matières sèches/ an

I.7. Les Caractéristiques techniques des ouvrages de la station

Les bases retenues pour le dimensionnement de la station d'épuration des eaux usées de la ville d'Ain Beida (W.E.B), sont conforme au cahier de charge de l'appel d'offre est sont récapitulées dans le tableau suivants :

Tableau 05 : Les Données de la charge polluante des eaux usées

Charge polluante	Unités	2015
Charge journalière en DCO	Kg.j ⁻¹	14 263
Charge journalière en DBO5	Kg.j ⁻¹	7 560
Charge journalière en MES	Kg.j ⁻¹	9 800

Tableau 06 : Qualité des eaux usées (F.T STEP Ain El-Beida)

Paramètres	Unité	Horizon 2033
Charge nominale	E.H	210 000
Débit moyen de temps sec	m ³ .j ⁻¹	25 260
Débit journalier maximum	m ³ .j ⁻¹	1 736
Débit de pointe par temps de pluie (2.5 fois le débit journalier max de temps sec)	m ³ .j ⁻¹	4 340
Rapport DCO/DBO5		1.9
Teneur en phosphore total	m ³ .j ⁻¹	15

Tableau 07 : paramètre de pollution de conception (F.T STEP Ain El-Beida)

Paramètres	Entrée STEP	Sortie STEP	Rendement (%)
	(Eau brute)	(Eau épurée)	
DBO5 (mg/l)	449	30	93
DCO (mg/l)	847	80	90
MES (mg/l)	582	30	94
NTK (mg/l)	81	40	51

Le principe du procédé à boues activées de la step AIN BEIDA provoque le développement d'un floc bactérien dans un bassin (bassins d'aération) alimenté en eau usée à traiter. La prolifération des micro-organismes nécessite aussi une oxygénation suffisante nécessite aussi une oxygénation suffisante.

I.8.Filières de traitement des eaux de la STEP d'Ain Beida

A. Filière eau

1. Entrée des eaux brutes et prétraitement :

Dans le concept général du procès d'épuration, les éléments de la station d'épuration de « AIN BEIDA » utilisés forment la chaîne d'épuration suivante :

1.1. Le By-pass :

Un by-pass est construit afin d'évacuer les eaux en excès directement vers la fin de la station, pour les cas d'urgence ou de maintenance de la STEP.

- En cas de crue pluvial (prévention de l'arrivée massive des sables qui influence sur le processus).
- En cas d'arrivée anormalement charge : branchement illicite dans le réseau (station d'essence, station de vidange ...)

Ce dernier assure le bon fonctionnement de la station en cas de problème au niveau des grilles mécanique (panne, bouchage) (Figure.12)



Figure 15:le By-pass.

1.2. Le Panier grossières :

D'après la Figure (17) et Tableau (8), Les eaux ont traité passent d'abord par un panier grossier manuel, c'est un dispositif mets à la tête de la station d'environ 100 mm (distance entre les barres) sans objectif est d'évité le passage des gros déchets.et protéger les pompes. Son rôle consiste à :

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



Figure 16: Le Panier grossières

Tableau 08 : Caractéristiques de grille grossière

Paramètre	La valeur	Unité
Nombre d'ouvrage	2	-
Débit maximum	2 945	m ³ .h ⁻¹
Espacement des barreaux	40	mm
Epaisseur de barreaux	10	mm
Largeur de canal	1,60	mm

1.3. Le Poste de relevage :

Le débit à traiter par la STEP est le débit de sortie des grilles grossières plus le débit des surnageant. 4 pompes d'une capacité unitaire 1100 m³/h, soit une capacité installée totale de 4400 m³/h.

Cette capacité est largement suffisante et permet de traiter le débit total (Figures. 18 et 19). On trouve dans la tête de station 2 conduites : Un pour les eaux de classificateur a sable et l'autre pour (épaisseur primaire-épaisseur secondaire-lits de séchage).



Figure 17 : la tête de station



figure 18 : les pompes de relevage

1.4. Le Dégrillage grossier

Avant le relevage on a deux grilles automatiques à chaînes inclinés de 60° et l'espace entre les barreaux égale à 40 mm, équipé chacun d'une grille à nettoyage automatique de sans rôle et de retenir les gros déchets (Figures.20 et 21) pour éviter

- Le colmatage des pompes de relèvement.
- L'accumulation de déchets non biodégradables (plastiques...) sur les ouvrages.



Figure 19 : Le Dégrillage grossier



Figure 20 : La baine de déchet

1.5. Le Dégrillage fin

Après relevage, les eaux brutes passent au travers de grilles fines, qui permettent de retenir les déchets solides plus petits. Il y a deux dégrilleur automatiques inclinés de 8 mm (distance entre les barres), (Figures.22 et 23).



Figure 21 : Le Dégrillage fin.



Figure 22 : La baine de déchets de dégrillage fin.

1.6. Le Dessableur – déshuileur

Le Dessableur – déshuileur est du type rectangulaire aéré (Figure.24) et (Tableau.09), Deux Dessableur déshuileurs seront installés à l'entrée de la STEP en aval des grilles fines. Leur fonction est de protéger les équipements de traitement en éliminant le sable et les graisses dans les eaux brutes.

Les graisses flottantes sont raclées vers l'extrémité de l'ouvrage par le pont racleur mobile, quelle pousse vers puits a graisse et se terminant au digesteur aérobie.



Figure 23: Dessableur–déshuileur

Tableau 09 : Caractéristiques du Dessableur-déshuileur aéré.

Paramètre	Unité	Dimensionnement
Nombre d'ouvrage	-	2
Temps de séjour	Min	10
Débit maximum	$m^3.h^{-1}$	2,945
Longueur d'un	m	42,00
Bassin		
Largeur d'un bassin	m	4,00(2,50/1,50)
Surface d'un bassin	m^2	105
Hauteur d'eau active	M	2,80
Besoins en l'air	$Nm^3/m^3/h$	0,96

1.7. Le Classificateur à sable :

Le classificateur à sable extrait les sables de l'eau résiduelle pompée par les pompes à sables et les décharge sur la benne transporteuse commune aux refus (Figure.25), Les matières décantées seront collectées et envoyées vers deux séparateurs de sable, cela pour éviter le colmatage des canalisations de transfert.



Figure 24: Le Classificateur à sables

2. Bassin biologie (traitement biologique) :

La station d'épuration d'Ain Beida sera du type système à boues activées. Chaque voie est constituée pour élimination de la pollution d'eaux usées (Figure.26)



Figure25: Le Bassin biologie

3. Le Bassin de dégazage (le déversoir) :

Le Bassin d'élimination des gaz qui reste après le bassin biologique pour assurer la bonne fonction de décanteur, on crée un brassage pour éliminer le gaz présent dans l'eau (Figure .26),



Figure 26 : Le Bassin de dégazage

4. Le Décanteurs secondaires :

Trois décanteur a pour but de séparer les boues de l'eau traitée, Le décanteur est sous forme circulaire avec un racleur de fond qui récupère les boues biologique.



Figure 27 : Le Décanteur

5. La Chloration :

L'ouvrage de la chloration installée à l' sortie de la STEP en aval des décanteurs. Pour la désinfection des pathogènes de l'effluent avec hypochlorite (Figure 28) .

B. La filière des Boues :

1. L'épaisseur des boues en excès :

D'après la Figure (30), L'épaisseur de boues en excès sont destiné à épaissir les boues produites en excès dans le traitement biologique auparavant décantées dans les décanteurs secondaires. Les boues épaissies sont pompées vers le digesteur aérobie. Deux voies dans le digesteur aérobie a pour but de stabilisation des boues.



Figure 29 : L'épaisseur primaire



Figure 28 : Le bassin de chloration (la sortie des eaux épurées)

2. Le digesteur des boues épaisses :

C'est le bassin le plus polluée qui en trouve dans ce bassin 3 conduites :

- 1^{er} des huiles.
- 2^{eme} des boues flottant (décanteur).
- 3^{eme} de les boues le l'épaississeur primaire.



Figure 30 : Le digesteur des boues épaisses

3. L'épaississeur secondaire :

D'après la Figure (32), L'épaississeur 2 est destiné à épaissir les boues digérées. Les boues épaissies sont pompées vers les lits de séchage.



Figure 31 : L'épaississeur secondaire

4. Les Lits de séchage :

Les lits de séchage sont utilisés pour l'assèchement des boues digérées et épaissies(Figure.33). La dernière étape après le séchage des boues est leurs extractions manuelles vers les aires de stockages, ou elles sont ensuite récupérées par des agriculteurs qui l'utilisent comme engrais.



Figure 32 : Les Lits de séchage

Matériels
et
méthodes

I. Introduction

Afin de déterminer les différents paramètres permettant d'évaluer le niveau de pollution dans chaque phase de traitement, une série des analyses a été faite au cours de ce travail. L'échantillonnage a été effectué à l'entrée (eaux brutes) et à la sortie (eaux épurées) de la STEP.

Nous avons suivi les paramètres suivants : le pH, la température, les matières en suspension (MES), la demande biochimique en oxygène (DBO₅), la demande chimique en oxygène (DCO), l'azote total et l'azote ammoniacal .

D'autres analyses ont été également effectués afin de contrôler les paramètres de fonctionnement du process durant la période d'échantillonnage, dont: la charge massique, la charge volumique, la concentration des boues dans le bassin d'aération, l'âge des boues et le temps de séjours de l'eau dans le bassin d'aération.

I.1.La température :

La température est un facteur physique de l'eau, qui influe sur tous les processus chimiques tel que la conductivité, la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH.

Pratiquement la température est mesurée par l'utilisation d'une sonde thermométrique qui est trempée soigneusement dans la prise d'essai. La lecture est faite après stabilisation du thermomètre (Notice de l'exploitation de la STEP (2015)).

I.2. Le pH

Le pH de l'eau constitue une mesure de la concentration en ions hydrogène. C'est un paramètre important car il influe sur le gout de l'eau (l'état de l'eau : acide, base ou neutre) et les réactions chimiques .La mesure de ce paramètre est basée sur l'utilisation d'un pH-mètre.



Figure 33: Appareil de mesure de pH et de température

I.3. Les Matières en suspension (MES)

Ce sont les matières qui ne sont ni à l'état soluble, ni colloïdale, elles comportent les matières organiques et les matières minérales contenues dans l'eau usée. Les MES contribuent aussi à déséquilibrer le milieu aquatique en accroissant la turbidité et peuvent avoir un effet néfaste direct sur l'appareil respiratoire des poissons. Pour la réalisation de cette analyse on a consulté la normative européenne (Notice de l'exploitation de la STEP ; 2015).

I.3.1. Matériels et réactifs

- Pompes de vide.
- Unité de filtration. (Kitasato, pincès, embut filtration).
- Filtres de micro fibre de verre.
- Poêle.
- Dessiccateur.
- Balance analytique.
- Pince.

I.3.2. Procédure expérimentale :

- Laver le filtre dans l'unité de filtration au vide en passant de l'eau distillée, puis colloquer ce filtre dans la poêle à une température de 103°-105°C pendant 2 heures, le conserver dans un dessiccateur et le peser.
- Placer le filtre dans l'entonnoir du dispositif de filtration et connecter à un dispositif d'aspiration sous vide.

- Choisir un volume d'échantillon puis en le filtre en moins d'une minute.
- Retirer avec précaution le filtre de l'entonnoir à l'aide de pinces à extrémités plates, puis le peser à l'aide de la balance analytique.
- Laisser essorer et sécher le filtre (105 ± 5)°C, laisser refroidir puis peser pour obtenir les matières qui étaient en suspension avant séchage.



Figure 34: La balance analytique



Figure 35: photo de dispositif d'aspiration



Figure 36: Dessiccateur

I.4.La demande biochimique en oxygène (DBO5)

La demande biochimique en oxygène (DBO) est la quantité d'oxygène exprimée dans les conditions de l'essai (incubation durant 5 jours à 20°C et à l'obscurité) par certaines matières présentes dans 1 litre d'eau. Notamment pour assurer leur dégradation par voie biochimique.

I.4.1.Principe

La mesure de la DBO5 se base en la mesure de la pression dans un système fermé où les microorganismes consomment l'oxygène dans l'échantillon et génèrent des émissions de CO₂.

Le CO₂ est absorbé avec NaOH et une pression négative est créée et mesurée directement par le transmetteur. Ce dernier transforme la valeur de pression directement à la DBO5 (mg/l). Avec des employés volumes d'échantillon on règle la quantité d'oxygène disponible qui peut effectuer une détermination complète de la DBO5 à différentes concentrations et avec des différents volumes (Notice de l'exploitation de la STEP ; 2015).

I.4.2.Matériels et réactifs :

-Equipe DBO système :

- Têtes mesureurs (DBO senseurs).
- Ampoules de mesure marron.
- Agitateurs magnétiques .
- Pince.
- Carcasse de gomme pour les goulots des ampoules.
- Lentilles de NaOH.
- Armoire thermostatique de température constante à 20°C.
- Inhibiteur de nitrification.

-Récipients de plusieurs mesures.

-Eau distillée.

-tablette de calibration pour les contrôles des systèmes OXITOP : D(+) glucose C₆H₁₂O₆ et acide L-glutamique C₅H₉NO₄ .

I.4.3.Procédure expérimentale

- Sélectionner un volume d'échantillon correspondante à la DBO qui on espère obtenir.

- Nettoyer les ampoules et éclaircir avec de l'eau distillée, puis avec l'eau résiduaire d'échantillon.
- Ajouter une quantité de l'échantillon homogénéisée.
- Agiter pour chaque ampoule avec un agitateur magnétique

Pour les échantillons d'effluent ajouter un inhibiteur de nitrification selon le rapport suivant :

- On dissout 1000 mg de N-Alytiourea ($C_4H_8N_2S$) en eau, on dilue à 200 ml et il se mélange.
- Poser sur le goulot de l'ampoule une carcasse de gomme .Dans son intérieur ajouter avec le pince des lentilles de NaOH et remplir le bouchon jusqu'à la limite sans se dépasser.
- Les échantillons sont placés dans un incubateur durant la mesure de DBO5. On règle l'appareil à ZERO et on met l'incubateur en marche pendant 5 jour à 20°C. le résultat sera obtenu directement sur l'afficheur



Figure 37 : Flacons à DBO



Figure 38 : DBO mètre

I.5. La demande chimique en oxygène (DCO)

I.5.1. Le but

L'objectif de ce protocole est de définir la procédure pour mesurer la demande chimique en oxygène (DCO). Pour la réalisation de cette analyse on a consulté la normative européenne.

I.5.2. Principe :

Le test consiste en une oxydation chimique de la matière organique par un oxydant fort (acide) à température élevée et par le dichromate de potasse.

Les substances oxydables réagissent avec une solution d'acide sulfurique et de bichromates de potassium en présence de sulfates d'argent en tant que catalyseur.

La présence de chlorure est masquée avec le sulfate de mercure. On mesure la diminution de la coloration jaune du Cr^{6+} .

Le résultat est exprimé en mg O₂/L (ppm O₂).

I.5.3. Matériels et réactifs :

- Kits mesure DCO (exemple : LCK 314 15-150 ppm/LCK 114 150-1000 ppm).
- Eau distillée (nettoyage de dissolution).
- Digesteur DRB-200 .
- Spectrophotomètre DR 5000 .
- Gardette support.
- Pipette graduée 2 ml.
- aspirateur pipette 2ml.

I.5.4. Procédure expérimentale :

- Sélectionner le programme de la DCO.
- Préparer les cuves :
 - 1- Mélanger le contenu Kit pour avoir une solution homogène
 - 2- Pipeter 2 ml d'échantillon avec précaution.
- Le thermostat chauffe jusqu'à atteindre la température défini.
- Placer les cuves dans un bloc de chauffage DRB -200 et refermer le couvercle de protection, mettre dans le digesteur DCO classique : 2h à 148 - 150 °C.
- Enlever la cuve chaude et invertir avec prudence 2 fois.
- Laisser refroidir à température ambiante dans le support de cuve.

- Bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer avec programme spectrophotomètre HACH(Notice de l'exploitation de la STEP ,2015).



Figure 39 :Réactif à DCO



Figure 40 : Bloc chauffant



Figure 41 : Spectrophotomètre

I.6. Conductivité

I.6.1. Mesure de la conductivité

La conductivité électrique d'une eau traduit l'aptitude que possède celle-ci à laisser le courant électrique. le transport des charges se faisant par l'intermédiaire des

ions contenus dans l'eau, Il est logique d'admettre que la conductivité d'une eau sera d'autant plus importante que sa minéralisation sera élevée.

Il existe donc une relation entre la conductivité d'une eau et sa minéralisation, d'où l'intérêt de la mesure de la conductivité, mesure quasi instantanée, pour connaître la minéralisation d'une eau. l'unité de conductivité utilisée en chimie des eaux est micro siemens ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

I.6.2.Principe :

La mesure de la conductivité se ramène à celle de la résistance d'une colonne d'eau. A cet effet on utilise un conductivimètre qui n'est en fait qu'un résistivimètre un peu particulier. la conductivité est fonction de la température. toute mesure de conductivité doit donc se faire à température connue et stabilisée. en général les résultats sont mesurés à 20°C.

I.6.3.Procédure expérimentale :

- l'analyse s'effectue sur un prélèvement d'eau dont le volume doit être suffisant pour prolonger la sonde de conductivité.
- vérifier les connexions cellule/conductivimètre;
- rincer soigneusement la cellule de mesure à l'eau distillée et l'essuyer convenablement.
- rincer et essuyer soigneusement la cellule.
- immerger la cellule dans l'eau.
- agiter la sonde légèrement.
- lire le résultat;
- la mesure terminée, éteindre l'instrument et, si nécessaire, nettoyer la sonde.
- après chaque série de mesure, rincer l'électrode à l'eau déminéralisation



Figure 42: Photo du conductimètre portatif (LF 90).

I.7. Azote ammoniacal (N-NH₄) :

I.7.1. Principe :

En présence de sodium intro prussique agissant comme catalyseur et à une valeur du pH d'environ 12,6 , les ions ammonium réagissent avec les ions hypochloreux et salicyliques et donnent une coloration bleue.

I.7.2. Matériels et réactifs :

- ✓ Kit mesure nitrite (LCK 302/303).
- ✓ Eau distillée (nettoyage ou dissolution).
- ✓ Espectro DR 5000.
- ✓ Pipette graduée 2ml.
- ✓ Aspirateur pipette 2ml.

I.7.3. Procédure expérimentale :

- Enlever délicatement la feuille de protection du DosiCap Zip détachable.
- Dévisser le DosiCap Zip.
- Pipeter 0,2 ml d'échantillon.
- Visser immédiatement le DosiCap Zip.
- Secouer énergétiquement jusqu'à dissolution du lyophilisat.

Attendre 15 minutes, mélanger de nouveau, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer.

I.8.Les nitrites(N-NO₂)

I.8.1.Principe :

Les nitrites réagissent en solution acide avec les amines primaires et aromatiques pour donner des sels diazonium. Ceux-ci forment avec des composés aromatiques, contenant un amino groupe ou un hydroxyle ,un colorant azoïque de couleur intense.

I.8.2.Matériels et réactifs:

- Kit de mesure nitrite (LCK 341/342).
- Eau distillée.
- Colorimètre DR 5000.
- Pipette graduée 2 ml.
- Aspirateurs pipette 2 ml.

I.8.3.Procédure expérimentale

Enlever délicatement la feuille de protection du DosiCap Zip détachable.

- Dévisser le DosiCap Zip.
- Pipeter 2 ml d'échantillon.
- Visser immédiatement le DosiCap Zip.
- Secouer énergétiquement jusqu'à dissolution du lyophilisat.
- Attendre 10 min, mélanger de nouveau, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer.

I.9.Les Nitrates (N-NO₃) :

Le mode opératoire consiste à:

- ✓ Prélever 1 ml à l'aide d'une pipette jaugée de l'échantillon mère.
- ✓ Introduire ce 1 ml dans un bécher;
- ✓ Compléter à 30 ml avec de l'eau distillée.
- ✓ Ajouter le réactif (nitrate 30) à cette eau.
- ✓ Faire une agitation pendant 3 min
- ✓ Laisser la solution reposer pendant 2 min.
- ✓ Après avoir d'enlevé 5 ml, ajouter le réactif (nitrate 25), faire une agitation légère et laisser la solution se reposer pendant 10 min.
- ✓ Mettre en marche le spectrophotomètre.
- ✓ Remplir le cuve avec de l'eau distillée (blanc).
- ✓ Essuyer la cuve.

- ✓ Introduire la cuve de référence dans le port cuve.
- ✓ Programmer la longueur d'onde désirée (507nm);
- ✓ Enlever la cuve de référence.
- ✓ Introduire la cuve remplie précédemment par l'échantillon à mesurer après de l'essuyer.
- ✓ Appuyer sur la touche READ puis lire le résultat (ONA.de la ville de Ain El-Beida) .

I.10.Le phosphore(P-PO4):

Le phosphore est mesure sous forme de phosphore totale (Pt). la recherche des fraction minérales (phosphates issus des produits lessiviers) et organiques (d'origine humaine ou industrielle) permet de juger des conditions de traitement biologique de l'effluent et des risque liés à l'eutrophisation des eaux calmes..

I.10.1 .Mode opératoire:

- Prélever 1 ml à l'aide d'une pipette de l'échantillon mère.
- Introduire ce 1 ml dans un bécher;
- Compléter à 10 ml avec de l'eau distillée;
- Ajouter le réactif (phosphore PGT) à cette eau;
- Faire une agitation légère;
- Laisser la solution se reposer pendant 2 min;
- Mettre en marche le spectrophotomètre;
- Remplir la cuve avec de l'eau distillée (blanc);
- Essuyer la cuve;
- Introduire la cuve de référence dans le port cuve.
- Programmer la longueur d'onde désirée (890nm).
- Enlever la cuve de référence.
- Introduire la cuve remplie précédemment par l'échantillon à mesurer ensuite l'essuyer.
- Appuyer sur la touche (READ) puis lire le résultat.

Tableau 10 : Paramètres physico-chimiques des eaux usées épurées
(F.T : STEP Ain El-Beida)

Paramètres	Unités	Concentrations Maximales Admissible
PH	-	$6.5 \leq \text{pH} \leq 8.5$
CE	(ms.cm^{-1})	1.2
MES	Mg.l^{-1}	30
DBO5	Mg.l^{-1}	30
DCO	Mg.l^{-1}	80
MVS (mg/l)	Mg.l^{-1}	250
NH4 (mg/l)	Mg.l^{-1}	03
NO2 (mg/l)	Mg.l^{-1}	01
NO3 (mg/l)	Mg.l^{-1}	15
NTK	Mg.l^{-1}	40
PO³⁻₄ (mg/l)	Mg.l^{-1}	02

Résultats
et
Discussions

I. Introduction :

Dans cette partie nous étudierons la qualité de l'eau brute et épurée de la station d'épuration des eaux usées par boue activée de la ville de Ain El-Beida .

Pour évaluer la qualité des eaux traitées et contrôler leur efficacité, et pour l'évaluation la performance de la station d'épuration, nous avons effectué un ensemble d'analyses physicochimiques des eaux à l'entrée et à la sortie de la STEP durant les années 2017,2018 et 2019.

II.ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS :

II.1.Variations Des ElémentsPhysicochimiques des eaux de la STEPPériodes: (2017-2018-2019) :

II.1.1. Période D'observation– 2017 -

a. La température :

D'après les résultats obtenus (Figure.44), les valeurs de la température des différents échantillons à l'entrée de la STEP se situent dans un intervalle qui va d'un minimum de 12,68°C à un maximum de 23,27°C (une moyenne de 17,97°C), des valeurs varient entre 12,85°C et23°C avec une moyenne de 17,90 °C à la sortie.

Les valeurs de la température relevées de la STEP sont inférieures à 30°C, et sont donc conformes à la norme, ce qui développe les populations bactériennes de type mésophile, et favorise la dégradation de la pollution organique en conséquence.

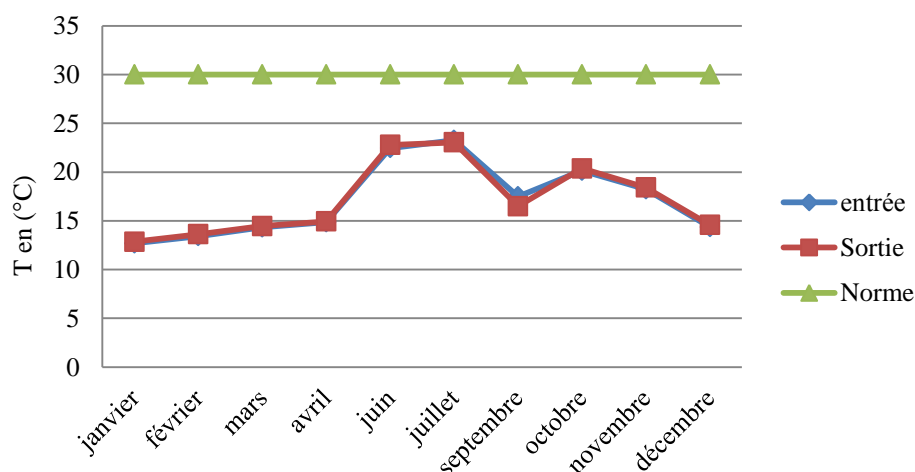


Figure 43: variation moyenne de la température à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier -Décembre 2017)

b. Le pH :

Selon les résultats indiqués sur la figure.45, les valeurs du pH mesurées à l'entrée de la STEP, varient entre 7,74 et 8 avec une moyenne de 7,88.

Concernant les eaux à la sortie de la STEP, les valeurs enregistrées varient entre 7,81 et 8,10 avec une moyenne de 7,95 ,ces valeurs sont situées dans la bonne gamme d'activités microbienne ,elles sont très proche de la norme (6,5-8,5).

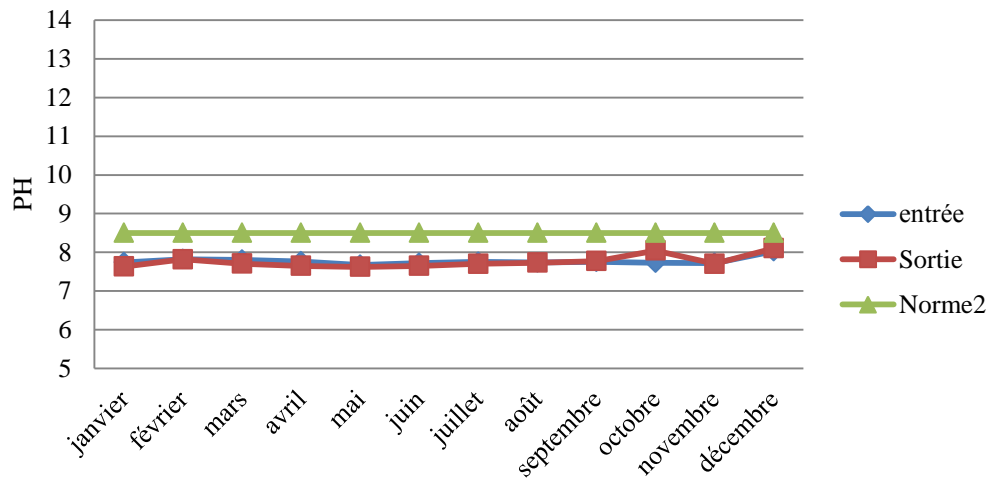


Figure 44: Variation moyenne du pH de à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier -Décembre 2017)

c.La conductivité :

D'après les résultats obtenus (Figure.46), les valeurs de la conductivité électrique se situent dans un intervalle de 1,41 à 2,18mδ/cm à l'entrée avec une moyenne de 1,79mδ/cm et 1,24 à 1,66 mδ/cm, enregistrées à la sortie, avec une moyenne de 1,45mδ/cm.

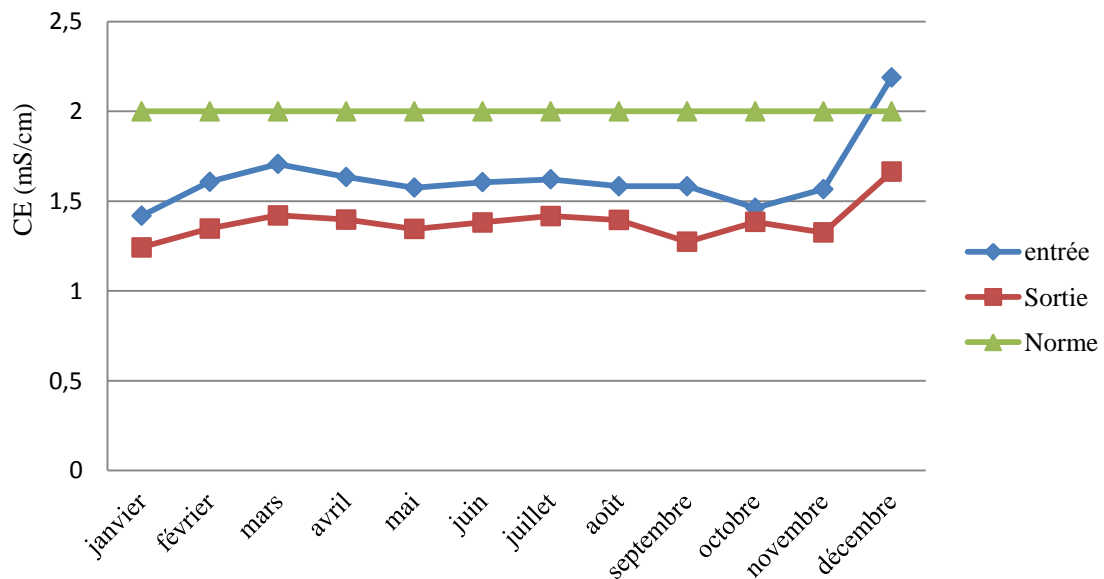


Figure 45: Variation moyenne de la conductivité à l'entrée et à la sortie de la STEP(Janvier - Décembre 2017).

Donc ces valeurs sont pratiquement Moins que de la norme de l’OMS (2 mδ/cm). Une conductivité électrique inférieure à 2 mδ/cm fait considérer une eau comme facile utilisable dans les zones irriguées.

d.Matières en suspension (MES) :

Les valeurs desMES à l’entrée de la STEP(Figure.47) varient entre 220,91 mg/l et 462 mg/l, avec une moyenne de 341.45 mg/l. Ces valeurs sont dues à une instabilité de la qualité des eaux polluées.

A la sortie de la STEP les valeurs de MES varient entre 10,66 mg/l et 15,16 mg/l avec une moyenne de 12,91 mg/l .Cette valeur reste inférieur à la norme de rejet (< 30 mg/l) .

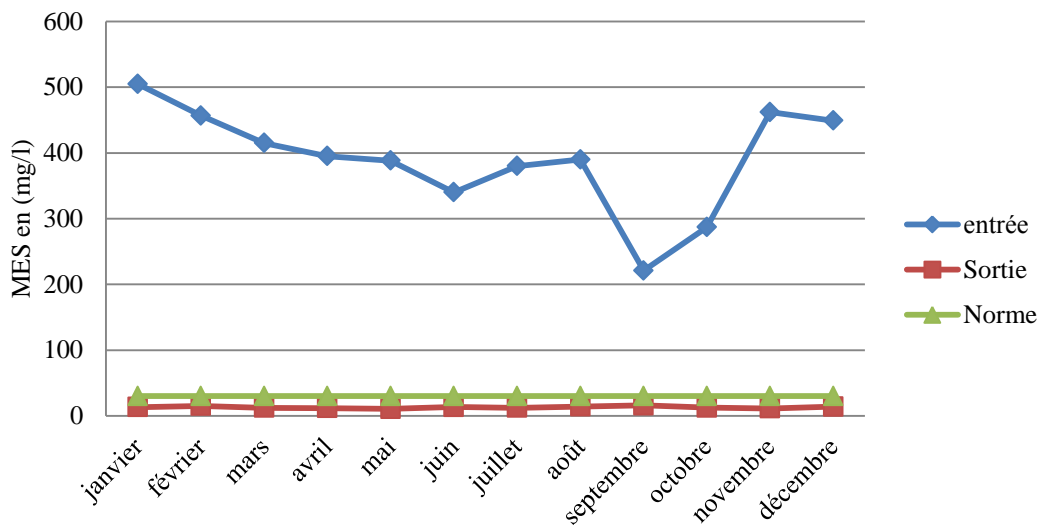


Figure 46: Variation moyenne des matières en suspension (MES) à l’entrée et à la sortie de la STEP (Janvier - Décembre 2017).

e.La demande chimique en oxygène (DCO) :

On remarque que les valeurs de la DCO de l'eau brute oscillent entre 538,25 mg/l et 911,66 mg/l avec une moyenne de 724,9 mg/l (Figure.48) .

Concernant l'effluent traité, ces valeurs varient entre 32,35mg/l et 44,44mg/l avec une moyenne 38,3 mg/l ,elles sont largement inférieures à la norme de rejet (<100 mg/l) .

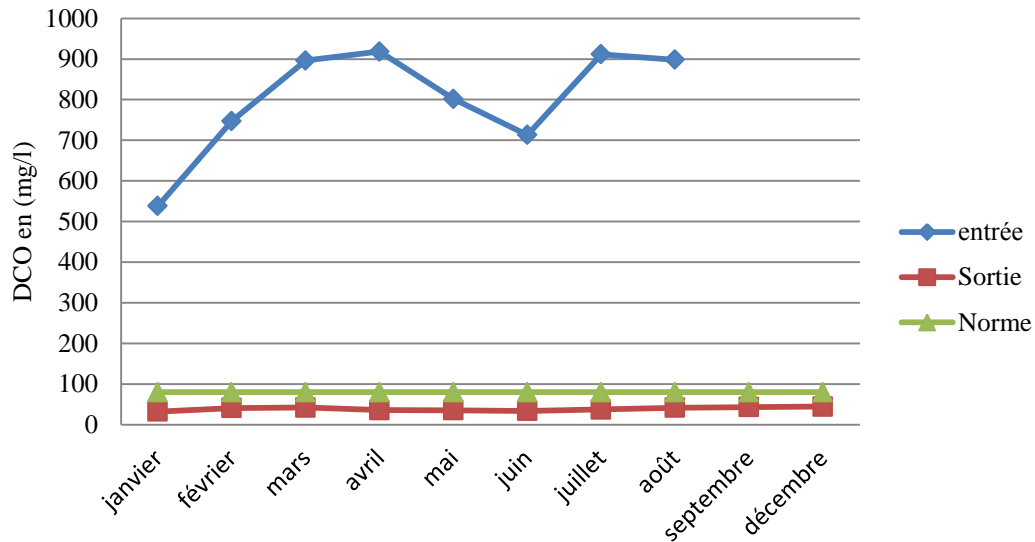


Figure 47: Variation moyenne de la demande chimique en oxygène (DCO) à l'entrée et la sortie de la STEP (Janvier – Décembre 2017).

f.La Demande biologique en oxygène (DBO5) :

En se référant aux résultats présentés sur la figure.49 représente les variations de la DBO5 de l'eau brute et de l'eau traitée, notons que l'eau brute à l'entrée de la station présente une DBO5 qui varie entre 198,33 mg/l et 466,25mg/l avec une moyenne de 332,29 mg/l .

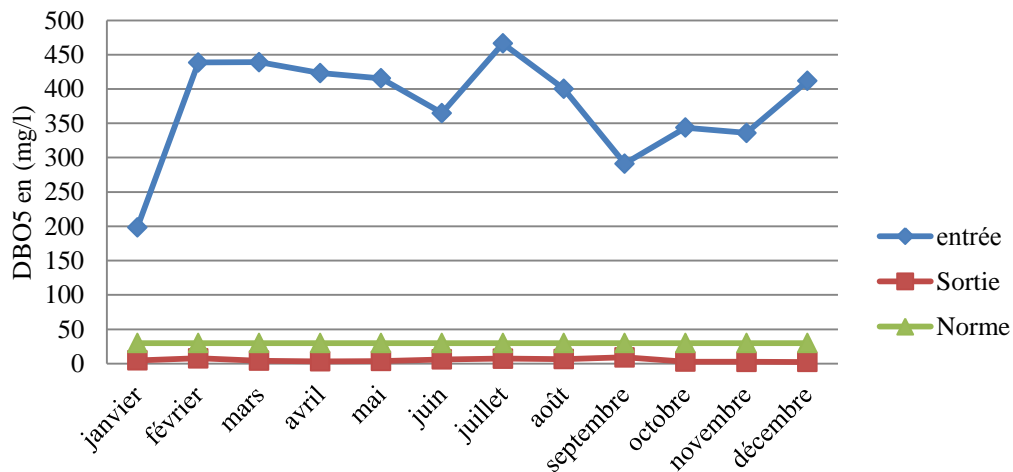


Figure 48 :Variation moyenne de la (DBO5) à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier - Décembre 2017).

Par contre au niveau de la sortie de la STEP , ces valeurs sont en baisse et en faisant varier entre 2,41 mg/l et 9,2 mg/l avec une moyenne de 5,80 mg/l, ces valeurs

sont pratiquement constantes et restent très au-dessous de la norme de rejet des effluents liquides (< 35 mg/L).

g. Azote ammoniacal (N-NH₄) :

Représentées sur la figure.50 les valeurs de la N-NH₄ de l'eau brute et de l'eau traitée, varient entre 26,13 mg/l et 52,61 mg/l avec une moyenne de 39,37 mg/l .

Par contre au niveau de la sortie de la STEP , ces valeurs varient entre 0,0525 mg/l et 2,33 mg/l avec une moyenne de 1,19 mg/l, ces valeurs sont pratiquement constantes et restent très au-dessous de la norme de rejet des effluents liquides (< 3 mg/l).

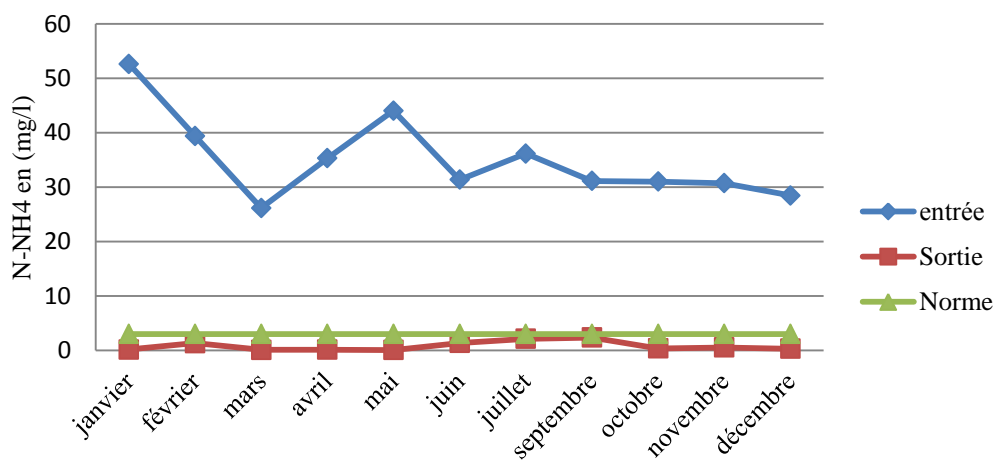


Figure 49 : Variation moyenne de l'azote ammoniacal à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier - - Décembre 2017)

h. Le phosphore (P-PO₄) :

On remarque que les valeurs de phosphore (P-PO₄) de l'eau traitée (Figure.51), varient entre 1,53 mg/l et 7,63 mg/l avec une moyenne 4,58 mg/l, elles sont largement inférieures à la norme de rejet (<5 mg/l) .

Pour les mois (Sep, Oct, Nov et déc) des valeurs alarmantes (dépassent la norme admissible et cela peut s'expliquer par Après avoir observé une élévation de taux de p-po₄ dans la période de septembre, octobre novembre décembre on peut expliquer ces valeurs par:

- 1- c'est une période de début de saison d'agriculture, et sachant que le **(P-PO₄)** est l'un des nutriments chimiques utilisés dans l'agriculture, les eaux d'entrée dans cette période vont être chargées beaucoup par ce nutriment due à l'utilisation excessive des engrais chimiques par les agriculteurs de la

région, ce qui provoque l'insuffisance de capacité de procédure de traitement de cette élément

2 -teneur accrue en matière solide due à l'écoulement des boues

3- présence de polyphosphonates difficilement dégradable provenir de détergent industrielles

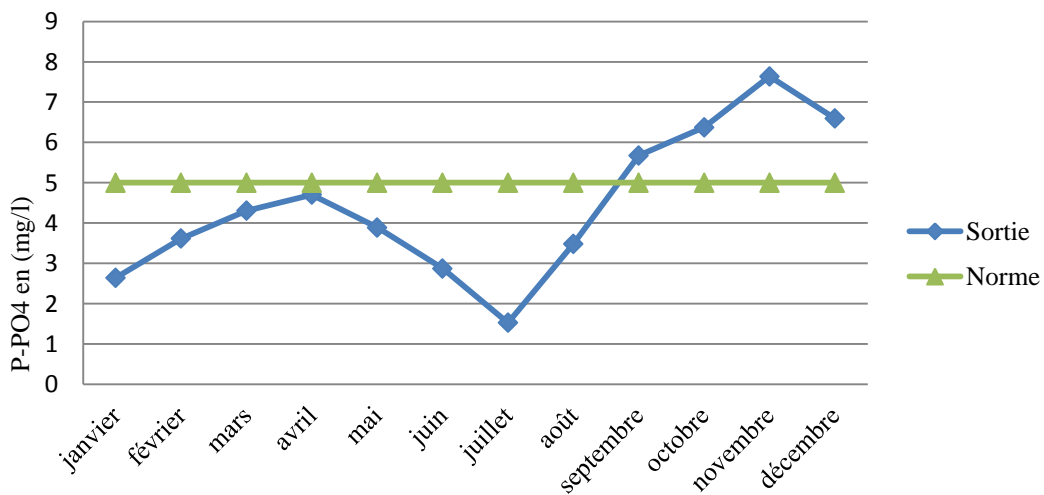


Figure 50 : variation moyenne de phosphore (P-PO₄) à la sortie de la STEP (Janvier - Décembre 2017)

II.1.2. PERIODE D’OBSEVATION 2018 :

a. la température :

D’après les résultats présentés sur la Figure.52, les valeurs de la température à l’entrée et celles de la sortie de la STEP sont très proches ou bien sont identiques (varient de 13, 24°C à 20 °C) et restent toujours inférieurs aux normes.

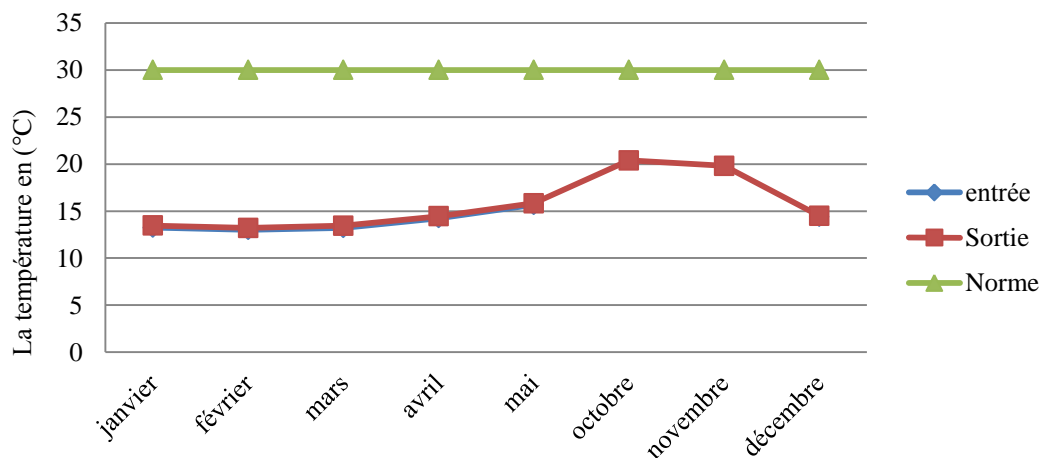


Figure 51: variation moyenne de la température à l'entrée et la sortie de la STEP(Janvier - Décembre 2018)

b. Le pH :

Examinant les résultats obtenus dans la figure.53, les valeurs du pH des eaux usées avant le traitement sont comprises entre 7.67 et 8,53 avec une moyenne de 8,1. Le pH des eaux traitées oscille entre 7,65 et 8,53 avec une moyenne de 8,09 , respectant la norme de rejet délimitée entre 6,5 et 8,5.

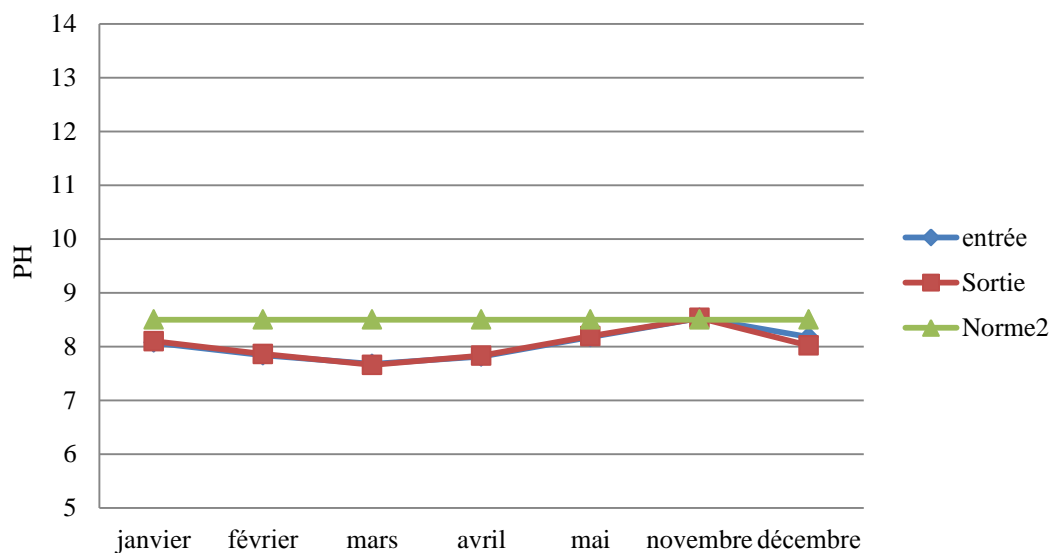


Figure 52: Variation moyenne de pH de l'eau brute et de l'eau traitée (Janvier - Décembre 2018)

c. la Conductivité :

La figure.54 ci-dessus révèle que l'eau brute possède une gamme de CE qui varie dans l'intervalle 1,79 à 2,13 mδ/cm, avec une moyenne de 3,92 mδ/cm.

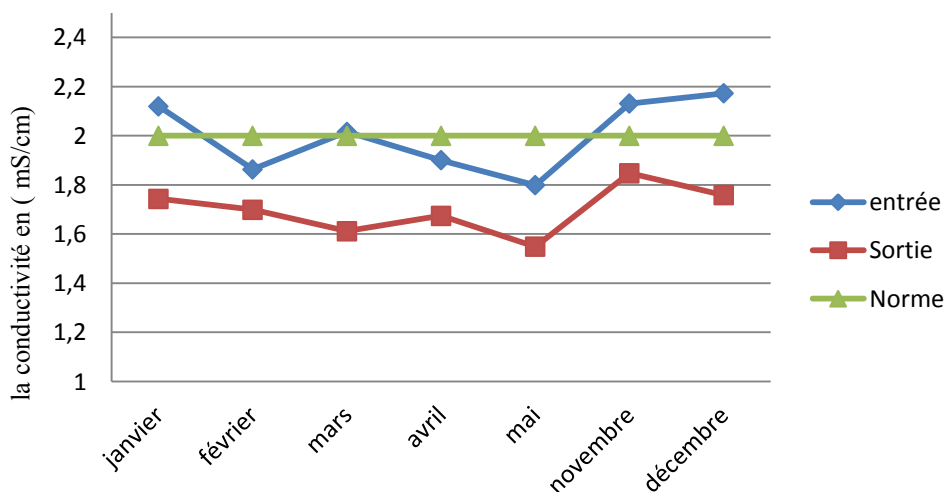


Figure 53: Variation moyenne de la conductivité à l'entrée et à la sortie

de la STEP (Janvier - Décembre 2018).

Par contre pour l'eau traitée, cette conductivité oscille entre 1,54 et 1,84mδ/cm, avec une moyenne de 1,69 mδ/cm.

d. Matières en suspension (MES) :

En examinant les résultats présentés sur la Figure.55 ,on remarque que les valeurs enregistrées révèlent une réduction importante de MES entre l'entrée et la sortie de la STEP, elles oscillent entre 303,33 mg/l et 516,66 mg/l avec une moyenne de 409 ,99 mg/l au niveau de l'entrée de la STEP, ces valeurs sont probablement liées à un arrivage d'eau chargée en matière minérale.

En ce qui concerne les eaux épurées à la sortie de la STEP, les concentrations de MESvarient entre 11,83 mg/l et 16 mg/l avec une moyenne de 13,91mg/l, ces valeurs sont largement inférieures à celle de la norme de rejet (< 30 mg/l).

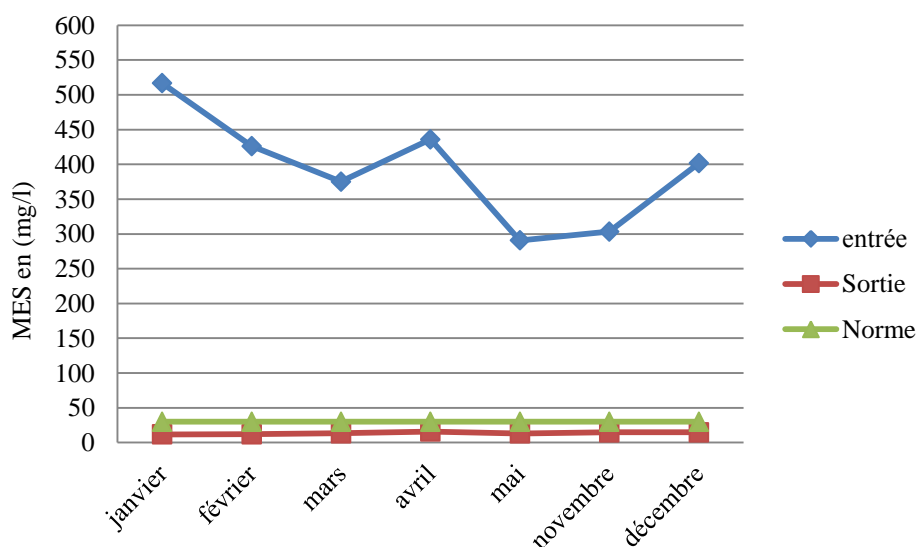


Figure 54: variation moyenne de la matière en suspension MES à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier - Décembre 2018)

e. La Demande biologique en oxygène (DBO5) :

On remarque que l'eau brute à l'entrée de la STEP présente une DBO5 qui varie entre 305,91 mg/l et 482,5 mg/l avec une moyenne de 394,20 mg/l ,ces variations s'expliquent par la nature des eaux résiduaires entrant à la STEP .

Cependant, à la sortie de la STEP ,on constate que le maximum de la pollution organique biodégradable est éliminée ,les effluents traités s'appauvrissent ,ils montrent des teneurs en DBO5 qui varient entre 3,25 mg/l et 21,83 mg/l avec une moyenne de 12,53 mg/l , Ces valeurs restent très au-dessous de la norme de rejet des effluents liquides (< 35 mg/l).

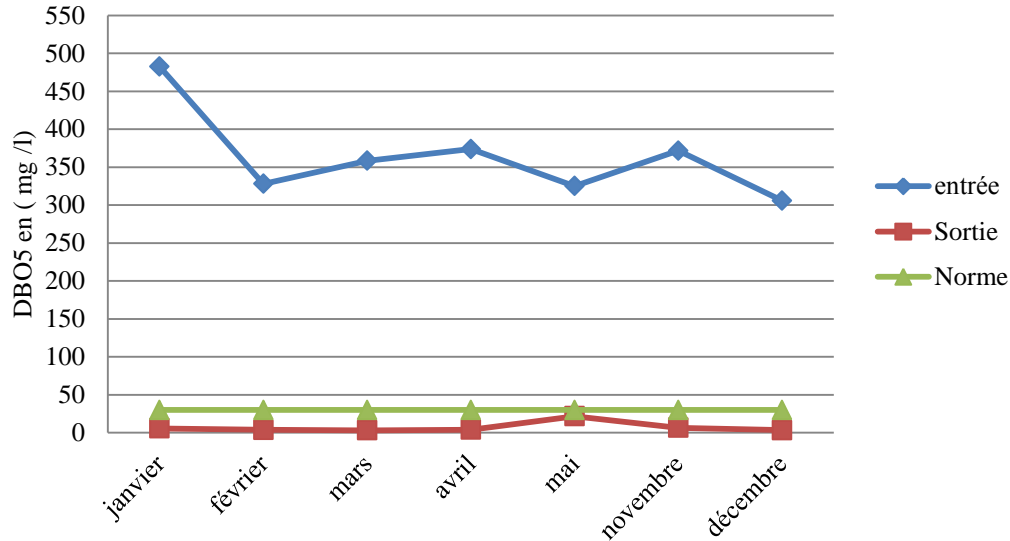


Figure 55 : Variation moyenne de la DBO₅ à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier - Décembre 2018).

f. Azote ammoniacal (N-NH₄) :

Selon les résultats présentés sur la figure.57, on remarque que les valeurs de l'azote ammoniacal à l'entrée de la STEP sont instables, elles varient entre 23,91 mg/l et 47,56 mg/l avec une moyenne de 35,73 mg/l, alors qu'à la sortie, ces valeurs oscillent entre 0,06mg/l et 3,51mg/l, avec une moyenne de 1,78 mg/l(inferieurs aux normes).

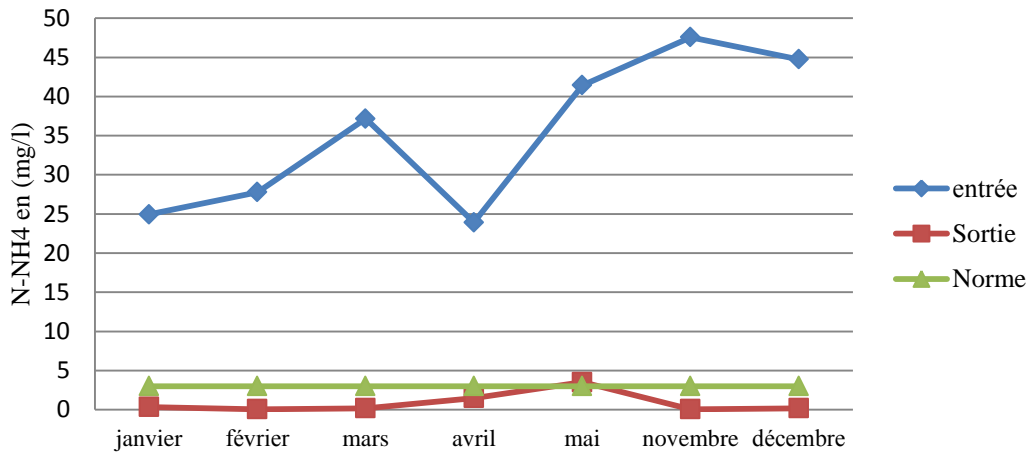


Figure 56 : variation moyenne de l'azote ammoniacal (N-NH₄) à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier - Décembre 2018)

g. Le phosphore(P-PO₄) :

En examinant les résultats obtenus dans la figure (58), les valeur à la sortie de la STEP, oscillent entre 4,61 mg/l et 10,6 mg/l (soit une moyenne de 7,6mg/l),cette

valeur dépasse celle-ci de la norme de rejet ($< 5 \text{ mg/l}$), ce dépassement peut être due à un processus de déphosphoration incomplet.

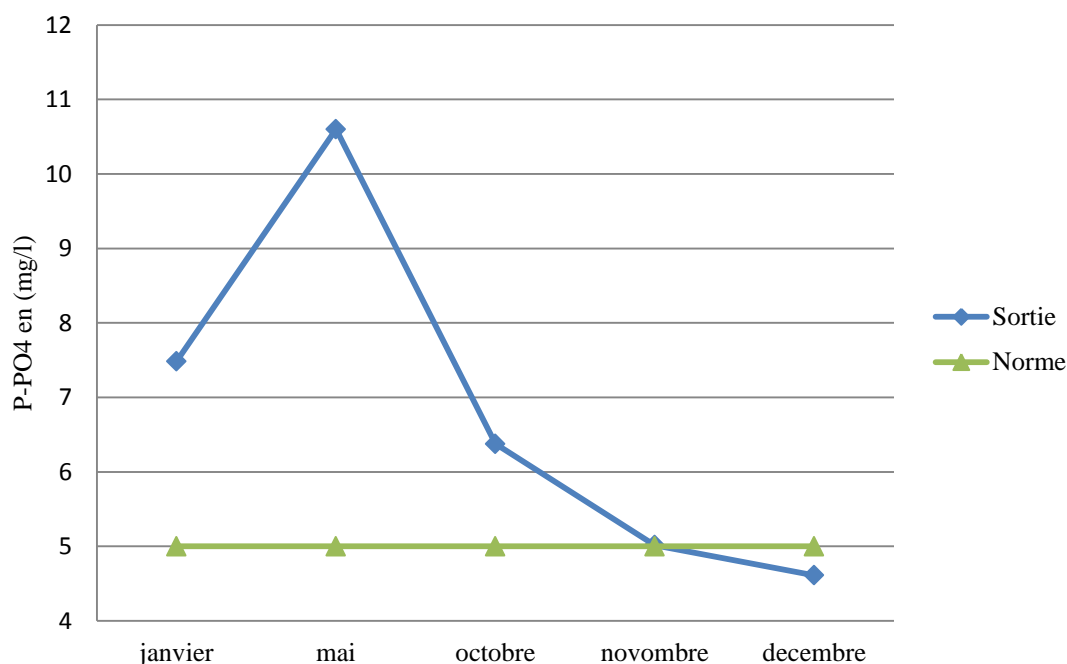


Figure 57: variation moyenne de phosphore(P-PO₄) à la sortie de la STEP(en période de 05 mois 2018)

h. Nitrate (N-NO₃) :

Pour les trois mois d'observation, des valeurs inquiétantes (dépassent la norme admissible) et cela peut s'expliquer par

On peut expliquer l'élévation de taux de nitrate par un problème dans la dénitrification dans le bassin biologiques:

1-Les bactéries hétérotrophes dénitrifiant utilise l'oxygène dissous contenu dans le nitrate pour respirer, elle respire des nitrates, mais dans la station ils rajoutent l'oxygène dans l'eau par les hélis ce qui est mauvais pour la dénitrification.

2- l'absence d'une source complémentaire de carbone pour compléter le menu azoté des carbon, les techniciens de la station ne rajoutent ni méthanol ni vinaigre pour compenser les carences en carbone.

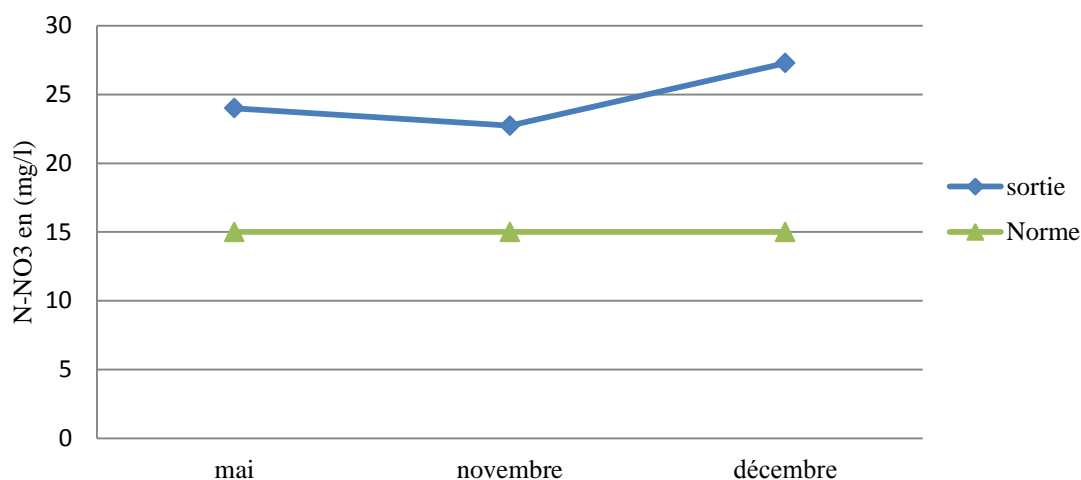


Figure 58 : variation moyenne à la sortie de Nitrates (N-NO₃) de la STEP. (en période de 03 mois 2018)

II.1. 3. PERIODE D’OBSERVATION 2019 :

a. Température :

D’après les résultats obtenus, les valeurs de la température des différents échantillons à l’entrée de la STEP se situent dans un intervalle qui va d’un minimum de 13,64°C à un maximum de 23°C (une moyenne de 18,32°C), ces valeurs varient entre 13,8 °C et 23,1°C avec une moyenne de 18,45 °C à la sortie.

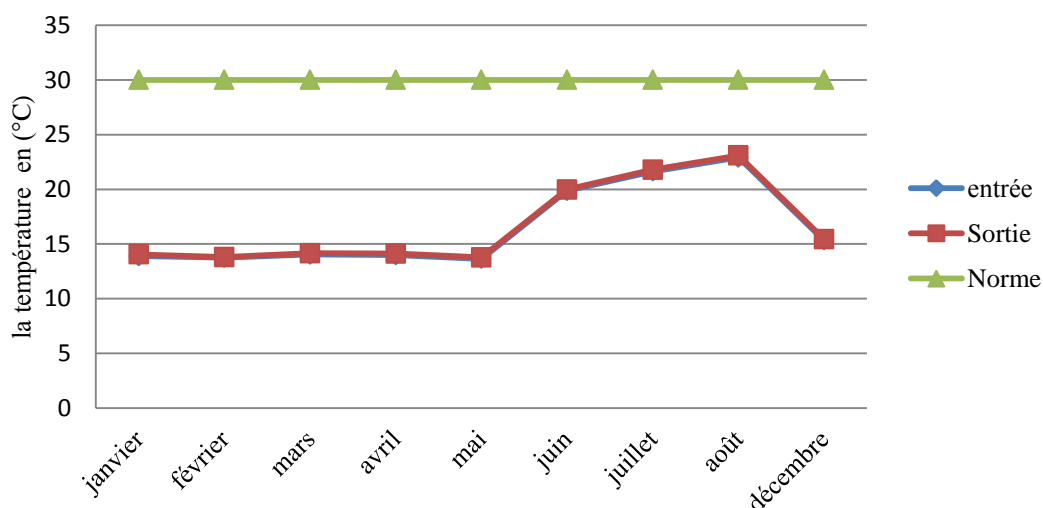


Figure 59 : variation moyenne de la température à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier -Décembre 2019)

Les valeurs de la température relevées de la STEP sont inférieures à 30°C, et sont donc conformes à la norme, ce qui développe les populations bactériennes de type mésophile, et favorise la dégradation de la pollution organique en conséquence.

b. Le pH :

En examinant les résultats obtenus (Figure.61), les valeurs de pH des eaux usées avant le traitement sont comprises entre 7.8et 8,39 avec une moyenne de 8,09 . Le pH des eaux traitées oscille entre 7,21 et 8,16 avec une moyenne de 7, 6 , respectant la norme de rejet délimitée entre 6,5 et 8,5 .

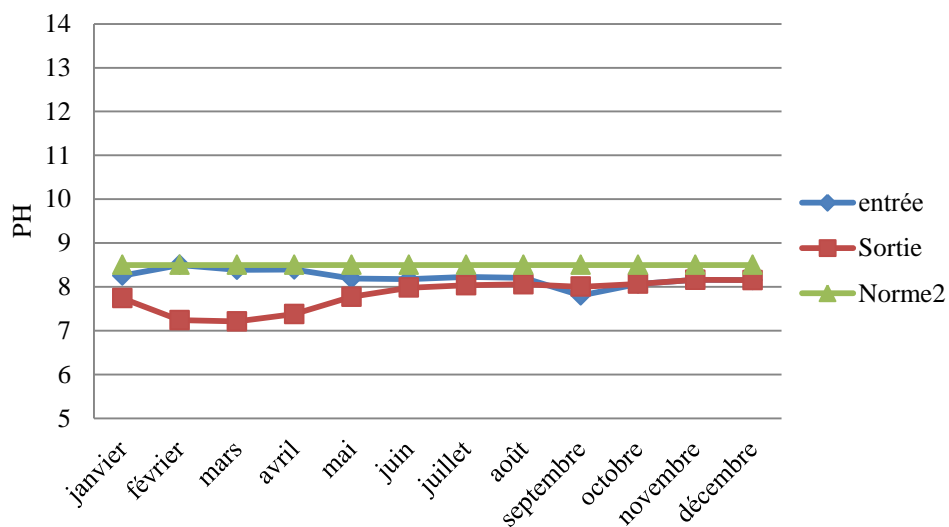


Figure 60 : Variation moyenne du pH des eaux à l’entrée et à la sortie du STEP (janvier - Décembre 2019)

c. la Conductivité :

La figure ci-dessus (Figure.62) révèle que l’eau brute possède une gamme de conductivité varie de (1,8 à 2,08) mδ/cm, avec une moyenne de 1,94 mδ/cm. Par contre pour l’eau traitée, cette conductivité oscille entre 1,36 et 1,67mδ/cm, avec une moyenne de 1,51 mδ/cm. Cette légère diminution pourrait être expliquée par la sédimentation des sels minéraux dans le décanteur qui se sont concentrés dans les boues.

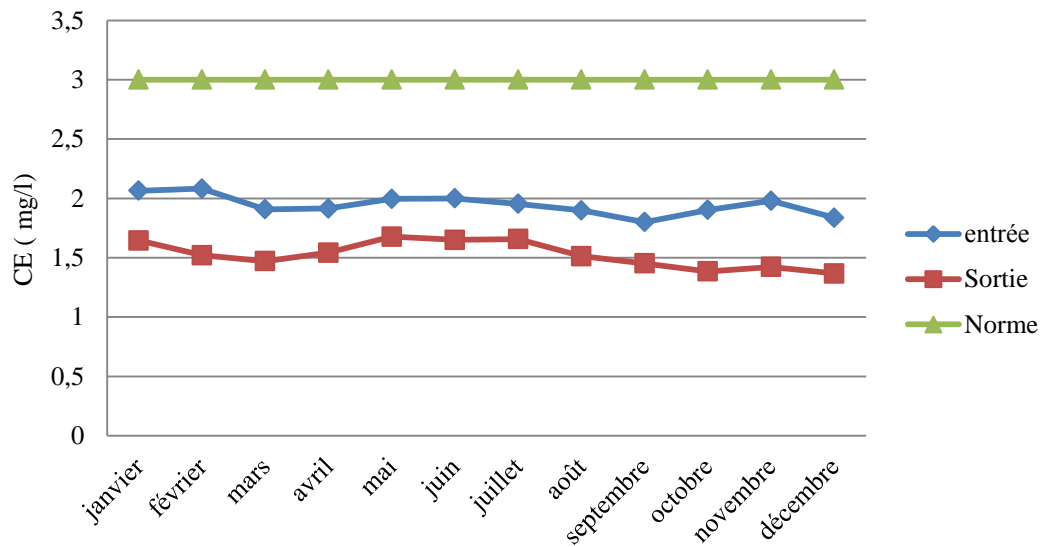


Figure 61 : Variation moyenne de la conductivité à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier - Décembre 2019).

d. Matières en suspension MES :

D'après les résultats enregistrés au cours de notre étude , on remarque que les valeurs des MES à l'entrée de la STEP varient entre 271,66 mg/l et 426,66 mg/l avec une moyenne de 349,16 mg/l. Ces valeurs sont dues à une instabilité de la qualité des eaux polluées.

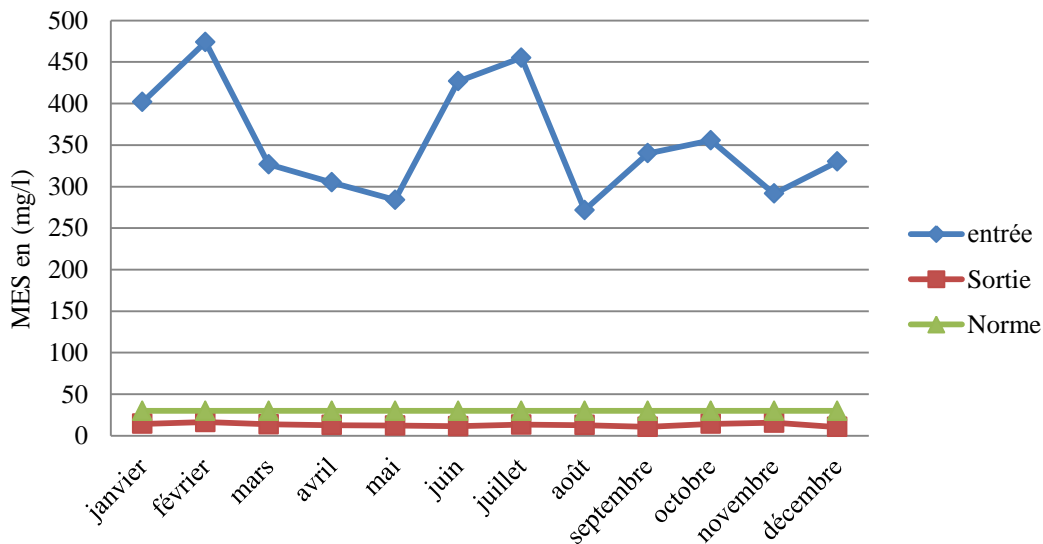


Figure 62: Variation moyenne des matières en suspension (MES) à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier - Décembre 2019).

A la sortie de la STEP, les valeurs des MES varient entre 10,5 mg/l et 15,71mg/l avec une moyenne de 13,10 mg/l .Cette valeur reste inférieur à la norme de rejet (< 35 mg/l). Ces résultats confirment l'efficacité du clarificateur.

e. La demande chimique en oxygène (DCO) :

D'après les résultats obtenus, on remarque que les valeurs de la concentration de la DCO à l'entrée de la STEP sont très variables pendant les mois de l'année, elles varient entre 397,54 mg/l et 752,08 mg/l avec une moyenne de 574,81 mg/l. Concernant la sortie de la STEP, les valeurs enregistrées sont largement inférieures à celles de l'entrée ,elles varient entre 31,8mg/l et 62,81 mg/l, avec une moyenne de 47,31 mg/l.

Ces valeursobéitent aux normes de rejet (< 100 mg/l), donc une grande concentration a été éliminépar ce procédé car il y'a une dégradation importante de la charge polluante.

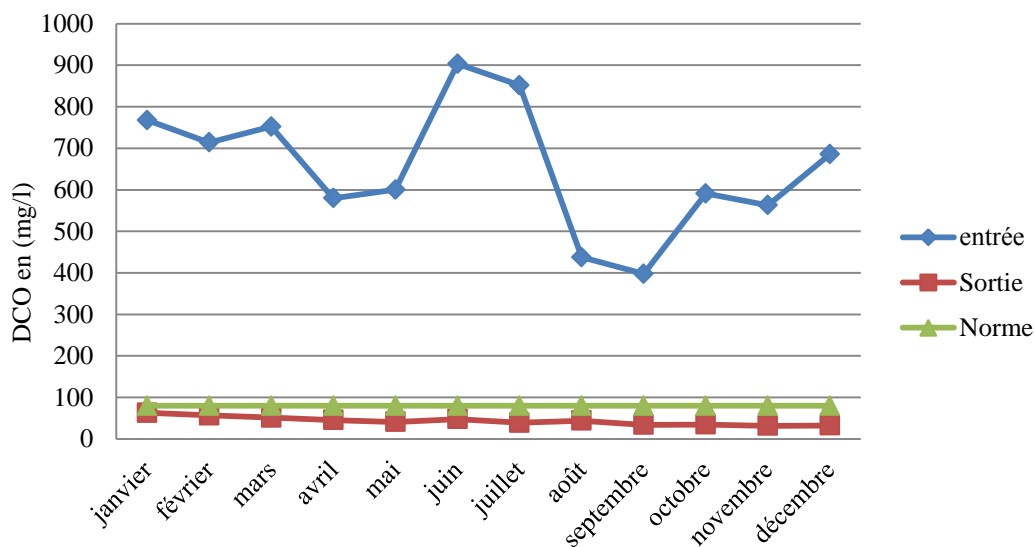


Figure 63 : Variation moyenne de la demande chimique en oxygène (DCO) à l'entrée et la sortie de la STEP (Janvier - Décembre 2019).

f. La demande biochimique en oxygène (DBO5) :

La figure suivante représente la variation de la DBO5 des eaux usées à l'entrée et à la sortie de la STEP, notons que l'eau à l'entrée présente une DBO5 qui varie entre 184,08 mg/l et 384 mg/l, avec une moyenne de 284,04 mg/l .

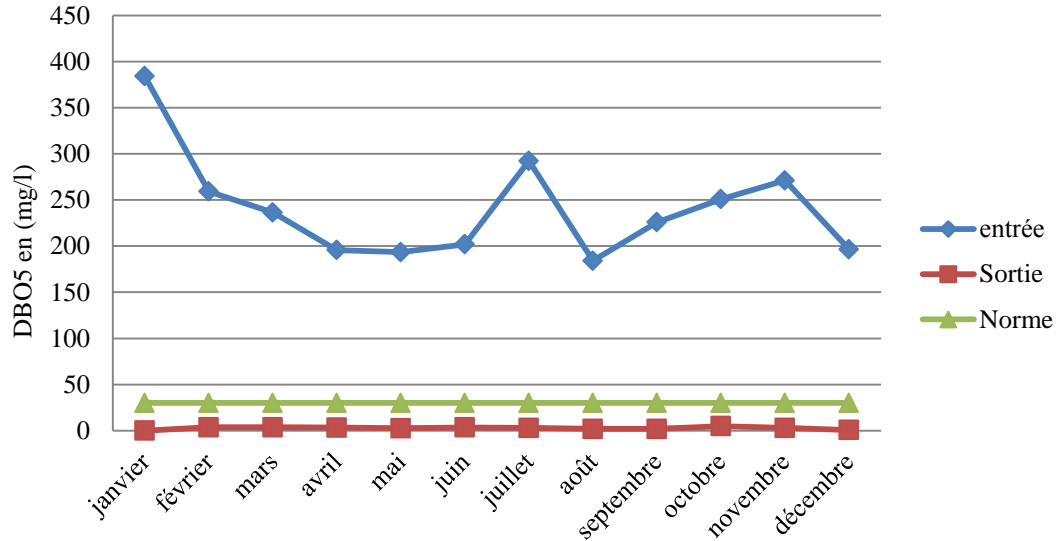


Figure 64 : Variation moyenne de la demande biologique en oxygène (DBO₅) à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier - Octobre 2019).

Par contre, la DBO₅ présente une diminution importante de l'affluent de sortie avec des valeurs inférieures à la limite optimale de la sortie, ils montrent des teneurs en DBO₅ qui varient entre 6 mg/l et 26,8 mg/l avec une moyenne 12,37 mg/l Ces valeurs restent très au-dessous de la norme de rejet des effluents liquides (<35 mg/l).

g. L'azoteammoniacal (N-NH₄) :

Les valeurs de (N-NH₄) enregistrées à l'entrée de la STEP présentent des variations considérables pendant la période d'étude, les teneurs varient entre 24,62 mg/l et 54 mg/l. On note une réduction des valeurs de l'azote ammoniacal dans les eaux traitées alors, ces valeurs oscillent entre 0,002 mg/l et 3,82mg/l.

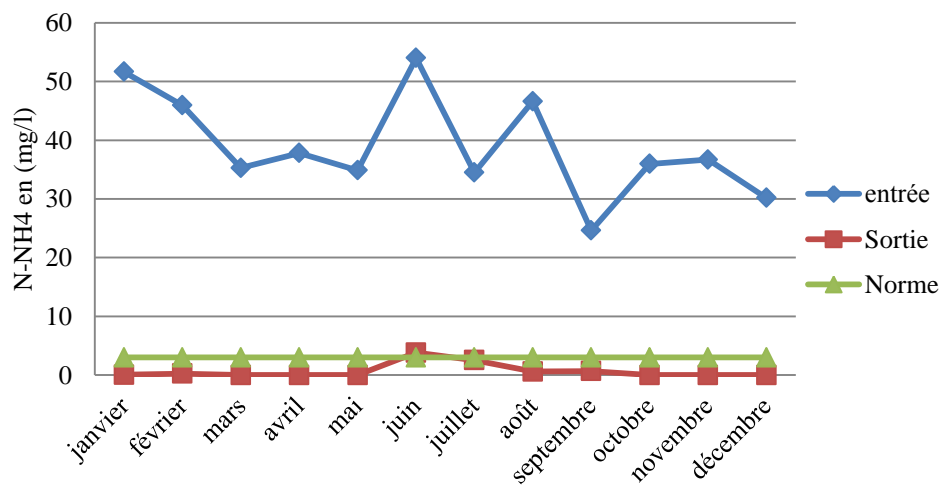


Figure 65 : Variation moyenne de l'azote ammoniacal (N-NH₄) à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier - Décembre 2019).

Elles traduisent habituellement un processus de dégradation incomplet de la matière organique lorsque la teneur en oxygène est insuffisante pour assurer sa transformation.

h. Le phosphore (P-PO₄)

D'après les résultats obtenus, les valeurs du phosphore (P-PO₄) varient d'un minimum de 3.61 mg/l à un maximum de 8.41 mg/l au niveau des eaux épurées (Figure.67). La teneur moyenne en phosphore des eaux traitées est de 6.01 mg/l.

Nous avons cinq valeurs qui sont supérieures aux normes de rejet dans le milieu récepteur donc la désphosphatation n'est pas complète dans le bassin d'aération.

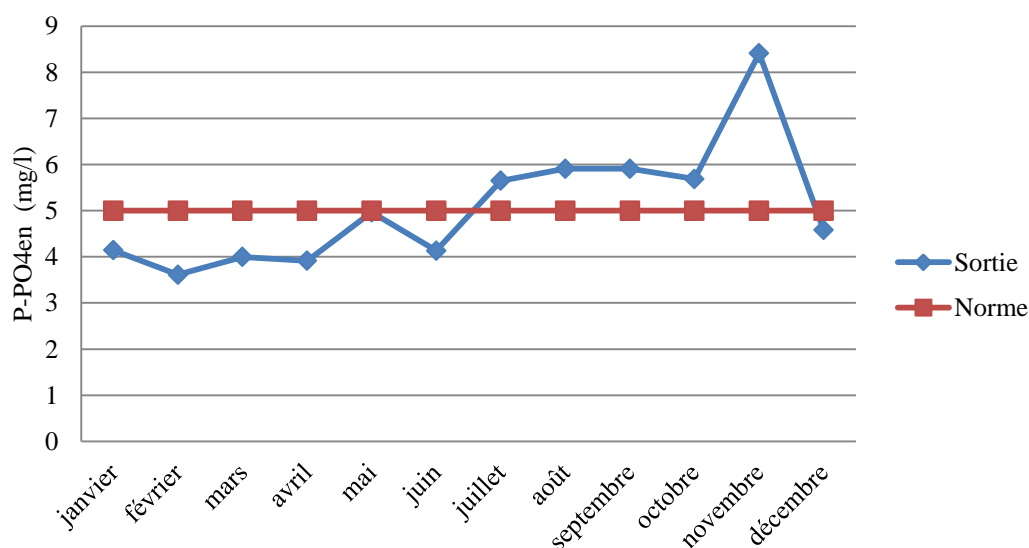


Figure.66 : Variation moyenne de (P-PO₄) à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier - Décembre 2019).

i. Les Nitrite (N-NO₂)

Après analyse des résultats, on remarque que les teneurs en nitrites des eaux traitées sont très faibles, situent entre 0.15 mg/l et 2.59 mg/l pour les eaux brutes. Ceci est fonction de la qualité d'eau usée.

Les valeurs signalées après traitement varient de 0.01 mg/l à 0.58 mg/l, Cependant, la moyenne de la concentration en nitrites au cours de suivi (0.29 mg/l) est inférieur aux normes (< 1 mg/l).

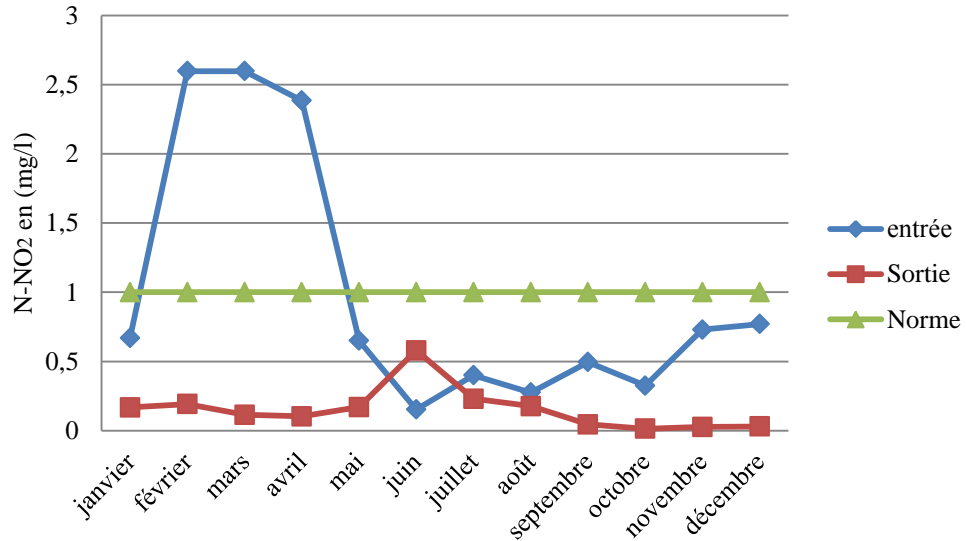


Figure 67 : Variation moyenne de (N-NO₂) à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier - Décembre 2019).

j.Nitrate(N-NO₃)

D'après les résultats obtenus, on remarque que les valeurs moyennes des Nitrates des eaux traitées varient d'un minimum de 9,98 mg/l à un maximum de 31,25 mg/l avec une moyenne de 20,61mg/l sept mois (janvier ,février ,mars, avril ,mai, novembre et décembre) présentent des valeurs en nitrates qui dépassent les normes (< 15 mg/l),Le reste des mois (juin/ juillet/ août/septembre/ octobre) les valeurs en nitrites sont inférieure aux normes admissibles,

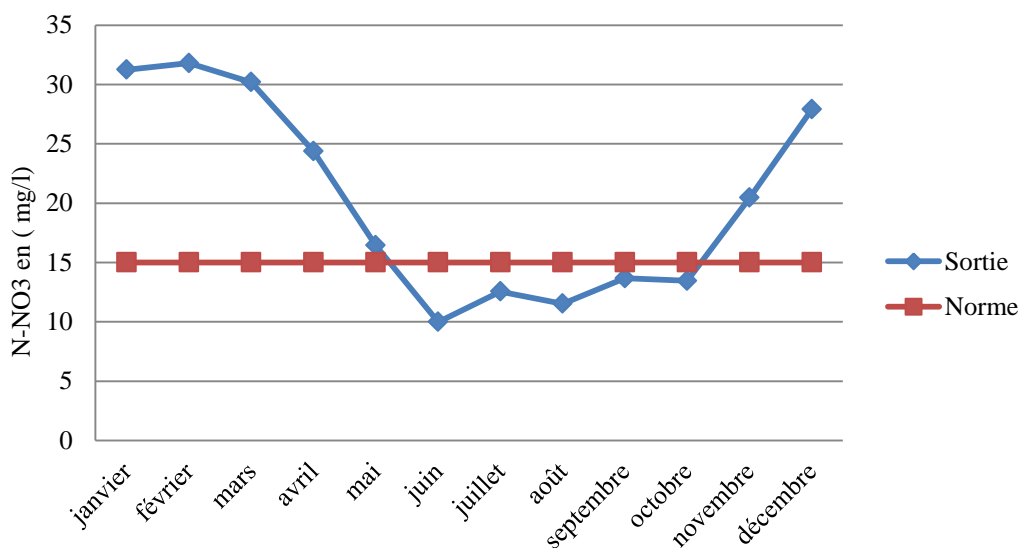


Figure 68 : Variation moyenne de (N-NO₃) à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier - Décembre 2019).

II.2. CALCUL DE L'EFFICACITE DE TRAITEMENT

II.2.1.Taux d'abattement de pollution des stations d'épuration :

L'indicateur Le taux d'abattement journalier correspond au rapport entre la concentration mesurée à la sortie de la filière biologique sur la concentration mesurée à l'entrée de la station. Lorsque les valeurs de concentrations sont inférieures à la limite de détection, la limite de détection est utilisée dans le calcul du taux.

Il arrive que les taux soient négatifs : ces valeurs sont comptabilisées dans la moyenne annuelle au même titre que les valeurs positives. Les taux sont déterminés sur base des concentrations journalières mesurées dans les échantillons prélevés de manière automatique à l'entrée de la station et à la sortie de la filière biologique (Bruxelles Environnement, 2015).

II.2.2.Choix de l'indicateur :

Cet indicateur renseigne sur la performance épuratoire des stations d'épuration, autrement dit la qualité du traitement des eaux dans la filière biologique de la station d'épuration d'Ain Beida. Il permet plus précisément de calculer les charges en polluants traitées par la station d'épuration au niveau de la filière biologique avant leur rejet vers le milieu naturel.

Quelle est l'évolution des performances épuratoires (de la filière biologique) de la station d'épuration d'Ain El-Beida ?

On doit déterminer le taux d'abattement moyen annuel en (%) de 6 paramètres au niveau de la station d'Ain Beida, à l'entrée de la station et la sortie de la filière biologique (DBO₅, DCO, MES, NO₂, NO₃, PO₄).

II.2.3.Mode de calcul et données utilisées :

Les performances de la STEP sont exprimées en terme du taux d'abattement sur la DCO, la DBO₅, les matières solides en suspension ou tout autre paramètre(Khammar et al, 2013).Chaque taux d'abattement est calculé à l'aide de la formule suivante : $R\% = (P_e - P_s) / P_e$

Avec :

R(%) est le taux d'abattement pour un paramètre donné (DCO, DBO₅, MES, etc...),

Pe : c'est la valeur du paramètre à l'entrée.

Ps : c'est la valeur du même paramètre à la sortie.

Les résultats obtenus lors des analyses (Tableau.11):

- Pour l'élimination des MES, un taux d'abattement de l'ordre de **(96,95 %)** en 2017, **(96,03 %)** en 2018 et **(96,26 %)** et en 2019 ;
- Le taux d'abattement pour la DBO₅ est de l'ordre de **(98,50 %)**, **(97,96 %)** et **(98,87%)** respectivement pour les années : 2017, 2018 et 2019
- Pour la DCO, le taux d'abattement est de **(93,96 %)** en 2017 et en 2019, il dépasse **(90 %)**
- Pour le NH₄, les valeurs de taux d'abattement sont : **96,97 %** , **97,49 %** et **98,42 %** (2017, 2018, 2019)
- L'élimination de NO₂ dépasse **80 %** pour l'année 2019
- Les valeurs qui manquent dans le tableau n'étaient pas calculées en raison d'absence de données des concentrations à l'entrée de la STEP

Tableau. 11: Tableau récapitulatif des moyennes taux d'abattement de pollution de la STEP d'Ain Beida (2017-2018 et 2019)

Paramètres	2017	2018	2019
MES	96 ,95 %	96 ,03 %	96 ,26 %
DBO₅	98,50 %	97,96 %	98,87 %
DCO	93,96 %	/	93,34 %
PO₄	/	/	
NO₂	/	/	82 ,64%
NO₃	/	/	/
NH₄	96,97 %	97,49 %	98,42 %

Conclusion générale

Les dernières années ont été marquées en Algérie par un effort important et croissant consacré à la lutte contre la pollution, surtout dans le domaine de la protection et de la valorisation des ressources en eau.

Cet effort s'est matérialisé par un large développement d'installation des stations d'épuration des eaux usées et par un suivi plus efficace de leurs performances.

L'objectif visé par cette étude est d'établir un diagnostic de l'état physicochimique des eaux usées épurées de la STEP de la ville d'Ain El-Beida et de déduire le rendement et la performance de cette station. Il s'agit d'une pratique qui a des influences sur l'environnement, l'économie du pays et la santé humaine.

Dans l'optique de préserver l'environnement et de protéger la santé publique, les eaux usées de la ville d'Ain El Beida sont épurées dans une station à boues activées fonctionnant à faible charge.

On constate que les équipements de traitement des eaux usées de la STEP d'Ain El Beida, nécessitent une prise en charge sérieuse pour assurer leur fonctionnement correct. Les mesures de la pollution avant et après traitement ne nous sont pas faites régulièrement.

A partir de cette étude réalisée on peut conclure les résultats capitalisés suivants :

- ✚ Le système d'épuration des eaux usées de la ville d'Ain el Beida (boues activées) donne un rendement de traitement très encourageant exceptée les éléments nutritifs,
- ✚ Les paramètres physiques Température(TC°), pH, conductivité électrique(CE), répondent aux normes algériennes des rejets liquides urbains.
- ✚ Une bonne élimination des matières organique la DBO5 avec des rendements de 96,32 % , et des MES de 98,44 % a été constaté au niveau de la STEP d'Ain El Beida.
- ✚ Une bonne élimination des paramètres chimique selon : (N-NH4) avec des taux 97,89 %
- ✚ Les paramètres non élimines sont : (NO3-, N-NO2, P- PO4).
- ✚ Les analyses physico-chimiques des eaux traitées sont conformes aux normes de rejets dans les milieux naturels.

- ✚ Le traitement biologique des formes azotées par la technique de boues activées générée En termes de perspective une élimination totale de la forme ammoniacale caractérisant des d'eau usées

En termes de perspectives et suggestions il est recommandé de :

- Réhabiliter système d 'assainissement par la séparation des eaux usées et les eaux pluviales
- Raccorder toutes les agglomérations par un système d'assainissement orienté vers la station
- Observer et contrôler tous les rejets liquides urbains et industriels et appliquer la loi de pollueur payeur
- Implanter une filière spécifique de traitement de formes de phosphore pour l'élimination total des poly phosphates
- Faire des analyses des ETM (éléments traces métalliques) minimum une fois par mois
- Encourager les agriculteurs d'utiliser les boues comme engrais naturels pour l'activité l'arboriculture
- On peut ajouter que la sensibilisation et prévention et la participation des populations et les collectivités locale ces actions primordiales pour préserver notre environnement.

Références bibliographiques

Abid .G , abdelli . K, (2018) : Evaluation des performances épuratoires de la STEP de Tizirt, memoire de fin de cycle en vue de l'obtention du diplôme master Spécialité : eau et environnement, université mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

ADEME, (1996) : La valeur azotée des boues résiduares des stations d'épuration urbaines.(Livre) 336 p.

Anser malika , (2000) : étude de l'épuration électrocoagulation des eaux résiduares d'une laiterie (cas des eaux résiduares de la laiterie de beni - tamou w.blida,) Université Saad Dahlab, Blida)

Asano T, (1998):Irrigation with Reclaimed municipal waste water: California Experiences. Options Méditerranéennes. Série A. Séminaire Méditerranéen 1. Reuse of Low, Quality Water for Irrigation in Mediterranean Countries)

Attab Sarah, (2011) : amélioration de la qualité microbiologique des eaux épurées par boues activées la station d'épuration haoud berkaoui par l'utilisation d'un filtre à sable local),Mémoire de magister en biologie, université ouaregla.)

Bandu J.L., (1999) :Étude des options de traitement secondaire des eaux usées pour la région du Grand Moncton, Thèses Doctorat Faculté des études supérieures et de la recherche Centre universitaire de Moncton.241p.)

Banzaoui N Et Elbouz F, (2009) :Epuration des eaux usées par les procédés des boues activées au niveau de la commune de Touggourt. Mem.Ing. chimie.Univ. de Annaba .

Baumont s, camard j-p, lefranc a, franconi a. (2005) :Réutilisation des eaux usées épurées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Ile-de-France, France .

Bekkouche M, Zidane F, (2004) :Conception d'une station d'épuration des eaux usées de la ville de Ouargla par lagunage. Mem. Ing. Hydraulique saharienne. Univ. de Ouargla.67p)

Belaid N., (2010) :Evaluation des impacts de l'irrigation par les eaux usées traitées sur les plantes et les sols du périmètre irrigué, cas d'El Hajeb-Sfax :

salinisation, accumulation et phyto absorption des éléments métalliques. Doctorat ; université de Sfax . 183pp)

Belhani . M, (2008) : Analyse du cycle de Vie : Epuration des eaux usées urbaines. Revue technique de l'ingénieur)

Benelmouaz .A ,(2015) : Performances épuratoires d'une station d'épuration de Maghnia », Mémoire de projet de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Master En Hydraulique, université Abou bekr Belkaid, Algérie. 103pp

Bontoux. J, (1993) : Introduction à l'étude des eaux douces, eaux naturelles, eaux usées et eaux de boisson. Edition Technique et documentation Lavoisier. 169p.)

Boumediene .A, (2013) : bilan de suivi des performances de fonctionnement d'une station d'épuration a boues activées: cas de la STEP AIN EL HOUTZ). Mémoire de licence en hydraulique, Université Abou-Bakr Belkaid de Tlemcen.

Bruxelles Environnement (2015) : Projet de plan de gestion de l'eau de la région de Bruxelles-Capitale -2016-2021-, 491 pp

Chocat. B, (1997) : Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et assainissement. Edition Techniques et documentations, Paris, France,)

Dafri A, (2008) : Biodégradation des crésols par le microbiote des eaux usées de la ville de Constantine. Mémoire de Magister N°308 ; en microbiologie appliquée, Univ Mentouri Constantine, Faculté de la science de la nature et de la vie, 60p.

Dahou A, Brek. A, (2013) : lagun age aéré en zone aride performance épuratoires cas de (région d'Ouargla). mémoire master académique. université de Ouargla

Dégrémont Memento,(1998) :Technique De L'eau. "Tome 1 et 2", Parise,.

Dégremont,(1978) :Méthodes techniques de l'eau : 8^{ème} édition .Edition technique et documentation LAVOISIER, France.

Dégrémont. (1972) : memento technique de l'eau, Ed ; Lavoisier, Paris

Deshayes matthieu,(juin 2008) : QUALISTEP Guide pour l'établissement des Plans d'Assurance de la Qualité dans le cadre de la réalisation des stations d'épuration de type boues activées en lots séparés », INSA de Strasbourg, Spécialité Génie Civil, option aménagement du territoire.

Desjardins .R,(1997) :Le traitement des eaux. 2^{ème} édition. Ed. Ecole polytechnique,

Dhaouadi .H, (2008) : Traitement des eaux usées urbaines, les procédés biologiques d'épuration. Thèse, Université Virtuelle de Tunis, 34 p

Djeddi. H., (2006) : Utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbaines. Mémoire magister, Université Mentouri Constantine .144p.

El Hachemi .O, (2012) :Traitement des eaux usées par lagunage naturel en milieu désertique (oasis de figuig) : performances épuratoires et aspect phytoplanktonique, Thèse Doctorat de Université Mohammed Premier oujda.102P.

El-Fadel. M, Khoury. R, (2000):Modeling Settlement in MSW Landfills: a Critical Review. Critical Reviews in Environ, Sci, Technol,.

Ernest. M. H, (1985): dans fundamental problems instatistical mechanics. Vol. VI. Edité par E.G.D.Cohen . Noeth Holland, Publishing Company. Amsterdam.

Faby J.A, Brissaud F,(1997) : L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation. Office International de l'Eau.76p.

Faby. J.A., (1997) :L'utilisation des eaux usée épuré en irrigation, ministère de l'agriculture et de la pêche. 18P

Faiza Mekhalif,(2009) : réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement. Mémoire de magister en chimie, Université de Skikda

Franck .R, (2002) : Analyse des eaux, Aspects réglementaires et techniques. Edition Scérén CRDP AQUITAINE. Bordeaux, pp165-239.

Gaujous, D, 1995 : La pollution des milieux aquatiques : aide-mémoire. Edition Technique et Documentation Lavoisier. 220p

Gaujous.d,(1995)Pollution des milieux aquatiques (aide-mémoire) (2^{ème})édition, France,.

Ghazi .M, (Consulté le 27 Février 2015):Cours de l'épuration des eaux usées », département hydraulique option traitement et épuration de l'eau, université Tlemcen.

Grosclaude, 1999 :L'eau : usage et polluant, Tome . 4^{ème} Edition. INRA, Paris.

Haoua Amadou , (2007) :Modélisation de séchage solaire sous serre des boues de station d'épuration urbains » , thèse de doctorat, université Louis Pasteur-Strasbourg I Discipline: Sciences pour l'ingénieur

Hartani, T, (2004) :La réutilisation des eaux usées en irrigation : cas de la Mitidja en Algérie, Projet INCO-WADEMED Actes du Séminaire Modernisation de l'Agriculture Irriguée Rabat.

Hatem Dhaouadi , (2008) :Traitement des eaux usées urbaines , les procédés biologiques d'épuration ,université Virtuelle de Tunis

Houasni f, bensmaili s : Evaluation de la performance épuratoire de la station de traitement des eaux usées», Université Djilali Bounaâma de Khemis Miliana, Mémoire de Master ,2018 .

Karima Allaoui, (2009) :Modélisation hydraulique d'une bassin d'aération des stations d'épuration des eaux usées » Mémoire magister en hydraulique, université Badji Mokhtar -annaba.

Kenkins, David et al, (1986):Manual of causes and control of activated sludge bulking and Foaming, Ridgeline Press, Lafayette. CA 94549-U.S.A.

Khammar El Fahmi,Mehdi Chaouch et Abdelhadi Lhassani (2013) : Étude de l'efficacité de traitement d'eaux usées industrielles », Déchets sciences et techniques, N°65, 2013, p. 46-49.

Khelili .R, lazali .D,(2015): Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du barrage Harraza (Wilaya de Ain Defla),

Ladjel F, Exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau 02. Centre de formation au métier de l'assainissement. CFMA, Boumerdes, 2006

Lambkin, D, Nortcliff, S, White,(2004) :The importance of precision in sampling sludges, biowastes and treated soils in a regulatory framework Trends in Analytical Chemistry.

Latifa Kahim, Hanane Idabdellah,(2013) : L'impact des dysfonctionnements rencontrés au niveau des bassins d'aération de la Station d'Épuration et de Réutilisation des Eaux Usées de Marrakech sur la qualité des eaux traitées. Mémoire licence en science et technique, université de marakeche.

Looser, M.O, Parriaux, A., Bensimon, M,(1999):Landfill underground pollution detection and characterization using inorganic traces. Water Research,.

M. Hadj sadok, A. Guessoum, H. Salhi, N. Tidjani,(2009) : Modélisation floue des actions de contrôle de la quantité de PAC dans un processus d'épuration des eaux", département de chimie industrielle magister .

Medjdoub .T, (2014) : «Etude, conception et dimensionnement d'une STEP par filtre plantés de roseaux des eaux usées des zones éparses de la commune de Terny». Projet de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de master en hydraulique.Université Abou BakrBelkaid-Tlemcen

Mekhalif faiza, (2009) : Reutilization des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement», université du 20 Aout 1955, Skikda, mémoire de magistère, Algérie,.

Metahri mohammed saïd,(2012) :Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes, Cas de STEP Est de ville de TiziOuzou, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Thèse de doctorat, Algérie,

Mininni. G, Sbrilli, A, Guerriero, E, Rotatori, M, Dioxins and furans formation in pilot incineration tests of sewage sludge spiked with organic chlorine. Chemosphere, 2004.

Yousfi . M, (2011) : « Etude d'un séchoir solaire de boue » mémoire de master ,université Abou Bakr Belkaid-Tlemcen

Mssaadia .A, Toumi I,(2005) : Contribution à l'étude de l'influence de l'irrigation par les eaux usées brutes sur quelque propriété chimique et biologique du sol dans la palmeraie Bordj Nosse Wilaya de Biskra. Mémoire d'ingénieur D'état, Université Hadj Lakhdhar Batna

O.M.S, (2012) : L'utilisation sans risque des eaux usées, Des Excréta Et Des Eaux Ménagère. Volume II Utilisation Des Eaux Usées En Agriculture.254Pp

Pierre .J, Lienard. A, Heduit .A, P Duchene, (1990) : « Traitement de l'azote dans les stations d'épuration biologique des petites collectivités », Document technique

Potlon j l, et zysman k, (1998) : le guide des analyses de l'eau potable ,ED,SEPT, France ,P 79-213.

Rabah A.A, (2012) :Elimination des métaux lourds (Cd, Pbn, Cr, Zn et As) des eaux industrielles par le procédé d'infiltration percolation. Thèse doctorat, université ibn zohr, Agadir. 149P.

Regsek F, (2002) : analyse des eaux, aspect réglementaire et techniques, Edition scréréen CRDPA quitaine, Bordeaux.

Rejasse Sandrine, Juillet (2009) : Optimisation du fonctionnement d'une station d'épuration à boues activées de 10 000 EH, Trélissac, Mémoire d'ingénieur de l'ENGEES, Promotion Indre.

Richarde C, (1996) : les eaux ; les bactéries ; les hommes et les animaux ; Edition Elsevier;Paris , P138.

Rodier .j, (2005) :l'Analyse d'eau). 5^{ème}édition. France,

Rodier et al.(1996) : L'analyse de l'eau (eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer) (8^{ème}) édition, France,.

Rodier J,(2005) : L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eaux de mer, (8^{ème}) Edition DUNOD technique, Paris, pp 1008-1043.

Saggai .M, (2004) : Contribution à l'étude d'un System d'épuration à plantes macrophytes pour les eaux usées de la ville de Ouargla. Mem. Mgister. Univ.Ouargla.64p

Salem .A, (1990) :Rapport national de l'Algérie, stratégie de la gestion des eaux dans le bassin méditerranéen, bureau d'étude d'ingénierie et de services BEIS Alger, P11-147.

Salghi R, (2001) :Différentes filières de traitement des eaux, Univ de Rabat, 22 p.

Satin.M, Selmi. B, (2006) : Guide technique de l'assainissement, 3^{ème} édition le moniteur référence technique, Paris.

AMIR.S, 2005 : contribution à la valorisation de boues de stations d'épuration par compostage : devenir des micropolluants métalliques et organiques et bilan humique du compost », Thèse de doctorat, France,

Telli S.M.(2013) : Etude sur la valorisation par séchage solaire Des boues d'épuration des Eaux urbaines – cas de la station d'Office Nationale d'Assainissement (ONA)- Tlemcen, mémoire master génie énergétique université de tlemcen

Thomas O, (1955) : Météorologie des eaux résiduaires, Tec et Doc, Ed Lavoisier, Cedeboc, 135-192 p.

Tidanini, M. Amidoun, A, (2003) : Etude hydrologique de lac du barrage de boukourdane (Wilaya de Tipaza) : variation spatio-temporelle du peuplement zoo planctonique, physico-chimique, composition spécifique du plancton. Mémoire d'Ingénieur d'Etat en aquaculture, USTHB.110p

Vilaginès . R, (2000) , Eau environnement et santé publique, 2^{ème} édition, Parise

Werther .J, Ogada .T,(1999): Sewage sludge combustion. Progress in Energy and Combustion Science,.

Sites d'internet :

- [a1] ONA-dz.org/l-ona-en-chiffres (consulté 23-05-2015)
- [a2] (JORAD) Journal Officiel de la République Algérienne N° 26; 24 Rabie El Aouel 1427; 23 avril 2006.
- [a3] CSHPF, (1995), « Recommandations sanitaires relatives à la désinfection des eaux usées urbaines », conseil supérieur d'hygiène publique de France section des eau22p.http://www.sante.gouv.fr/dossiers/cshpf/re_1095_desinfection.htm (consulté le 6-02-2015).
- [a4] Office international de l'eau-conception / dimensionnement : caractérisation des eaux usées disponible sur : DFE/ CNFME/ L : utilisât/ JP/F07/DOCPDA1/Caractérisation des EU. Doc- 2005.
- [a5] [http://alaprevert.blogspot.com/2014/06/visite-de-la-station d'épuration.html](http://alaprevert.blogspot.com/2014/06/visite-de-la-station-d-epuration.html), (consulté le 06/06/2015).
- [a6] www.europelec.com/pr-traitement, (consulté le 06/06/2015).
- [a7] [http://traitementeaux.e-monsite.com/pages/iii-procedes-de-traitement/iii-a-les-principaux-\(consulté le 06/06/2015\)](http://traitementeaux.e-monsite.com/pages/iii-procedes-de-traitement/iii-a-les-principaux-(consulté-le-06/06/2015)).
- [a8] www.sante.gouv.fr/dossiers/cshpf/re_1095_desinfection.htm, consulté le (24/01/2016)
- [a9] www.lyc-thiers.ac-aix-marseille.fr , consulté le (21/03/2016).

ملخص

تحتوي مياه الصرف الصحي على كم هائل من الملوثات المختلفة, الأمر الذي يشكل مشكلة المخاطر الصحية المرتبطة بإعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة, لذا يجب نقلها إلى محطة الصرف الصحي لمعالجتها الهدف من عملنا هذا هو دراسة فعالية محطة تطهير مياه الصرف بطريقة الحماية المنشطة بمدينة عين البيضاء.

مراقبة سير المحطة يتضمن دراسة التغيرات لمختلف العناصر الفيزيائية والكيميائية لمياه الصرف قبل وبعد المعالجة لمدة 3 سنوات.

لقد بينت النتائج المتحصل عليها أن قيم معايير التلوث أقل من المعايير الحدية (طلب البيولوجي للأكسجين أقل من 35 مغ/ل, الطلب الكيميائي للأكسجين أقل من 120 مغ/ل, أما المواد العالقة أقل من 35 مغ/ل.

فقد كانت النتائج ذات مردودية مرضية تقدر ب 96,41% المواد العالقة ب 98,44% و 93,65% على الترتيب للطلب البيولوجي والطلب الكيميائي للأكسجين, أما بالنسبة لمعدلات التخفيض للأزوت النشادر قدر ب 97,89%.

الكلمات المفتاحية: الصرف الصحي, محطة تطهير المياه المستعملة, عين البيضاء, فعالية, معدلات التخفيض

Résumé

Les eaux usées sont fortement chargées en polluants et en contaminants divers, ce qui pose le problème des risques sanitaires liés à une réutilisation des eaux usées épurées, donc elles doivent être acheminées par les égouts vers des stations d'épuration afin d'être traitées.

L'objectif de ce travail est d'étudier expérimentalement les performances épuratoires d'une station d'épuration à boues activées à faible charge (cas de la ville d'Ain Beida) à travers des mesures de paramètres de pollution de l'eau usée à l'entrée (eau brute) et à la sortie (eau traitée) de la station. L'expérimentation a été réalisée sur une période de trois (03) ans.

Les résultats obtenus ont montré que les paramètres de pollution étudiés sont inférieurs aux normes de rejet ($DBO_5 < 35 \text{ mg/l}$; $DCO < 120 \text{ mg/l}$; $MES < 35 \text{ mg/l}$). Les rendements d'abattement de la pollution étaient satisfaisants : 96,41 % pour les MES; 98,44 % et 93,65 % respectivement pour la DBO_5 et la DCO . Le taux d'abattement de l'azote ammoniacal $N-NH_4$ par ce procédé a atteint 97,89 % .

Mot clé: Eaux usées, STEP de Ain Beida, Performance, taux d'abattement

Abstract

The wastewater is straggly loaded with pollutants and various contaminants, which poses the problem of sanitary risks liked to the reuse of treatment water, therefore they must be routed by the sewers, to se wage treatment plant in order to be processed.

The aim of our work is to study experimentally the purification performance of a treatment plant at activated sludge et low load (case of the Ain Beida) through measurements of waste water pollution parameters at the inlet (raw water) and the outlet (treated water) of the station.

The experiment was carried out over a period of three (03) years. The results obtained showed that the pollution parameters studied are below the rejection standards (BOD5 <35 mg / l, DCO <120 mg / l, MES <35 mg / l). Pollution abatement rates were satisfactory:96,41 % for MS; 98,44 % and 93,65 %for DBO5 and DCO; respectively. The reduction of ammonia nitrogen N-NH₄ by this process reached 91,89%.

Key words: wastewater, STEP, Ain Beida, performance, abatement rates.