

Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf -Mila
Institut des Sciences et de Technologie
Département de Sciences et Technologie



N°Ref :.....

Projet de Fin d'Etude préparé En vue de l'obtention du diplôme
de MASTER

Spécialité : Hydraulique Urbaine

Etude de l'efficacité du traitement des eaux usées
de la station d'épuration de Sidi Merouane (Mila)

Réalisé par :
-BOUANANE Yousra
-BOULHART Nadira

Soutenu devant le jury :

M. YAHIAOUL.K
M. MEHELLOU.A
M. KHANICHE.B

Président
Examineur
Promoteur

Année universitaire : 2019/2020

DEDICACE

Avec un énorme plaisir, un cœur ouvert et une immense joie

Je dédie ce travail à mes cher parent..

A l'âme de mon père pur que dieu lui fasse miséricorde

A celui qui a sacrifié l'âme et le précieux pour ma cher mère que dieu vous protège

A mes chers sœurs : Fella, Hasina, Loubna, Hadjer

A mes chers frères : Ramzi, Nadjib, Nasereddin, Samir

A la joie de la famille et l'innocence : Ahmed, Afnan, Anis, Nadir, Adem, jawad

A mes amie de l'âge : Marwa, Yassamine, Bouthaina, Halima, Bouchra, Khadija, Amina

A mes amie de lutte : Nadira, Imene, Hadjer, Marwa, Nahla

A toute la famille BOUANANE et BOULHART

A tous qui ont une place dans mon cœur..

A tous qui me connaisse de près ou de loin.

Merci a tous

B. Yousra

DEDICACE

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

A ma mère : BADIAA

Et mon père : ABD-ELHAMID

Pour tous les sacrifices qu'ils ont consentis à mon égard

Et mon mari : OMAR,

A mes frères : SIF-EDDINE ; ALI.

Et mes sœurs : NASSIRA ; CHAHINAZ ; FARAH.

A toute la famille : BOULHART ; HAMIMOU ; DALI.

*A mes meilleurs amis : AMIRA ; FATIMA ; YOUSRA ; AMIRA ; IBTISSAM ;
AMINA ; NADIA ; KHADIDJA.*

A mes meilleurs amis de l'université : B-YOUSRA.

A tous mes amis de promo d'hydraulique.

B .Nadira

REMERCIEMENTS

Au nom d'Allah le tout miséricordieux, le très miséricordieux, Bénédiction et salut soient sur notre prophète Mohammed

Au terme de ce projet, fruit de nos années de labeur, Nous tenons, avant tout, à remercier « DIEU » qui a illuminé notre chemin et qui nous armé de courage et la volonté pour achever nos études.

Nous tenons aussi à exprimer nos remerciements les plus sincères et les plus profonds à :

*Notre encadreur Mr « **KHANICHE Brahim** » Pour ses compréhensions ses conseils précieux et se aides.*

*Un grand merci à Mr « **YAHIAOUI Khemissi** » pour ses directives et ses conseils aussi pour sa gentillesse Et orientations efficaces.*

Notre respect aux membres du jury qui nous feront l'honneur d'apprécier notre travail.

*Un grand merci à La direction de l'ONA et l'ensemble du personne de la station d'épuration des eaux usées de la ville de sidi merouane surtout Mm « **Yasmina** » pour leur accueil, disponibilité et leur contribution par les données et les documents nécessaires.*

Toute la gratitude à nos professeurs et enseignants qui nous ont supervisés tout au Long de notre carrière universitaire.

Enfinement nous tenons à remercier nos familles, toute les amis et collègues, toute personne ayant contribué, de près ou de loin afin de réaliser ce travail.

Merci à tous

Liste des abréviations

Mes : Matières en suspension

MVS : Matières volatiles en suspension

MO : Matière organique

DBO₅ : La demande biologique en Oxygène

DCO : La demande chimique en Oxygène

NO₂⁻ : Nitrite

NO₃⁻ : Nitrates

OMS : Organisation mondiale de la santé.

STEP : Station d'épuration

ONA : Office national de l'assainissement.

EU : Eaux usées

EH : Equivalent habitant

CE : Conductivité électrique

OD : Oxygène dissous

P : Phosphore

PT : Phosphore total

PO₄³⁻ : Ortho Phosphate

pH : Potentiel d'Hydrogène

N: Azotes

NT : Azote total

NH₃⁺ : Azote ammoniacal

T: Température

tr/min : Tour par minute

µs/cm : Micro siemens sur centimètre

m³ : Mètre cube

m³/J : Mètre cube par jour

mg/l : Milligramme par litre

Sommaire

Introduction Générale	1
-----------------------------	---

Chapitre I :Généralités sur les eaux usées

I.1. Introduction.....	3
I.2. Définition des eaux usées	3
I.3. Origine des eaux usées	3
I.3. 1.Les eaux usées domestiques	3
I.3.2. Les eaux usées industrielles.....	3
I.3.3. Les eaux agricoles.....	4
I.3.4. Les eaux pluviales.....	4
I.4.Système d’assainissement.....	4
I.4.1. Le Système unitaire	5
I.4.2.Le système séparatif:	5
I.4.3 Le système pseudo-séparatif (mixte).....	6
I.4.4 Système autonome	7
I.5. La pollution des eaux usées	7
I.5.1. Définition	7
I.5.2. Différents types de pollution	7
I.5.2.1. Pollution physique	7
I.5.2.2. Pollution chimique.....	8
I.5.2.3. Pollution microbiologique	8
I.6. Paramètres de caractérisation de l’effluent.....	8
I.6.1. Paramètres physiques.....	9
I.6.1.1. Température.....	9
I.6.1.2. Conductivité	9
I.6.1.3. Matières en suspension (Mes)	9
I.6.1.4.Turbidité	9
I.6.1.5.Couleur et l’odeur.....	10
I.6.2. Paramètres chimiques	10

I.6.2.1. Potentiel d'Hydrogène (pH)	10
I.6.2.2. Oxygène dissous	10
I.6.2.3. Demande biochimique en oxygène (DBO ₅)	10
I.6.2.4. Demande chimique en oxygène (DCO)	11
I.6.2.5. L'azote	11
I.6.2.6. Le phosphore	11
I.6.3. Les paramètres bactériologiques.....	11
I.7. Normes de rejets des eaux usées.....	12
I.7.1. Normes internationales	12
I.7.2. Normes Algériennes	12
I.8. Impact des eaux usées sur la santé humaine et l'environnement	14
I.8.1. Risque sur l'environnement.....	14
I.8.2. Risque sur la santé humaine	15
I.9. Conclusion	15

Chapitre II: Procédés d'épuration des eaux usées

II.1. introduction	16
II.2. Définition de la station d'épuration	16
II.3. Paramètres de choix d'une technologie de traitement des eaux usées	16
II.4. Procédés d'épuration des eaux usées	16
II.4.1. Le prétraitement.....	17
II.4.1.1. Dégrillage	17
II.4.1.2. Dessablage.....	18
II.4.1.3. Dégraissage – déshuilage	19
II.4.2. Traitement primaire	19
II.4.2.1. Décantation primaire	20
II.4.2.2. traitement physico-chimique	21
II.4.3. traitement secondaire (biologique)	22
II.4.3.1. Procédés biologiques extensifs	22
II.4.3.1.1. L'épandage	22
II.4.3.1.2. Le lagunage (culture libre)	23
II.4.3.2. Procédés biologiques intensifs	25
II.4.3.2.1. Procédés à culture fixe.....	25

II.4.3.2.1.1. Les disques biologiques	26
II.4.3.2.1.2. Les lits bactériens.....	26
II.4.3.2.1.3. Les bio –filtres	28
II.4.3.2.2. Procédés à culture libre	28
II.4.3.2.2.1. Les boues activées	29
II.4.3.2.2.2. Paramètre de fonctionnement des stations à boues activées.....	30
A) La charge massique (cm).....	30
B) la charge volumique (cv)	30
C) l'indice de Mohlmane (IM).....	31
D) Age de boue	32
II.4.4. Le traitement tertiaire	32
II.4.4.1. La dénitrification	32
II.4.4.2. La déphosphatation	32
II.5. Conclusion.....	33

Chapitre III:Présentation de la STEP de Sidi Merouane

III.1. Introduction	34
III.2. Présentation de la ville	34
III.3. Présentation de la station d'épuration de Sidi Merouane	35
III.4. Objectif de la station d'épuration	36
III.5. Données techniques de la STEP de Sidi-Merouane	36
III.6. Description des différents ouvrages de la station d'épuration de Sidi Merouane	38
III.6.1. Poste de relevage.....	38
III.6.2. Dégrilleur grossier	39
III.6.3. Dégrilleur Fin	40
III.6.4. Comptage des effluents	41
III.6.5. Déssableur- Déshuileur	41
III.6.6. Pompe à sable.....	42
III.6.7. Classificateur à sable	43
III.6.8. Traitement biologique	44
III.6.8.1. Zone anoxie amont.....	45
III.6.8.2. Zone anaérobie.....	45

III.6.8.3.Chenal avec zone anoxie et aérée	46
III.6.8.3.1. Zone anoxie dans le chenal	46
III.6.8.3.2. Zone aérée dans le chenal	47
III.6.8.3.3.Système d'aération	48
III.6.9. Dégazage	48
III.6.10. Clarificateur et la recirculation des boues.....	49
III.6.10.1. Clarificateur (décanteur).....	49
III.6.10.2.Recyclage et extraction des boues	50
III.6.11.Comptage et production des eaux de service.....	51
III.6.12. Déshydratation des boues.....	52
II.6.12.1. Table D'égouttage	52
III.6.12.2. Conditionnement au polymère.....	52
III.6.12.3.Filtres à bandes	53
III.6.13. Séchages des boues	54
III.6.13.1. Lits de séchage	54
III.6.13.2.Aire de stockage	55
III.6.14.Poste toutes eaux	56
III.6.15.Equipements annexes	57
III.6.15.1. Désodorisation biologique	57
III.6.15.2.Ventilation	57
III.6.15.3.Poste FeCl ₃	58
III.6.15.4.Utilités (eau potable, eau industrielle, réactifs)	59
III.6.15.5. Salle de supervision	60
III.7.Conclusion	61

Chapitre (IV) : Matériels et méthodes

IV.1.Introduction.....	62
IV.2. Echantillonnage	62
IV.3. Point de prélèvement	62
IV.3.1. Echantillonnage instantané des boues activées	63
IV.3.2. Echantillonnage instantané des boues recirculées	64
IV.4. Laboratoire	65

IV.5.Détermination de la qualité physico-chimique de l'eau(usée et épurée).....	66
IV.5.1. Les paramètres physiques de l'eau (usée et épurée).....	66
IV.5.1.1. La température (T)	66
V.5.1.2. Le potentiel d'hydrogène (pH)	67
IV.5.1.3. La Conductivité électrique (CE).....	67
IV.5.1.4. L'oxygène dissous (OD).....	68
IV.5.1.5. La matière en suspension (Mes)	69
A)Par filtration (cas des eaux peu chargés) :.....	69
B) Par la méthode de centrifugation	70
IV.5.2. Les paramètres chimiques de l'eau (usée et épurée)	72
V.5.2.1. La demande biochimique en oxygène pendant cinq jours (DBO ₅) :	72
IV.5.2.2. La demande chimique en oxygène (DCO) :	73
IV.5.2.3. Nitrites (NO ₂ ⁻).....	74
IV.5.2.4. L'azote ammoniacal (NH ₃ ⁺)	76
IV.5.2.5. Phosphore (PO ₄ ⁻)	77
IV.6. Analyse des boues :	79
IV.6.1. Détermination de la concentration en Mes des boues activées	79
IV.6.2. Détermination de la concentration en Mes des boues recirculées	79
IV.6.3. détermination du pourcentage MVS des boues	80
IV.7. Traitement statistique des données	81
IV.8.conclusion	81

Chapitre (V) : Résultats et discussions

V.1.introduction	82
V.2.Résultats et discussions des paramètres analysées	82
V.2.1. Paramètres physiques	82
V.2.1.1.Température	82
V.2.1.2.Matières en suspension	83
V.2.1.3.Conductivité électrique	84
V.2.2. Paramètres chimiques.....	85
V.2.2.1. Potentiel d'hydrogène (pH)	85
V.2.2.2.L'Oxygène dissous	86

V.2.2.3.Demande biochimique en oxygène	87
V.2.2.4.Demande chimique en oxygène	88
V.2.2.5.Nitrate (NO ₃ ⁻).....	89
V.2.2.6.Azote total.....	90
V.2.2.7.Phosphore total :	91
V.2.2.8. Rapport DCO/DBO ₅	91
V.3.Conclusion	93
Conclusion Générale	94
Références bibliographiques	

LISTE DES TABLEAUX

N°	Titre du Tableau	pages
1	Normes de rejets internationales	12
2	Valeurs limitent des paramètres de rejet dans un milieu récepteur (Journal Officiel de la République Algérienne, 2014)	13
3	Avantages et inconvénients du lagunage	25
4	Les avantages et les inconvénients du lit bactériens	27
5	Les avantages et les inconvénients d'épuration par boues activées	30
6	Classification des procédés à boues activées	31
7	Données générales de la STEP	36
8	Bases de dimensionnement de la STEP	37
9	Description des équipements poste de relevage	38
10	Description des équipements Dégrillage grossier	39
11	Description des équipements Dégrillage fin	40
12	Caractéristiques de comptage des effluents	41
13	Description des équipements Dessablage-déshuilage	41
14	Description des pompes sable	42
15	Caractéristiques de classificateur à sable	43
16	Caractéristique des bassins biologiques	44

17	Caractéristiques de la zone anaérobie	45
18	Description des équipements dans la zone aérée	47
19	Caractéristiques de dégazeur	48
20	Caractéristique de clarificateur	50
21	Description de l'équipement de recirculation et extraction des boues	51
22	Description des équipements de comptage et production	51
23	Description des équipements des filtres à bandes	53
24	Caractéristiques des lits de séchage des boues	54
25	Caractéristiques d'aire de stockage	55
26	Description des équipements de poste toutes eaux	56

LISTE DES FIGURES

N°	Titre du Figure	page
1	Schéma explicatif du réseau unitaire	5
2	Schéma explicatif du réseau séparatif	6
3	Schéma explicatif du réseau pseudo séparatif	6
4	Schéma d'un dégrilleur	18
5	Schéma d'un déssableur- déshuileur	18
6	Schéma descriptif des étapes de prétraitement	19
7	Schéma de principe d'un décanteur primaire	20
8	Schéma d'un procédé de coagulation-floculation	21
9	Epandage	23
10	Lagunage naturel	24
11	Lagunage aéré	24
12	Schéma de la filière disque biologique	26
13	Schéma de la filière lits bactériens	27
14	Schéma de la filière bio-filtres	28
15	Traitement par boues activées	29
16	Les étapes d'épuration	33
17	Schéma représentatif des Communes limitrophes de la commune Sidi Merouane	34
18	Station d'épuration de Sidi Merouane	35
19	Situation géographique de la STEP de Sidi Merouane	36
20	Poste de relevage	38

21	Dégrilleur grossier	39
22	Dégrilleur fin	40
23	Déssableur _déshuileur	42
24	Pompe à sable	43
25	Classificateur à sable	43
26	Bassin biologique	44
27	Zone anaérobie	46
28	Zone anoxie dans le chenal	46
29	Zone aérée dans le chenal	47
30	Système d'aération	48
31	Dégazeur	49
32	Clarificateur	50
33	Recirculation des boues	51
34	Table d'égouttage	52
35	Logement de Préparation du polymère	53
36	Filtre à bande	53
37	Lits de séchages	55
38	Air de stockage	56
39	Désodorisation biologique	57
40	Ventilation	58
41	Poste FeCl₃	59
42	Salle de supervision	60
43	Prélèvement à l'entrée	63

44	Prélèvement à la sortie	63
45	Point de prélèvement des boues activées au niveau de chenal anoxie-aérobie	64
46	Point de prélèvement des boues recirculées	64
47	Le laboratoire de la STEP de Sidi Merouane	66
48	La mesure de la température (T°) par un thermomètre	67
49	La mesure du pH par le pH mètre	67
50	La mesure de la conductivité électrique (CE) par un conductimètre	68
51	La mesure de l'oxygène dissous (OD) par un oxymétrie	69
52	Matériels de la mesure de la matière en suspension	71
53	Mesure de la demande biochimique en oxygène pendant 5 jours (DBO₅)	73
54	Mesure de la demande chimique en oxygène (DCO)	74
55	Mesure de Nitrite	75
56	Mesure de l'azote ammoniacal	77
57	Mesure de phosphore totale	78
58	Détermination de la concentration en MVS des boues	81
59	Variation temporelle de la température	82
60	Variation temporelle de la matière en suspension	83

61	Variation temporelle de la conductivité électrique	84
62	Variation temporelle de potentiel d'hydrogène	85
63	Variation temporelle de l'oxygène dissous	86
64	Variation temporelle de la demande biochimique en oxygène	87
65	Variation temporelle de la demande chimique en oxygène	88
66	Variation temporelle de nitrate	89
67	Variation temporelle de l'azote totale	90
68	Variation temporelle de phosphore total	91
69	Variation mensuelle de rapport DCO/DBO₅	92

Résumé :

L'épuration des eaux usées est une préoccupation majeure dans les grandes villes, surtout face à la crise de rareté de l'eau et l'augmentation de la population ainsi que le progrès industriel pour cela les stations d'épuration ont pour rôle de collecter les eaux usées, et puis les traiter grâce à une succession de mécanismes physico-chimiques ou biologiques, avant de pouvoir les rejeter dans le milieu naturel sans risque de polluer l'environnement ou menacer la santé publique.

La technologie des boues activées est un procédé intensif innovant pour le traitement des eaux usées. Elle est bien adaptée aux rejets des collectivités de grandes tailles et très efficace pour le traitement du carbone, de l'azote et du phosphore.

Le présent travail s'inscrit dans le cadre d'une étude expérimental des performances épuratoires de la station d'épuration de Sidi Merouane à travers des mesures de paramètres de pollutions (DBO₅, DCO et Mes, NT, NO₃⁻,PT.), et d'autre paramètres qui peuvent influencer sur le traitement par boues activé (pH, température, la conductivité, la teneur en oxygène) par une série de données des analyses physico-chimique des eaux (brutes et traitées) et confirmer si les données obtenus sont conformes aux normes de rejet. Nos résultats que nous avons obtenus ont montré que les paramètres de pollution étudiés sont proches aux normes de rejet et la STEP de Sidi Merouane présente ainsi un bon fonctionnement durant la période d'étude.

Mots clés: eaux usées, paramètres de pollution, stations d'épuration, boues activées, performance épuratoire, sidi merouane

Abstract

The treatment of Wastewater is a major concern in major cities, especially in the face of the water scarcity crisis and the increase in population and industrial progress for this purpose sewage treatment plants have the role of collecting wastewater, and then treated Through a succession of physical-chemical or biological mechanisms, before they can be released into the natural environment without the risk of polluting the environment and protecting public health.

The activated sludge technology is an innovative intensive process for wastewater treatment. It is well suited to discharges from large communities and very efficient for the treatment of carbon, nitrogen and phosphorus.

This work is part of an experimental study of the purifying performance of the Sidi Merouane wastewater treatment plant through measurements of pollution parameters (DBO₅, DCO and Mes, NT, NO₃⁻, PT), and other parameters that can influence activated sludge treatment (PH, temperature, conductivity, oxygen content) by a series of data from the physical-chemical analyzes of the waters (raw and processed) and confirm whether the data obtained are in conformity with the discharge standards. The results showed that the pollution parameters studied are close to the discharge standards, and Sidi Merouane STEP works well during the study period.

Keywords: Wastewater, pollution parameters, water treatment plant, activated sludge, purifying performance, Sidi Merouane.

ملخص

تعتبر معالجة المياه العادمة مصدر قلق بالنسبة للمدن الكبيرة خاصة في ظل ازمة ندرة المياه وزيادة عدد السكان وكذلك التقدم الصناعي , لهذا الغرض فإن محطات المعالجة لها دور في جمع مياه الصرف الصحي , ثم معالجتها بفضل سلسلة من الاليات الفزيائية-الكيميائية او البيولوجية قبل تصريفها في المحيط الخارجي دون خطر تلوث البيئة وحماية الصحة العامة.

تكنولوجيا الحمأة المنشطة هي عملية مكثفة مبتكرة لمعالجة المياه المستعملة, وهي مناسبة تماما للتصريفات من المجتمعات الكبيرة وفعالة جدا في معالجة الكربون والنيتروجين والفوسفور.

هذا العمل هو جزء من دراسة تجريبية لكفاءة محطة معالجة مياه الصرف الصحي في سيدي مروان, من خلال قياسات معايير التلوث (DBO₅, DCO, و, PT, NO₃⁻, Mes, NT) وغيرها من المعايير التي بإمكانها أن تؤثر على معالجة الحمأة المنشطة (درجة الحموضة, درجة الحرارة, الموصلية, و الاكسجين المذاب), باستخدام سلسلة من التحليلات الفزيائية والكيميائية للمياه (الخام والمعالج) وتأكيد ما إذا كانت البيانات التي تم الحصول عليها تتوافق مع معايير الرفض. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن معايير التلوث المدروسة قريبة من معايير التصريف, وأن محطة معالجة سيدي مروان عملت بشكل جيد خلال فترة الدراسة.

الكلمات المفتاحية: مياه الصرف الصحي, معايير التلوث, محطة المعالجة, الحمأة المنشطة, أداء التنقية, سيدي مروان.

Introduction Générale

Introduction Générale

L'eau est un bien précieux, ou autrement dit l'or bleu qui constitue un facteur clé pour la croissance et le développement socio-économique. Elle a un double visage, un visage utile pour une utilisation humaine dans ses diverses activités quotidiennes, et l'autre visage qui est après utilisation, ses propriétés changent et deviennent des eaux usées rejetées dans les milieux naturels [1].

Le rejet des eaux usées chargées en substances polluantes dans l'environnement, sans aucun traitement préalable est un motif de préoccupation croissant compte tenu des effets indésirables qu'elles peuvent engendrer sur la santé humaine, la flore et la faune [2].

Ces rejets augmentent du fait de l'industrialisation et l'élévation de niveau de vie de la population, les capacités d'autoépuration sont jugées dépassées ce qui pousse les chercheurs à développer plusieurs techniques pour épurer ces effluents [3].

Dans ce cadre, les efforts d'investissement de notre pays, fournis durant les dernières années ont permis l'émergence de très nombreuses stations d'épuration urbaines et industrielles. Cela démontre le noble objectif pour suivi, à savoir la préservation de la santé publique et du milieu naturel ainsi que la protection des ressources en eau potable tant superficielles que souterraines [4].

Quel que soit le type de station d'épuration (boues activées ou lagunage), le principe est simple. Les matières polluantes sont dégradées grâce à un phénomène biologique naturel par les micro-organismes contenus dans les eaux usées et maintenus en quantité suffisante dans les stations où ils transforment la pollution en boues que l'on sépare de l'eau par décantation ou par déshydratation [2].

En Algérie, le procédé d'épuration par boues activées est le plus utilisé pour traiter les eaux usées urbaines. Ce procédé a des performances épuratrices et une fiabilité très importante, surtout vis-à-vis de la pollution organique.

En vue d'étudier l'efficacité des stations d'épuration à boues activées concernant l'abattement de la charge polluante et le bon fonctionnement des ouvrages d'épuration, on a choisi de travailler, dans ce projet de fin d'étude sur la STEP de sidi merouane, deuxième station d'épuration à boues activées dans la wilaya de Mila .

Dans cette optique notre travail est structuré en cinq chapitres qui sont comme suit :

- * Le premier chapitre montre des généralités sur les eaux usées.
- * Le deuxième chapitre s'intéresse aux différents procédés d'épuration des eaux usées.
- * Le troisième chapitre donne une présentation et une description de la station d'épuration de Sidi Merouane.
- * Le quatrième chapitre présente les matériels et les méthodes expérimentales utilisées dans cette étude.
- * Le cinquième chapitre consacré aux résultats expérimentaux obtenus ainsi que leurs interprétations.
- * Enfin, une conclusion générale et des perspectives.

Chapitre I :
Généralités sur les eaux usées

I.1. Introduction

Les eaux usées de toutes sortes constituant un effluent pollué qui représentent un danger réel pour l'environnement et leurs utilisateurs. Pour cela, elles ne devraient pas être rejetées directement dans le milieu naturel. Au contraire, elles devraient être dirigées vers une station d'épuration afin d'éliminer le maximum de pollution de différente nature contenu dans ces eaux pour rendre ces dernières conformes aux normes de rejet.

I.2. Définition des eaux usées

Les eaux usées, ou les eaux résiduaires, sont des eaux parvenant dans les canalisations d'évacuation des eaux usées, chargées de résidus solubles ou non provenant de l'activité humaine, industrielle et agricole. Elles représentent, une fraction importante du volume des ressources en eaux utilisables, mais leur qualité très médiocre exige une épuration avant leur rejet dans le milieu naturel [5].

I.3. Origine des eaux usées

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

I.3. 1. Les eaux usées domestiques

Les eaux usées proviennent des différents usages domestiques de l'eau sont essentiellement porteuses de pollution organique. Elles se répartissent en :

- ✚ Eaux "ménagères": Elles ont pour origine les salles de bains et les cuisines, elles sont généralement chargées de détergents, de graisses, de solvants, de débris organiques,...etc.
- ✚ Eaux "vannes": Il s'agit des rejets des toilettes, chargées de diverses matières organiques, azotées, de germes fécaux, de contaminants divers tel que les médicaments et un nombre quasi infini de polluants - produits d'entretien (non seulement les lessives mais aussi, peintures, mercure de thermomètre, colle,...etc.), qui peuvent être apportés par les diverses utilisations par les particuliers [1].
- ✚ Eaux de buanderie : Ce sont les eaux de lavage des locaux, elles contiennent des détergents, des savons plus ou moins émulsionnés avec des graisses [6].

I.3.2. Les eaux usées industrielles

Les eaux usées industrielles sont très différentes des eaux usées domestiques, leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus de matières organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir:

- des graisses (industries agroalimentaires, équarrissage) ;

- des hydrocarbures (raffineries) ;
- des métaux (traitements de surface, métallurgie) ;
- des acides, des bases et divers produits chimiques (industries chimiques divers, tanneries) ;
- de l'eau chaude (circuit de refroidissement des centrales thermiques) ;
- des matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs).

Dans certains cas, et avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte, les eaux industrielles doivent faire l'objet d'un prétraitement de la part des industries. Elles ne sont mêlées aux eaux domestiques que lorsqu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des usines de dépollution [7].

I.3.3. Les eaux agricoles

L'agriculture est une source de pollution des eaux non négligeable, car elle apporte des engrais et des pesticides. Elle est la cause principale des pollutions diffuses. Les eaux agricoles issues des terres cultivées chargées d'engrais nitrates et phosphates, sous une forme ionique ou en quantité telle qu'ils ne seraient pas finalement retenus par le sol et assimilés par les plantes, conduisent par ruissellement à un enrichissement en matières azotées ou phosphatées des nappes les plus superficielles et des eaux des cours d'eau ou des retenues [8].

I.3.4. Les eaux 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:

- ✚ le lessivage des sols et des surfaces imperméabilisées. Les déchets solides ou liquides déposés, par temps sec, sur ces surfaces, sont entraînés dans le réseau d'assainissement par les premières précipitations qui se produisent.
- ✚ la remise en suspension des dépôts des collecteurs. Par temps sec, l'écoulement des eaux usées dans les collecteurs du réseau est lent, ce qui favorise le dépôt des matières décantables. Lors d'une précipitation, le flux d'eau, le plus important permet la remise en suspension de ces dépôts [9].

I.4. Système d'assainissement

L'assainissement concerne la gestion des eaux usées, dont celles issues des pluies. Il peut être collectif et/ou individuel. Il constitue l'aspect technique de l'hydrologie urbaine [10]. Pour la collecte et l'évacuation des eaux usées et pluviales on a divers systèmes d'évacuation qui se présentent comme suit:

I.4.1. Le Système unitaire

Dans lesquels un seul collecteur assure le transport des eaux usées et des eaux pluviales. En principe, toutes les eaux arrivent à la station d'épuration qui reçoit alors un effluent de quantité et de qualité très variables. Pour éviter cela, des ouvrages de déviation sont répartis sur le réseau pour permettre à la station de ne pas recevoir un débit supérieur à sa capacité. Il s'agit des déversoirs d'orages.

Ce système est intéressant par sa simplicité puisqu'il suffit d'une canalisation unique dans chaque voie publique et d'un seul branchement pour chaque immeuble. Dans le cas où la population est relativement dense et si le terrain accuse des dénivellations assez marquées pour qu'une évacuation gravitaire soit possible, le système unitaire est recommandé [11].

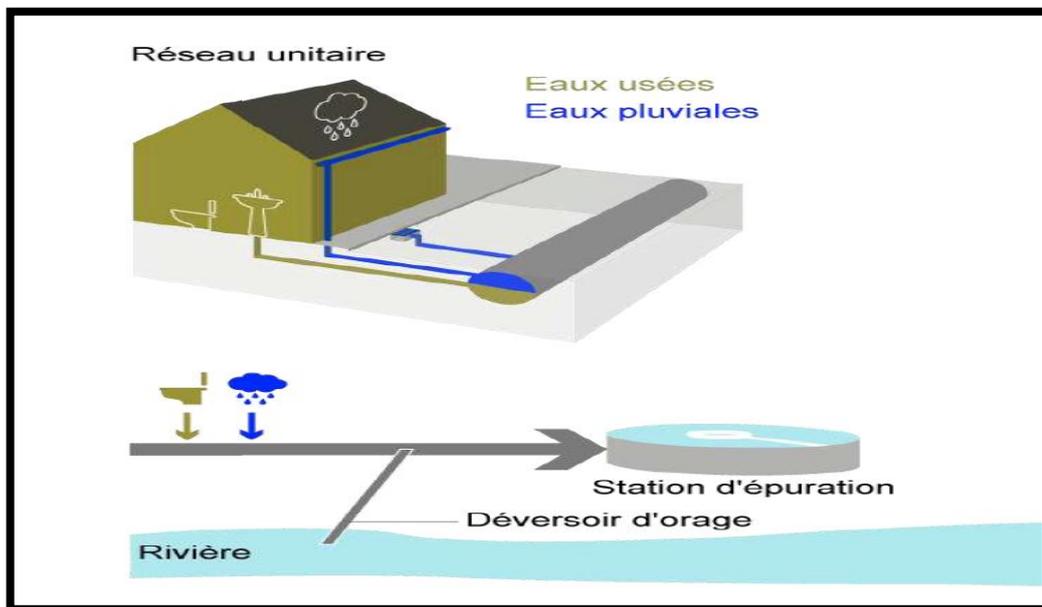


Figure (1) : Schéma explicatif du réseau unitaire [12].

I.4.2. Le système séparatif:

Dans les quels deux réseaux sont mis en place:

- ✚ **Réseau pluvial** : il est conçu pour évacuer les eaux d'origine pluviale, c'est à dire les pointes pluviales, il suit la ligne de plus grande pente. il transite l'eau vers les cours d'eau les plus proches.
- ✚ **Réseau d'eaux usées** : il est prévu pour l'évacuation des eaux usées d'origine domestique et industrielle jusqu'à la station d'épuration avec une pente qui peut être faible.

Il est important de dire que le tracé des collecteurs n'est obligatoirement pas le même, ce qui est le cas la plus part du temps. Le tracé du réseau d'eaux usées est en fonction de

l'implantation des différentes entités qu'il dessert en suivant les routes existantes. Ce réseau ne demande pas de grandes pentes vu que les sections ne sont pas trop importantes. Le réseau prend fin obligatoirement à la station d'épuration qui se trouve en général loin de l'agglomération au moins de 300 m. Par contre le tracé du réseau d'eaux pluviales dépend de l'implantation des espaces producteurs du ruissellement des eaux pluviales qui sont rejetées directement dans le cours d'eau le plus proche [13].

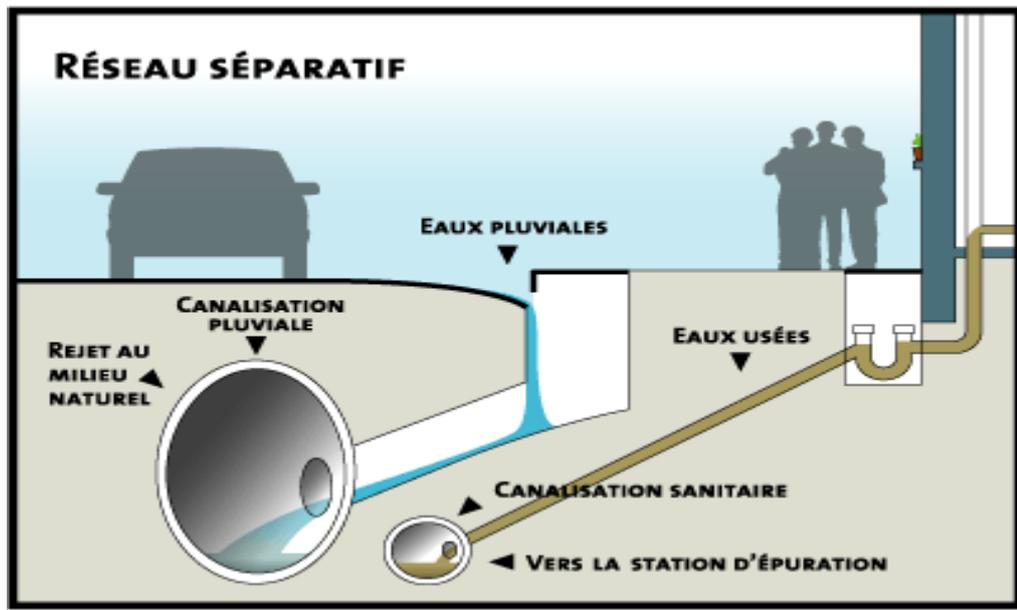


Figure (2) : schéma explicatif du réseau séparatif [14].

I.4.3 Le système pseudo-séparatif (mixte)

Le système pseudo séparatif est un système dans lequel on divise les apports d'eaux pluviales en deux parties :

L'une provenant uniquement des surfaces de voirie qui s'écoule par des ouvrages particuliers des services de la voirie municipale (caniveaux aqueducs, fossés avec évacuation directe dans la nature). L'autre provenant des toitures et cours intérieures qui sont raccordées au réseau d'assainissement à l'aide des mêmes branchements [13].

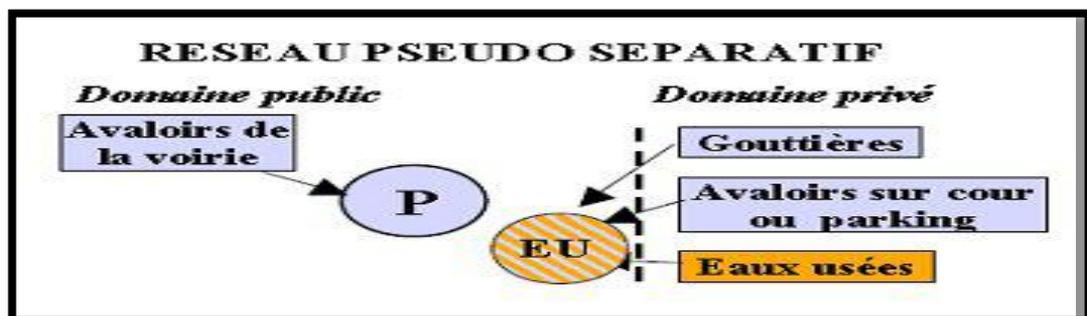


Figure (3) : Schéma explicatif du réseau pseudo séparatif [15].

I.4.4 Système autonome

L'assainissement autonome des habitations, voire des locaux, d'activités isolés concerne les dispositifs à mettre en œuvre pour le traitement et l'élimination des eaux usées domestiques qui ne peuvent être évacuées par un système d'assainissement collectif. Il a pour objectif d'assurer l'épuration des eaux usées par le sol, sous des modes compatibles avec des exigences de la santé publique et de l'environnement [16].

I.5. La pollution des eaux usées

I.5.1. Définition

La pollution des milieux aquatiques est définie par l'OMS comme étant toute modification des propriétés physiques, chimiques ou biologiques, ou tout rejet de substances liquides, gazeuses ou solides dans l'eau de façon à créer une nuisance ou rendre cette eau dangereuse ou préjudiciable du point de vue santé, sécurité bien-être publique, usages destinés à des fins domestiques, commerciales, industrielles, agricoles, récréatives et autres, ou soit consommée par la faune sauvage et aquatique [17].

I.5.2. Différents types de pollution

On peut classer la pollution en trois catégories :

I.5.2.1. Pollution physique

On parle de pollution physique lorsque le milieu est modifié dans sa structure physique par divers facteurs. Il peut s'agir de :

- ✚ **Rejets de matières en suspension** : Les matières en suspension rencontrées dans les eaux (essentiellement superficielles) sont très diverses tant par leur nature que leur dimension. Elles sont constituées de quartz, d'argiles, des sels minéraux insolubles, des particules organiques composées des microorganismes, et des produits des dégradations animaux ou végétaux [18].
- ✚ **Pollution thermique** : Les eaux rejetées par les usines utilisant un circuit de refroidissement de certaines installations (centrales thermiques, nucléaires, raffineries, aciéries..) ayant une température de l'ordre de (70 à 80°C.), elle diminue jusqu'à (40 à 45°C) lorsqu'elle est en contact avec les eaux des milieux aquatiques entraînant par la suite un échauffement de l'eau, ce qui influe sur la solubilité de l'oxygène [19].
- ✚ **Pollution radioactive**: C'est celle qui est occasionnée par une éventuelle radioactivité artificielle des rejets qui trouvent leur source dans l'utilisation de

l'énergie nucléaire sous toutes ces formes (installations et centrales d'exploitation de mine d'uranium, traitement des déchets radioactifs). Les éléments radioactifs s'incorporent dans les molécules des organismes vivants. Plus on s'élève dans la chaîne alimentaire plus les organismes sont sensibles aux rayonnements [19].

I.5.2.2. Pollution chimique

C'est une pollution due au déversement de substances chimiques telles que les hydrocarbures, les détergents, les biocides (pesticides), métaux lourds....ext.

Ils englobent les:

- Hydrocarbures et leurs produits de combustion.
- Matières plastiques.
- Pesticides.
- Détersifse
- Composés organiques de synthèse divers.
- Dérivés de soufre.
- Nitrates.
- Phosphates
- Métaux lourds.
- Fluorures.
- Particules minérales (aérosols) [20].

I.5.2.3. Pollution microbiologique

Les eaux usées contiennent tous les microorganismes excrétés avec les matières fécales. Cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes. L'ensemble de ces organismes peut être classé en quatre grands groupes par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes [5]. Ils sont dangereux pour la santé humaine, et limitent donc les usages que l'on peut faire de l'eau (industrie, utilisation domestique etc...) [19].

I.6. Paramètres de caractérisation de l'effluent

La qualité des eaux correspond à un ensemble de critères physico-chimiques et bactériologiques qui définissent leur degré de pureté et en conséquence, leur aptitude aux divers usages alimentaires, domestiques, agricoles et industriels [7].

Les principaux paramètres caractéristiques sont :

I.6.1. Paramètres physiques**I.6.1.1. Température**

La température est un facteur écologique important des milieux aqueux. Son élévation peut perturber 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 de températures de 12 à 15°C et elle s'arrête pour des températures inférieures à 5°C [8]. Elle joue un rôle important dans la solubilité des sels et surtout des gaz (en particulier O₂) dans l'eau ainsi que la détermination du pH et la vitesse des réactions chimiques. Elle agit aussi comme facteur physiologique sur le métabolisme de croissance des micro-organismes vivants dans l'eau [5].

I.6.1.2. Conductivité

La conductivité est la propriété que possède une eau à favoriser le passage d'un courant électrique. Elle fournit une indication précise sur la teneur en sels dissous (salinité de l'eau). La conductivité s'exprime en micro Siemens par centimètre et elle est l'inverse de la résistivité qui s'exprime en ohm par centimètre. La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau. Sa mesure est utile car au-delà de la valeur limite de la salinité correspondant à une conductivité de 2500 µSm/cm, la prolifération de microorganismes peut être réduite d'où une baisse du rendement épuratoire [8].

I.6.1.3. Matières en suspension (Mes)

Les Matières en suspension représentent la fraction constituée par l'ensemble des particules organiques (MVS) ou minérales (MMS) non dissoutes de la pollution. Elles constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel [8].

Les MES s'expriment par la relation suivante : $Mes = 30\% MMS + 70\% MVS$.

I.6.1.4. 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 varie suivant les matières en suspension (Mes) présentes dans l'eau [5].

I.6.1.5. Couleur et l'odeur

Dans les eaux usées brutes la couleur est due à la présence de matières organique dissoutes ou colloïdes par des composés chimique soluble qui sont coloré .l'odeur est due à une fermentation des matières organiques.

I.6.2. Paramètres chimiques

I.6.2.1. Potentiel d'Hydrogène (pH)

La valeur du pH dans une eau naturelle, dépend de l'origine de cette eau et de la nature géologique de son cours. La plupart des eaux naturelles ont un pH compris entre 6,5 et 8,3. Il peut arriver que certaines eaux polluées, par des déversements industriels, contiennent des acides forts comme le HCl et le H₂SO₄, leur pH sera alors bien inférieur à 4,5. La mesure du pH a un intérêt dans la détermination de l'agressivité et de la désinfection de l'eau par le chlore [7]. Le pH indique la concentration en ion H⁺, il joue un rôle important dans :

- Les propriétés physique-chimiques (l'acidité et l'alcalinité) ;
- L'efficacité de certains procédés (coagulation-floculation) ;
- Le processus biologiques [21].

I.6.2.2. Oxygène dissous

L'eau contient toujours de l'oxygène dissous dont les concentrations varient selon la température et la pression partielle du fait de l'équilibre entre l'oxygène de l'air et celui de l'eau, plus les eaux sont superficielles, plus elles sont chargées en oxygène. Les teneurs maximales dépassent rarement 10 mg/l [17].

I.6.2.3. Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

La DBO₅ est définit comme étant la quantité d'oxygène consommée par les bactéries, à 20°C à l'obscurité et pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablementensemencé, temps qui assure l'oxydation biologique d'une fraction de matière organique carbonée. Ce paramètre mesure la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction des matières organiques grâce aux phénomènes d'oxydation par voie aérobie. Pour la mesurer, on prend comme référence la quantité d'oxygène consommée au bout de 5 jours (c'est la DBO₅). Elle se résume par la réaction chimique suivante :

Substrat + micro-organisme + O₂ → CO₂ + H₂O + énergie + biomasse [8].

I.6.2.4. Demande chimique en oxygène (DCO)

La Demande chimique en oxygène (DCO) correspond à la teneur en oxygène nécessaire pour dégrader l'ensemble des matières oxydables, biodégradables ou non. On exprime la DCO par la quantité d'oxygène fournie par le bichromate de potassium et nécessaire à l'oxydation des substances organiques totales présentes dans l'eau résiduaire [7].

I.6.2.5. L'azote

L'azote présent dans l'eau peut avoir un caractère organique ou minéral. L'azote organique est principalement constitué par des composés tels que des protéines, des polypeptides, des acides aminés, de l'urée. Le plus souvent ces produits ne se trouvent qu'à de très faibles concentrations. Quant à l'azote minéral (ammoniaque, nitrate, nitrite), il constitue la majeure partie de l'azote total [22].

I.6.2.6. Le phosphore

Le phosphore représente le dosage des ortho phosphates, polyphosphates et organophosphates. Cette forme de pollution est entre autres responsable de l'eutrophisation des lacs et des cours d'eau. Elle permet le suivi et la gestion des unités de traitement.

Le phosphore est un élément indispensable au développement de tous les organismes vivants, On en distingue deux formes :

- Le phosphore organique, résidu de la matière vivante ;
- Le phosphore minéral, essentiellement constitué de phosphate (PO_4), qui représente 50 à 90% de la totalité du phosphore dans les eaux usées urbaines.

Le phosphore total (PT) = P organique + P minéral.

La quantité de PT s'exprime en mg/l [20].

I.6.3. Les paramètres bactériologiques

Les micro-organismes qui se trouvent dans l'eau usée sont à l'origine du traitement biologique:

- ✚ **Les virus** : se trouvent dans les eaux résiduaires à des concentrations de l'ordre de milliers d'unités infectieuses par millilitre d'eau [5].
- ✚ **Les helminthes** : sont fréquemment rencontrés dans les eaux usées urbaines. Le nombre d'œufs d'helminthes peut être évalué entre 10 et 10³ d'œufs /l. Parmi ces œufs on trouve notamment les *Ascaris* et les *tœnias* [21].
- ✚ **Les protozoaires** : Parmi les protozoaires les plus importants du point de vue sanitaire, il y a ceux qui sont responsables de la dysenterie (maladie intestinale). Ces microorganismes passent par une forme de résistances formant des kystes qui peuvent être véhiculés par les eaux usées [21].

I.7. Normes de rejets des eaux usées

I.7.1. Normes internationales

La norme est représentée par un chiffre qui fixe une limite supérieure à ne pas dépasser ou une limite inférieure qu'il faut la respecter. Un critère donné est rempli lorsque la norme est respectée pour un paramètre donné. Une norme est fixée par une loi, une directive et un décret de loi.

Selon l'organisation mondiale de la santé (OMS) pour les eaux usées, les normes internationales sont représentées dans le tableau suivant:

Tableau (1) : Normes de rejets internationales [5].

Paramètre	Unités	Norme utilisée (OMS)
pH	-	6,5-8,5
DBO₅	mg/l	<30
DCO	mg/l	<90
MES	mg/l	<20
NH₄⁺	mg/l	<0,5
NO₂	mg/l	1
NO₃	mg/l	<1
P₂O₅	mg/l	<2
Température	°C	<30
Couleur	-	Incolore
Odeur	-	Incolore

I.7.2. Normes Algériennes

Selon les normes Algériennes les valeurs limites maximales de rejet d'effluents sont Regroupées dans le tableau (2).

Tableau(2) : Valeurs limitent des paramètres de rejet dans un milieu récepteur
(Journal Officiel de la République Algérienne, 2014) [23].

Paramètres	Unités	Valeurs limites
Température	°C	30
PH	-	6,5 à 8,5
MES	mg/l	35
DBO₅	mg/l	35
DCO	mg/l	120
Azote Kjeldahl	mg/l	30
Phosphates	mg/l	02
Phosphore total	mg/l	10
Cyanures	mg/l	0,1
Aluminium	mg/l	03
Cadmium	mg/l	0,2
Fer	mg/l	3
Manganèse	mg/l	01
Mercure total	mg/l	0,01
Nickel total	mg/l	0,5
Plomb total	mg/l	0,5
Cuivre total	mg/l	0,5
Zinc total	mg/l	03
Huiles et Graisses	mg/l	20
Hydrocarbures totaux	mg/l	10

Indice Phénol	mg/l	0,3
Composés organiques chlorés	mg/l	05
Chrome total	mg/l	0,5
(*) Chrome III +	mg/l	03
(*) Chrome VI +	mg/l	0,1
(*) Solvants organiques	mg/l	20
(*) Chlore actif	mg/l	1
(*) Détergents	mg/l	2
(*) Tensioactifs anioniques	mg/l	10

I.8. Impact des eaux usées sur la santé humaine et l'environnement

Les rejets des eaux usées brutes perturbent l'équilibre du milieu récepteur d'une part, et d'autre part la perte de ces eaux sans récupération. La quantité de pollution rejetée est devenue incompatible avec les capacités d'autoépuration des cours d'eau et provoque des conséquences néfastes sur la santé publique et l'environnement [1].

I.8.1. Risque sur l'environnement

Le rejet d'eaux usées non traitées ou partiellement traitées dans l'environnement entraîne la pollution des eaux de surface, du sol et des eaux souterraines. Une fois rejetées dans les plans d'eau, les eaux usées sont diluées et transportées en aval ou s'infiltrent dans les aquifères, où elles peuvent affecter la qualité (et donc la disponibilité) des approvisionnements en eau douce [24].

Parmi Les conséquences du rejet d'eaux usées non traitées ou traitées de façon inadéquate on peut citer :

- Diminution de la teneur en oxygène dissous.
- Présence de produits toxiques.
- Prolifération d'algues.
- Modification physique du milieu récepteur.

- Présence de bactéries ou virus dangereux [25].

I.8.2. Risque sur la santé humaine

Les eaux usées peuvent contenir des pesticides, des micro-organismes pathogènes (virus, bactéries, parasites), et des éléments toxiques ils sont dangereux pour la santé humaine. L'organisation mondiale de la santé (OMS) considère que 80% des maladies qui affectent la population mondiale sont directement véhiculées par l'eau : des dizaines, voire des centaines de millions de personnes sont atteintes en permanence de gastro-entérites, 160 millions de paludisme et 30 millions d'onchocercose. Malgré les apparences, la transmission des maladies par une eau polluée n'est pas l'apanage des pays en voie de développement, et l'élaboration des normes sur les eaux de consommation vise à fournir aux consommateurs une eau qui ne constitue par un risque pour la santé [25].

I.9. Conclusion

Nous avons présenté dans ce chapitre d'une part l'origine des eaux usées et leur caractéristiques et d'autre part : les différents type de pollution et les paramètres de caractérisation de l'effluent, nous avons donc conclu que les eaux usées contiennent des contaminants physiques, chimiques, et microbiologiques. Nous avons également discuté du système d'assainissement qui consiste à la collecte et l'évacuation des eaux provenant de la population, des activités commerciales, industrielles et agricoles vers une station d'épuration. Cette dernière a pour rôle de traiter les eaux usées et diminuer ainsi le maximum des effets nuisible de rejet des eaux pollué qui perturbe l'équilibre du milieu récepteur et provoque des conséquences néfastes pour l'environnement et les habitants.

Chapitre II:
Procédés d'épuration des eaux usées

II.1.introduction

Les stations d'épuration sont des usines de dépollution qui permet à partir des différentes méthodes et technique successive d'éliminer à la fois la pollution carbonée, l'azote et le phosphate. Ces usine sont dimensionnées pour traiter une certaine charge de pollution d'une part et assure un rejet conforme aux normes des rejets des eaux usées urbaines de l'autre part.

II.2.Définition de la station d'épuration

Une station d'épuration est une installation de plusieurs dispositifs et de procédés bien spécifique, chaque procédé a pour rôle d'éliminer ou de diminuer le taux d'un polluant présent dans l'eau usée. Elle est généralement placée à l'extrémité d'un réseau de collecte à l'amont d'un milieu naturel bleu, tel un lac. Une station d'épuration permet de traiter les eaux usées qu'elles soient d'origines industrielles ou qu'elles proviennent des activités quotidiennes de l'homme afin d'éviter la pollution de l'environnement et la transmission des maladies hydriques [26].

II.3. Paramètres de 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:

- Des exigences du milieu récepteur ;
- Des caractéristiques des eaux usées ;
- Des conditions climatiques (température, évaporation, vent, etc.) ;
- De la disponibilité du site ;
- Des conditions économiques (coût de réalisation et d'exploitation) [5].

II.4.Procédés d'épuration des eaux usées

Le processus d'épuration peut comprendre plusieurs étapes :

- ✚ Les prétraitements.
- ✚ Le traitement primaire.
- ✚ Le traitement secondaire.

- ✚ Le traitement tertiaire.

II.4.1. Le prétraitement

Le prétraitement a pour objectif de séparer les matières grossières et les éléments susceptibles de gêner les étapes ultérieures du traitement. Il comprend quatre principaux modes de traitement des eaux usées: le dégrillage pour retenir les déchets volumineux, le dessablage pour obtenir une meilleure décantation et éviter l'abrasion des équipements, le dégraissage et le déshuilage pour éviter l'encrassement de la station par des corps gras [1].

II.4.1.1. Dégrillage

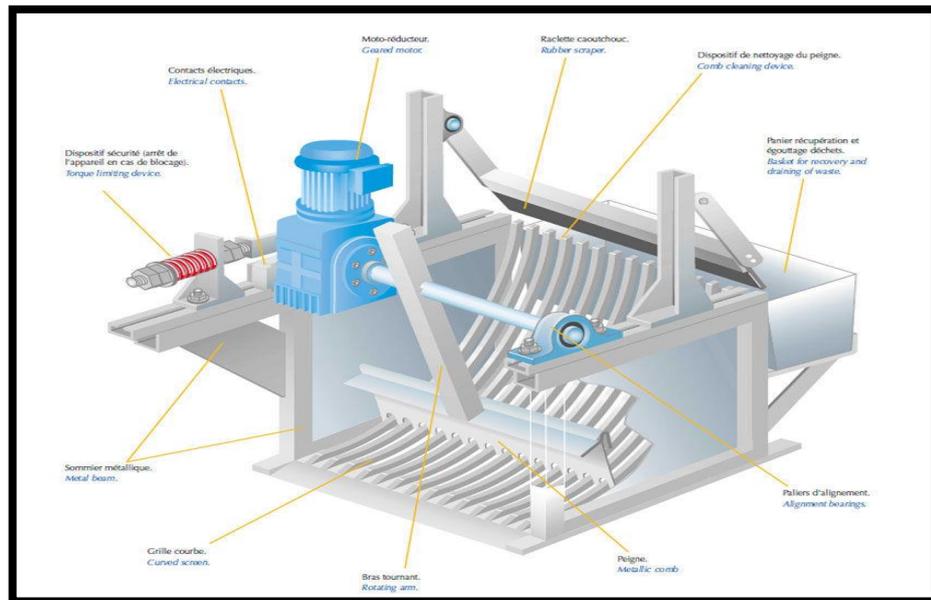
Au cours du dégrillage, les eaux usées passent au travers d'une grille dont les barreaux, plus ou moins espacés, retiennent les matières les plus volumineuses et flottantes charriées par l'eau brute, qui pourraient nuire à l'efficacité des traitements en amont du dégrillage ou en compliquer leur fonction. Le dégrillage permet aussi de protéger la station contre l'arrivée intempestive des gros objets susceptibles de provoquer des bouchages dans les différentes canalisations. Les éléments retenus sont, ensuite, éliminés avec les ordures ménagères. Cette opération est effectuée si possible avant la station de relevage afin de protéger les pompes à vis d'Archimède et de ne pas gêner le fonctionnement des étapes ultérieures du traitement [8].

On distingue deux types de grille :

- ✚ **Les grilles manuelles** : elles sont utilisées dans les petites stations, ou le nombre d'équivalent-habitant ne dépasse pas 2000 ; son inconvénient reste la nécessité de les nettoyer manuellement tout les jours.
- ✚ **Les grilles mécaniques** : au-delà de 2000 d'équivalent-habitants, on adopte une Grille mécanique, cette mécanisation est indispensable pour éviter le colmatage rapide des canalisations, il existe deux genres de grilles mécaniques :
 - Les grilles droites
 - Les grilles courbes

Selon l'espacement entre les barreaux, on distingue :

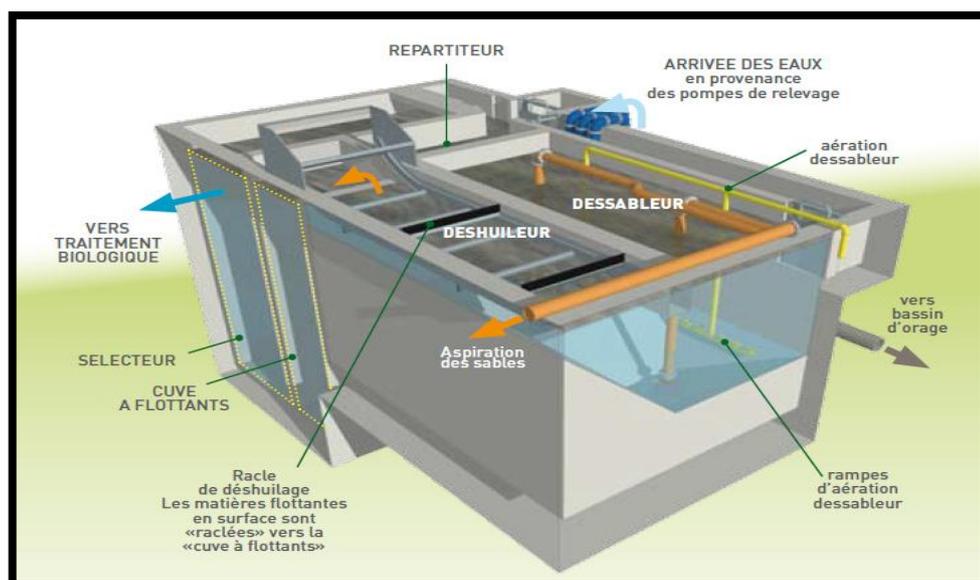
- ✚ **un pré-dégrillage** d'espacement de 30 à 100 mm
- ✚ **un dégrillage moyen** d'espacement de 10 à 25 mm
- ✚ **un dégrillage fin** d'espacement de 3 à 10 mm [27].



Figure(4): Schéma d'un dégrilleur [28].

II.4.1.2. 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 solides au cours du traitement. La technique classique de cette ouvrage 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 [5].



Figure(5): Schéma d'un dessableur- déshuileur [29].

II.4.1.3. Dégraissage – déshuilage

C'est une opération destinée à réduire les graisses et les huiles non émulsionnées par simple sédimentation physique en surface. Il existe différents dispositifs de déshuilage-dégraissage conçus suivant la nature de l'eau à traiter [19].

- ✚ Dégraisseur-déshuileur aéré : Ce type d'ouvrage comprend une zone aérée (avec insufflation par le bas) suivi d'un compartiment de sédimentation latéral calculé pour une vitesse ascensionnelle de 15 à 20 m/h
- ✚ Déshuileur longitudinal : C'est un bassin de forme rectangulaire équipé de racleur de surface de fond.

L'ouvrage est calculé pour :

- une vitesse d'écoulement horizontal de 20 à 50 m/h
- une longueur de 2 à 6 m
- une hauteur d'eau de 1 à 3 m [19].

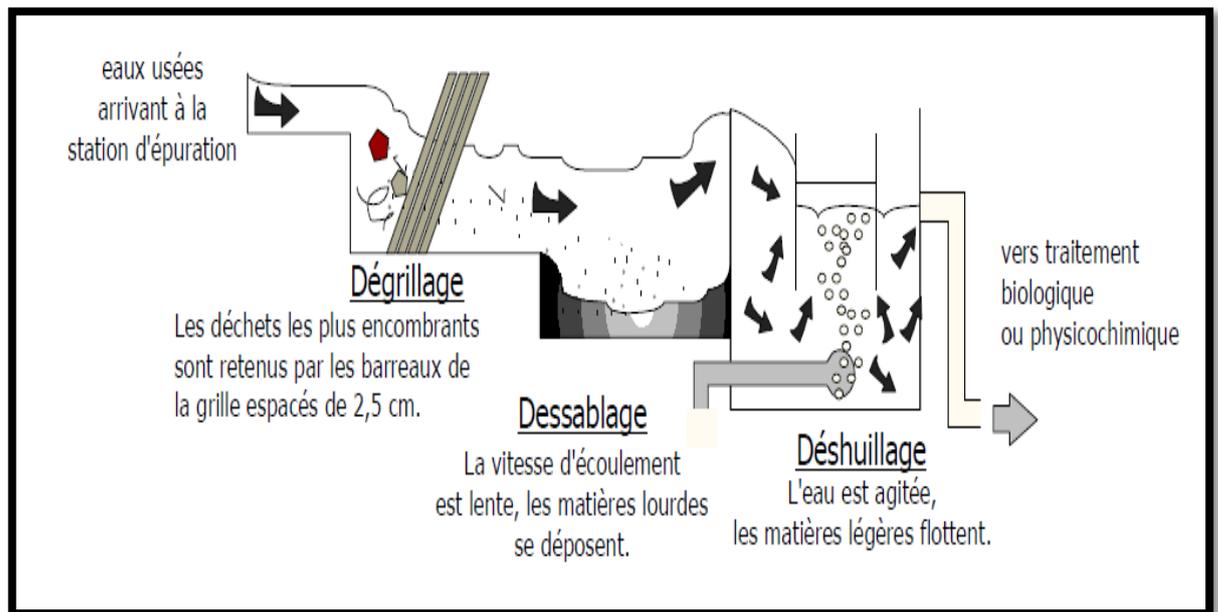


Figure (6) : Schéma descriptif des étapes de prétraitement [30].

II.4.2. Traitement primaire

Le traitement "primaire" fait appel à des procédés physiques naturels (décantation et filtration) plus ou moins aboutie, éventuellement assortie de procédés physico-chimiques,

tels que la coagulation- floculation [8].

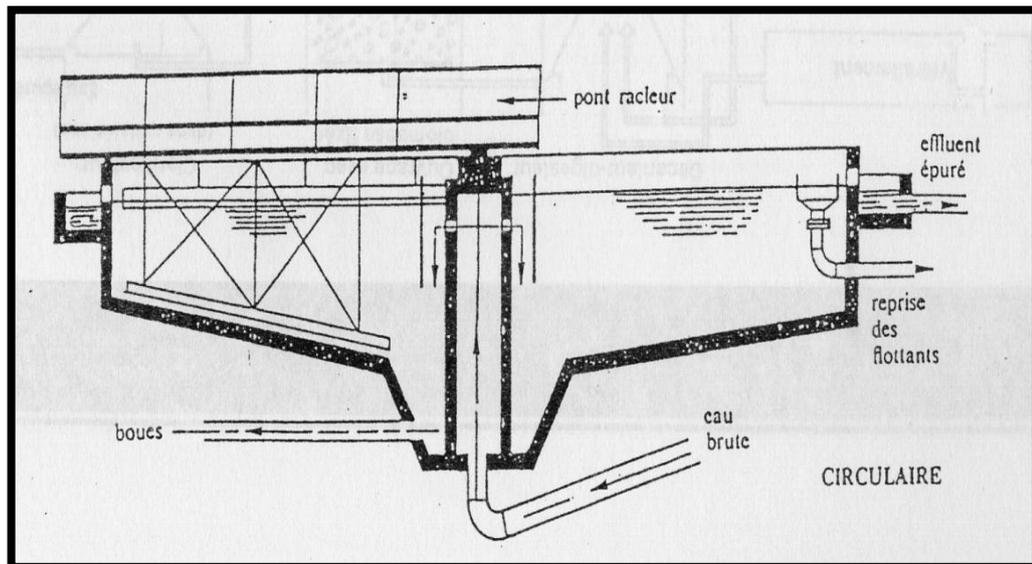
La décantation primaire permet d'éliminer, pour une vitesse ascensionnelle de 1.2m/h, 40 à 60% de Mes, soit 40% de MO, 10 à 30 % de virus, 50 à 90% des helminthes et moins de 50% des kystes de protozoaires et entraîne également avec elle une partie des micropolluante [5].

II.4.2.1. Décantation primaire

Elle consiste en une séparation des éléments liquides et des éléments solides sous l'effet de la pesanteur. Les matières solides se déposent dans le fond d'un ouvrage appelé décanteur pour former les boues primaires. Ces dernières sont récupérées au moyen d'un système de raclage. Ce traitement s'effectue par des voies physico-chimiques pour faciliter la décantation.

- La décantation simple : processus physique de séparation sous l'action de la pesanteur. Les matières en suspension ou colloïdales tendent à se séparer du liquide par sédimentation.

- La décantation associée : le principe ici est de favoriser l'agrégation des molécules en suspension grâce aux techniques de coagulation et de floculation pour former des floes plus gros et faciliter la décantation [31].



Figure(7): Schéma de principe d'un décanteur primaire [32].

II.4.2.2. Traitement physico-chimique

La turbidité et la couleur d'une eau sont principalement causées par des particules très petites, dites particules colloïdales. Ces particules, qui peuvent rester en suspension dans l'eau durant de très longues périodes, peuvent même traverser un filtre très fin. Par ailleurs, puisque leur concentration est très stable, ces dernières n'ont pas tendance à s'accrocher les unes aux autres. Pour les éliminer, on a recours aux procédés de coagulation et de floculation.

La coagulation a pour but principale de déstabiliser les particules en suspension, c'est à dire de faciliter leur agglomération. En pratique, ce procédé est caractérisé par l'injection et la dispersion rapide de produits chimiques : sels minéraux cationiques (sels de fer ou d'aluminium).

La floculation a pour objectif de favoriser, à l'aide d'un mélange lent, les contacts entre les particules déstabilisées. Ces particules s'agglutinent pour former un floc qu'on peut facilement éliminer par les procédés de décantation et de filtration. Ces traitements sont généralement utilisés dans les stations d'épuration de grande capacité, ou dans celles ayant à faire face à de grandes variations de la charge de pollution dans l'année (zone touristique). La séparation du floc a lieu pendant la phase de clarification (décantation secondaire). Les procédés les plus modernes utilisent du micro sables injectés dans l'effluent afin d'accélérer la décantation des floccs. On parle alors d'élimination à floccs lestés.

Les traitements physico-chimiques permettent un bon abattement des virus. Cependant, leur utilisation, et notamment le dosage de sels de fer et d'aluminium, n'est pas toujours bien optimisée, sinon maîtrisée. Il y a donc un risque de surcoût lié à une mauvaise utilisation, voire un risque environnemental [8].

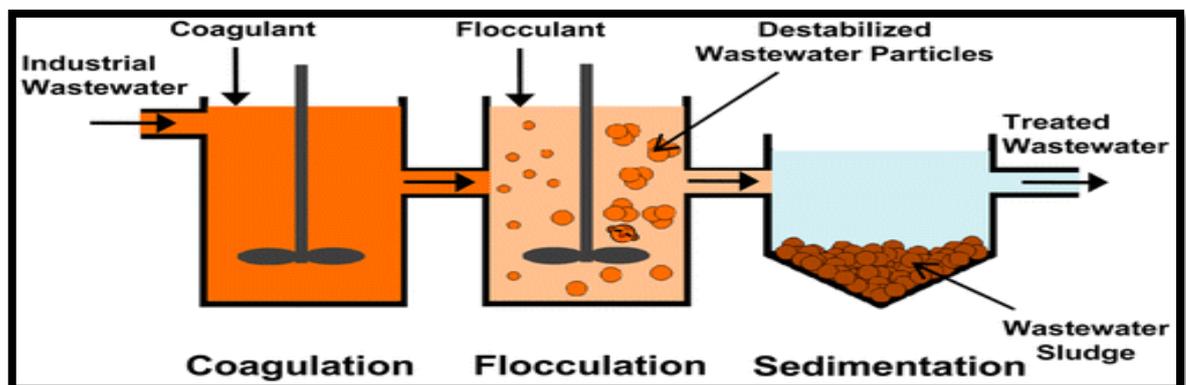


Figure (8) : Schéma d'un procédé de coagulation-floculation [33].

II.4.3. traitement secondaire (biologique)

Il permet la réduction de la pollution dissoute par l'action d'une masse bactérienne soit en suspension (culture libre), soit fixée sur un support (culture fixée).

En d'autres termes, les procédés d'épuration biologiques sont utilisés lorsque les éléments à éliminer sont sous forme solubles, ou lorsque leur taille ne leur permet pas d'être piégés par les prétraitements et traitements physiques sauf au prix d'un conditionnement physico chimique complémentaire. Ils permettent de faire passer les éléments présents sous formes soluble ou colloïdales en éléments floculables et de constituer des agrégats que l'on peut de nouveau séparer de la phase liquide. Parmi les divers organismes responsables des phénomènes biologiques, les bactéries aérobies sont les plus importantes et les plus nombreuses. La dégradation biologique s'accomplit en deux phases simultanées :

- ✚ Une phase d'adsorption, très rapide, au cours de laquelle les substances organiques s'absorbent sur la membrane extérieure des cellules.
- ✚ Une phase d'oxydation, plus lente, au cours de laquelle a lieu l'oxydation des matières organiques en produits de décomposition tels que CO_2 et H_2O [7].

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

II.4.3.1. Procédés biologiques extensifs

Les traitements extensifs sont souvent préférés aux traitements conventionnels pour assurer l'épuration des eaux usées des petites et moyennes collectivités. La raison de cette préférence est leur fiabilité, la simplicité de leur gestion et la modestie des coûts de fonctionnement [21].

Parmi ces procédés on distingue :

II.4.3.1.1. L'épandage

C'est le procédé le plus ancien, il consiste à déverser directement sur le sol perméable des eaux usées, où les granulats constituant le sol sont alors un matériau de support de micro-organismes, ces derniers servent à dégrader la matière organique. L'épandage est soit superficiel soit souterrain, cette deuxième solution est préférable, car elle minimise les risques sanitaires, les risques d'odeurs et n'oblige pas à interdire l'accès de la parcelle concernée. Quand un épandage assure un traitement principal, il est précédé selon la taille de l'installation par une ou plusieurs fosses septiques, un décanteur, digesteur ou une

lagune primaire. Le but de ces systèmes est de réduire la charge organique que le sol reçoit et surtout de limiter les risques de colmatage des dispositifs de répartition de l'eau dans l'épandage [34].



Figure(9) : Epannage [35].

II.4.3.1.2. Le lagunage (culture libre)

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.

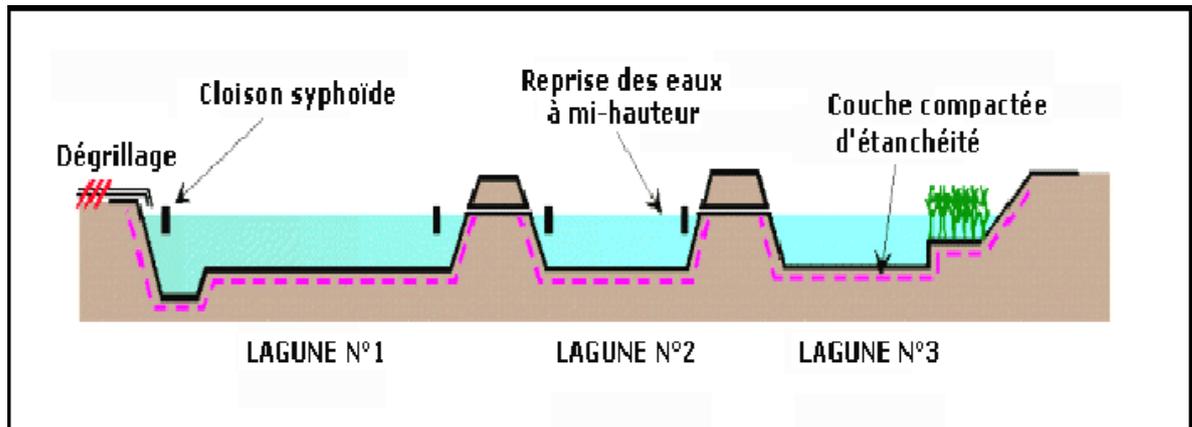
Les substances nutritives sont apportées par l'effluent alors que les végétaux sont les producteurs du système en matière consommables et en oxygène [19].

On distingue deux types de lagunage :

- **Lagunage naturel**

L'épuration par lagunage naturel 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 de 3, Le mécanisme de base sur lequel repose ce procédé 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 [5].



Figure(10) : Lagunage naturel [1].

- **Lagunage aéré**

Le lagunage aéré est un procédé de traitement biologique principalement aérobie, en cultures libres qui se différencie des boues activées par l'absence de recirculation de la culture bactérienne séparée par décantation avant rejet des eaux traitées.

L'oxygénation dans le cas du lagunage aéré est apportée mécaniquement par un aérateur de surface ou une insufflation d'air. On réduit les volumes nécessaires mais on peut accroître la profondeur de la lagune. La concentration en bactéries est plus importante qu'en lagunage naturel [32].



Figure(11) : Lagunage aéré [35].

Tableau (3): Avantages et inconvénients du lagunage [36].

Avantages	Inconvénients
<p>-Procédé naturel sans aucune consommation d'énergie.</p> <p>-De bonnes performances épuratoires relativement meilleures sur le plan microbiologique à celles des procédés intensifs.</p> <p>-coût d'investissement relativement faible.</p> <p>-Coût d'exploitation faible.</p> <p>-Forte résistance à la variation des charges aussi bien hydraulique qu'organique.</p>	<p>-Forte occupation au sol.</p> <p>-Dégagement des odeurs à partir des bassins anaérobies (si mauvaise conception orientation des bassins)</p> <p>-Temps de séjour relativement long comparé aux procédés intensifs.</p>

II.4.3.2. 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 [5].

Ces procédés permettant la diminution des terrains d'installation et le temps de séjour, en intensifiant l'élimination des matières organiques, et on distingue deux type de procédés :

- ✚ Procédés à culture libre
- ✚ procédés à culture fixe

II.4.3.2.1. Procédés à culture fixe

Les procédés à culture fixe où la biomasse épuratrice est fixée sur des supports. L'eau à traiter coule au contact de ces supports. Les micro-organismes fixent alors la pollution organique et la dégradent [22].

Parmi les procédés à culture fixe on trouve :

II.4.3.2.1.1. Les disques biologiques

Ce procédé appartient à la catégorie des systèmes d'épuration où la culture bactérienne aérobie est développée sur un support solide constitué de disques en matière plastique.

Ces disques très légers, de 10mm d'épaisseur et de 2 à 3m de diamètre, sont espacés de 1 à 2cm et montés sur un arbre horizontal lequel est entraîné par un moteur.

La masse biologique retenue par les disques représente 120g de Mes par m² ; les disques biologiques doivent fonctionner dans des stations couvertes pour mettre les installations à l'abri des intempéries et des écarts de températures, l'encombrement des appareils est très réduit [37].

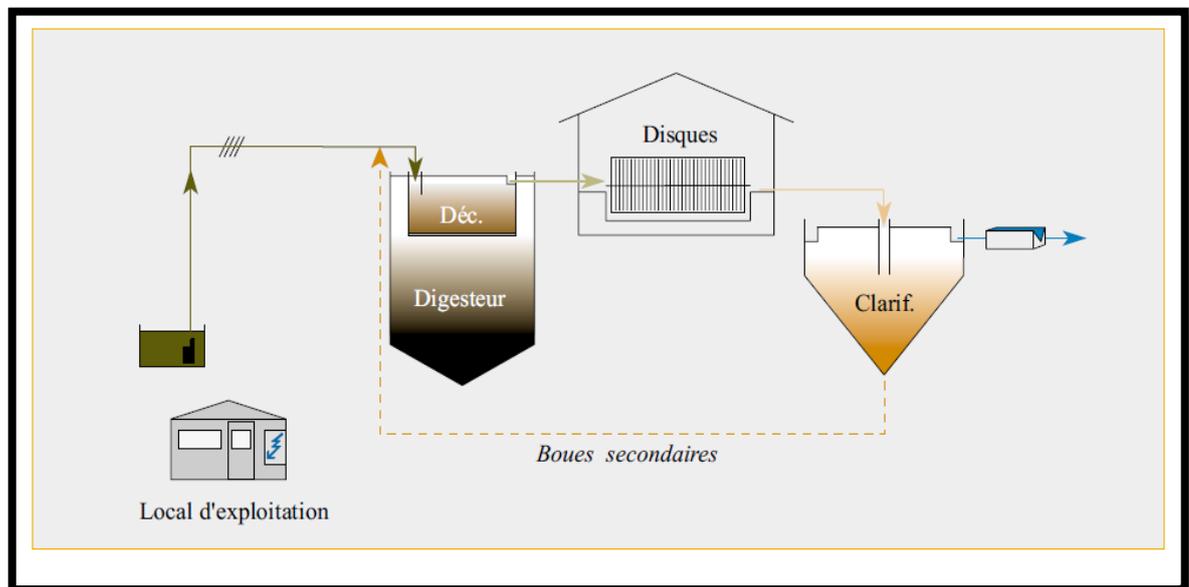


Figure (12) : Schéma de la filière disque biologique [38].

II.4.3.2.1.2. Les lits bactériens

Le principe de fonctionnement d'un lit bactérien consiste à faire ruisseler les eaux usées, préalablement décantées, sur une masse de matériaux poreux ou caverneux qui sert de support aux micro-organismes (bactéries) épurateurs. C'est la raison pour laquelle les lits bactériens sont désignés sous la dénomination de réacteurs à biomasse fixée, la biomasse la quantité de matière vivante dans un écosystème aquatique par unité de surface ou de volume. L'efficacité du lit bactérien dépend des facteurs suivants :

- Les caractéristiques des matériaux servant de support aux bactéries (porosité, aire volumique).

- Le volume de la profondeur du lit.
- La régularité des débits d'alimentation.
- La concentration des matières organiques nutritives (substrats).

Un lit bactérien est défini par : charge hydraulique et charge organique.

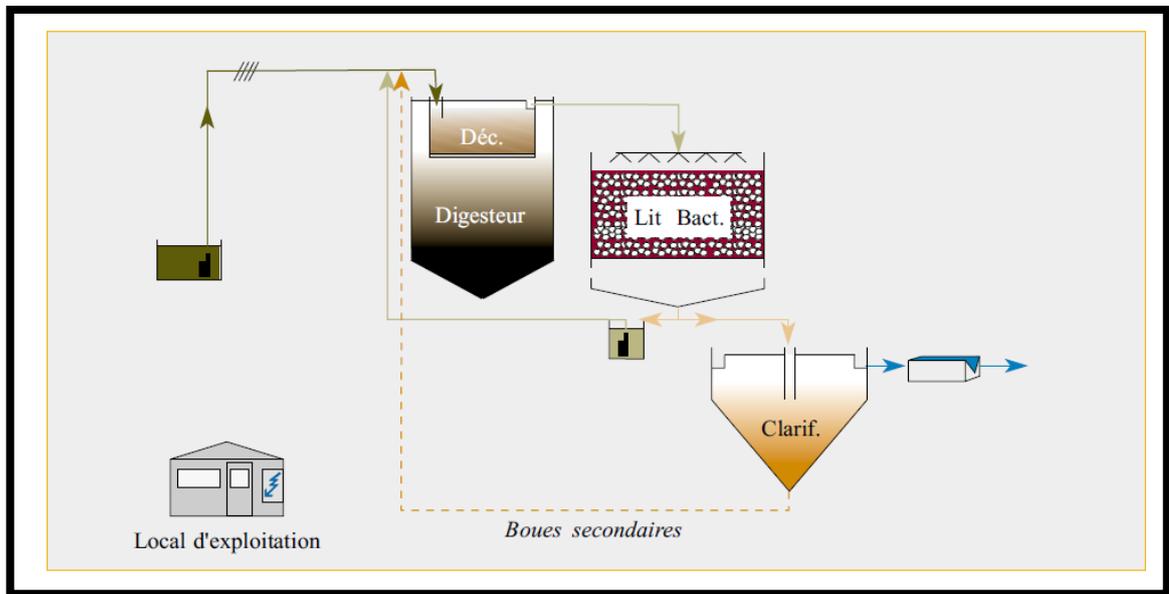


Figure (13) : Schéma de la filière lits bactériens [38].

Tableau (4) : Les avantages et les inconvénients du lit bactériens [34].

Avantages	Inconvénients
- faible consommation d'énergie. - fonctionnement simple. - peut être installé en amont d'une station à boues activées afin de bonne décantabilité des boues. - plus faible sensibilité aux variations de charge et aux toxiques que les boues activées.	- coûts d'investissement assez élevés. - nécessité de prétraitement efficace. - sensibilité au colmatage et au froid. - boues fermentescibles.

II.4.3.2.1.3. Les bio-filtres

L'épuration des eaux usées par bio-filtre est une technologie biologique qui est caractérisée par le fait que le développement de la biomasse apte à dégrader la pollution et le rôle de filtration qui permet de séparer l'eau claire des boues. La biofiltration peut traiter la pollution carbonée (DCO - DBO₅) et ou azotée en nitrification et dénitrification.

Ce traitement consiste à faire transiter les eaux usées dans une cuve contenant un matériau filtrant immergé, support de développement d'un film biologique. Les eaux usées retournent en tête de traitement afin que les boues biologiques soient piégées dans le décanteur primaire. Un lavage à l'eau traitée (eau de lavage) et à l'air (air de lavage) est nécessaire pour éviter le colmatage et pour éliminer les boues en excès [37].

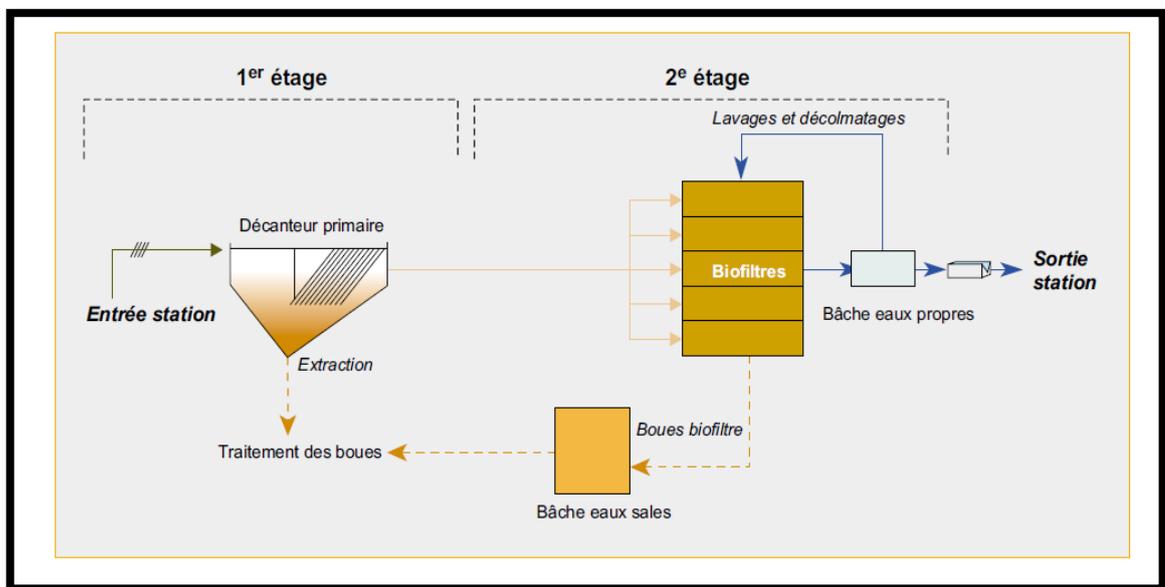


Figure (14) : Schéma de la filière bio-filtres [38].

II.4.3.2.2. Procédés à culture libre

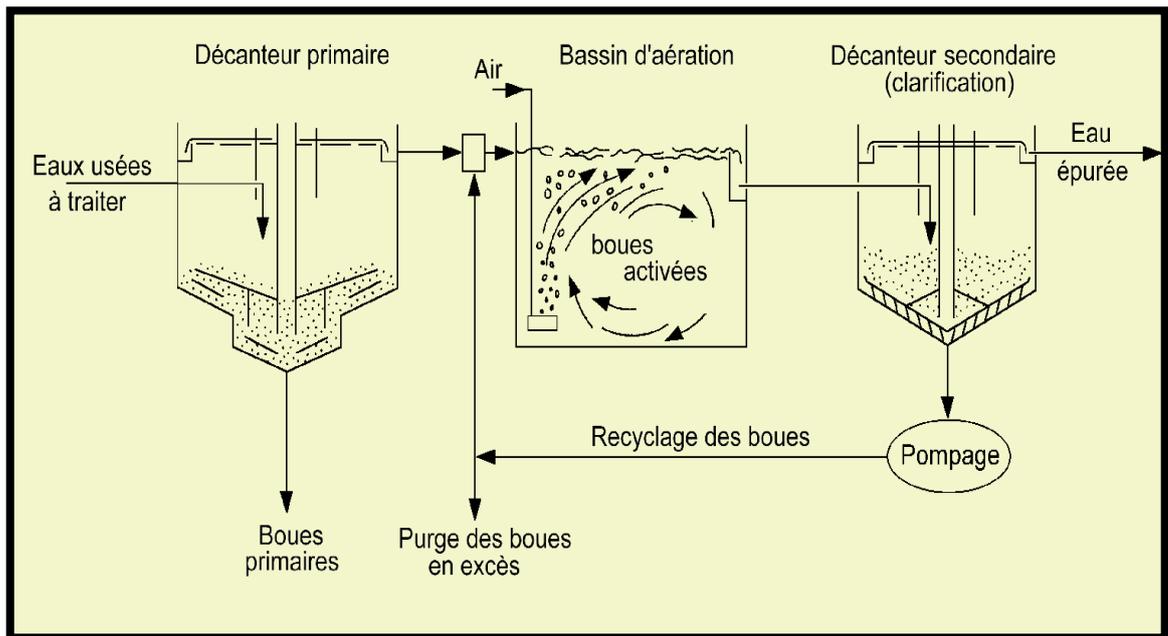
Le traitement biologique par biomasse libre est actuellement le plus utilisé pour l'épuration des eaux résiduaires urbaines. Le principe général de ce procédé consiste à accélérer le processus d'oxydation naturelle de la matière organique qui survient dans les milieux récepteurs, il est principalement mis en œuvre par la technique des boues activées. Les boues activées sont des cultures bactériennes en suspension sous forme de suspension d'agrégats biologiques [37].

II.4.3.2.2.1. Les boues activées

Les boues activées constituent le traitement biologique aérobie le plus répandu (OMS, 1979).

Le procédé consiste à provoquer le développement d'une culture bactérienne dispersée sous forme de flocons (boues activées), dans un bassin brassé et aéré (bassin d'aération) et alimenté en eau usée brute. Dans ce bassin, le brassage a pour but d'éviter les dépôts et d'homogénéiser le mélange des flocons bactériens et de l'eau usée (liqueur mixte) ; l'aération peut se faire à partir de l'oxygène de l'eau, du gaz enrichi en oxygène, voire même d'oxygène pur, a pour but de dissoudre ce gaz dans la liqueur mixte, afin de répondre aux besoins des bactéries épuratrices aérobies.

Après un temps de contact suffisant, la liqueur mixte est envoyée dans un clarificateur appelé parfois décanteur secondaire, destiné à séparer l'eau épurée des boues. Ces dernières sont recyclées dans le bassin d'aération pour y maintenir une concentration suffisante en bactéries épuratrices. L'excédent (boues secondaires en excès) est extrait du système et évacué vers le traitement des boues [21].



Figure(15):Traitement par boues activées [7].

Tableau (5) : Les avantages et les inconvénients d'épuration par boues activées [1].

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> -Adaptée pour toute taille de collectivité. - Bonne élimination de l'ensemble des paramètres de pollution (Mes, DCO, DBO₅, N par nitrification et dénitrification). - Adapté pour la protection de milieux récepteurs sensibles. - Boues légèrement stabilisées. - Facilité de mise en œuvre d'une déphosphatation simultanée. 	<ul style="list-style-type: none"> - Coûts d'investissement assez importants. - Consommation énergétique importante. - Nécessité de personnel qualifié et d'une surveillance régulière. - Sensibilité aux sur charges hydrauliques. - Décantabilité des boues pas toujours aisées à maîtriser. - Forte production de boues qu'il faut concentrer

II.4.3.2.2.2. Paramètre de fonctionnement des stations à boues activées

A) La charge massique (cm)

C'est la masse de nourriture entrant quotidiennement dans le bassin d'aération par rapport à la masse de boues présente dans ce réacteur [17].

$$cm = \frac{[DBO_5] \cdot Q_j}{V_{ba} \cdot MVS}$$

-Cm: Kg DBO₅ / Kg MVS.

-V_{ba} (m³) : volume de bassin d'aération.

-MVS (kg/m³) : concentration en matière sèche.

-Q_j (m³/j) : débit journalier d'eaux résiduaires à épurer [31].

B) La charge volumique (cv)

C'est la masse de nourriture arrivant quotidiennement dans le bassin d'aération ramenée au volume du bassin d'activation.

$$Cv = \frac{Q \cdot S_0}{V}$$

-Q : débit de l'effluent à l'entrée de l'aérateur.

-S₀ : Substrat à l'entrée de l'aérateur.

-V : Volume utile du bassin d'aération

-Cv est exprimé en kg DBO₅ / m³. J [31].

C) L'indice de Mohlmane (IM)

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 L'indice de MOHLMAN est représenté par le rapport :

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

Il est courant de classer les différents procédés par boues activées suivant la valeur de la charge massique ou volumique à laquelle ils fonctionnent Les valeurs sont montrées sur le tableau.

Tableau (6): Classification des procédés à boues activées [31].

Type	Charge massique (Kg DBO ₅ /j /Kg MVS)	Charge volumique (Kg DBO ₅ /j/m ³)
Très fort charge	>1.5	1.0
Forte charge	0.50 à 1.5	2.4
Moyenne charge	0.25 à 0.50	4
Faible charge	0.1 à 0.25	8
Très faible charge	< 0.1	20

D) Age de boue

C'est le rapport entre la masse de boues présentes dans le réacteur et la masse journalière de boues produites par la station [19].

II.4.4. Le traitement tertiaire

Les traitements tertiaires souvent considérés comme facultatif ou complémentaire permettent d'affiner ou d'améliorer le traitement secondaire. De telles opérations sont nécessaires pour assurer une protection complémentaire de l'environnement récepteur ou une réutilisation de l'effluent en agriculture ou en industrie. Les traitements tertiaires visent à améliorer la qualité générale de l'eau. Leur utilisation s'impose lorsque la nature des milieux récepteurs recevant l'eau dépolluée l'exige. On y distingue généralement les opérations de dénitrification et déphosphatation ainsi que la désinfection [32].

II.4.4.1. La dénitrification :

C'est le processus par lequel certaines bactéries réduisent l'azote nitrique à un état plus faible d'oxydation. Ces bactéries peuvent être autotrophes, mais l'activité de celle-ci est faible. C'est la raison pour laquelle on met généralement en œuvre des bactéries hétérotrophes. Cette réduction se produit à travers différentes réactions que l'on peut schématiser comme suit :



La température augmente la vitesse de dénitrification. Le pH optimal situé en 7 et 8,2 [19].

II.4.4.2. La déphosphatation

L'élimination du phosphore, ou "déphosphatation", peut être réalisée par des voies physico-chimiques ou biologiques.

La déphosphatation biologique consiste à provoquer l'accumulation du phosphore dans les cultures bactériennes des boues. Les mécanismes de la déphosphatation biologique sont relativement complexes, et leur rendement variable (en fonction notamment de la pollution carbonée et des nitrates présents dans les eaux usées). Dans les grosses installations d'épuration, ce procédé est souvent couplé à une déphosphatation physico-chimique pour atteindre les niveaux de rejets requis [8].

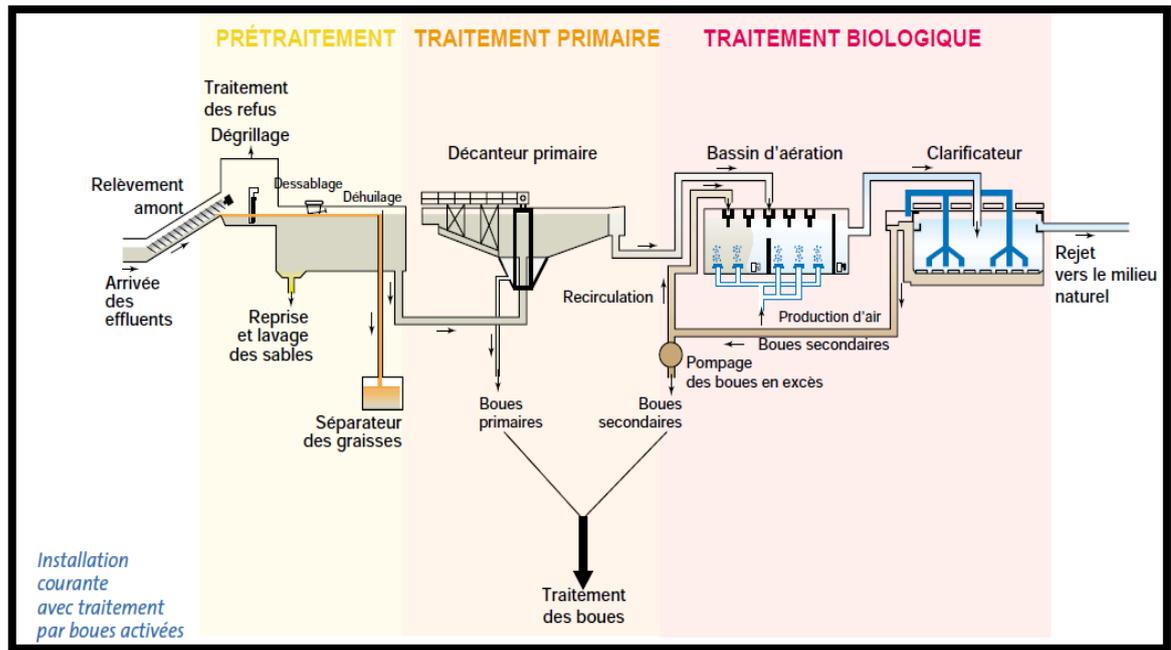


Figure (16) : Les étapes d'épuration [39].

II.5. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté les différents procédés de traitement des eaux usées dans une station d'épuration.

Nous avons conclu que les processus d'épuration passent par quatre étapes successive : le prétraitement, le traitement primaire, biologique et enfin le traitement tertiaire. Chaque type de ces procédés consiste à éliminer un type spécifique des effluents (gros débris, pollution organique ou minérale, pollution résiduelle ect ...) dans le but de réduire les concentrations pollués et obtenir une eau correspond aux conditions de protections de l'environnement et les êtres humains.

Chapitre III:
Présentation de la STEP de Sidi
Merouane

III.1.Introduction

Avant tout projet l'étude du zone est nécessaire pour connaitre les caractéristiques du lieu à étudier. Dans la wilaya de Mila, il existe deux station d'épuration parmi ces dernier la station de sidi merouane qui a été réalisée pour épurer les eaux usées et joue un rôle très important pour protéger à la foi le barrage de Beni haroune et l'environnement limitrophe.

III.2.Présentation de la ville

La commune de Sidi Merouane couvre une superficie de 33.27 (Km²) abrite une population et de l'ordre 34089 habitants Située au Nord-Ouest du chef-lieu de la Wilaya de Mila, est limitée par :

- Au Nord par La commune de CHIGARA.
- Au Sud par La commune de Mila.
- A l'Ouest par La commune de ZEGHAIA.
- A l'est par La commune de GRAREM GOUGA.

La commune de Sidi Merouane, chef-lieu de daïra issue du dernier découpage administratif est située à 15 Km du chef-lieu de Wilaya Mila [40].



Figure (17) : Schéma représentatif des Communes limitrophes de la commune Sidi Merouane.

III.3.Présentation de la station d'épuration de Sidi Merouane

La station d'épuration des eaux usées de Sidi Merouane est située à 12 km au Nord-est de la wilaya de Mila, dans la commune de Sidi Merouane, côté Sud de Barrage de Beni Haroun. Elle s'étend sur une superficie de 16 ha. Celle-ci reçoit les eaux usées de Mila, Grarem, Ferdjioua, Sidi-Merouane, Ras-El-Bir, Annouche Ali, Sibari 1 et Sibari 2. Les eaux traitées sont déversées dans la cuvette du barrage, puis acheminées vers la station de traitement des eaux potables. Enfin distribués vers les agglomérations populaires [41].

Cette station d'épuration réalisée pour atténuer la pollution du lac du barrage de Beni Haroun, et particulièrement au niveau du lac du barrage qui reçoit les eaux de l'oued Rhumel et oued Endja, la station d'épuration des eaux usées de Sidi Merouane, première d'une série de trois programmées dans ce bassin versant, a été réceptionnée l'an 2009 par l'ONA, maître de l'ouvrage. Réalisée par GCB (une filiale de Sonatrach spécialisée en génie civil et bâtiment) sous la houlette d'un directeur de projet qui était à cheval pour la bonne exécution des travaux, et OTV (une entreprise française chargée de l'équipement), Cette station, dont la capacité d'épuration est de 20657 m³/j ou 137000 équivalent habitant, est appelée à prendre en charge les eaux résiduaires de Mila, Grarem Gouga, Sidi-Merouane, Ras- El-Bir, Annouche Ali, Sibari 1 et Sibari 2. Une fois épurées, ces eaux produites par la station seront déversées dans la cuvette du barrage qui se trouve juste à proximité. La filière de traitement se fera par un procédé de boues activées à faible charge (aération prolongée) avec un traitement de l'azote et du phosphore. La qualité rejetée sera conforme aux standards internationaux, à savoir inférieure à 30 mg/l pour la DBO, inférieure à 30 mg/l pour les Mes, inférieur à 90 mg/l pour la DCO, inférieure ou égale à 10 mg/l pour l'azote et 50 à 80% (selon les saisons) pour le phosphore total [42].



Figure (18) : Station d'épuration de sidi merouane.

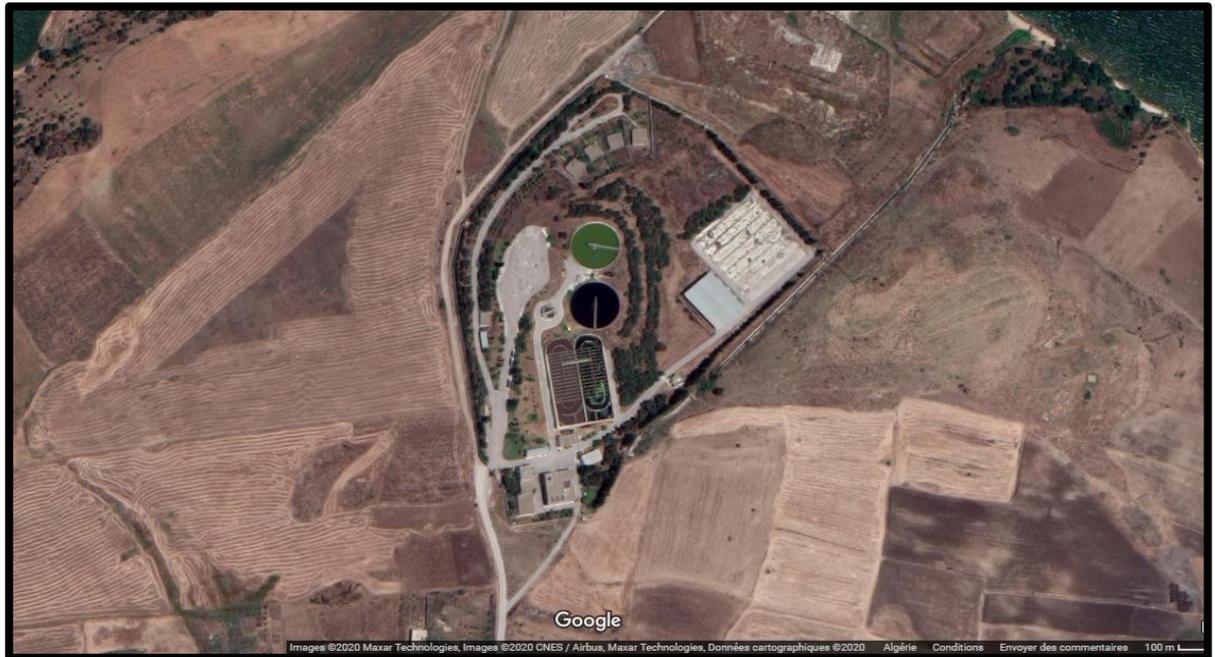


Figure (19) : Situation géographique de la STEP de Sidi Merouane.

III.4. Objectif de la station d'épuration :

La réalisation de la station d'épuration de la commune de Sidi Merouane destinée à épurer les eaux usées rejetées juste en amont du barrage Béni Haroun en vue de pallier aux problèmes de pollution du milieu récepteur.

L'objectif essentiel de cette station est de protéger le barrage de Béni Haroun contre le phénomène de pollution, sachant que ce barrage est destiné à l'alimentation d'eau potable de six wilayas de l'Est –de l'Algérie : Mila, Constantine, Batna, Jijel, Oum Elbouagui et Khenchela [43].

III.5. Données techniques de la STEP de Sidi-Merouane :

Les tableaux ci-dessous présentent les données techniques de la station :

Tableau (7) : Données générales de la STEP [31].

Nom de la station	STEP de Sidi Merouane
Commune de	Sidi Merouane
Wilaya de Mila	Mila
Milieu récepteur	Barrage de beni Haroun
Date de mise en service	20 Juillet 2009

Date de transfert de la station à l'ONA	20 Juillet 2011
Localité concernée par le traitement	Mila ; Grarem Gouga et Sidi Merouane
Nature des eaux brutes	Urbaines
Capacité de la station	20650 m ³ /J
Superficie de L'assiette	13 hectares
Groupement de réalisation	
-Génie civil	GCB
-Equipements	OTV
Dispositif d'assainissement de la ville	Unitaire
Système d'épuration	Boue activée ; Faible charge
Alimentation en eau usée	Par pompage Gravitaire (Ras el bir)

Tableau (8) : Bases de dimensionnement de la STEP [31].

Paramètre	Quantité
Charge hydraulique	
Equivalent. Habitant	137 000 EH
Volume journalier	20 650 m ³ /j
Débit moyen par temps sec	20 550 m ³ /j
Débit de pointe par temps sec	1 370 m ³ /h
Débit maximal admis en temps de pluie	25 340 m ³ /j
Charge massique (CM) 0.11	0.11
Charge polluante	
Charge journalière en DCO	19 180 kg/j
Charge journalière en DBO ₅	8 220 kg/j
Charge journalière en Mes	12330 kg/j

III.6. Description des différents ouvrages de la station d'épuration de Sidi Merouane :

III.6.1. Poste de relevage

Le débit de pointe à relever sur ce poste est de 1892m³/h en première phase, soit 92% du débit total de temps de pluie.

Les pompes du poste de relèvement, dont une est installée en secours, sont toutes équipées de variateurs de fréquence. Ceci assure un fonctionnement régulier et sans coups de bélier hydraulique. Ce poste de relèvement est dimensionné pour recevoir une pompe supplémentaire en deuxième phase pour absorber le débit prévu pour l'horizon 2030. Le poste de relèvement est équipé d'un déversoir de trop plein permettant de by passer directement les eaux vers le rejet les eaux brutes non relevées.

Tableau (9) : Description des équipements poste de relevage [42].

Nombre de pompe	3 (2+1 secours installé)
Type de pompe Centrifuge	Centrifuge, immergée
Débit unitaire nominal	946 m ³ /h
HMT	20 mCE
Puissance unitaire installée	75 KW, 3 pompes équipées d'un variateur de fréquence.



Figure (20) : Poste de relevage.

III.6.2. Dégrilleur grossier :

Les dégrilleurs grossiers, l'un à fonctionnement automatique et l'autre manuel, sont placés à l'entrée du poste de relèvement des eaux brutes (figure 22). Ils permettent de débarrasser les effluents des déchets de taille supérieure à 40cm [41].

Notre STEP est dotée de deux dégrilleurs grossier, un automatique et un manuel à l'entrée du poste de relèvement des eaux brutes, le dégrilleur automatique est asservi au fonctionnement des pompes, couplé à une détection de niveau [42].

Tableau (10): Description des équipements Dégrillage grossier [42].

Volume bache	54 m ³
Nombre de dégrilleurs	1+1 secours manuel installé
Espace entre les barreaux (entrefer)	40 mm
Largeur de canaux	1.2 m
Débit unitaire maximale admissible	2836 m ³
Vitesse de circulation	0.7 m/s
Dispositif de stockage des refus	2 bennes 1 m ³

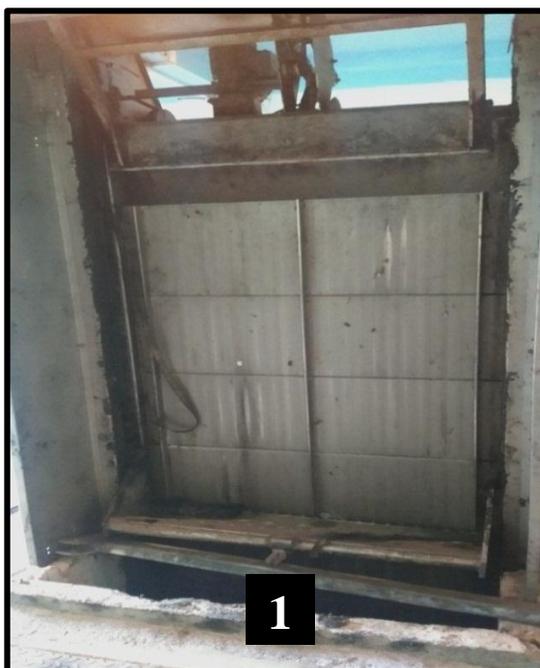


Figure (21) : Dégrilleur grossier (1 : manuelle, 2 : automatique).

III.6.3. Dégrilleur Fin

Après dégrillage grossier et relevage, les eaux brutes sont mélangées dans un ouvrage de répartition en amont. Elles transitent ensuite par un dégrilleur fin (entrefer 15mm) destiné à protéger l'ensemble des installations de l'accumulation de filasse et flottants de faibles volumes.

Ces dégrilleurs sont installés chacun dans un canal en béton. Une Troisième file est équipée d'une grille manuelle pour assurer les secours en cas de panne de l'un des dégrilleurs fins automatiques.

Tableau (11): Description des équipements Dégrillage fin [42].

Nombre de dégrilleurs	2 dégrilleur automatique+1 secours
Espace entre les barreaux (entrefer)	15 mm
Largeur de canaux	0.8 m
Débit maximale	2055 m ³
Vitesse de circulation	0.7 m/s
Ange d'inclinaison	75°
Contenaires	2×15m



Figure (22) : Dégrilleur fin (1 : manuelle , 2 : automatique)

III.6.4. Comptage des effluents

Un comptage des effluents admis dans la station est réalisé en aval du dégrillage fin dans un canal venturi. Le niveau est mesuré par ultra son.

Un préleveur automatique d'échantillon réfrigéré permet de contrôler la qualité des eaux à l'entrée et à la sortie de la station. Un by-pass de la station est installé à sortie du dessablage déshuilage.

Tableau (12): Caractéristiques de comptage des effluents [31].

Type de canal de comptage	Venturi en canal ouvert pour mesure par sonde ultrasonique
Construction	Polyester
Débit nominal	3100 m ³ /h

III.6.5. Dessableur- Déshuileur

L'objectif essentiel du dessablage est de retenir les particules sédimentables afin de protéger les installations bien que l'objectif du déshuilage est de retenir les graisses et les huiles. Ces deux étapes passent dans le même ouvrage dont le sable se dépose et les huiles flottent. L'injection de fine bulle d'air dans le bassin permet de faire remonter les huiles en surface ou elles sont raclées selon le principe de l'écumage. Le sable est récupéré par pompage. Le dessablage se fait trois fois par jour et le déshuilage est continu [41].

Tableau (13): Description des équipements Dessablage-déshuilage [42].

Nombre de ligne	2 en service +1 en secours
Type racleur	Pont automoteur
Largeur de canaux 4 m	4 m
Temps de séjour	18 min
Vitesse de circulation	0.7 m/s
Débit moyenne par ouvrage	528 m ³ /h
Vitesse de décantation moyenne	12.9 m/h



Figure (23) : Désableur _déshuileur.

III.6.6.Pompe à sable

Les pompes à sables refoulent les sables vers le classificateur avant le stockage en benne. Pour une fiabilité maximale de l'installation, on a par ailleurs prévu une pompe de soutirage des sables en secoure.

Tableau (14) : Description des pompes sable [31].

Nombre des pompes	5 (1 secours en caisse)
Type Pompe	à vortex en cale sèche
Débit unitaire Nominale	37 m ³ /h
HMT nominale	17 mCE
Puissance unitaire installé	7,5 kW



Figure (24) : Pompe à sable.

III.6.7. Classificateur à sable :

Le classificateur à sable extrait les sables de l'eau résiduelle pompée par les pompes à sable et les décharge sur la bande transporteuse commune aux refus des dégrilleurs et sables [31].

Il a les dimensions suivantes :

Tableau (15) : Caractéristiques de classificateur à sable.

Nombre de classificateurs	1
Capacité	51 m ³ /h
Volume du conteneur de sable	15 m ³



Figure (25) : Classificateur à sable.

III.6.8. Traitement biologique

Le traitement biologique effectué est un traitement par boues activées à faible charge travaillant en nitrification-dénitrification, associée à une déphosphatation biologique.

Pour une fiabilité maximale et une grande souplesse d'exploitation, le traitement biologique (boue activée + clarification) est constitué par deux files parallèles et isolables l'une de l'autre. Un répartiteur amont permet d'équilibrer la distribution sur chaque file mais aussi d'isoler une file par simple jeu de vanne, ou bien de by passer le traitement biologique.

Il y a deux bassins biologiques en béton armé d'une capacité de 13000 m³, Chaque bassin biologique est constitué de trois zones :

- ✓ Zone anoxie amont
- ✓ Zone anaérobie
- ✓ Chenal ou se succèdent des zones anoxies et aérées.

Tableau (16) : Caractéristique des bassins biologiques [42].

Nombre de file	2
Volume globale de réacteur biologique	26000 m ³
Charge volumique	0.263 kg DBO/m ³ /j
Temps de séjour	30.4 h
Vitesse de circulation	0.7 m/s



Figure (26) : Bassin biologique.

III.6.8.1. Zone anoxie amont

Cette cuve spécifique placée en tête de traitement biologique permet la mise en contact de la boue de recirculation avec une forte charge polluante, ce qui permet de jouer localement sur la composition en substrat du milieu et d'assurer une sélection bactérienne limitant le développement des filamenteuses. Cette zone non aérée permet d'éliminer les nitrates et de garantir une zone anaérobie stricte dans le second compartiment [31].

III.6.8.2. Zone anaérobie

Ce processus s'effectue dans le deuxième compartiment de la bêche accolée à chaque chenal. La déphosphoration biologique se traduit par un transfert de phosphore de la phase liquide (eaux usées) vers la biomasse épuratrice qui s'enrichit progressivement en phosphore. Après avoir éliminé dans le premier compartiment d'anoxie amont les nitrates contenus dans la recirculation des boues, les cellules épuratrice vont se trouver en milieu strictement anaérobie, c'est-à-dire sans apport d'aucune source d'oxygène (O₂, NO₂, NO₃).

L'élimination du phosphore par voie biologique ne se produit qu'en présence de condition d'anaérobiose. C'est-à-dire une absence d'oxygène sous forme libre au combinée mais aussi en présence de carbone facilement assimilable, pour cela, l'effluent ne doit pas être aéré et contenir une quantité minimale de nitrate, ceci pour éviter qu'une dénitrification partielle se réalise dans cette zone. Le processus de déphosphoration Cas du chlorure ferrique est représenté par l'équation suivante :

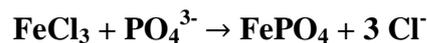


Tableau (17): Caractéristiques de la zone anaérobie [42].

Forme	rectangulaire
Volume	1550+2550 m ³
Nombre d'agitateur	4
Concentration O₂	2-4 mg/l



Figure (27) : Zone anaérobie.

III.6.8.3. Chenal avec zone anoxie et aérée

III.6.8.3.1. Zone anoxie dans le chenal :

La dénitrification est faite par circulation de liqueur mixte à l'intérieure du chenal à l'aide d'agitateurs lents du type " pale banane". Cette configuration combinée aux alternances de phase aérée et non aérée développe des conditions anoxiques propices à la dénitrification [42].

Le processus de dénitrification est représenté par l'équation suivante :



Figure (28) : Zone anoxie dans le chenal.

III.6.8.3.2. Zone aérée dans le chenal

En présence d'oxygène, il y a oxydation de la pollution carbonée, nitrification et accumulation de phosphore dans les cellules bactériennes. L'aération est assurée par des diffuseurs « fines bulles » gru tables, placés en fond de bassin, associé à une agitation. Ce processus est effectué dans chaque chenal.

La hauteur d'eau permet de bénéficier d'un bon rendement de dissolution de l'oxygène, a fortiori avec une circulation générale de la liqueur mixte, grâce aux agitateurs lents. La production d'air est assurée par cinq(05) suppresseurs (dont 1 en secours) pour l'ensemble des deux chenaux [43].

Le processus de nitrification est représenté par les équations suivantes :



Tableau (18) : Description des équipements dans la zone aérée [31].

Nombre	2 (1 par file)
Volume total	21900 m ³
Nombre agitateur	4 (2 par fille)
Surpresseur d'air	5 (4+1 de secoure installé)



Figure (29) : Zone aérée dans le chenal.

III.6.8.3.3. Système d'aération

Consiste à réaliser l'aération par une insufflation d'air, au fond de bassin. Cette insufflation de types fines bulles est assurée par des membranes souples et incomptables qui permettent d'obtenir des rendements de transfert élevés et par conséquent un moindre cout énergétique [31].



Figure (30) : Système d'aération.

III.6.9. Dégazage :

La station est munie d'un dégazeur en béton armé de forme circulaire et d'une capacité de 45m³. Ce dernier recueille les flottants à la sortie des bassins d'aération pour qu'ils soient raclés et envoyés vers la bache en graisse du prétraitement. A chaque épuration, il y'a une formation de quelques types de gaz dont le rôle est d'éliminer le maximum des résidus même les gaz purs.

Ainsi le dégazeur assure le dégazage et recueille les flottants de la liqueur mixte issue et parmi ces gazes il y'à le méthane et l'azote. Une goulotte placée sous la surface de dégazage permet la récupération des flottants lors du passage du racleur circulaire placés en surface le l'ouvrage [41].

Tableau (19): Caractéristiques de dégazeur [42].

Nombre	1
Forme	circulaire
Volume	450 m ³
Diamètre	9 m
Profondeur	8 m



Figure (31) : Dégazeur.

III.6.10. Clarificateur et la recirculation des boues

III.6.10.1. Clarificateur (décanteur)

Cette phase permet de séparer, par décantation, les boues ou résidus secondaires issus de la dégradation des matières organiques. Cette décantation est opérée dans des bassins spéciaux appelés clarificateurs. L'eau entre très lentement dans le bassin circulaire de clarification (33 m de diamètre et 3,5 m de profondeur) par le bas d'une tour central.

- ✚ Les boues décantées au fond du bassin sont pompées par des buses d'aspiration situées sur le pont tournant, puis elles sont renvoyées en plus grande partie vers le bassin d'aération. La partie excédentaire étant dirigée vers un circuit ou une étape de traitement spécifique.
- ✚ Les eaux débarrassées de 80 à 85% de ses impuretés sont rejetées directement vers le barrage de " Beni Haroun" [42].

Tableau (20): Caractéristique de clarificateur [43].

Nombre de clarificateurs	2
Type (La forme)	Circulaire
Volume	5323 m ³
Diamètre	44 m
Temps de séjour	4.8 h
Hauteur d'eau	3.5 m



Figure (32) : Clarificateur.

III.6.10.2. Recyclage et extraction des boues

Les boues soutirées sont envoyées via le fut central de chaque ouvrage vers le puits à boues et en utilisant des pompes pour recycler une partie vers la bassin biologique (Q recirculation = 551 m³/h), d'autre part des boues envoyées vers le poste d'épaississement (Q max = 70 m³/h) des boues à traiter, le volume des boues recyclées, ainsi que les boues en excès, sont comptabilisés [31].

Tableau (21) : Description de l'équipement de recirculation et extraction des boues [43].

Types	Pompes centrifuges immergée
Nombre	6(4+2 secoure installé)
HMT	5 mCE
Débit unitaire	551 m ³ /h
Puissance unitaire	12.5 KW

**Figure (33) :** Recirculation des boues.

III.6.11.Comptage et production des eaux de service

Les eaux traitées sont collectées et acheminées par canalisation vers un canal de comptage de type Venturi. Un préleveur automatique d'échantillons, en poste fixe et thermostaté, permet de contrôler la qualité des eaux traitées. Un poste de surpression d'eau permet la production d'eau industrielle à partir de l'eau traitée soutirée avant comptage.

Tableau (22): description des équipements de comptage et production [42].

Type des pompes	Rotor excentré centrifuge immergée
Nombre des pompes	4(2+2 secours installé)
Débit unitaire	70 m ³ /h
Puissance unitaire	11 KW
HMT	91.1 m

III.6.12. Déshydratation des boues

III.6.12.1. Table D'égouttage :

Les boues sont extraites depuis les bâches de recirculation par quatre pompes dont deux en secours alimentant les tables d'égouttage.

Les boues extraites sont floculées par injection d'un polymère en tête de chaque machine, ce qui permet d'améliorer la formation des floccs. La séparation gravitaire s'effectue dans la zone d'égouttage où la plupart du liquide présent entre les matières en suspension s'écoule. La table est équipée de peignes (déflecteurs) qui drainent la boue et la repartissent sur la toile. En situation future (horizon 2030) une troisième table d'égouttage sera placée dans le local d'épaississement à l'emplacement réservé à cet effet [42].



Figure (34) : Table d'égouttage.

III.6.12.2. Conditionnement au polymère

Le polymère livré en poudre et stocké dans le local de traitement des boues, il est dosé et dilué avec de l'eau potable. Afin d'assurer une bonne dilution, la préparation automatique est équipée de deux agitateurs pendulaires.

Il y a deux pompes de dosage par file, dont une de secours. Enfin, une alimentation en eau industrielle permet une dilution supplémentaire en ligne du polymère avant son injection en tête des tables d'égouttage [31].



Figure (35) : Logement de Préparation du polymère.

III.6.12.3. Filtres à bandes :

En ligne avec chaque table d'égouttage est en place un filtre à bandes. Ces filtres consistent en 02 bandes tendues par des rouleaux (en textile perméable) qui leur permettent d'envelopper la boue en une couche homogène pour la déshydrater sous l'action de la pression d'écrasement.

Tableau (23) : Description des équipements des filtres à bandes [42].

Nombre d'unité	2
Largeur de bandes	2 m
Caractéristique de fonctionnement	7 j/semaine -8 h/j
Siccité en sortie	18 %



Figure (36) : Filtre à bande.

III.6.13. Séchages des boues :**III.6.13.1. Lits de séchage :**

Les boues déshydratées sont dirigées vers une benne de reprise par tapis transporteurs pour être épandues sur des lits de séchage. Chaque lit de séchage est constitué :

- D'un revêtement bétonné en pente.
- D'une bordure ajoutée de maintien des boues.
- D'un caniveau de drainage.

Les boues sont amenées et épandues sur les lits de séchage par le tracteur équipé de sa benne après remplissage au moyen d'un tapis transporteur installé en aval des filtres à bandes installés dans le local épais si sèment. L'eau excédentaire est évacuée par séchage naturel.

La siccité obtenue en fin de séchage est de 40% en moyenne. La gestion des lits de séchage fait se succéder pour chaque lit plusieurs fois par an les étapes suivantes :

- Épandage des boues déshydratent sur les lits ;
- Séchage grâce en particulier au vent ;
- Curage de la boue séchée ;
- Séchage grâce en particulier au vent ;
- Curage de la boue séchée [42].

Tableau (24): Caractéristiques des lits de séchage des boues [31].

Surface totale	4000 m ²
Surface d'un lit	500 m ²
Temps de séchage hivernal	Temps de séchage hivernal 3 semaines
Temps de séchage estival 2 semaines	Temps de séchage estival 2 semaines
Réseau de drainage Evacuation périphérique	Réseau de drainage Evacuation périphérique



Figure (37) : Lits de séchages.

III.6.13.2. Aire de stockage :

Les boues séchées régulièrement et stockées jusqu'à 06 mois dans une aire couverte placée à proximité des lits et de la voirie. Le curage est facilité par le choix de revêtement. En effet, le sable de percolation n'est pas nécessaire ici puisque les boues à sécher sont déjà déshydratées mécaniquement.

Tableau (25) : Caractéristiques d'aire de stockage [31].

Surface totale	1300 m ²
Volume de stockage	2931 m ³
Revanche de mur	3 m
Hauteur moyenne des boues	2,25 m



Figure (38) : Air de stockage.

III.6.14. Poste toutes eaux :

Ce poste reçoit des retours internes d'origines diverses :

- ✚ eau du classificateur à sable ;
- ✚ égouttures ou eaux de lavage issues des dérailleurs et du compacteur ;
- ✚ eaux de nettoyage (sols, tuyauteries...) ;
- ✚ filtrats des tables d'égouttages.

Les égouttures sont collectées par un réseau de regard et de canalisation gravitaire. Le poste toutes eaux est équipé de trois pompes de relèvement dont un en secours installé et de capture de niveau pour leur asservissement. Les retours issus du poste toutes eaux doivent être envoyés à l'amont des dessableurs [42].

Tableau (26): Description des équipements de poste toutes eaux.

Dimension	4.9m x2.6m x2m
Nombre des pompes	3
Débit unitaire	130 m ³
HMT	8.5 mCE
Puissance unitaire	5.5 KW

III.6.15. Equipements annexes

III.6.15.1. Désodorisation biologique :

Pour éviter les nuisances à l'extérieur de la station, l'air vicié et collecté est orienté vers une unité de désodorisation avant rejeté. Pour garantir un bon rendement d'élimination de polluant (Principe ment H_2S , NH_3^- ...), la station de Sidi Merouane applique le procédé ALIZAR de bio -désodorisation autotrophe.

D'une façon générale, on peut distinguer deux étapes dans le fonctionnement d'un lit autotrophes ALIZAR, qui est un bioréacteur à circulation d'air garni d'un matériau minéral biodagène. Le flux de l'air à traiter est ascendant. Un plancher perforé soutient le matériau permettant à l'air de s'infiltrer uniformément et à l'eau d'arrosage de s'écouler. ALIZAR nécessite peu d'investissement. Il est très économe en énergie, son coût d'exploitation reste faible.



Figure (39) : Désodorisation biologique.

III.6.15.2. Ventilation :

La prévention des odeurs s'articule autour des principes suivants :

- Éviter leur formation en privilégiant les phases aérobies ;
- Éviter leur propagation en réduisant les surfaces d'échange eau air.

La ventilation a pour but d'aspirer de l'air frais, d'évacuer l'air vicié à l'extérieur en base ou vers une unité de désodorisation biologique et éventuellement, de chauffer certains locaux

d'exploitation. Ces fonctions sont assurées par des prises d'air, des extracteurs d'air et des résistances chauffantes.

Pour l'opération nous avons installé ce qui suit:

- 02 ventilateurs d'extraction d'air vicié pour la désodorisation ;
- 03 ventilateurs pour extraction d'air chaud dans le local des supprimeurs [16].



Figure (40) : Ventilation.

III.6.15.3. Poste FeCl_3

L'injection de chlorure ferrique sert au traitement physico chimique du phosphore. Le poste est composé de deux cuves de stockage utilisées alternativement et d'une armoire de trois pompes doseuses.

Une injection est prévue au niveau de chaque bassin de boues activées ; il y a une pompe doseuses par file et une pompe de secours commune aux trois fils, Les pompes aspirent dans un collecteur d'aspiration qui peut être alimenté à partir des deux cuves. Les vannes de soutirage des cuves sont des vannes manuelles [16].



Figure (41) : Poste FeCl_3 .

III.6.15.4.Utilités (eau potable, eau industrielle, réactifs)

a) Eau potable

Un réseau d'eau potable est installé pour alimenter la nouvelle usine de dépollution. Il est raccordé au réseau de la ville et comprend les branches suivantes :

- + Alimentation des locaux-vie.
- + Alimentation de tous les locaux techniques le nécessitant :
 - ✓ Aire de dépotage des réactifs et douche de sécurité ;
 - ✓ Points de lavage pour le personnel ;
 - ✓ Préparation de polymère, dilution primaire.

b) Eau industrielle :

L'eau clarifiée est pourvue d'alimenter les points stratégiques pour le rinçage et le nettoyage des équipements, un groupe de pompe hydrophone est installé [16].

c) Réactifs :

La station est dotée de quatre réactifs ayant chacun un rôle principal dans le principe d'épuration. Les produits utilisée sont : (chlorure ferrique, polymère, acide phosphorique, la potasse) [16].

III.6.15.5. Salle de supervision :

L'état de fonctionnement de chaque équipement sera signalé par trois voyants (vert, rouge et jaune):

- La couleur verte continue signale l'état de marche ;
- La couleur jaune clignotante rapide signale l'état de défaut ;
- La couleur jaune clignotante lent signale l'état de défaut après acquittement alarme sonore ;
- La couleur rouge continue signale l'acquittement du défaut ou machine à l'arrêt.

Les alarmes spécifique de certaines sécurités, telles que d'urgence ou autres seront visuellement signalées par voyant monocolore.

- L'état clignotant avec alarme sonore ;
- L'état fixe après acquittement alarme sonore ;
- L'état après acquittement de l'alarme visuelle et la suppression de l'origine de l'alarme.

Une armoire d'automate maître sera installée dans la salle de commande composée essentiellement d'un onduleur de puissance 1200VA, une alimentation de 24V DC, une sirène et un automate programmable [43].

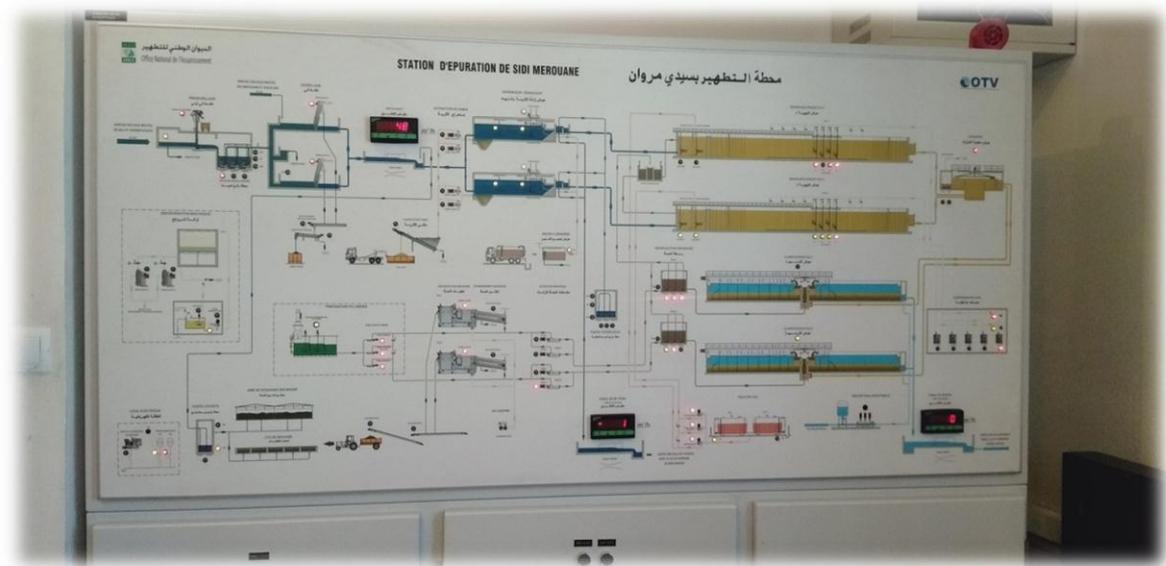


Figure (42) : Salle de supervision.

III.7.Conclusion

Dans ce chapitre nous avons étudié le fonctionnement de la STEP de sidi Merouane, les étapes d'épuration des eaux usées ainsi que les différents ouvrages et équipements installés.

On a conclu que le processus de traitement des eaux usées de la STEP de sidi Merouane se base sur la boue activé à faible charge.

Il est intéressant de dire que le bon fonctionnement de la station d'épuration étudiée conduit à une eau épurée de très bonne qualité.

.

*Chapitre (IV) : Matériels et
méthodes*

IV.1.Introduction

Afin de prouver l'efficacité de la chaîne du traitement des eaux usées et leur rendement dans la station d'épuration de sidi Merouane, 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 : DBO₅, DCO, Mes, pH, T°, NO₂⁻, NH₃⁺, PO₄⁻, O₂, conductivité.

IV.2. Echantillonnage :

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté. Il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée, Les prélèvements des échantillons d'eaux usées brutes et traitées sont effectués pendant l'année 2019, Les échantillons doivent être mis en analyse dans un délai de 24 heures après le prélèvement.

IV.3. Point de prélèvement :

Les récipients utilisés ne doivent pas apporter de substances toxiques et assurer une fois bouchés une protection totale contre toute contamination extérieure, Le prélèvement est effectué dans une bouteille en plastique de 10 L dans le laboratoire pour les analyser.

La réalisation des prélèvements des échantillons d'eaux brutes et épurées a été réalisée dans des endroits bien définis :

- **Premier préleveur** : prélève des eaux usées brut « après dégrilleurs fines »
- **Deuxième préleveur** : prélève des eaux épurées « à la sortie de la STEP »

Le prélèvement des boues dans le bassin d'aération s'effectue manuellement après 10min de démarrage des diffuseurs d'air.



Figure (43) : Prélèvement à L'entrée (1 : point de prélèvement après dégrilleur fin ; 2 : préleveur automatique des eaux brut).



Figure (44) : Prélèvement à la sortie (1 : point de prélèvement après décanteur ; 2 : préleveur automatique des eaux épurée).

IV.3.1. Echantillonnage instantané des boues activées :

Après 15 minutes de la marche des supprimeurs ; On prélève des échantillons des boues activées au niveau de chenal anoxie-aérobie à l'aide d'une tige échantillonneur.

Le volume de prélèvement minimal suggéré pour un échantillon des boues activées est d'environ un litre, peu importe le volume requis pour l'analyse au laboratoire, et ce, afin d'avoir un volume d'échantillon représentatif de la boue. Les échantillons sont prélevés en profond de bassin d'aération ou la boue activée à échantillonner.



Figure (45) : Point de prélèvement des boues activées au niveau de chenal anoxie-aérobie.

IV.3.2. Echantillonnage instantané des boues recirculées :

Les échantillons des boues recirculées sont prélevés à l'entrée de bassin biologique à l'aide d'une tige échantillonneur et on respectant l'échantillonnage en profondeur au cours de l'opération. Le volume de prélèvement minimal suggéré pour un échantillon des boues recirculées est d'environ un litre.



Figure(46) : Point de prélèvement des boues recirculées.

IV.4. Laboratoire :

Le laboratoire de la STEP de Sidi Merouane est équipé de divers instruments pour réaliser les mesures physico-chimiques nécessaires pour connaître la qualité de l'eau et l'efficacité d'épuration.

Les analyses sont assurées par le matériel détaillé ci-après :

- Spectrophotomètre 400-800 nm (matériel commun à l'analyse de l'azote et du phosphore et DCO)
- Réacteur DCO
- Thermo réacteur
- Agitateur magnétique
- Oxymétrie
- Centrifugeuse
- Dessiccateur
- Balance de précision
- pH mètre portable
- pH mètre poste fixe
- Conductimètre portable
- Four à moufle
- Thermomètres
- L'étuve
- Imhoff
- Incubateur DBO
- Pipette graduées 1ml, 2ml, 10ml (de chaque)
- Pipette graduées 25ml, 50ml, 100ml (de chaque)
- Pipette jaugées à un trait (2ml, 5ml, 10ml, 25ml, 50ml, 100ml, 200ml) (de chaque)
- Pisteurs manuel
- Bêchers 400ml, 600ml, 1000ml (de chaque)
- Minuteur de table 60min
- Eprouvette verre et plastique
- Flacon plastique



Figure (47) : Le laboratoire de la STEP de Sidi Merouane.

IV.5. Détermination de la qualité physico-chimique de l'eau (usée et épurée)

Afin de déterminer la qualité des effluents à traiter, des analyses physico-chimiques seront effectuées au niveau du laboratoire de la STEP de Sidi Merouane. Les paramètres considérés sont les suivants :

IV.5.1. Les paramètres physiques de l'eau (usée et épurée)

IV.5.1.1. La température (T) :

La température est un paramètre physique de l'eau jouant un grand rôle dans la solubilité des gaz dans l'eau et sur la vitesse des réactions chimiques et biochimiques [5].

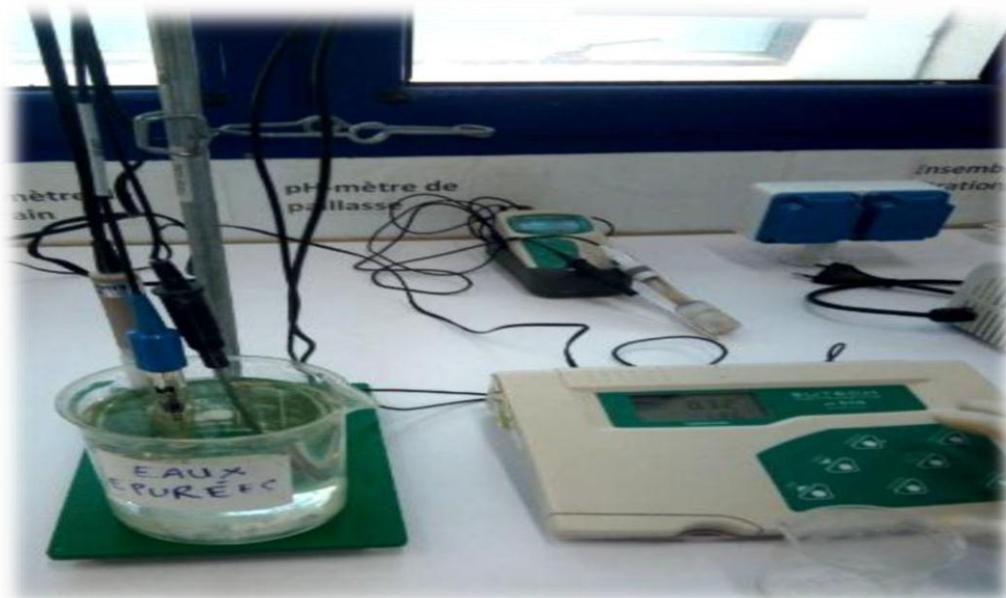
La mesure de la température a été effectuée par l'utilisation d'un thermomètre étalonné, il peut s'agir de thermomètre à mercure, de thermocouples. Nous prenons un échantillon, soit eau brute ou eau épurée ensuite on immerge les électrodes du Thermomètre jusqu'au niveau de la lecture et on laisse l'indicateur se stabiliser puis lire la température.



Figure (48) : La mesure de la température (T) par un thermomètre.

IV.5.1.2. Le potentiel d'hydrogène (pH) :

La mesure du pH a été effectuée à l'aide d'un pH mètre, La méthode consiste à plonger l'électrode dans l'échantillon contenu dans un bêcher. Après la stabilisation de l'affichage sur le cadran du pH-mètre, on lit la valeur du pH directement.



Figure(49) : La mesure du pH par le pH mètre.

IV.5.1.3. La Conductivité électrique (CE)

La mesure de la conductivité permet d'évaluer, approximativement la minéralisation globale de l'eau. Elle est mesurée à l'aide du conductimètre et les résultats obtenus sont

exprimés en $\mu\text{s}/\text{cm}$. Il existe une relation linéaire entre la teneur en sels dissous d'une eau et sa conductivité. La mesure de la conductivité est influencée par le pH de la solution [20].

La méthode consiste à rincer les deux électrodes du conductimètre avec de l'eau distillée puis plonger la sonde dans le bécher contenant l'eau à analyser, en suite régler la température et mesurer la conductivité. La valeur de la conductivité est lue directement sur le conductimètre en $\mu\text{s}/\text{cm}$.

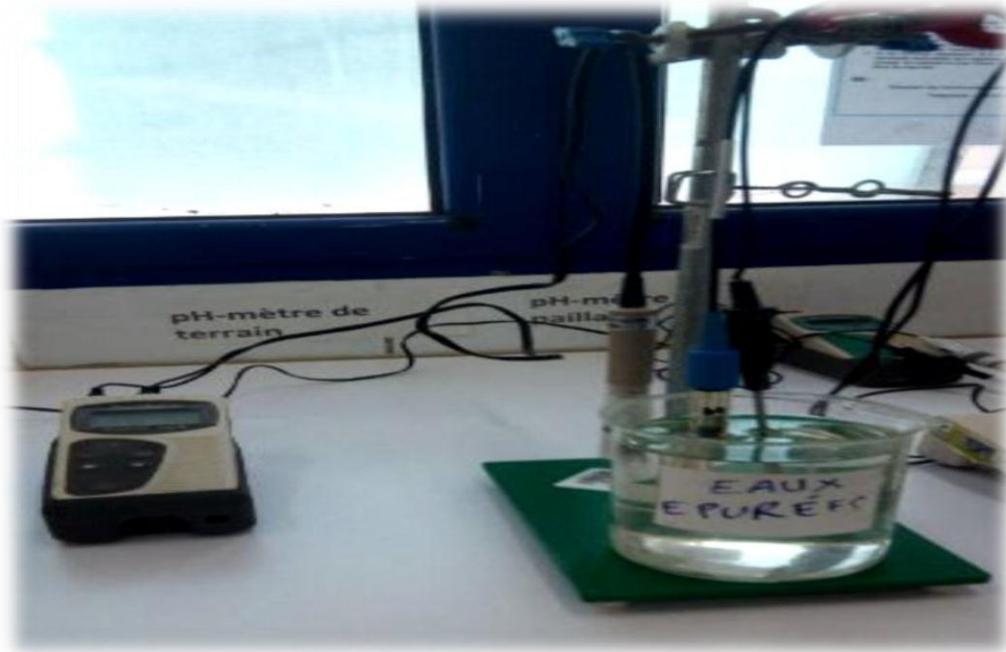


Figure (50) : La mesure de la conductivité électrique (CE) par un conductimètre.

IV.5.1.4. L'oxygène dissous (OD)

L'oxygène dissous est un composé essentiel de l'eau car il est indispensable pour la dégradation biologique des matières polluantes qui se fait principalement en aérobiose. Sa concentration est très faible et, le plus souvent proche du zéro dans les eaux résiduaires (ERU) brutes, du fait de la concentration importante en composés réducteurs et de l'activité des microorganismes présents. La solubilité de l'oxygène dans l'eau dépend de différents facteurs dont, les températures, la pression et la force ionique du milieu [37].

Actuellement la mesure électrochimique est la méthode la plus utilisée pour déterminer la concentration en oxygène dissous des eaux à l'aide d'un oxymètre.

La méthode de mesure consiste à Rincer l'électrode de l'appareil avec l'eau distillée puis Prendre dans un bécher une quantité de l'eau à analyser ensuite Tremper l'électrode dans le

bêcher et Laisser stabiliser un moment avec une faible agitation. Finalement noter le résultat en mg O₂ /l.



Figure (51) : La mesure de l'oxygène dissous (OD) par un oxymétrie.

IV.5.1.5. La matière en suspension (Mes) :

Les matières en suspension sont mesurées par deux méthodes :

A) Par filtration (cas des eaux peu chargés) :

Les méthodes gravimétrique reposent sur le calcul de la masse de matière sèche (mg/l) obtenue après séparation des Mes de l'eau puis déshydratation à 105°C. La séparation des Mes se fait à l'aide d'un équipement de filtration sous vide ou sous pression qui permet le passage de l'eau à analyser sur le filtre en fibres de verre. Les Mes sont retenues sur le filtre qui est ensuite séché à 105°C, de manière à éliminer l'eau retenue dans le filtre. La masse du résidu retenue est déterminé par pesée [5].

✓ **Matériel utilisé :**

- Appareil de filtration sous vide.
- Membranes en fibres de verre borosilicaté « Millipore »
- Balance de précision (+ 0.1 mg).
- Etuve à 105°C
- Dessiccateur
- Pince

✓ **Mode opératoire**

-Sécher la membrane 15 min à l'étuve 105°C.

- Refroidir le dans le dessiccateur et peser : soit m_1
- Prélever un volume d'eau V tel que la masse de matières retenues sur le filtre soit au moins de 1mg/cm^3 V ne doit pas être inférieur à 100 ml.
- Placer la membrane sur le support, fixer l'ensemble de filtration, verser l'eau sur la membrane, mettre sous vide et laisser filtrer le liquide jusqu'à écoulement complet.
- Rincer à l'eau distillée, couper le vide et retirer la membrane et la sécher à l'étuve à 105°C jusqu'à avoir une masse constante (au moins 2h).
- Refroidir au dessiccateur et peser : soit m_2 .
- Poids de matières en suspension est exprimé en mg/l selon (Rodier, 2005) par la relation suivante :

$$Mes = [(m_2 - m_1) \times 1000] / v \quad (\text{mg/l})$$

m_2 : la masse du filtre après filtration en mg.

m_1 : la masse du filtre avant filtration en mg.

v : volume de l'échantillon en ml.

B) Par la méthode de centrifugation :

Cette méthode de détermination peut être réalisée sur les eaux usées lorsque les teneurs en MES sont élevées.

✓ **matériel utilisés :**

- Une centrifugeuse.
- 04 flacons de centrifugation.
- Etuve à 105°C .
- Creuset en porcelaine.
- Dessiccateur.
- Pince à creuset.

✓ **Mode opératoire**

- Nous avons prélevé un échantillon d'un litre minimum et homogénéisé le contenu du flacon par agitation, puis introduit l'eau dans le flacon de centrifugeuse. Ce dernier est centrifugé pendant 20 min à 1600 tr/min.
- Le surnageant est vidé alors que le culot de boue est recueilli dans une capsule de porcelaine.
- Le culot est séché pendant 24 heures à l'étuve à 105°C .

- Refroidir au dessiccateur. La teneur en matière en suspension est pesée en mg/l [26].

$$MES = [(m2-m1) \times 1000] / v \text{ mg/l}$$



(a) Le dessiccateur



(b) L'ensemble de filtration sous vide



(c) centrifugeuse



(d) L'étuve à 105°C

Figure (52) : Matériels de la mesure de la matière en suspension.

IV.5.2. Les paramètres chimiques de l'eau (usée et épurée):**IV.5.2.1. La demande biochimique en oxygène pendant cinq jours (DBO₅) :**

La DBO₅ est mesurée au bout de cinq jours à 20°C (température favorable à l'activité des micro-organismes consommateurs d'O₂) et à l'obscurité (afin d'éviter toute photosynthèse parasite).

Deux échantillons sont nécessaires, le premier sert à la mesure de la concentration initiale en O₂ et le second à la mesure de la concentration résiduaire en O₂ au bout de cinq jours. La DBO₅ est la différence entre ces deux concentrations. Les mesures seront effectuées sur un même volume et le second échantillon sera conservé cinq jours à l'obscurité 20°C [5].

✓ Matériels utilisés :

- Système de mesure Oxitop
- Système d'agitation inductif
- Armoire thermostatique d'incubateur (température 20 ° C ± 1° C)
- Bouteilles d'échantillon marron (volume nominal 510 ml)
- Tiges d'agitation
- Dissipateur de tige
- béciers de mesure de débordement appropriés
- Tremblements de caoutchouc

✓ Réactifs utilisés:

- Comprimés d'hydroxyde de sodium.
- Inhibiteur de nitrification.

✓ Mode opératoire :

On générale, on utilise le volume 164 ml pour les eaux épurées et 365 ml pour les eaux usées. Dans deux bouteilles de 500 ml. On met 164 ml d'eaux épurées et 365ml d'eaux usées, ensuite on les met dans l'incubateur à 20°C, et dans lesquels on met un barreau magnétique pour assurer une agitation continue. Les deux bouteilles restent ouvertes pendant une heure du temps, ensuite on met l'inhibiteur de dénitrification et 3 pastilles de soude (NaOH) dans deux cupules en caoutchouc et on ferme par les calculateurs Oxitop. L'incubateur reste fermé pendant 5 jours, après la DBO₅ est donnée en mg /l.



DBO mètre

Flacon à DBO₅

Figure (53) : Mesure de la demande biochimique en oxygène pendant cinq jours (DBO₅).

IV.5.2.2. La demande chimique en oxygène (DCO) :

La valeur de la DCO est une indication importante, avec laquelle on peut caractériser la pollution globale d'une eau par des composés organiques. Cette mesure correspond à une estimation des matières oxydables, présentes dans l'eau quelle que soit leur origine, organique ou minérale, biodégradable ou non [44].

La détermination de la DCO se fait essentiellement selon la méthode par microdosage (Test en tube).

✓ **Matériel utilisé :**

- Thermo réacteur.
- Spectrophotomètre.
- Pince à tube.
- Portoir des tubes.
- Poire pour pipette

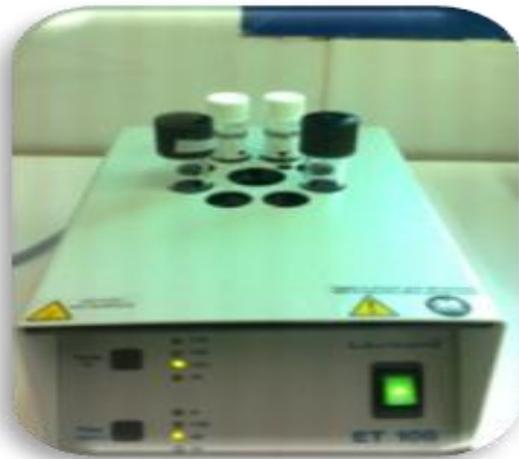
✓ **Réactifs utilisés :**

- (02) tubes : 0 – 150 mg / l pour le dosage du DCO de l'eau épurée.
- (02) tubes : 0 – 1500 mg / l : pour le dosage du DCO de l'eau entrée de la station.

✓ **Mode opératoire :**

- Retirer le bouchon d'un tube de réaction et ajouter 2 ml de l'eau distillée.

- Retirer le bouchon d'un autre tube de réaction et ajouter 2ml de l'eau usée (c'est le tube de l'essai).
- Fermer les tubes avec le bouchon et homogénéiser les soigneusement et plusieurs fois pour mélanger le contenu (Attention : les tubes prendre plusieurs temps pour bien homogénéiser).
- Chauffer les tubes pendant 120 minutes dans un thermo-réacteur à une température de 150°C (Attention : les tubes sont chauds).
- Homogénéiser les tubes plusieurs fois pendant l'opération d'échauffement.
- Retirer les tubes au thermo-réacteur.
- Agiter les tubes et laisser les refroidir à la température ambiante avant la mesure.
- Placer le blanc dans la chambre de mesure et appuyer sur le bouton zéro.
- Retirer le blanc de la chambre de mesure.
- Placer le tube d'échantillon dans la chambre de mesure et appuyer sur le bouton test.
- Le résultat est exprimé en mg / l O₂.



(a) Thermo-réacteur



(b) Spectrophotomètre

Figure (54) : Mesure de la demande chimique en oxygène (DCO).

IV.5.2.3. Nitrites (NO₂⁻):

Les nitrites sont considérés comme polluant très nuisible à la santé de l'être humain et au animaux (le taux de NO₂⁻ devient nocif quand il dépasse 0.5 mg/l) taux doit être contrôlé régulièrement, un taux important survient en générale lorsque l'eau est sur chargée en matières aussi parfois lorsque vous rajoutez de nouvelles pierres vivantes. En milieu

chlorhydrique, et en présence d'ion ammonium il se forme un complexe coloré en jaune dont l'intensité est proportionnelle à la concentration en nitrites [37].

La détermination de nitrites se fait selon la méthode par microdosage (Test en tube).

✓ **Matériels utilisés :**

- Spectrophotomètre.
- Pince à tube.
- Portoir des tubes.
- Poire pour pipette.

✓ **Réactifs utilisés :**

- (04) Tubes: 0.003 – 0.5 mg / l N-NO₂.
- (10) ml d'eau distillée.

✓ **Mode opératoire :**

- Eau brute : 0-0,5 mg/l NO₂⁻ .Code 276.
- Eau épurée : 0,003-0,5 mg/l NO₂⁻ .Code 275.
- Retirer le bouchon d'un tube de réaction et ajouter 5 ml de l'eau distillée.
- Retirer le bouchon d'un autre tube de réaction et ajouter 5 ml de l'eau usée (c'est le tube de l'essai).
- Fermer les tubes avec les bouchons et homogénéiser les soigneusement et plusieurs fois pour mélanger le contenu.
- Appuyer sur « OK » sur le spectromètre ; et attendre la réaction pendant 20 min.
- Placer le blanc dans la chambre de mesure et appuyer sur le bouton « Zéro ».
- Retirer le blanc de la chambre de mesure
- Placer le tube de test dans la chambre pour mesurer et appuyer sur le bouton « Test » . Le résultat est exprimé en mg / l NO₂⁻.



Figure (55) : Mesure de Nitrite.

IV.5.2.4. L'azote ammoniacal (NH_3^+)

Elle se fait selon la méthode par microdosage (Test en tube).

✓ Matériels utilisés :

- Spectrophotomètre.
- Pince à tube.
- Portoir des tubes.
- Poire pour pipette

✓ Réactifs utilisés :

- (02) tubes : 0.02 – 2.5 mg / l pour le dosage du NH_3 de l'eau épurée.
- (02) tubes : 0 – 50 mg / l pour le dosage du NH_3 de l'eau brute.
- 2.1 ml d'eau distillée.
- (04) sachets en poudre de salicylate d'ammonium F5.
- (04) sachets en poudre de cyanurates d'ammonium F5.

✓ Mode opératoire :

- Retirer le bouchon d'un tube de réaction et ajouter 0,1 ml de l'eau distillée (C'est le tube de blanc).
- Retirer le bouchon d'un autre tube de réaction et ajouter 0,1 ml de l'eau usée (c'est le tube de l'essai).
- Ajouter dans chaque tube un sachet de salicylate d'ammonium F5.
- Ajouter dans chaque tube un sachet de cyanurates d'ammonium F5.
- Fermer les tubes avec les bouchons et homogénéiser les soigneusement et plusieurs fois pour mélanger le contenu.
- Appuyer sur OK sur spectromètre ; et attendre la réaction pendant 20 min.
- Placer le blanc dans la chambre de mesure et appuyer sur le bouton « Zéro».
- Retirer le blanc de la chambre de mesure.
- Placer le tube de test dans la chambre de mesure et appuyer sur le bouton « Test » .Le résultat est exprimé en mg / l NH_3^+ .

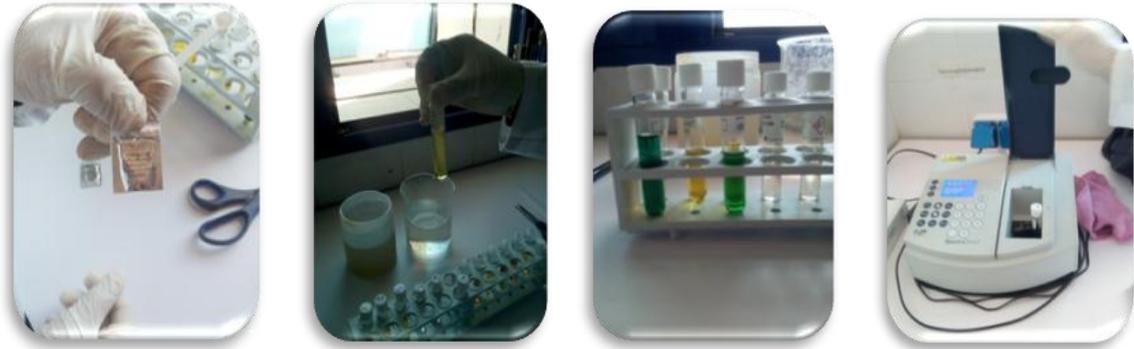


Figure (56) : Mesure de L'azote ammoniacal.

IV.5.2.5. Phosphore (PO₄⁻):

Le phosphore est mesuré sous forme de phosphore totale (PT). La recherche des fractions 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 risques liés à l'eutrophisation des eaux calmes [5].

✓ **Matériels utilisés :**

- Spectrophotomètre.
- Thermo réacteur.
- Pipettes.
- Portoir des tubes.
- Pince à tube.
- Poire pour les pipettes.

✓ **Réactifs utilisés :**

- 02 tubes de gestion P-PO₄.
- 02 sachets en poudre de persulfate de potassium F10.
- 04 ml de solution d'hydroxyde de sodium 1.54 N.
- 02 sachets de réactif en poudre de phosphate F10

✓ **Mode opératoire :**

- Eau brute : Gamme de mesure : 0,06 – 3,50 mg/L PO₄⁻ (0,02 – 1,10 mg/L P). Code 326.
- Eau épurée : Gamme de mesure : 0,06 – 3,50 mg/L PO₄⁻ (0,02 – 1,10 mg/L P). Code 325.
- Ouvrir un tube de digestion PO₄⁻ (Réactif C) et ajouter dans le tube 5 ml de l'eau usée.

- Ajouter un sachet poudre de persulfate de potassium F10 dans le tube de digestion et fermer le tube avec le bouchon et agiter le pour mixer le contenu au moins 30 secondes.
- Chauffer les pendant 30 minutes dans le thermo-réacteur à la température 150°C.
- Retirer le tube au thermo-réacteur.
- Agiter le tube et laisser le refroidir à la température ambiante.
- Ouvrir le tube de digestion et ajouter 2 ml de solution d'hydroxyde de sodium 1,54 N.
- Fermer le tube avec de bouchon et agiter le soigneusement pour mélanger le contenu pendant 15 secondes.
- Placer le tube de digestion dans la chambre de mesurer et appuyez sur le bouton Zéro
- Retirer le tube de digestion.
- Ouvrir le tube de digestion et ajouter un sachet poudre de réactif de phosphate.
- Fermer le tube de digestion et homogénéiser le soigneusement pour dissoudre le contenu (au moins 10 seconde).
- Placer le tube de digestion dans la chambre de mesure et appuyez sur le bouton «Test» sur spectromètre et attendre la réaction pendant 2 min. Le résultat est affiché automatiquement en mg/l PT.



Figure (57) : Mesure de phosphore totale.

IV.6. Analyse des boues

IV.6.1. Détermination de la concentration en Mes des boues activées

✓ **Matériels utilisés :**

- Flacon.
- Coupelle de porcelaine.
- Etuve à 105°C.
- Dessiccateur.
- Eprouvette 100 ml.
- Pince pour les coupelles.

✓ **Mode opératoire :**

- Bien homogénéiser la boue activée, par agitation du flacon.
- Peser une coupelle de porcelaine, propre et sèche : poids P0 en gr.
- Introduire dans cette coupelle un volume V de boue activée de 50 ml
- Placer le dans l'étuve à 105°C, jusqu'à l'évaporation totale de l'eau contenue dans la boue activée. Cette étape nécessite au moins 12h.
- Peser la coupelle, après refroidissement, dans un dessiccateur : P1 en gr.

La concentration en Mes de la boue activée est donnée par :

$(\text{Mes})_{\text{BA}} = (\text{Masse coupelle après séchage} - \text{masse coupelle vide}) \times 1000 / \text{volume d'échantillon}.$

IV.6.2. Détermination de la concentration en Mes des boues recirculées

✓ **Matériels utilisés :**

- Flacon.
- Coupelle de porcelaine.
- Etuve à 105°C.
- Dessiccateur.
- Eprouvette 100 ml.
- Pince pour les coupelles

✓ **Mode opératoire :**

- Prendre un échantillon des boues recirculées dans le bassin biologique (1L).
- Peser une coupelle en porcelaine (g).

- Prélever 50 ml d'échantillon bien agité à l'aide d'une éprouvette, noter le volume et remplir la coupelle.
- Mettre le tout à sécher dans l'étuve à 105°C pendant 24H.
- Refroidir le dans le dessiccateur.
- Peser la coupelle après séchage (g).

Calculer du taux des boues :

(Mes)_{BR} = (Masse coupelle après séchage – masse coupelle vide) × 1000 / volume d'échantillon.

IV.6.3. Détermination du pourcentage MVS des boues :

✓ **Matériels utilisés :**

- Coupelle de porcelaine.
- Four à moufle 550°C.
- Dessiccateur.
- Pince pour les coupelles.

✓ **Mode opératoire :**

Cette analyse est effectuée après la détermination des Mes.

- A la fin de l'analyse des Mes, déterminer le poids des coupelles en porcelaine et des matières sèches qu'elles contiennent.
- Placer ensuite les coupelles en porcelaine dans un four à moufle 550°C pendant une durée de 2 heures.
- Après refroidissement dans le dessiccateur, les creusets ne contiennent que les cendres et à nouveau peser : soit P2.

La différence P1 – P2 qui représente le poids des MVS de l'échantillon de la boue. La concentration en MVS n'est pas déterminée en concentration massique, en g /l, mais en pourcentage par rapport aux matières en suspension.

(MVS g/l)_{BA} = (Masse coupelle après séchage – masse coupelle après la calcination) × 1000 / volume d'échantillon.

Taux de MVS en % = (poids des MVS / poids des Mes) x 100.



Figure(58): Détermination de la concentration en MVS des boues.

IV.7. Traitement statistique des données :

Les données obtenues pour chaque paramètre, ont été interprétées statistiquement au moyen de l'analyse de variance et écart type ($m \pm s$), ont utilisant logiciel « Mini Tab version 16 », Cette méthode permet de comparer les moyennes des différents types des eaux. Le test de Tukey permet de compléter l'interprétation, et d'identifier les groupes de moyennes homogènes.

IV.8.conclusion :

Dans ce chapitre nous avons étudié les différent analyses physico-chimiques effectuées au sein de la STEP de sidi merouane qui sont indispensables pour pouvoir juger de la performance de le STEP et d'avoir une idée globale sur le rendement de chaque procédé d'épuration.

***Chapitre (V) : Résultats et
discussions***

V.1.introduction

Dans ce chapitre nous allons présenter les résultats et l'interprétation des analyses des différents paramètres de pollutions à l'entrée et à la sortie de la STEP de Sidi Merouane pendant l'année 2019. Pour cela et afin de juger l'efficacité et la performance du procédé d'épuration par boue activée de cette station, nous allons comparer ces résultats d'analyse avec les normes des rejets.

V.2.Résultats et discussions des paramètres analysés

V.2.1. Paramètres physiques :

V.2.1.1.Température :

La température est un facteur important, sa mesure est nécessaire, elle joue un rôle primordiale dans la solubilité des gaz et la dissociation des sels dissous. Elle s'accompagne toujours d'une modification de nombreux paramètres, tels que la conductivité électrique, l'oxygène dissous, le pH ainsi que les réactions de dégradation et minéralisation de la matière organique [43]. Les résultats de la variation de la température au cours de l'année 2019 sont représentés dans la figure suivant :

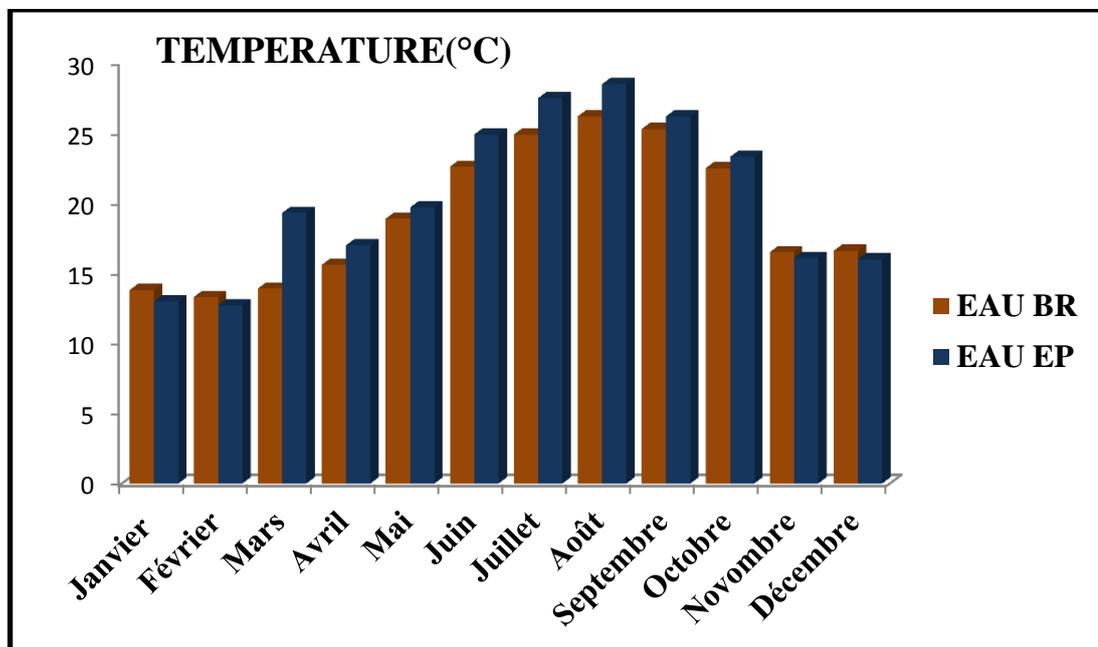


Figure (59) : Variation temporelle de la température (2019).

Les résultats obtenus figure 59 montrent que les différences de températures entre l'effluent traité et celui brute n'est pas significatives La variation dans ce paramètre est en

relation directe avec la température de l'air ou les conditions climatiques. Les températures enregistrées sont entre 13.3 et 26.2 °C à l'entrée de la STEP (eau usée brute), par contre elles varient entre 12.7 et 28.5 à la sortie de la STEP (eau usée traitée). Ces valeurs sont acceptables car elles restent en dessous de la norme fixée par l'OMS à 30°C.

V.2.1.2. Matières en suspension :

Les matières en suspension représentent l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux usées. Leurs effets sur les caractéristiques physico-chimiques de l'eau sont très néfastes (modification de la turbidité des eaux, diminution de la capacité d'épuration de la station, détérioration du matériel par l'abrasion, ainsi que perturbation de l'écosystème, etc.) [45]. Les résultats de la variation Mes au cours de l'année 2019 sont représentés dans la figure suivant :

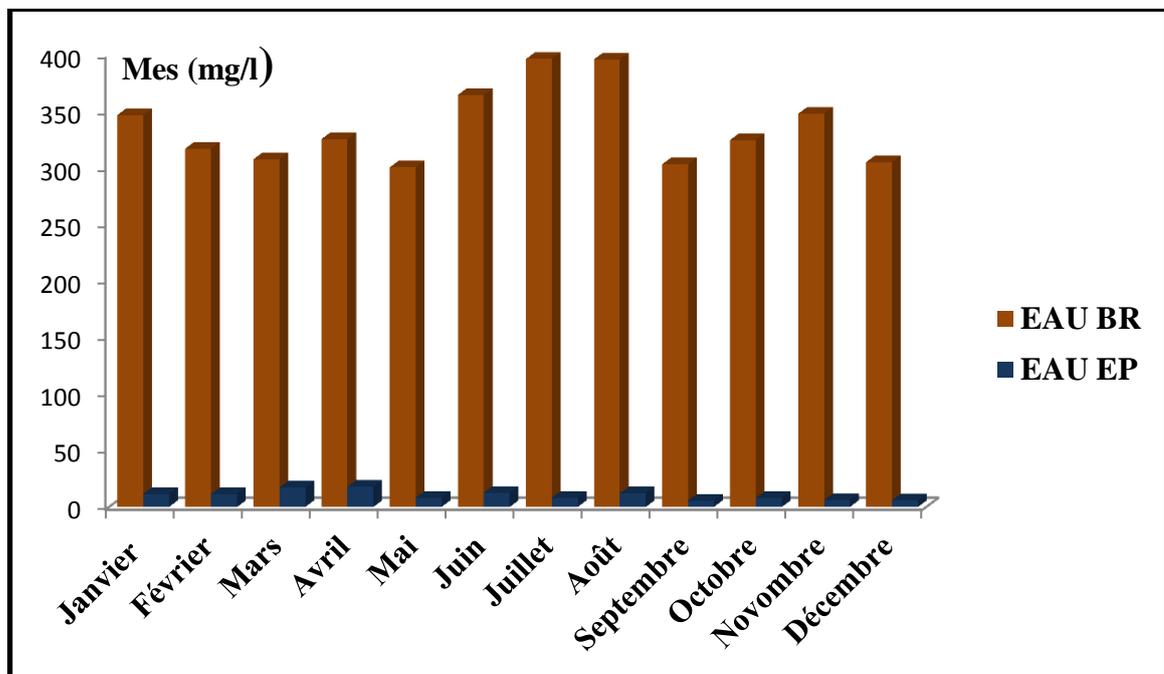


Figure (60) : Variation temporelle de la matière en suspension (2019).

D'après la figure 60 nous pouvons constater que la teneur en Mes à l'entrée de la STEP varie entre 300,8 mg/l et 396,8 mg/l avec une moyenne de 336,66 mg/l. C'est-à-dire que ces eaux usées sont très chargées par les matières minérales, Tandis qu'elle est entre 5,7 mg/l et 17,9 mg/l avec une moyenne de 10,40 mg/l à la sortie de la STEP.

Ces résultats nous renseignent que durant toute l'année, le rendement d'élimination est supérieur à 90% et la quantité des Mes présentent dans l'eau épurée est conforme aux normes de l'OMS et la réglementation algérienne.

Cette diminution est due d'une part à la sédimentation des particules au niveau du clarificateur et de l'autre part à l'élimination des particules par le dégrilleur ainsi que par le phénomène d'adsorption des matières en suspension sur les floccs biologiques.

V.2.1.3. Conductivité électrique

La conductivité d'une eau traduit sa charge en particules ioniques et d'autant plus élevée que la concentration des ions est importante. La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais approximativement, la minéralisation globale de l'eau, elle s'élève progressivement de l'amont vers l'aval des cours d'eaux [43].

Les résultats de la variation de la conductivité électrique au cours de l'année 2019 sont montrés dans la figure suivant :

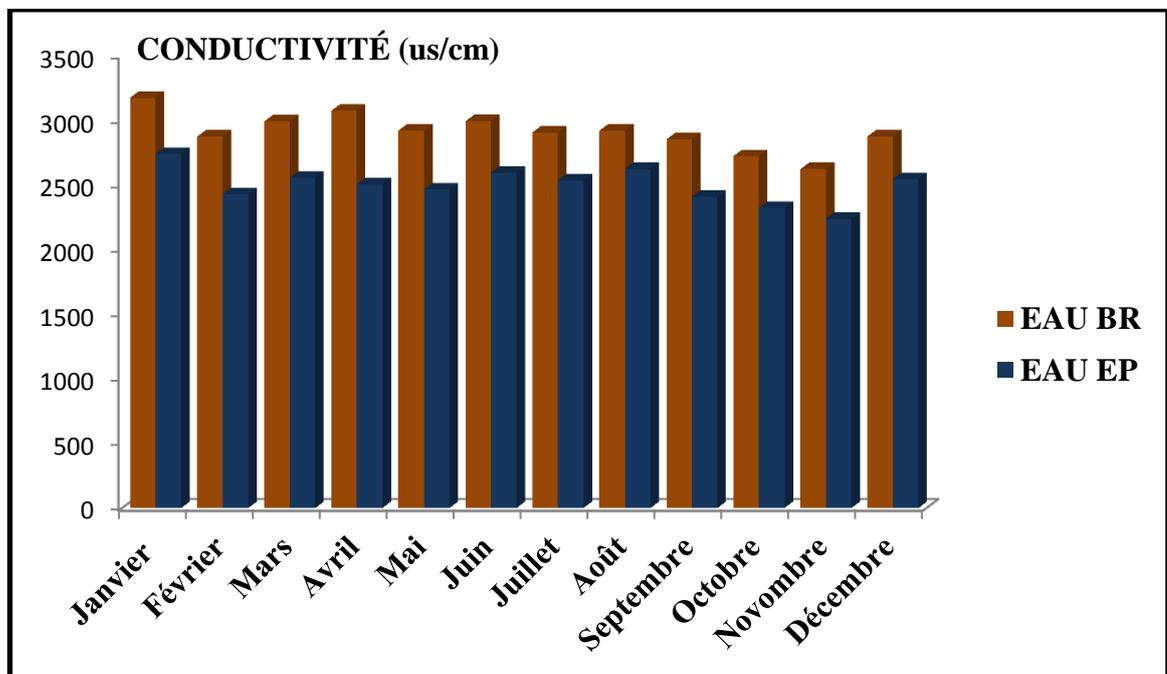


Figure (61) : Variation temporelle de la conductivité électrique (2019).

Les résultats que nous avons obtenu montre que la conductivité électrique des eaux usées avant traitement oscille entre 2626 μ s/cm pour le mois de novembre et 3179 μ s/cm pour le mois de janvier avec une moyenne de 2914,77 μ s/cm. Tandis qu'après traitement elle est entre 2241,9 μ s/cm enregistrée dans le mois de novembre et 2743 μ s/cm dans le mois de janvier avec une moyenne de 2500,38 μ s/cm. Ces valeurs sont en fonction de la minéralisation naturelle de l'eau potable et celle à usage domestique.

En général, cette variation peut être expliquée par la sédimentation des sels minéraux dans le clarificateur qui sont concentrés dans les boues. Nos résultats dépassent $1000 \mu\text{s}/\text{cm}$, ce qui signifie que la minéralisation des eaux est significative [43].

V.2.2. Paramètres chimiques:

V.2.2.1. Potentiel d'hydrogène (pH) :

La mesure du pH des eaux usées donne une indication sur l'alcalinité ou l'acidité de ces eaux. En général, l'activité biologique se situe entre 6,5 et 8,5 unités de pH. En dehors de cet intervalle, le pH affecte la vie aquatique et par conséquent influence l'autoépuration du milieu naturel. Des valeurs de pH inférieures à 6,5 ou supérieures à 8,5 affectent directement la viabilité et la croissance des micro-organismes. Le pH est donc l'un des paramètres les plus importants de la qualité de l'eau. Il doit être étroitement surveillé au cours de toutes opérations de traitement [32].

Les résultats de pH au cours de l'année 2019 sont représentés dans la figure suivant :

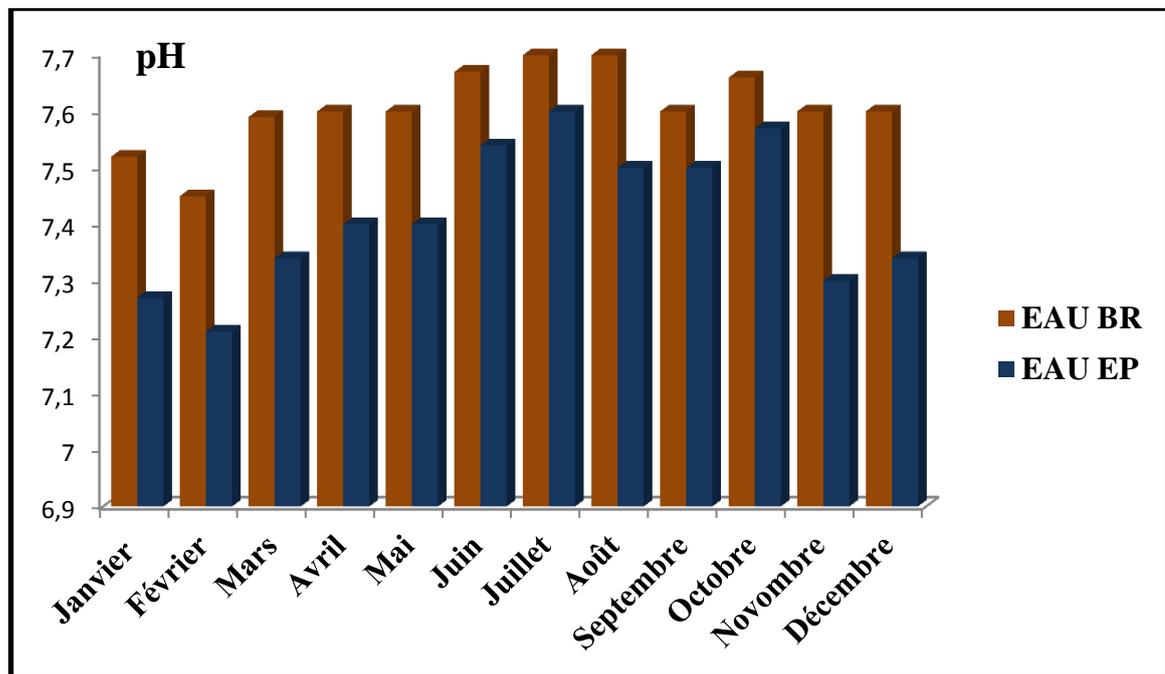


Figure (62) : Variation temporelle de potentiel d'hydrogène (2019).

D'après la figure 62 on remarque que les valeurs du pH mesurées durant la période d'essai varient entre 7,45 et 7,7 avec une valeur moyenne de 7,61 pour les eaux brutes, Et compris entre 7,21 et 7,6 avec une moyenne de 7,41 lorsqu'il s'agit des eaux épurées. Les valeurs

gravitent autour de la neutralité avec une tendance vers l'alcalinité, respectant la norme de rejet délimitée entre 6,5 et 8,5. (JORA, 1993). (Annexe 2).

V.2.2.2. L'Oxygène dissous :

L'oxygène dissous est un paramètre important dans la dégradation de la matière organique. Selon (Rodier, 2009), les variations de la teneur en oxygène peuvent être fonction de la présence d'algues, de matières organiques, d'organismes et de germes aérobies et aussi de la solubilité de l'oxygène qui dépend de la température et de même de la pression atmosphérique.

Les résultats de la variation de l'oxygène dissous au cours de l'année 2019 sont regroupés dans la figure suivant :

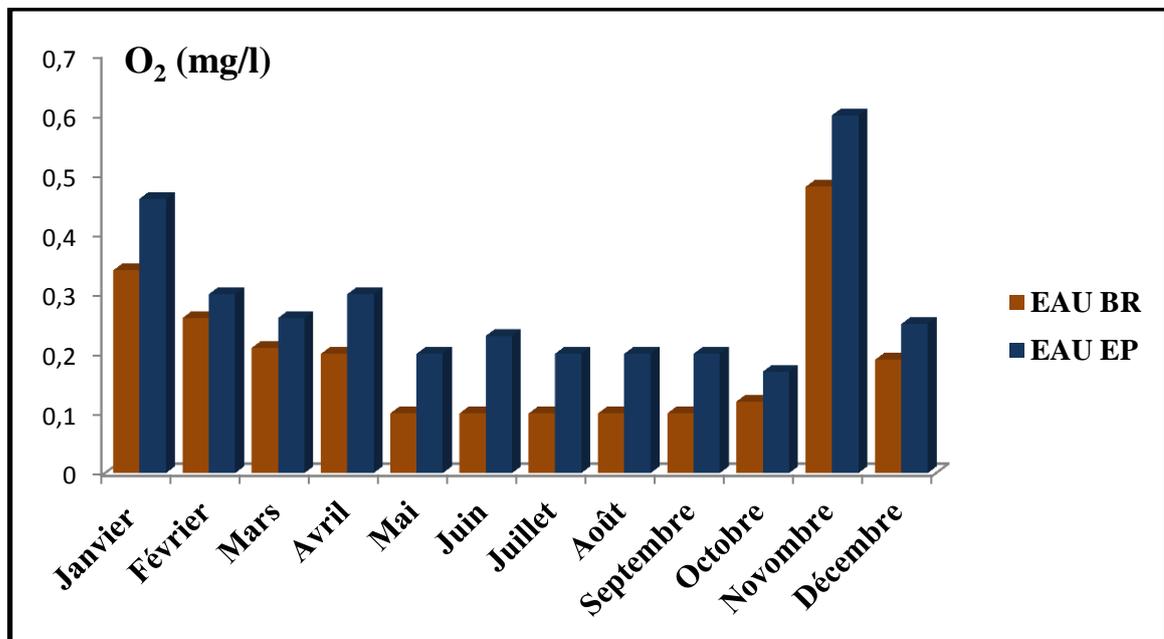


Figure (63) : Variation temporelle de l'oxygène dissous (2019).

Les résultats que nous avons obtenus, nous permettent de constater que les concentrations d'oxygène dissous des eaux usées brutes varient entre 0,1mg/l et 0,48 mg/l. Alors qu'elle est entre 0,17 mg/l et 0,6 mg/l pour les eaux traitées. Dans le cas de notre étude, La supériorité des teneurs en oxygène à la sortie de la station comparativement à celles à l'entrée de la station pourrait être est du à bonne aération des eaux au niveau du bassin d'aération, nécessaire pour le développement des microorganismes aérobies assurant l'oxydation des matières organiques, ce qui conduit à une bonne épuration biologique des eaux usées.

Le taux d'O₂ dissous enregistré à l'entrée de la STEP, caractérise une arrivée d'eau usée riche en pollutions organiques et inorganiques dissoutes ainsi que la perturbation des échanges atmosphériques à l'interface due à la présence des graisses...etc.)[16].

V.2.2.3. Demande biochimique en oxygène:

La DBO₅ est un paramètre très significatif et révélateur pour l'appréciation de la qualité des eaux. Elle est également une expression pour indiquer la quantité d'oxygène utilisée pour la destruction de matières organiques décomposables par des processus biochimiques. Les résultats de la variation de la DBO₅ au cours de l'année 2019 sont montrés dans la figure suivant :

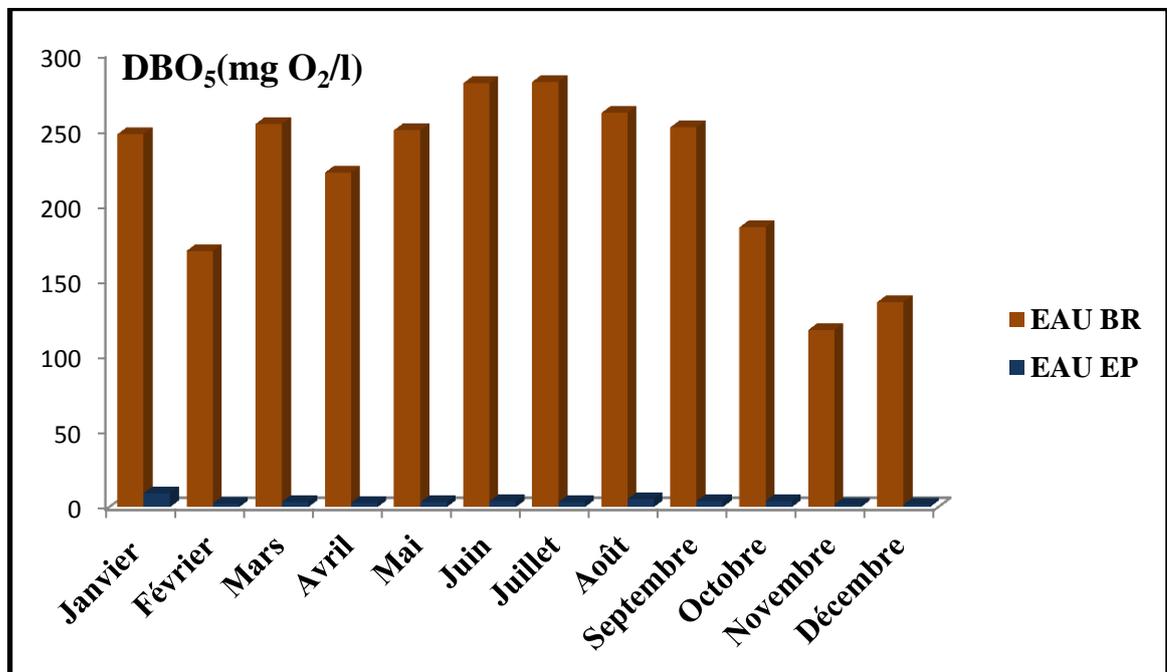


Figure (64) : Variation temporelle de la demande biochimique en oxygène (2019).

Les données de la figure 64 montrent clairement qu'il y'a une élimination significative d'une quantité de la pollution organique biodégradable par la station, bien qu'il ait une fluctuation d'une période à l'autre. Les concentrations enregistrées de la DBO₅ des eaux usées avant traitement oscillent entre 117,5 mg O₂/l relevée en mois de novembre et 282,1 mg O₂/l relevée en mois de juillet avec une moyenne de 221,56 mg O₂/l. En revanche, pour les eaux épurées, les valeurs de la DBO₅ oscillent entre 1,8 mg O₂/l pour le mois de décembre et 9,3 mg O₂/l pour le mois de janvier avec une moyenne de 3,78 mgO₂/l. Ceci correspond à un taux d'abattement variant de 95,34% à 98,92%.

La valeur élevée de la DBO₅ à l'entrée de la STEP peut être expliquée par la saturation des eaux usées brute en matières organiques biodégradables. La diminution de la DBO₅ pourrait être due à l'aération favorable et le bon développement des micro-organismes favorisés par un temps de séjour suffisant dans le bassin d'aération d'une part et d'autre part à l'âge des boues et le type d'aération (prolonge ou discontinu). Cela signifie que les concentrations en DBO₅ dans les eaux épurées obéissent à la norme de rejet (DBO₅ < 25mg/l). Ces résultats témoignent de l'efficacité de traitement par ce procédé.

V.2.2.4. Demande chimique en oxygène :

La DCO permet d'apprécier la concentration en matières organiques ou minérales, dissoutes ou en suspension dans l'eau, au travers de la quantité d'oxygène nécessaire à leur oxydation chimique totale.

Les résultats de la variation de la DCO au cours de l'année 2019 sont montrés dans la figure suivant :

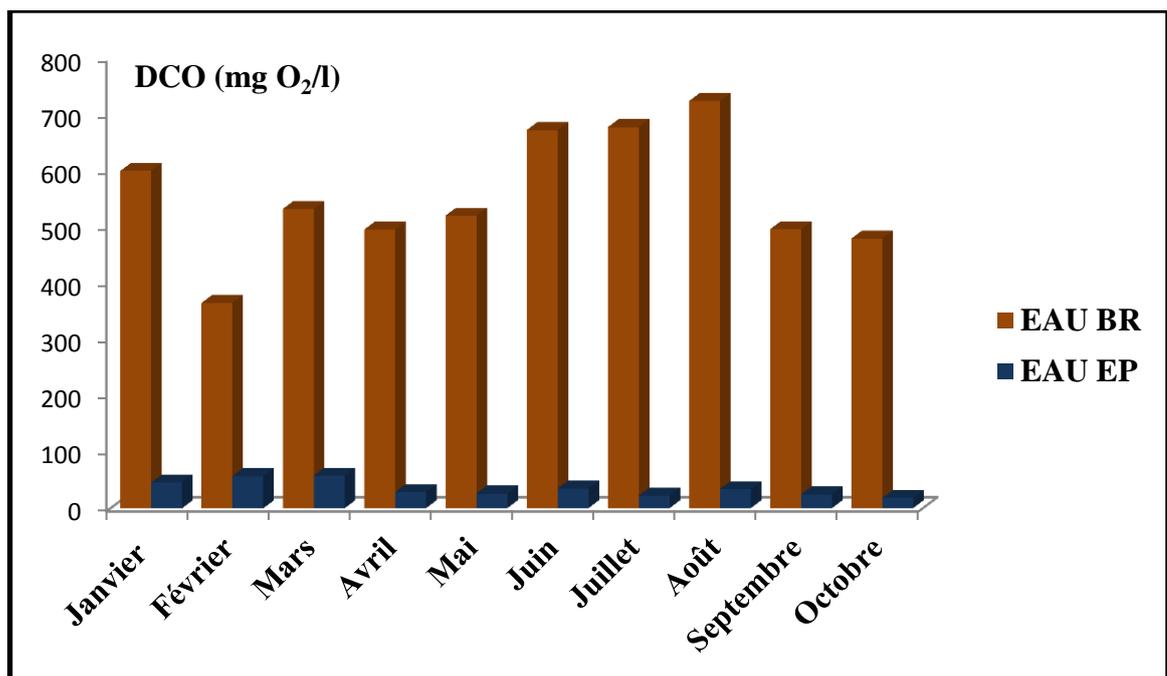


Figure (65) : Variation temporelle de la demande chimique en oxygène (2019)

On aperçoit d'après cette figure 65 une diminution importante de la DCO de l'entrée vers la sortie. Nous remarquons que la valeur de la DCO de l'eau usée brute varient entre 365,6 mg O₂/l pour le mois de février et 724,9mg O₂/l pour le mois d'août, ceci est dû certainement aux variations de la pollution minérale apportées par l'effluent. Après traitement, les valeurs de la DCO enregistrent une chute importante et affiche des valeurs

comprises entre 18 mg O₂/l pour le mois d'octobre et 58 mg O₂/l pour le mois de mars et le rendement d'élimination maximal atteint 93,81%.

Ces valeurs sont en bon accord avec les normes du journal officiel de la communauté européenne (125 mg/l), ainsi qu'aux normes de l'OMS (<90 mg O₂/l).

V.2.2.5. Nitrate (NO₃⁻)

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote organique dans l'eau. Les bactéries nitrifiantes (nitrobactères) transforment les nitrites en nitrates. Les nitrates ne sont pas toxiques, mais des teneurs élevées en nitrates provoquent une prolifération algale qui contribue à l'eutrophisation du milieu. Leur potentiel danger reste néanmoins relatif à leur réduction en nitrites [46].

Les résultats de la variation de Nitrate au cours de l'année 2019 sont représentés dans la figure suivante :

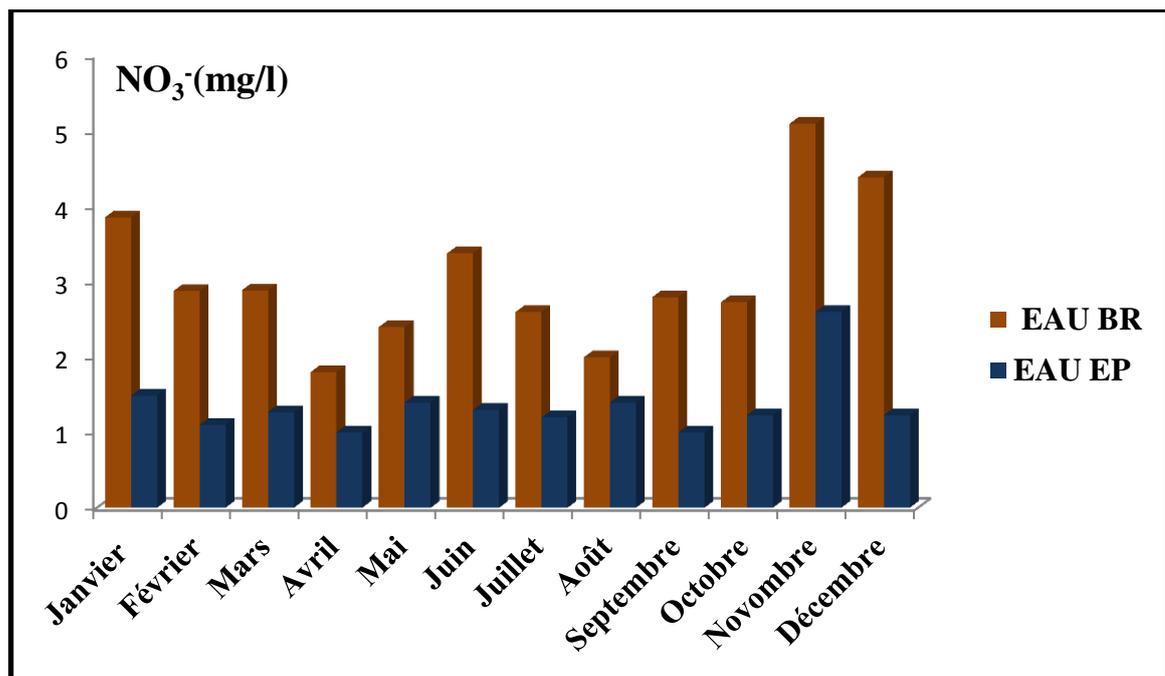


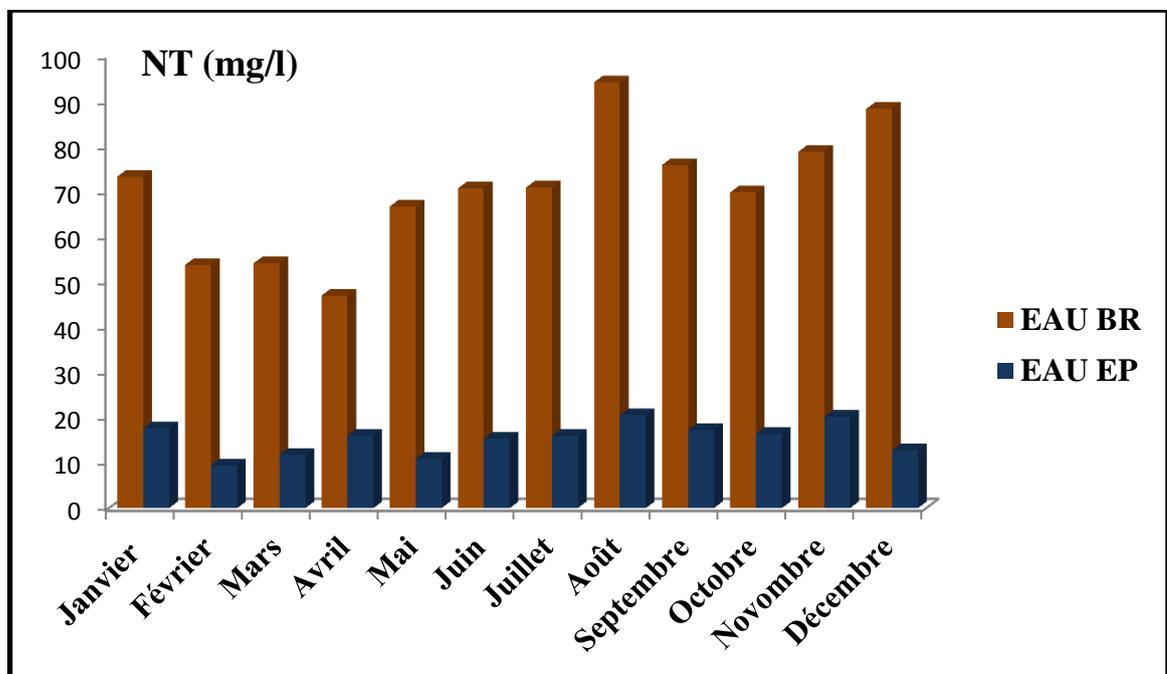
Figure (66) : Variation temporelle de nitrate (2019).

Nous remarquons via les résultats obtenus qu'à l'entrée de la STEP, les concentrations de nitrate sont entre 1,8 mg/l et 5,1 mg/l avec une moyenne de 3,07 mg/l. Tandis qu'à la sortie de la STEP, les teneurs en nitrate varient de 1 mg/l à 2,6 mg/l avec une moyenne de 1,35 mg/l.

Les faibles concentrations de nitrates au niveau des eaux brutes peuvent être expliquées au fait que l'azote contenu dans les eaux résiduaires domestiques a essentiellement une origine humaine. On estime environ 13g/jour d'azote rejeté par un être humain adulte, sous forme essentiellement organique, présent dans l'urine. L'élimination biologique de l'azote s'effectue selon deux phases successives : la nitrification et la dénitrification, antagonistes du point de vue de l'oxygène [16].

V.2.2.6. Azote total

Azote Total (NT) est la somme de l'azote des nitrates (NO_3^-), des nitrites (NO_2^-), l'azote ammoniacal (NH_3N) et azote organique [46]. Les résultats de l'azote total (NT) au cours de l'année 2019 sont illustrés dans la figure suivant :



Figure(67) : Variation temporelle de l'azote totale (2019).

Les données de la figure 67 montrent que les valeurs de NT oscillent entre 47,1 mg/l pour le mois d'avril et 94,3 mg/l pour le mois d'août à l'entrée de la STEP. Ceci est résulté à la forte charge en matière de la pollution azotée présente dans ces eaux (protéines, acides aminés) ou minéral (ammoniaque, nitrite, nitrate), provenant essentiellement des rejets des produits de nettoyage des installations ainsi que des pertes en matières lactières[16]. Tandis qu'elle varie entre 9,5 mg/l pour le mois de février et 20,6 mg/l pour le mois d'août à la sortie de la STEP. Ces valeurs sont acceptables car elles restent en dessous de la norme Algérienne ($\text{NT} < 30 \text{ mg/l}$).

V.2.2.7. Phosphore total :

Les résultats de la variation du Phosphore total au cours de l'année 2019 sont montrés dans la figure suivant :

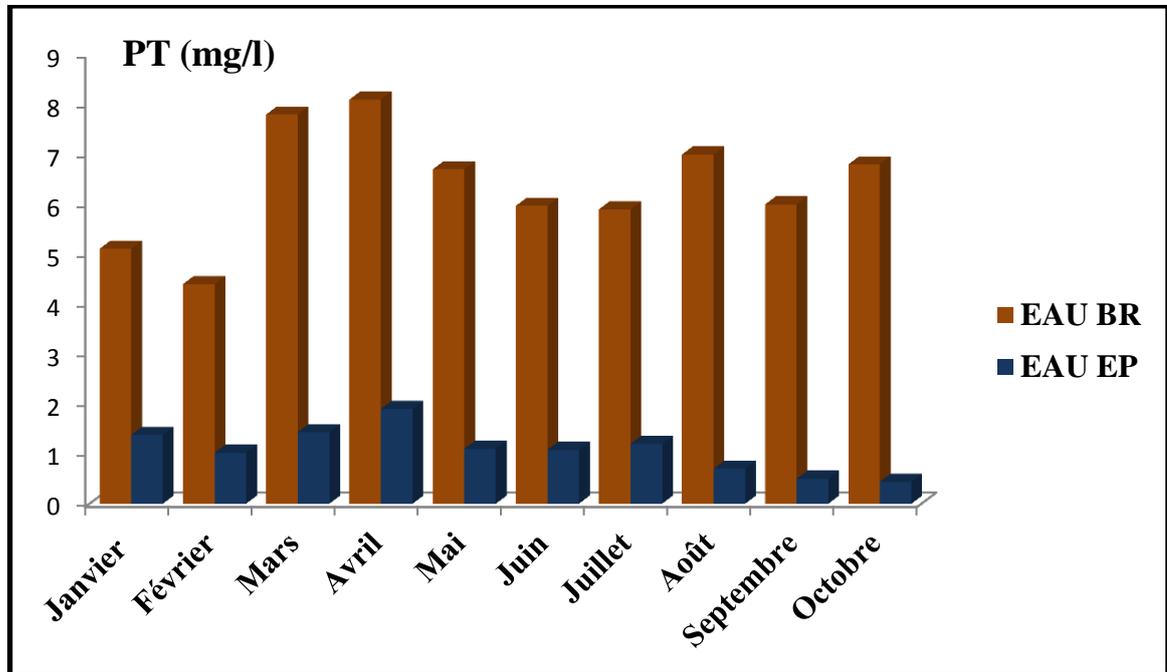


Figure (68) : Variation temporelle de phosphore total (2019).

L'examen des résultats que nous avons obtenu montrent que les concentrations du phosphore total (PT) sont entre 4,4 mg/l relevées en mois de février et 8,1mg/l relevées en mois d'avril pour les eaux usées avant traitement avec une moyenne de 6,38mg/l. Lorsqu'il s'agit des eaux traitées, elles oscillent entre 0,44 mg/l pour le mois d'octobre et 1,9 mg /l pour le mois d'avril avec une moyenne de 1,08 mg/l.

La teneur élevée de phosphore total(PT) dans les eaux usées provient pour l'essentiel des rejets métaboliques. Les autres apports de phosphore proviennent des détergents pour lave-vaisselle, des eaux de vaisselle et les industries agro –alimentaires [46].

D'après les résultats obtenus pour les eaux usées traitées on peut dire que les concentrations en phosphore total sont conformes à la norme algérienne qui est de 10 mg/l.

V.2.2.8. Rapport DCO/DBO₅

Le rapport DCO / DBO₅ a une importance pour la définition de la chaîne de dépollution d'un effluent. En effet, une valeur faible du rapport DCO / DBO₅ implique la présence d'une grande proportion de matières biodégradables et permet d'envisager un traitement biologique. Inversement, une valeur importante de ce rapport indique qu'une grande partie

de la matière organique n'est pas biodégradable et dans ce cas il est préférable d'envisager un traitement par voie physico-chimique.

Selon la valeur de cet indice on a :

-Si $DCO / DBO_5 < \text{ou} = 2$: effluent facilement biodégradable.

-Si $2 < DCO / DBO_5 < 3$: effluent moyennement biodégradable.

-Si $DCO / DBO_5 > 3$: effluent est difficilement biodégradable [32].

Les résultats du rapport DCO/DBO_5 dans les eaux brutes et épurées sont illustrés dans la figure suivant :

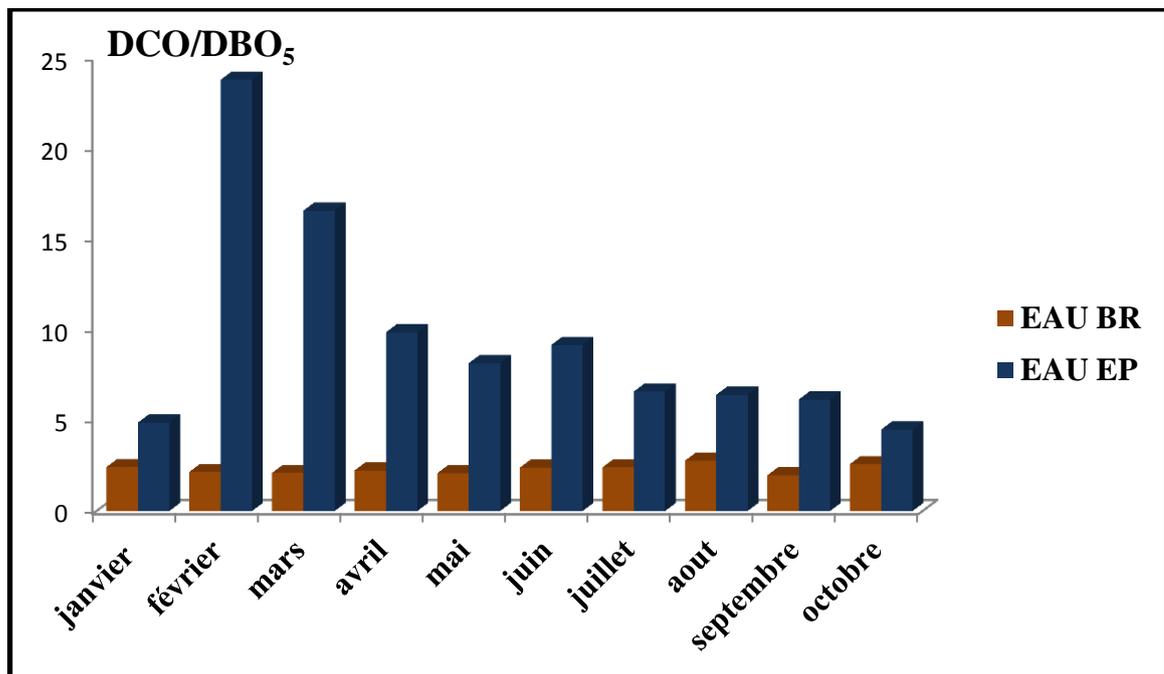


Figure (69) : Variation mensuelle de rapport DCO/DBO_5 (année 2019).

Les résultats que nous avons obtenus, nous permettent de constater que les valeurs de la biodégradabilité à l'entrée de la STEP sont comprises entre 1,97 et 2,77. La majorité des valeurs de ce rapport se trouvent autour de 2 ce qui nous indique que les effluents traités sont généralement facilement biodégradable. Tandis qu'elle comprise entre 4,50 et 23,79 à la sortie de la STEP, nous avons constaté qu'il y a une augmentation dans les valeurs de l'indice de biodégradabilité ($DCO/DBO_5 > 3$). Ceci peut s'expliquer par la diminution de la partie biodégradable de la matière organique [47].

V.3.Conclusion :

Au cours de ce chapitre, nous avons présenté les paramètres analytiques permettant d'évaluer d'une part le degré de pollution physico chimique de l'eau brute, et d'autre part l'efficacité d'épuration par boue activée.

Les résultats expérimentaux trouvés montrent que la station d'épuration des eaux usées de Sidi Merouane donne dans la plupart des temps des bons résultats qui sont conforme aux normes algériennes et celles d'OMS, les taux d'abattement de la DCO et de la DBO₅ sont supérieurs à 90 % celui de Mes avoisine 98 %. Ces résultats confirment les performances épuratoires de la STEP et sa fiabilité en matière de dépollution de l'eau.

Conclusion Générale

Conclusion Générale

Le traitement des eaux usées par le procédé de boues activées est un système fonctionnant en continu dans lequel des micro-organismes sont mise en contact avec les eaux usées contenant des matières organiques, de l'oxygène et injecte dans le mélange permettant de fournir aux bactéries cet élément vital à leur besoin respiratoires.

L'objectif visé par cette étude est d'éclairer l'efficacité et la performance épuratoire de la station d'épuration de Sidi Merouane qui adopte un système à boues activées.

Nous nous sommes attachés dans la première partie de ce travail à apporter les connaissances nécessaires sur l'origine et caractéristiques des eaux usées, les principes des différents procédés d'épuration ainsi qu'une présentation détaillée de la STEP.

Le suivi de la performance de la STEP a permis de conclure ce qui suit :

- Les techniques d'analyse physico-chimique adaptées ont prouvé une évaluation efficace des paramètres en fonction des méthodes de traitement.
- La station de Sidi Merouane permet une bonne élimination de la matière organique qui mène à une bonne qualité d'épuration, avec un rendement proche de 98% pour le paramètre DBO₅, et de l'ordre de 93,81% pour la DCO ainsi que pour les matières en suspension avec un rendement de 97,18%.
- L'eau produite (épurée) possède une qualité conforme aux normes requise pour les rejets dans le milieu récepteur.

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] **GUENDOZZ et MEKKI N.** 2018. Dimensionnement d'une station d'épuration pour la ville de Sidi – Aich (Béjaia) ; Projet de fin d'étude pour l'obtention du diplôme Master académique en Hydraulique; Université Mohamed Boudiaf - M'sila, 120p.
- [2] **OURTELLI S et BRAHIMI S.**2013. Contribution à l'étude de l'efficacité du traitement des eaux usées de la station d'épuration de corps gras de Bejaia (CO.G.B) Labelle après ensemencement ; Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master en Environnement et Sécurité Alimentaire ; Université Abderrahmane MIRA ; Bejaia,72p.
- [3] **Abbas S et Raselma S.**2017. Dimensionnement d'une station d'épuration des eaux usées de la ville de Khemis Miliana ; ; Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master en génie de l'environnement ; Université Djilali Bounaâma Khemis Miliana,Ain Defla,67p.
- [4] **Lakhadri B et Faleh Ch A et Boulefred S,**2013 .évaluation d'un procédé de coagulation floculation au sulfate d'aluminium pour l'enlèvement des colloïdes et les MES dans les eau usées domestique de la STEP de Tlemcen, proceeding du séminaire international sur l'hydrogéologie et l'environnement SIHE ;Ouargla.
- [5] **BENFIALA I et HAOUZI Z.** 2017.Le rendement épuratoire de la station d'épuration de la ville de Guelma ; Projet de fin d'étude pour l'obtention du diplôme Master en Hydraulique ; Université Badji Mokhtar ; Annaba.p113.
- [6] **CHAOUCH ALIMA.** 2013. Surveillance de l'état de fonctionnement d'un procédé biologique de dépollution, Projet de fin d'étude pour l'obtention du diplôme Magister en Diagnostic et surveillance des systèmes ; Université 20 août 1955, Skikda.142p

- [7] **SAFA M et LEKHAL S.** 2019. Evaluations des performances des traitements des eaux usées (cas de la STEP de TIARET), Mémoire de fin d'études pour l'obtention de diplôme du Master en Sciences Agronomiques ; Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem, 99p.
- [8] **METAHRI M.S.**2012.Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par des procédés mixtes cas de la step de la ville de tizi-ouzou, thèse de doctorat, université mouloud mammeri, tizi-ouzou, 172p.
- [9] **NADER ABDELKADER** .2014. Eaux usées épurées de la cuvette de Ouargla Gestion et risques environnementaux, Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Magistère en Ecologie saharienne et environnement, Université Kasdi Merbah – Ouargla.169p
- [10] **MADAOUI A MOULOUDJ A.**2015.Etude de schéma directeur d'assainissement des eaux usées de la zone sidi-Ali lebher, wilaya de Béjaia, Mémoire de fin d'études pour l'obtention de diplôme du Master en Hydraulique, Université Abderrahmane MIRA ; Bejaia,110p.
- [11] **CHELGHOU M RADJA.** 2018. Diagnostic du Réseau d'Assainissement de la Commune d'EL FEDJOUJ, Mémoire de fin d'études pour l'obtention de diplôme du Master en Hydraulique, l'Université 08 Mai 1945, Guelma,112p.
- [12] <http://sciences-en-ligne.net/news/item/96>.
- [13] **BAKHTI CHOAYB.** 2016.Conception et dimensionnement d'un réseau d'assainissement d'ouled sidi Brahim, et la gestion à l'aide d'un SIG, Mémoire de fin d'études pour l'obtention de diplôme du Master en hydraulique, Université Mohamed Boudiaf, M'sila, 122p.
- [14] **GHEDEIR H et HERMA H.**2017.Modélisation d'un système d'assainissement par le modèle "swmm" (étude d'un cas de la région de

Ouargla), Mémoire de fin d'études pour l'obtention de diplôme du Master en hydraulique, Université Kasdi Merbah, Ouargla, 66p.

[15] <https://fr.scribd.com/document/335026647/ASSAINISSEMENT-pdf>.

[16] **LEZZAR B et MENFOUCHE K.**2019.Etude du suivi de la performance du fonctionnement de la station d'épuration de Sidi Merouan (Mila) ; Mémoire de fin d'études pour l'obtention de diplôme du Master en Hydraulique, Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf, Mila, 84p.

[17] **GUERRAICHE ZOUAOUI.** 2017.Impact de la pollution urbaine sur les eaux de surface du Grand Constantinois, thèse de doctorat, Université Mohamed Khider, Biskra,181p.

[18] **BIDI Kh et BOUMARAFI Z.** 2013.Contribution à l'évaluation de la qualité des eaux souterraines de la région de fisdis, djerma et el madher (nord-est de Batna), Mémoire de fin d'études pour l'obtention de diplôme du Master en Hydraulique, Université Larbi Ben M'Hidi, Oum El Bouaghi,124p.

[19] **BOUMEDIENE M.**2013.Bilan de suivi des performances de fonctionnement d'une station d'épuration a boues activées : cas de la step Ain el houtz, Mémoire fin d'étude pour obtenir de diplôme de licence en Hydraulique, université Abou bekr belkaid, 57p.

[20] **TOUAFEK AICHA.**2015.Etudes expérimentale de l'épuration des effluents par procédés a culture fixée, Projet de fin d'études pour l'obtention de diplôme du Magister en Hydraulique, Université des sciences et de la technologie Mohamed Boudiaf, Oran.111p.

[21] **DEHBI FATIMA ZOHRA.**2015. Etude comparative des performances d'un lit bactérien à garnissage en pouzzolane de Beni Saf et d'un lit bactérien à garnissage plastique, Mémoire de fin d'études pour l'obtention de diplôme du Master en Hydraulique, Université Abou bekr belkaid, Tlemcen.197p.

[22] **BENGOUGA KHALILA**.2010.Contribution à l'étude du rôle de la végétation dans l'épuration des eaux usées dans les régions arides, Mémoire de fin d'études pour l'obtention de diplôme du Magister en Agronomie, université Mohammed Khider, Biskra.

[23] **KESBI Rafika**.2016. Etude des performances épuratoires d'une STEP de l'ouest Algérien Cas de la nouvelle STEP d'Ain Témouchent, Mémoire de fin d'études pour l'obtention de diplôme du Master en hydraulique, Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, 137p.

[24] **BOUMAARAFI Amina**.2019. Etude de performance d'un décanteur secondaire « station d'épuration de la ville d'Ain Beida », Mémoire de fin d'études pour l'obtention de diplôme du Master en Hydraulique, Université Larbi Ben M'hidi, Oum EL Bouaghi, 170p.

[25] **BELAID Z et AOUADI H**.2018.Suivi des performances de fonctionnement d'une station d'épuration (cas step 02), Mémoire de fin d'études pour l'obtention de diplôme du Master en hydraulique, Université Echahid Hamma Lakhdar, El Oued,124p.

[26] **KARDACHE LOUBNA**.2016.Valorisation énergétique des boues de la station d'épuration de boumerdes, Mémoire de fin d'études pour de l'obtention du diplôme Master en Génie mécanique, Université m'hamed bougera, Boumerdes, 99p.

[27] **BOUKHRISSA MOHAMED LAMINE**. 2015.Collecte des rejets et système d'épuration des eaux usées de la commune d'Oum toub willaya de Skikda ; Mémoire de fin d'études pour de l'obtention du diplôme Master en Hydraulique ; Université Abderrahmane Mira ; Bejaia.91p.

[28] **BENELMOUAZ ALI** .2015.Performances épuratoires d'une station d'épuration de Maghnia, Mémoire de fin d'études pour de l'obtention du

diplôme Master en Hydraulique, Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen.134p.

[29] <https://docplayer.fr/10960398-schema-d-une-station-depuration.html>

[30] **Y.Libes, 2010**, Les eaux usées et leur épuration ; 1-17 p.

[31] **MEZILI S et ACHOUR A.**2017.Analyse de la cinétique de dégradation de la pollution carbonée, cas des stations d'épuration de Sidi Merouan, Oued Athmania (W. Mila), Ain Beida (W. Oum EL Bouaghi), et Tingad (W. Batna) ,Mémoire de Fin d'Etudes pour l'obtention du diplôme de Master en Hydraulique Urbaine ;Université Larbi Ben M'hidi, Oum-El-Bouaghi,122p.

[32] **BEN KHALIFA et Ali DERKI I.** 2019.Étude de performance du système de lagunage aéré dans quelques stations d'épuration Dans la région d'Oued Souf, Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme du Master en Hydraulique, Université Echahid Hamma Lakhdar, El Oued,91p.

[33] **Chee Yang Teh, Pretty Mori Budiman, Katrina Pui Yee Shak, Ta Yeong Wu,** 2016, Recent Advancement of Coagulation–Flocculation and Its Application in Wastewater Treatment, 4363-4389.

[34] **BOUCHOURABE M et BENDAAS A.** 2016. Analyse de la filière boue de la station d'épuration d'Ain Beida (w. Oum El Bouaghi), Mémoire De fin d'Etude Pour l'Obtention Du Diplôme Master en Hydraulique, Université Larbi Ben M'Hidi, Oum El Bouaghi.168p.

[35] **CHADOULI M et BELABBAS M.** 2017.Etude du fonctionnement de la digestion d'une station d'épuration des eaux usées urbaine : Cas de la STEP de Baraki (W. Alger) ; Mémoire De fin d'Etude Pour l'Obtention Du Diplôme Master en Hydraulique, université Saad Dahlab, Blida, 90p.

[36] **HAMIDI Ouiza**.2017. Conception d'un code de calcul pour le dimensionnement des stations d'épuration à boues activées), Mémoire De fin d'Etude Pour l'Obtention Du Diplôme Master en Hydraulique, école national supérieure de l'hydraulique, Blida, 64p.

[37] **Medjeldi F Zahra Hamici S**. 2017.Simulation des performances épuratoires d'une station d'épuration par le modèle asml, Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme Master en Hydraulique, l'Université 08 Mai 1945, Guelma, 130p.

[38] **Gaëlle Deronzier, Sylvie Schérite, Yvan Racault, Jean-Pierre Canler, Alain Liénard, Alain Héduit, Philippe Duchène**.2001.Traitement de l'azote dans les stations d'épuration biologique des petites collectivités, France, Document technique, 2ème édition, n° 25,1-79 P.

[39] **HENRI Aussel, COLETTE le Bâcle** avec **GRAZIELLA Dornier** (inrs) en collaboration avec **yres Galtier**, Ed 5026, Paris, Le traitement des eaux usées ; novembre 2004 ; 1-4P.

[40] **LABIOD R et BERREHAL O**. 2016. Etude d'un schéma directeur d'assainissement d'une ville (ville de sidi merouane w. Mila); Mémoire de fin d'études pour l'obtention de diplôme du Master en Hydraulique, Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf, Mila,93p.

[41] **BOUCHAIR Kh et BOUAFIA Gh**. 2017.Etude de la microfaune de boue activée : Station d'épuration des eaux usées de Sidi Merouane, Mémoire de fin d'études pour l'obtention de diplôme du Master en Biochimie, Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf, Mila.

[42] **Lehchilli N et Benchaoui A et Benabdelaziz N**. 2016.Aptitude des eaux usées épurées de la station de sidi merouane a l'irrigation,); Mémoire de fin d'études pour l'obtention de diplôme du Master en Hydraulique, Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf, Mila,104p.

[43] **Anonyme** « Archive de station d'épuration de sidi Merouane ».

[44] **Meziane Asma**.2014. Etude des performances du traitement biologique de la station d'épuration El Karma- Oran, Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme Master en Hydraulique ; Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, 162p.

[45] **Draa el guendoul N et Lounis N** .2017. Etude d'amélioration des performances de la station d'épuration de Zemmouri, Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme du Master en Génie de procédé, Université m'hamed bougara, Boumerdes, 74p.

[46] **BOURENANE I et ZAOUIA I**. 2018. Etude du fonctionnement de la station d'épuration (STEP) d'Ain-Beida à boues activée et son impact sur l'environnement, Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master en Sciences biologiques, Université Larbi Ben M'hidi, Oum El Bouaghi,100p.

[47] **GHEDEIR AH et ABID S**.2016.Suivi des performances de fonctionnement d'une station d'épuration (cas step 01), Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme du Master en Hydraulique, Université Echahid Hamma Lakhdar, El Oued, 104p.

Annexes

Annexe 1 : Variation temporelle de la température (2019).

mois	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai.	Juin.	juill.	Aout.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
T (C°) Entrée	13,8	13,3	13,9	15,6	18,9	22,6	24,9	26,2	25,3	22,5	16,5	16,6
T (C°) Sortie	13	12,7	19,3	17	19,7	24,9	27,5	28,5	26,2	23,3	16,1	16

Annexe 2: Variation temporelle du pH (2019).

mois	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai.	Juin.	juill.	Aout.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Mes (mg/l) entrée	347	317,5	308	325,9	300,8	365	396,8	396,5	303,5	325,1	348,3	305,5
Mes (mg/l) sortie	11,6	11,5	17,2	17,9	8,2	12,6	8,2	12	5,7	8	6	5,91

Annexe 3: Variation temporelle de la conductivité électrique (2019).

Mois	Janv.	Fév.	Mars.	Avr.	Mai.	Juin.	juill.	Aout.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
CE ($\mu\text{s}/\text{cm}$) entrée	3179	2878	2996	3078	2925	2997	2911	2925	2856,4	2726,8	2626	2879
CE ($\mu\text{s}/\text{cm}$) sortie	2743	2431	2558	2509	2468	2598	2539	2628	2413,4	2326,3	2241,9	2549

Annexe 4: Variation temporelle de pH (2019).

mois	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai.	Juin.	juill.	Aout.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
pH entrée	7,52	7,45	7,59	7,6	7,6	7,67	7,7	7,7	7,6	7,66	7,6	7,6
pH sortie	7,27	7,21	7,34	7,4	7,4	7,54	7,6	7,5	7,5	7,57	7,3	7,34

Annexe 5: Variation temporelle de l'oxygène dissous (2019).

mois	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai.	Juin.	juill.	Aout.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
O₂ (mg/l)	0,34	0,26	0,21	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,12	0,48	0,19
O₂ (mg/l)	0,46	0,3	0,26	0,3	0,2	0,23	0,2	0,2	0,2	0,17	0,6	0,25

Annexe 6: Variation temporelle de la DBO₅(2019).

Mois	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai.	Juin.	juill.	Aout.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
DBO₅ (mg/l) entrée	247,3	169,9	254,2	221,8	250	281,1	282,1	261,4	251,9	185,5	117,5	136
DBO₅ (mg/l) sortie	9,3	2,4	3,5	2,9	3,2	3,8	3,4	5,3	4	4	1,8	1,8

Annexe 7: Variation temporelle de la DCO (2019).

Mois	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai.	Juin.	juill.	Aout.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
DCO (mg/l) entrée	600,5	365,6	532,9	495,9	520,8	673,2	678,4	724,9	496,8	480	/	/
DCO (mg/l) sortie	45,4	57,1	58	28,6	26,1	34,8	22,4	34	24,6	18	/	/

Annexe 8: Variation temporelle de NO₃⁻(2019).

Mois	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai.	Juin.	juill.	Aout.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
NO₃⁻ (mg/l) entrée	3,86	2,88	2,89	1,8	2,4	3,38	2,6	2	2,8	2,73	5,1	4,39
NO₃⁻ (mg/l) sortie	1,49	1,1	1,27	1	1,4	1,3	1,2	1,4	1	1,23	2,6	1,23

Annexe 9: Variation temporelle de l'azote total (2019).

Mois	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai.	Juin.	juill.	Aout.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
NT (mg/l) entrée	73,4	53,9	54,2	47,1	66,8	70,8	71	94,3	76	69,9	78,9	88,4
NT (mg/l) sortie	17,64	9,5	11,8	16,1	10,9	15,4	16	20,6	17,3	16,5	20,2	12,8

Annexe 10 : Variation temporelle du phosphore total(2019).

Mois	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai.	Juin.	juill.	Aout.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
PT (mg/l) entrée	5,11	4,4	7,8	8,1	6,7	5,97	5,9	7	6	6,8	/	/
PT (mg/l) sortie	1,38	1,02	1,43	1,9	1,1	1,08	1,2	0,7	0,5	0,44	/	/

Annexe 11 : Variation temporelle de la DCO/DBO₅ (2019).

Mois	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai.	Juin.	juill.	Aout.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
DCO/DBO₅ Entrée	2,43	2,15	2,10	2,24	2,08	2,39	2,40	2,77	1,97	2,59	/	/
DCO/DBO₅ Sortie	4,88	23,79	16,57	9,86	8,16	9,16	6,59	6,42	6,15	4,50	/	/