



N° Ref :.....

Centre Universitaire de Mila

Institut des Sciences et de la Technologie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

**Mémoire préparé En vue de l'obtention du diplôme de Master
En :**

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologies

Spécialité : Biologie Appliquée et Environnement

Option : Gestion et fonctionnement des écosystèmes aquatiques et forestiers

Thème

**Evaluation de la qualité des eaux épurées au
niveau de la station d'épuration de Sidi
Merouane « Mila ».**

Préparé par :

- BOULHELLA Djahida
- METLAS Meriem

Soutenu devant le jury :

- | | | |
|------------------|---------------------|---------------|
| - Présidente : | Mme. GHOUT Agena | Grade : M.A.A |
| - Examinatrice : | Mme. TAYAA Hakima | Grade : M.C.A |
| - Promotrice : | Mme. DOUAFER Louiza | Grade : M.C.B |

Année universitaire : 2016/2017

Remerciements

*Nous remercions tout d'abord ALLAH le tout puissant de nous avoir
Donné la santé la patience, la puissance et
La volonté pour réaliser ce travail.*

*Nous nous exprimons plus vifs remerciements au docteur
Douafer Louiza (M.C.B)*

*Que sa Profonde gratitude pour avoir orienté, dirigé ce travail et
Également pour tous ses conseils dans l'élaboration et la
Conception de ce mémoire.*

*Nos remerciements s'adressent également au docteur
Ghout Agina (M.A.A)*

Qui nous fait l'honneur d'être le président de ce jury.

*Nous sommes également très honorées de la présence, dans ce jury
Docteur Tayaa Hakima (M.C.A)*

Qui nous fais l'honneur d'examinatrice de ce jury

*Nous remercions également à toutes les personnes qui
Ont contribué à la réalisation de ce mémoire les ingénieurs de
Laboratoire de la station d'épuration de Sidi Merouane.*

Merci

*À ceux et celles qui nous aidé d'une façon ou d'une autre
De près ou de loin*

Dans notre travail, Nous les remercions du fond du cœur

Dédicaces

*Je dédie ce travail, fruit de recherche et d'étude:
A celle qui a veillé à mon bien être et m'a entouré de tout son
amour et son affection, l'être le plus cher au monde et à mon
coeur ma mère "Yamina".*

*A mon père "Ali", que Dieu le protège et le garde pour
M'avoir orienté et appris à être un homme respectable et
Responsable.*

*A mes chères sœurs :Alima et Bessma
A mes chères frères: Nabil, Badis, Mouhamed, Samir et
Abd slam*

*A tous mes très chers ami(e)s
« Linda, Djahida, Manel, Khadidja, Halima, Atika, Hoyame,
Sohila, Farah »*

*A tous mes collègues de travail Et toute la
Promotion 2017.*

«Meriem»



Dédicaces

A ceux qui m'ont encouragé et soutenu dans mes moments

Les plus difficiles, Et ceux à qui je dois tant

A mes chers parents pour leur amour et leur support continu,

Je vous dois tous mes succès, tous mes bonheurs et toutes mes joies.

Je suis très heureuse et fière de votre présence à mon côté.

Bouzyane & Fatima

A mes chers frères: «Kherdine et Yasser»

A mes très chères et adorables sœurs

Nassira et son homme Kamel

Hassina et son homme Samir

Alima, Samah, Chayma

mes adorables neveux : Adem, Iyad, Abir, Ayoub, Amani.

A toute ma famille Boulhella & Boufenneche

A tous mes enseignants du primaire, du secondaire et du supérieur

A tous mes très chers ami(e)s

« Atika, Linda, Meriem, Khadidja, Halima, Manel, Hoyame, Sohila, Farah, »

Mes camarades de la promotion de Biologie 2016-2017

Je dis à tous : «Le difficile est ce qui peut être fait tout de suite,

L'impossible est ce qui demande un peu plus de temps»

Merci mon DIEU !

«Djahida»



Liste des abréviations

°C : degré Celsius.

µS/cm : Micro semence sur centimètre.

A.E.P : L'alimentation en eau potable.

ANB : Agence nationale de barrage.

CE : Conductivité électrique.

DBO₅ : Demande biochimique en oxygène pendant 5 jours.

DCO : Demande chimique en oxygène.

DRE : Direction des Ressources en Eaux.

ha : Hectare.

IBGE : Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement.

Kg : kilo gramme.

m/s : Mètre par seconde.

m³ : Mètre cubiques.

m³/h : Mili cubiques sur hectare.

MES : Matières en Suspensions.

Mg/l : Milligramme par litre.

mm : Mili mètre.

nm : Nano mètre.

NO₂⁻ : Nitrite.

NO₃⁻ : Nitrate.

OD : Oxygène dissous.

OMS : Organisation Mondiale de Santé.

ONA : Office National d'assainissement.

pH : Potentiel hydrogène.

STEP : Station d'épuration.

T: Température.

µg/l : Micro gramme sur litre.

µm : Micro mètre.

Liste des figures

N°	Titre	Page
01	Poste de prétraitement des eaux usées (Adem, 2001) .	13
02	Filière d'épuration des eaux usées par un lit bactérien (Aba Aki, 2012).	19
03	Filière d'épuration des eaux usées par boues activées (Aba Aki, 2012).	20
04	Localisation du barrage Beni Haroune (googel earth ,2017).	21
05	La station d'épuration de Sidi Merouane (Google earth).	22
06	Plan de la station de Sidi Merouane.	24
07	Schéma général des étapes de traitement des eaux usées au niveau de la STEP.	24
08	Dessablage /Déshuilage (Station de Sidi Merouane).	25
09	Bassin biologique (Station de Sidi Merouane).	25
10	Dégazeur (Station de Sidi Merouane).	25
11	Le clarificateur (Station de Sidi Merouane).	26
12	Lit de séchage et l'aire de stockage (Station de Sidi Merouane).	26
13	Déshydrations des boues (Station de Sidi Merouane).	27
14	Le Prélèvement en le point de station de Sidi Merouane.	28
15	Le prélèvement en le point de Barrage Beni Haroune.	28
16	Mesure du PH à l aide d un pH mètre.	30
17	Mesure d'oxygène dissous à laide d un oxymètre.	30
18	Mesure de la conductivité à l'aide d'un le conductimètre.	31
19	Mesures de la matière en suspension.	32
20	Mesure de la demande chimique en oxygène (DCO).	34
21	Mesure de la demande biochimique en oxygène pendant cinq jours (DBO ₅).	34
22	Variation de la température (°C) des eaux épurées prélevées de la STEP Sidi Merouane (novembre 2016 - avril 2017) (n= 3).	38
23	Variation de la température (°C) des eaux brutes prélevées du barrage (novembre 2016 - janvier 2017) (n= 3).	39
24	Variation de la température des eaux brutes et eaux épurées enregistrées dans la période hivernale (novembre 2016 - janvier 2017) (n= 3).	40
25	Variation du potentiel hydrique des eaux épurées prélevées de la STEP Sidi Merouane (novembre 2016 - avril 2017) (n= 3).	40

26	Variation du potentiel hydrique des eaux brutes prélevées du barrage (novembre 2016 - janvier 2017) (n= 3).	41
27	Variation du potentiel hydrique des eaux brutes et eaux épurées enregistrées dans la période hivernale (novembre 2016 - janvier 2017) (n= 3).	42
28	Variation de l'oxygène dissous (mg/l) des eaux épurées prélevées de la STEP Sidi Merouane (novembre 2016 - avril 2017) (n= 3).	42
29	Variation de l'oxygène dissous (mg/l) eaux brute prélevées du barrage (novembre 2016-janvier 2017) (n= 3).	43
30	Variation de l'oxygène dissous des eaux brutes et eaux épurées enregistrées dans la période hivernale (novembre 2016 - janvier 2017) (n= 3).	44
31	Variation de la conductivité électrique ($\mu\text{s/cm}$) des eaux épurées prélevées du STEP Sidi Merouane (novembre 2016 - avril 2017) (n= 3).	44
32	Variation de la conductivité électrique ($\mu\text{s/cm}$) des eaux brutes prélevées du barrage (novembre 2016 - janvier 2017) (n= 3).	45
33	Variation de la conductivité électrique ($\mu\text{s/cm}$) des eaux brutes et eaux épurées enregistrées dans la période hivernale (novembre 2016 - janvier 2017) (n= 3).	46
34	Variations de Matière en suspensions (mg/l) des eaux épurées prélevées du STEP Sidi Merouane (novembre 2016 - avril 2017) (n= 3).	46
35	Variation de la matière en suspension (mg/l) des eaux brutes prélevées du barrage (novembre 2016 - janvier 2017) (n= 3).	47
36	Variation de la matière en suspension (mg/l) des eaux brutes et eaux épurées enregistrées dans la période hivernale (novembre 2016-janvier 2017) (n= 3).	48
37	Variation de la demande chimique en oxygène (mg/l) des eaux épurée prélevées du barrage (novembre 2016 - janvier 2017) (n= 3).	49
38	Variation de la demande chimique en oxygène (mg/l) des eaux brutes prélevées du barrage (novembre 2016 - janvier 2017) (n= 3).	50
39	Variation de la demande chimique en oxygène (mg/l) des eaux brutes et eaux épurées enregistrées dans la période hivernale (novembre 2016 - janvier 2017) (n= 3).	51
40	Variation de demande biochimique en oxygène (mg/l) des eaux épurées prélevées du STEP Sidi Merouane (novembre 2016 - avril 2017) (n= 3).	51

41	Variation de la demande biochimique en oxygène (mg/l) eaux brutes prélevées du barrage (Novembre 2016 - Janvier 2017) (n= 3).	52
42	Variation de la demande biochimique en oxygène (mg/l) des eaux brutes et eaux épurées enregistrées dans la période hivernale (Novembre 2016 - Janvier 2017) (n= 3).	53
43	Variation de Nitrate (mg/l) des eaux épurées prélevées du STEP Sidi Merouane (novembre 2016 - avril 2017) (n= 3).	53
44	Variation de nitrate (mg/l) des eaux brute prélevées du barrage (Novembre 2016 -Janvier 2017) (n= 3).	54
45	Variation de nitrate (mg/l) des eaux brutes et eaux épurées enregistrées dans la période hivernale (Novembre 2016 - Janvier 2017) (n= 3).	55
46	Variation de nitrite (mg/l) des eaux épurées prélevées du STEP Sidi Merouane (Novembre 2016 - Avril 2017) (n= 3).	55
47	Variation de nitrite (mg/l) eaux brute au prélevées du barrage (Novembre 2016 Janvier 2017) (n= 3).	56
48	Variation de nitrite (mg/l) des eaux brutes et eaux épurées enregistrées dans la période hivernale (Novembre 2016 - Janvier 2017) (n= 3).	57

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
01	Les paramètres physico-chimiques et les différentes méthodes utilisés.	28
02	Paramètres physiques des eaux épurées prélevées à la sortie de la STEP Sidi Merouane (novembre 2016-avril 2017) (n= 3).	37
03	Paramètres physiques des eaux brutes prélevées du barrage Beni Haroune (novembre 2016 - avril 2017) (n= 3).	37
04	Variation de la température (°C) des eaux brutes et des eaux épurées enregistrées dans la période hivernale (novembre 2016 - janvier 2017) (n= 3).	39
05	Variation du potentiel hydrique des eaux brutes et eaux épurées enregistrées dans la période hivernale (novembre 2016 - janvier 2017) (n= 3).	41
06	Variation de l'oxygène dissous des eaux brutes et eaux épurées enregistrées dans la période hivernale (novembre 2016-janvier 2017) (n= 3).	43
07	Variation de la conductivité électrique ($\mu\text{s}/\text{cm}$) des eaux brutes et des eaux épurées enregistrées dans la période hivernale (novembre 2016-janvier 2017) (n= 3).	45
08	Variation de la matière en suspension (mg/l) des eaux brutes et eaux épurées enregistrées dans la période hivernale (novembre 2016-janvier 2017) (n= 3).	47
09	Paramètres chimiques des eaux épurées prélevées à la sortie de la STEP Sidi Merouane (novembre 2016 - avril 2017) (n= 3).	48
10	Paramètres chimiques des eaux brutes prélevées du barrage Beni Haroune (novembre 2016 - janvier 2017) (n= 3).	49
11	Variation de demande chimique en oxygène (mg/l) des eaux brutes et eaux épurées enregistrées dans la période hivernale (novembre 2016 - janvier 2017) (n= 3).	50
12	Variation de demande biochimique en oxygène (mg/l) des eaux brutes et eaux épurées enregistrées dans la période hivernale (novembre 2016-janvier 2017) (n= 3).	52
13	Variation de nitrate (mg/l) des eaux brutes et eaux épurées enregistrées dans la période hivernale (novembre 2016-janvier 2017) (n= 3).	54
14	Variation de nitrite (mg/l) des eaux brutes et des eaux épurées enregistrées dans la période hivernale (novembre 2016-janvier 2017) (n= 3).	56

Sommaire

Remercîment

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

1. Introduction.....	1
2. Synthèse bibliographique.....	4
2. 1. Généralités sur les eaux usées.....	4
2. 1. 1. Définition des eaux usées.....	4
2. 1. 2. Les catégories des eaux usées.....	4
2. 1. 2. 1. Les eaux usées domestiques.....	4
2. 1. 2. 2. Les eaux usées industrielles.....	4
2. 1. 2. 3. Les eaux usées ruissèlement.....	5
2. 1. 2. 4. Les eaux usées agricoles.....	5
2. 2. Effets des eaux usées sur le milieu récepteur.....	5
2. 3. Pollution des eaux.....	6
2. 3. 1. Types de la pollution des eaux	6
2. 3. 1. 1. La pollution chimique.....	6
2. 3. 1. 2. La pollution physique.....	6
2. 3. 1. 3. La pollution biologique.....	7
2. 4. Principaux polluants présents dans les eaux usées.....	7
2. 4. 1. Les microorganismes.....	7
2. 4. 2. Les micropolluants organiques et non organique.....	9
2. 4. 3. Éléments traces et métaux lourds.....	9
2. 4. 4. Substances nutritives.....	9
2. 5. Les conséquences de la pollution des eaux	10
2. 5. 1. Sur les être vivants.....	10
2. 5. 2. Sur l'environnement.....	10
2. 6. Les paramètres physico-chimiques de l'eau	10

2. 6. 1. Les paramètres physiques.....	10
2. 6. 1. 1. La température (T).....	10
2. 6. 1. 2. Le potentiel hydrique de l'eau (pH).....	10
2. 6. 1. 3. L'oxygène dissous (OD).....	10
2. 6. 1. 4. La conductivité électrique (CE).....	11
2. 6. 1. 5. La matière en suspension (MES).....	11
2. 6. 2. Les paramètres chimiques.....	11
2. 6. 2. 1. Demande chimique en oxygène(DCO).....	11
2. 6. 2. 2. Demande biochimique en oxygène pendant cinq jours (DBO ₅).....	11
2. 6. 2. 3. Le Nitrate (NO ₃ ⁻).....	12
2. 6. 2. 4. Le Nitrite (NO ₂ ⁻).....	12
2. 7. L'épuration des eaux usées.....	12
2. 7. 1. Définition d'épuration	12
2. 7. 2. La nécessité d'épuration	12
2. 7. 3. Les différents types de station d'épuration (STEP).....	12
2. 7. 3. 1. Station d'épuration.....	13
2. 7. 3. 1. 1. Les prétraitements.....	13
2. 7. 3. 1. 2. Les traitements primaires :(Traitements physico-chimiques).....	15
2. 7. 3. 1. 3. Traitement secondaire (Traitements biologiques).....	16
2. 7. 3. 1. 4. Traitement tertiaire.....	17
2. 7. 3. 1. 5. Traitement des boues.....	18
2. 7. 3. 2. Station à lit bactérien...../.....	19
2. 7. 3. 3. Station à disque biologique.....	19
2. 7. 3. 4. Station à boue activée.....	20
2. 7. 3. 5. Lagunages.....	20
3. Matériel & méthodes.....	21
3. 1. Présentation des sites d'étude.....	21
3. 1. 1. Présentation du barrage « Beni Haroune ».....	21
3. 1. 1. 1. Importance du barrage « Beni Haroune ».....	21

3. 1. 2. Présentation de la station d'épuration STEP « Sidi Merouane ».....	22
3. 1. 2. 1. Caractéristiques de la station d'épuration de « Sidi-Merouane ».....	23
3. 1. 2. 2. Le fonctionnement de station d'épuration de « Sidi Merouane ».....	23
3. 2. Nature et période du prélèvement.....	27
3. 2. 1. Détermination de la qualité physico-chimique de l'eau.....	28
3. 2. 2. Méthodes d'analyse des différents paramètres physico-chimiques.....	29
3. 2. 2. 1. Les paramètres physiques.....	29
3. 2. 2. 1. 1. La température (T).....	29
3. 2. 2. 1. 2. Le potentiel hydrique (PH).....	29
3. 2. 2. 1. 3. L'oxygène dissous (OD).....	30
3. 2. 2. 1. 4. La conductivité électrique (CE).....	31
3. 2. 2. 1. 5. La matière en suspension (MES).....	31
3. 2. 2. 2. Les paramètres chimiques.....	33
3. 2. 2. 2. 1. Demande chimique en oxygène (DCO).....	33
3. 2. 2. 2. 2. La demande biochimique en oxygène pendant cinq jours (DBO ₅).....	33
3. 2. 2. 2. 3. Le Nitrate (NO ₃ ⁻).....	34
3. 2. 2. 2. 4. Le Nitrite (NO ₂ ⁻).....	34
3. 3. Traitement statistique des données.....	35
4. Résultat.....	36
4. 1. Les paramètres physiques.....	36
4. 1. 1. La température.....	37
4. 1. 2. Le potentiel hydrique (PH).....	39
4. 1. 3. Oxygène dissous (OD).....	41
4. 1. 4. La conductivité électrique (CE).....	43
4. 1. 5. La matière en suspension (MES).....	45
4. 2. Les paramètres chimiques.....	47
4. 2. 1. Demande chimique en oxygène(DCO).....	48
4. 2. 2. La demande biochimique en oxygène (DBO ₅).....	50
4. 2. 3. Le Nitrate (NO ₃ ⁻).....	52

4. 2 .4. Le Nitrite (NO_2^-).....	54
5. Discussion.....	57
5. 1. Les paramètres physiques.....	57
5. 1. 1. La température.....	57
5. 1. 2. Le potentiel hydrique (PH).....	57
5. 1. 3. Oxygène dissous (OD).....	58
5. 1. 4. Conductivité électrique (CE).....	58
5. 1. 5. Matière en suspension (MES).....	59
5. 2. Les paramètres chimiques.....	59
5. 2. 1. Demande chimique en oxygène(DCO).....	59
5. 2. 2. La demande biochimique en oxygène (DBO_5).....	60
5. 2. 3. Nitrate (NO_3^-).....	60
5. 2 .4. Le Nitrite (NO_2^-).....	60
6. Conclusion	
7. Références bibliographiques	
8. Résumés	

Introduction

1. Introduction

L'eau est devenue un enjeu stratégique mondial dont la gestion, doit impérativement s'intégrer dans une perspective politique de développement durable. Certains affirment en effet qu'elle sera, au troisième millénaire, un enjeu de guerres comme le pétrole l'a été et l'est encore aujourd'hui (Garcia, 2006).

L'eau est une ressource naturelle très limitée dans les régions semi-arides. Elle est très demandée. Elle est nécessaire à toutes activités socio-économiques (Tamrabet *et al.*, 2003). Il est donc nécessaire et important d'en garantir la disponibilité dans le temps au moyen de formes d'exploitation durables qui permettent de faire face aux exigences actuelles sans menacer l'équilibre environnemental. En plus de son rôle vital dans la vie humaine, l'eau joue un rôle très important dans le développement économique de plusieurs pays, où l'agriculture est considérée comme une activité dominante et primordiale. Actuellement, certains pays vivent un état économique critique, car les ressources en eau sont de plus en plus rares. Cette situation délicate est due principalement au manque d'une gestion intégrée des ressources en eau (Fernandez *et al.*, 2004).

Lorsque l'Homme utilise l'eau, il ne fait pas que la consommer, mais il en rejette une partie dans l'environnement. C'est ce que l'on appelle l'eau usée (Moulin *et al.*, 2013). Cette eau usée peut contenir différents polluants. L'humanité se trouve devant une croissance alarmante de la pollution des eaux par des matières organiques diverses, des pesticides, des détergents, des métaux lourds, et autres substances toxiques. Elle voit s'aggraver les difficultés de l'alimentation en eau potable dont l'obtention est une opération de plus en plus onéreuse. Les effets de la pollution des cours d'eau, des lacs, des mers, sont souvent spectaculaires. De nombreuses activités humaines conduisent à la pollution de l'eau. Les différentes pollutions issues des secteurs industriels, agricoles ainsi que les activités quotidiennes de l'homme, imposent de trouver une solution pour traiter ces divers types de polluants, qui peuvent avoir des conséquences d'ordre sanitaires, écologiques, industrielles ou agricoles (Cheurfi, 2007).

Le traitement des eaux est indispensable pour la préservation de notre environnement. Il existe de nombreuses techniques dans le domaine du traitement des eaux (Metcalf & Eddy, 2002). pour supprimer des matières solides, de l'huile, des graisses, des composés organiques biodégradables ou non-biodégradables, des molécules toxiques...,etc (Manhal, 2014). La dépollution des eaux usées urbaines nécessite une succession d'étapes faisant appel à des traitements physiques,

physico-chimiques et biologiques. En dehors des plus gros déchets présents dans les eaux usées (Salghi, 2001).

L'épuration de ces eaux est assurée par des stations d'épuration d'effluents d'eaux usées dans le cas d'habitat collectif (Dupavillon, 2001). L'épuration des eaux usées s'est donc imposée pour préserver la qualité des milieux naturels et notamment les eaux de surface et souterraines. L'eau épurée est actuellement en majorité rejetée. Le recyclage de l'eau dans les industries et l'utilisation de l'eau pour contribuer à diminuer la pression sur les ressources naturelles de bonne qualité. Les procédés d'épuration des eaux usées urbaines, industrielles, et agricoles sont nombreux. Le principe est basé sur la capacité des bactéries présentes naturellement dans les eaux usées à dégrader la pollution organique qu'elles utilisent pour leur développement. Les stations d'épuration s'appuient sur les technologies pour intensifier. Ce phénomène naturel, le traitement biologique des eaux usées permet de diminuer la pollution organique, azotée, carbonée et phosphorée.

En Algérie, peu d'importance est accordée à la couverture des services d'assainissement comparée à la couverture des services d'approvisionnement en eau et encore moins d'importance est accordée à l'épuration (Hartani, 2004). En effet, seules 20 % des eaux usées collectées en Algérie sont traitées, contre une couverture du réseau d'assainissement de l'ordre de 85%, (Medkour, 2003). D'après un rapport publié par l'Office National d'Assainissement (ONA) en 2015, l'Algérie compte 120 stations d'épuration (STEP) qui produisent un volume de 14,6 millions de mètres cubes par mois d'eaux usées épurées (ONA, 2015). Toutefois ce volume reste très réduit par rapport aux grandes quantités d'eaux usées produites et qui sont toujours déversées dans les différents milieux naturels.

Parmi les STEP les plus importantes en Algérie est celle de Sidi Merouane qui possède un chenal d'oxydation efficace pour l'élimination de la pollution azotée et phosphatée, cette station qui située dans la wilaya de Mila fait partie des installations de protection du grand barrage de Beni Haroune qui constitue un véritable moteur pour le développement des wilaya de Constantine, Mila, Jijel, Batna, Khenchela et Oum Elbouaghi en ce qui concerne l'alimentation en eau potable et en eau d'irrigation (Melloul & Badri, 2013).

La STEP de Sidi Merouane est un établissement très efficace aux traitements des eaux usées de divers types de déchets qui vient des régions qui l'entourent, pour la protection des écosystèmes existants dans la cuvette du barrage de Beni Haroune d'être pollués. Elle utilise de

nouvelles techniques et équipements renommés internationale pour assurer l'efficacité dans les étapes physiques et biologiques pendant tout le traitement (boue active, dégrilleur, clarificateur...). Ces procédés produisent de l'eau propre qui est rejetée (déversée) dans le milieu récepteur, pendant que les boues résultant sont utilisées en agriculture.

Le présent travail a pour but d'étudier les paramètres physico-chimiques (pH, température, demande biologique en oxygène (DBO₅), demande chimique en oxygène (DCO), les matières en suspension (MES)...), etc) des eaux usées épurées dans la STEP de « Sidi Merouane », et l'eau brute de barrage « Beni Haroune » à Mila, ainsi d'évaluer leur niveau de pollution, ce ci durant la période s'étalant de novembre 2016 à avril 2017. Il a pour objectif principal d'évaluer la qualité des eaux de la station d'épuration et du barrage afin de protéger le patrimoine national et économique contre toute source de contamination.

Synthèse bibliographique

2. Synthèse bibliographique

2. 1. Généralités sur les eaux usées :

En parlant de l'eau usée il semble important d'avoir une idée sur sa définition, son origine et ses caractéristiques, ainsi que les différentes méthodes utilisées pour son épuration.

2. 1. 1. Définition des eaux usées :

Les eaux usées sont utilisées pour des usages domestiques, industriels ou même agricole, constituant donc un effluent pollué qui sont rejetées dans un émissaire d'égout. Ils regroupent les eaux usées domestiques (les eaux vannes et les eaux ménagères), les eaux de ruissellement et les effluents industriels (eaux usées des usines) (Baumont *et al.*, 2004).

Les eaux usées, qui sont un mélange de plusieurs types d'eaux et pour éviter la pollution, sont acheminées par un réseau d'assainissement vers une station d'épuration pour y être traitées et si possible réutilisées (Bachi, 2010). Une eau est considérée comme « eau usée » lorsque son état, sa composition sont modifiés par les actions anthropiques dans une mesure telle qu'elle se prête moins facilement à toutes ou certaines des utilisations auxquelles elle peut servir à l'état naturel. Aujourd'hui on parle de plus en plus des notions d'eaux claires (Thomas, 1955).

2. 1. 2. Les catégories des eaux usées :

2. 1. 2. 1. Les eaux usées domestiques :

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont essentiellement porteuses de pollution organique. Elles se répartissent en eaux ménagères, qui ont pour origine les salles de bains et les cuisines et sont généralement chargées de détergents, de graisses, de solvants, de débris organiques,... etc., et en eaux 'vannes' sont les rejets des toilettes, chargés de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux (Boumediene, 2013). La pollution journalière produite par une personne utilisant de 150 à 200 litres d'eau est évaluée à (Radeema, 2007).

2. 1. 2. 2. Les eaux usées industrielles :

Les déchets et les effluents industriels définissent largement la qualité et le taux de pollution de ces eaux usées. Les établissements industriels utilisent une quantité importante d'eau qui, tout en restant nécessaire à leur bonne marche, n'est réellement consommée qu'entre faible partie le reste

est rejeté. Il a été fait un classement des principaux rejets industriels suivant la nature des inconvénients qu'ils déversent :

-Pollution due aux matières en suspension minérales (Lavage de charbon, carrière, tamisage du sable et gravier, industries productrices d'engrais phosphatés....)

-Pollution due aux matières en solution minérales (usine de décapage, galvanisation...)

-Pollution due aux matières organiques et graisses (industries agroalimentaires, équarrissages, pâte à papier...)

-Pollution due aux rejets hydrocarbonés et chimiques divers (raffineries de pétrole, porcherie, produits pharmaceutiques.....) (Rodier, 2005).

2. 1. 2. 3. Les eaux usées de ruissellement :

Comprennent les eaux de pluies, eaux de lavages et eaux de drainage. Ces eaux sont polluées par les matières qu'elles entraînent en provenance des trottoirs et des chaussées (huiles, mazoutes, graisse, sables...etc.). Elles contiennent également de zinc, plomb, et cuivre. Les eaux de drainage peuvent provenir de la montée d'une nappe phréatique dans le sol. Elles sont généralement peu polluées (Boutoux, 1983).

2. 1. 2. 4. Les eaux agricoles :

L'agriculture est une source de pollution des eaux non négligeable car elle apporte les engrais et les pesticides. Elle est la cause essentielle des pollutions diffuses. Les eaux agricoles issues de terre cultivées chargés d'engrais nitrates et phosphatés, sous une forme ionique ou en quantité telle, qu'ils ne seraient pas finalement retenus par le sol et assimilés par les plantes, conduisent par ruissellement à un enrichissement en matières azotées ou phosphatées des nappes les plus superficielles et des eaux des cours d'eau ou des retenues(Metahri, 2012).

2. 2. Effets des eaux usées sur le milieu récepteur :

On les observe dans plusieurs domaines, notamment dans les mers et les rivières où s'observent parfois des marées noires ou encore la mort de poissons, suite à l'intoxication dues aux lessives ou à des rejets industriels. Ainsi, en 1975, le déversement de Cyanure dans la Moselle détruit 40 tonnes de poissons, alors que le rejet dans le Rhin d'un insecticide entraîna la mort de 50% des poissons. En effet, quand les eaux résiduares contiennent des huiles ou des graisses, la formation de films peut s'opposer à l'accès de l'oxygène dans les cours d'eau et provoquer des effets d'intoxication sur les microorganismes et les poissons. Les huiles et les

graisses végétales et animales peuvent être assez facilement dégradées par voie biochimique mais c'est le contraire pour les huiles et les graisses minérales.

Des effets toxiques sur les microorganismes et les poissons peuvent également être provoqués par des déversements d'eaux résiduaires industrielles contenant des tannins, des goudrons, des colorants. D'une manière générale, diverses substances toxiques, minérales ou organiques, peuvent être contenues dans les eaux résiduaires industrielles, peuvent détruire la faune des rivières ou mettre en question l'utilisation de l'eau des rivières pour l'alimentation humaine (Vincent, 2003).

2. 3. Pollution des eaux :

On appelle pollution de l'eau, toute modification chimique, physique ou biologique de la qualité de l'eau qui a un effet nocif sur les êtres vivants qui la consomment. Quand les êtres humains consomment de l'eau polluée ou l'utilisent (en irrigation par exemple), il y a en général des conséquences sérieuses pour leur santé (Haouti, 2005).

2. 3. 1. Types de la pollution des eaux :

2. 3. 1. 1. Pollution chimique :

Due à des substances en solution, se traduit par un changement de saveur (eau salée ou saumâtre) parfois par l'apparition d'un caractère toxique lorsque le corps dissout est un poison) (Leroy, 1999). Elle résulte essentiellement de la libération massive dans des eaux de divers métaux toxiques et de substances inorganiques telles les nitrates, les phosphates et autres sels minéraux nutritifs utilisés dans l'agriculture comme fertilisants (Ramade, 2005).

2. 3. 1. 2. Pollution physique :

C'est une pollution due aux agents physiques (tout élément solide entraîné par l'eau), elle est d'origine domestique, essentiellement industrielle (Mizi, 2006). Résultat de la présence dans l'eau de particules ou de déchets capables de colmater le lit d'un cours d'eau (cas des eaux provenant par exemple des mines, d'usines de défibrage de bois, de tanneries) (Vaillant, 1974).

On peut la répartir en trois classes: mécanique, thermique et radioactive (Mizi, 2006).

A. La pollution radioactive :

Elle est souvent due à la proximité d'une centrale nucléaire, reste négligeable même si elle est la plus redoutée. La pollution radioactive libérée dans l'eau provient d'une radioactivité

naturelle, ou d'une contamination liée à des retombées atmosphériques (explosion nucléaire) des champs de rayonnement d'origine industrielle ou enfin des contaminations accidentelles de l'eau à partir des rejets des installations des centrales nucléaires (Monnier, 1989).

B. Pollution thermique :

La pollution thermique résulte du rejet, selon les cas, de rivière ou d'eau de mer ayant servi au refroidissement de centrales thermiques et nucléaires. Cette pollution thermique sera différente selon les conditions du milieu qu'elle touche, en particulier selon le débit d'étiage et les possibilités de barrage des eaux. Au moment des basses eaux, une pollution thermique est considérablement plus néfaste pour la vie aquatique qu'en temps normal (Ehrhardt & Seguin, 1978).

C. Pollution Mécanique :

Elle résulte des décharges de déchets et de particules solides apportés par les ERI, ainsi que les eaux de ruissellement. Ces polluants sont soit les éléments grossiers soit du sable ou bien les matières en suspension MES.

2. 3. 1. 3. Pollution biologique :

Elle résulte de la présence dans l'eau de microorganismes qui sont véhiculés par l'eau et sont responsables de beaucoup de maladies hydriques (Belhaj, 2001). Portants pollueurs biologiques de la planète : les contaminants fécaux sont parmi les polluants biologiques des sources d'eau (Gaamoun, 2010).

2. 4. Principaux polluants présents dans les eaux usées :

Les compositions des eaux usées sont extrêmement variables en fonction de leur origine (industrielle, domestique, etc.). Elles peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute. Ainsi que de nombreux microorganismes. En fonction de leurs caractéristiques physique, chimique, biologique et du danger sanitaire qu'elles représentent (Okkacha, 2008). Ces substances peuvent être classées en quatre groupes : les micro-organismes, Les micropolluants organiques et non organiques, éléments traces et métaux lourds, Substances nutritives :

2. 4. 1. Les microorganismes :

Les eaux usées contiennent tous les microorganismes excrétés avec les matières fécales. Cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes. L'ensemble de ces

organismes peut être classé en quatre grands groupes : les bactéries, les virus, les protozoaires et les helminthes (Belaid, 2010).

A. Les bactéries :

Les bactéries sont des organismes unicellulaires simples et sans noyau. Leur taille est comprise entre 0,1 et 10 μm (Asano, 1998). Les bactéries sont les microorganismes les plus communément rencontrés dans les eaux usées (Toze, 1999). Des bactéries commensales et pathogènes sont rencontrées dans les eaux usées. Les principales espèces bactériennes pathogènes fréquemment rencontrées sont : *Salmonella typhi*, *Salmonella paratyphi*, *Vibrio cholerae*, *Shigella sp*, *Escherichia coli*, *Campylobacter sp*, *Yersinia enterocolitica*, *Leptospira sp* (Asmama, 1996).

B. Les virus:

Ce sont des organismes infectieux de très petite taille (10 à 350 nm) qui se reproduisent en infectant un organisme hôte. Les virus ne sont pas naturellement présents dans l'intestin, contrairement aux bactéries (Baumont *et al.*, 2005). Dans les eaux usées, les virus rencontrés appartiennent à différents groupes. Il s'agit : des adénovirus, des coronavirus, des poliovirus, des virus des hépatites A et E,... etc (Amahmid, 1997).

C. Protozoaires :

Les protozoaires sont des organismes unicellulaires munis d'un noyau, plus complexes et plus gros que les bactéries. La plupart des protozoaires pathogènes sont des organismes parasites. C'est-à-dire qu'ils se développent aux dépens de leur hôte (Baumont *et al.*, 2005). Les espèces de protozoaires intestinaux humains qui sont considérés comme pathogènes et fréquemment rencontrés dans les eaux usées sont : *Entamoeba histolytica*, *Balantidium coli*, *Giardia intestinalis*, *Cryptosporidium parvum* (Amahmid, 1997).

D. Les helminthes :

Les helminthes sont des vers multicellulaires. Tout comme les protozoaires, ce sont majoritairement des organismes parasites rencontrés dans les eaux résiduaires. La contamination parasitaire des eaux usées résulte du rejet des œufs d'helminthes avec les matières fécales de l'Homme ou des animaux (Bouhoum, 1987). Les œufs d'helminthes pathogènes pour l'homme et mis en évidence dans les eaux usées appartiennent à différents groupes taxonomiques dont :

- les nématodes : *Ascaris sp*, *Toxocara sp*, *Trichuris sp*, *Ankylostoma duodenale*.
- les cestodes : *Taenia saginata*, *Taenia solium*, *Hymenolepis sp*.
- les trématodes : *Fasciola sp*, *Schistosoma sp* (Asmama, 1996).

2. 4. 2. Les micropolluants organiques et non organiques :

Le terme micropolluant désigne un ensemble de substances qui, en raison de leur toxicité, de leur persistance et de leur bioaccumulation sont de nature à engendrer des nuisances, même lorsqu'elles sont rejetées en très faibles quantités (Larkem & Bacel, 2005). Les micropolluants organiques et non organiques résultent d'une pollution multiple et complexe. Les micropolluants sont des éléments présents en quantité infinitésimale dans les eaux usées (Djeddi, 2007).

La voie de contamination principale, dans le cas d'une réutilisation des eaux usées épurées, est l'ingestion. C'est la contamination par voie indirecte qui est généralement préoccupante. Ainsi, certains micropolluants, comme les métaux lourds ou les pesticides, peuvent s'accumuler dans les tissus des êtres vivants, et notamment dans les plantes cultivées. Il peut donc y avoir une contamination de la chaîne alimentaire et une concentration de ces polluants dans les organismes (Baumont *et al.*, 2005).

2. 4. 3. Éléments traces et métaux lourds :

Les sources de métaux pour les milieux aquatiques sont multiples. On différencie principalement les sources d'origine naturelle et anthropique (Baize & Sterckeman, 2001).

Les métaux lourds que l'on trouve dans les eaux usées urbaines sont extrêmement nombreux; les plus abondants (de l'ordre de quelques $\mu\text{g/l}$) sont le fer, le zinc, le cuivre, et le plomb. Les autres métaux (manganèse, aluminium, chrome, arsenic, sélénium, mercure, cadmium, molybdène, nickel, etc.) sont présents à l'état de traces (Cauchi, 1996). Certains éléments traces, peu nombreux, sont reconnus nécessaires, en très faibles quantités, au développement des végétaux : le bore, le fer, le manganèse, le zinc, le cuivre et le molybdène. L'irrigation, à partir d'eaux usées, va apporter ces éléments (Faby, 1997).

2. 4. 4. Substances nutritives :

Les nutriments se trouvent en grande quantité dans l'eau usée, et constituent un paramètre de qualité important pour la valorisation de ces eaux en agriculture et en gestion des paysages. (Hamoda, 2004). Les éléments les plus fréquents dans les eaux usées sont l'azote, le phosphore et parfois le potassium, le zinc, le bore et le soufre. Ces éléments se trouvent en quantités appréciables, mais en proportions très variables que ce soit, dans les eaux usées épurées ou brutes (Belaid, 2007).

2. 5. Les conséquences de la pollution des eaux :

2. 5. 1. Sur les être vivants :

La pollution des eaux peut avoir des conséquences sur la santé de l'homme. Les maladies provenant de l'eau polluée tuent encore aujourd'hui des millions de personnes chaque année dans les pays pauvres. Il s'agit aussi bien de maladie provoquée par le fait de boire de l'eau polluée que de maladies dues d'un simple contact de la peau avec cette eau (Boukherrouba & Sadrati, 2010).

2. 5. 2. Sur l'environnement :

Les rejets organiques peuvent asphyxier les zones de frayères et nurseries, essentielles pour la vie aquatique, et conduisent à la formation des vases réductrices toxiques pour plantes et animaux marins (Willard & Roback, 1974).

2. 6. Les paramètres physico-chimiques de l'eau :

2. 6. 1. Les paramètres physiques :

Les paramètres physiques sont responsables de la pollution primaire des eaux et regroupent essentiellement les matières en suspension, la conductivité, le pH, et la température.

2. 6. 1. 1. La température (T) :

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels.... ,etc (Rodier *et al.*, 2005).

2. 6. 1. 2. Le potentiel Hydrogène (pH) :

Le pH d'une eau représente son acidité ou son alcalinité. Ce paramètre conditionne un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de divers facteurs dont la température est l'origine de l'eau. Le pH mesure la concentration en ions d'hydrogène de l'eau (Eddabra, 2011). La mesure de pH est très importante. Ce paramètre conditionne l'équilibre physico-chimique d'eau. Cet équilibre dépend de l'origine de ces eaux qui peuvent être naturelles ou artificielles, provenant des rejets domestiques des eaux résiduaires (Bremond & Vuichard, 1973).

2. 6. 1. 3. Oxygène dissous (OD) :

L'oxygène dissous est un composé essentiel de l'eau car il permet la vie de la faune et il conditionne les réactions biologiques qui ont lieu dans les écosystèmes aquatiques la solubilité de

l'oxygène dans l'eau dépend de différents facteurs, dont la température, la pression et la force ionique du milieu (rejsek, 2002).

2. 6. 1. 4. La conductivité électrique (CE) :

La conductivité est l'une des paramètres physico-chimique de l'eau liée à la concentration des substances dissoutes et à leur nature. Les matières organiques et colloïdes ne présentent qu'une faible conductivité qui varie avec la température. La conductivité est importante lorsque la température est élevée. La mesure de la conductivité de l'eau nous permet d'apprécier la quantité des sels dissous dans l'eau qui se trouve sous forme d'ion chargés électriquement (chlorures, sulfates, calcium, sodium, magnésium...). Cette mesure doit être faite sous température allant de 20 à 25 °C (Eddabra, 2011). La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau (Desjardins, 1997).

2. 6. 1. 5. Les matières en suspension (MES) :

Les matières en suspension (MES) constituent un ensemble de particules minérales et/ou organiques présentes dans une eau naturelle ou polluée (Bedouh, 2014). Les matières en suspension sont en majeure partie de nature biodégradable. La plus grande part des micro-organismes pathogènes contenue dans les eaux usées est transportée par les MES. Elles donnent également à l'eau une apparence trouble, un mauvais goût et une mauvaise odeur. Cependant, elles peuvent avoir un intérêt pour l'irrigation des cultures (Faby, 1997).

2. 6. 2. Les paramètres chimiques :

2. 6. 2. 1. Demande chimique en oxygène (DCO) :

La demande chimique en oxygène (DCO) est la quantité d'oxygène consommée par les matières existantes dans l'eau et oxydables dans des conditions opératoires définies. En fait la mesure correspond à une estimation des matières oxydables présentes dans l'eau quelque soit leur origine organique ou minérale. La DCO étant fonction des caractéristiques des matières présentes, de leurs proportions respectives, des possibilités de l'oxydation (Rodier, 2005).

2. 6. 2. 2. Demande biologique en oxygène (DBO₅) :

Elle correspond à la quantité d'oxygène consommée en 5 jours par une biomasse pour décomposer les matières organiques (Baumont, 1997). La DBO₅, ou demande biochimique en oxygène indique la quantité de matières organiques présentes dans les eaux usées (Xanthoulis,

1993). La quantité d'oxygène consommée par les micro-organismes pour assurer la dégradation des matières biodégradables en 5 jours à 20 °C et à l'obscurité (Cardot, 2010).

2. 6. 2. 3. Le Nitrate (NO_3^-) :

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

2. 6. 2. 4. Le Nitrites (NO_2^-) :

Les nitrites sont des produits intermédiaires de la nitrification, c'est-à-dire la transformation oxydative par voie biologique de l'ammonium en nitrate. Dans les retenues pauvres en oxygène, il peut aussi y avoir des nitrites résultant d'une dénitrification (transformation de nitrates en protoxyde d'azote ou en azote élémentaire) incomplète (IBGE, 2005).

2. 7. L'épuration des eaux usées :

2. 7. 1. Définition d'épuration :

En assainissement, l'épuration constitue le processus visant à rendre aux eaux résiduaires rejetées la qualité répondant aux exigences du milieu récepteur. Il s'agit donc d'éviter une pollution par la dépollution et non de produire de l'eau potable. L'opération est assurée par deux procédures distinctes, la première est dite industrielle et la deuxième est naturelle (Anonyme, 1997).

2. 7. 2. La nécessité de l'épuration :

La composition des eaux usées démontre la nécessité de leur épuration et celle des eaux résiduaires et industrielles. Les caractéristiques d'une station d'épuration et le degré de traitement doivent être tels que l'effluent n'altère pas l'état du milieu récepteur dans une mesure incompatible avec les exigences de l'hygiène et de la salubrité publique et, d'une façon générale, avec les exigences des diverses utilisations ou activités (alimentation en eau des hommes et des animaux, utilisation agricole ou industrielles, production piscicole ou production de coquillages, navigation, baignades et autres activités sportives) (Xanthoulis, 1993).

2. 7. 3. Les différents types de station d'épuration (STEP) :

Il existe plusieurs filières avec différents types de traitement, mais le choix des procédés de traitement doit être adéquat du point de vue climatique, des applications attendues et du coût

d'investissement (Werther & Ogada, 1999). On distingue les procédés intensifs dont les boues activées ; les disques biologiques, les lits bactériens et les procédés extensifs dont le lagunage.

2. 7. 3. 1. Station d'épuration :

Une station d'épuration est une usine qui nettoie les eaux usées des particuliers et des industriels ainsi que les eaux pluviales pour les assainir (Assainissement des eaux usées). Une station d'épuration est installée généralement à l'extrémité d'un réseau de collecte, sur l'émissaire principal, juste en amont de la sortie des eaux vers le milieu naturel. Elle rassemble une succession de dispositifs, empruntés tour à tour par les eaux usées. Chaque dispositif est conçu pour extraire au fur et à mesure les différents polluants contenus dans les eaux. La succession des dispositifs est bien entendu calculée en fonction de la nature des eaux usées recueillies sur le réseau et des types de pollutions à traiter (Remini, 2008).

2. 7. 3. 1. 1. Les prétraitements :

La première étape du traitement consiste à débarrasser les effluents de tout élément susceptible (de taille comprise entre 0,1 et 50 mm) de gêner le fonctionnement des ouvrages. (Grosclaude, 1999). Ils font appel :

- À des procédés mécaniques, comme des grilles ou des tamis, pour éliminer des grosses particules transportées par les eaux (Rejsek, 2002).
- À des procédés physiques, comme des phénomènes de décantation pour éliminer les sables, ou de flottation pour éliminer les graisses (matières grasses) (Rejsek, 2002).

En règle générale, l'élimination des MES est obtenue par décantation gravitaire alors que celle de la pollution soluble subit une dégradation biologique, mais pour certaine station d'épuration, l'élimination des MES est réalisée dans l'ouvrage du traitement biologique (Grosclaude, 1999) (Fig.1).

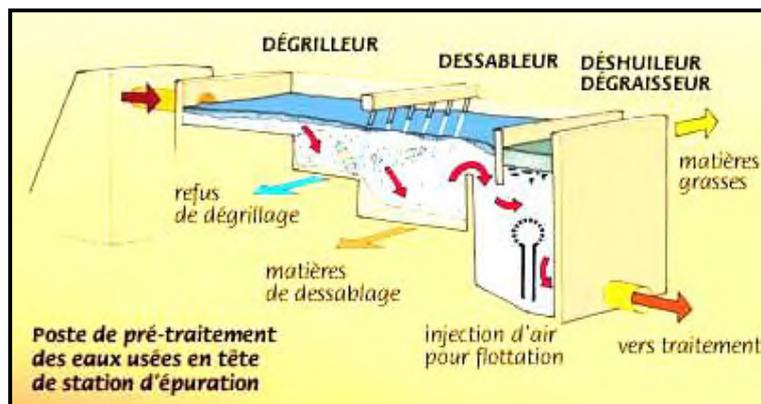


Figure 1. Poste de prétraitement des eaux usées (Adem, 2001).

Le prétraitement comprend :

A. Le dégrillage :

Permet de retenir les déchets volumineux à l'aide d'une succession de grilles (2 à 4) de plus en plus fines. Les résidus recueillis sont déposés en décharge. Le choix d'espacement des barreaux de la grille est défini par la taille et la nature des déchets acceptés par la STEP.

Un espacement de 10 mm maximum est utilisé pour protéger les filières communément, l'espacement des barreaux est de 2,0 à 2,50 cm pour un dégrilleur mécanique et 3 à 4 cm pour un dégrilleur manuel (Joseph *et al.*, 2002). Les déchets récupérés sont compactés afin de réduire leur volume puis stockés dans une benne avant d'être envoyés vers une filière de traitement adapté (Gomella & Gerree, 1978). Il existe :

✓ **Un dégrillage grossier :**

L'eau brute passe à travers une première grille qui permet l'élimination des matières de diamètre supérieur à 50 mm (Legube, 1996).

✓ **Un dégrillage fin :**

Après le relevage de l'eau par quatre pompes (1250m³/ h pour chacune), il passe par deux grilles à câble composées de barreaux placés verticalement ou inclinés de à 80° sur l'horizontale. L'espacement des barreaux est de 20mm, la vitesse moyenne de passage entre les barreaux est comprise entre 0,6 et 1 m/s (Legube, 1996).

B. Le dessablage :

Permet de prévenir les dépôts dans les canalisations, protéger les organes mécaniques (pompes) contre l'abrasion et éviter de perturber les autres étapes de traitement. Les sables, recueillis généralement par raclage en fond de bassin, sont recyclés.

C. Le dégraissage-déshuilage :

Permet d'éviter l'encrassement de la station par des corps gras. Il s'effectue dans le même bassin que l'étape de dessablage, la récupération des graisses et huiles se fait en surface. Elle se fait par l'injection de fines bulles d'air dans un bassin permet de faire remonter les huiles et les graisses en surface ou elles sont raclées selon le principe de l'écumage (Aussel, 2004).

2. 7. 3. 1. 2. Les traitements primaires (Traitements physico-chimiques) :

Après le prétraitement, les effluents conservent une charge polluante dissoute et des matières en suspension. Les procédés de traitement primaire sont physiques, comme la décantation, ou physico-chimique (Deshayes *et al.*, 2008). Trois voies de traitement sont possibles :

A. La décantation (processus physique) :

La décantation est utilisée dans toutes les usines d'épuration et de traitement des eaux, c'est un procédé de séparation des matières en suspension et des colloïdes rassemblés en floc dont la densité est supérieure à celle de l'eau ; elle s'effectue selon un processus dynamique, en assurant la séparation des deux phases solide-liquide de façon continue (Desjardins, 1999).

La décantation s'effectue dans des bassins, le plus souvent de forme cyclonique, elle permet d'éliminer 70% environ des matières minérales et organiques en suspension qui se déposent au fond des bassins ou elles constituent les boues dite « primaires » (Aussel, 2004).

B. La filtration :

Est un procédé physique destiné à clarifier un liquide qui contient des matières solides en suspension en le faisant passer à travers u milieu poreux (Desjardins ,1990).La filtration habituellement précédée des traitements de coagulation -floculation et décantation permet d'obtenir une bonne élimination des bactéries, de la couleur, et indirectement, de certain gouttes et odeurs.

✓ Coagulation Floculation (voie physico-chimique) :

L'opération de coagulation-floculation a pour but la croissance des particules (qui sont essentiellement colloïdales) par leur déstabilisation puis formation de floccs par absorption et agrégation (Cardot, 1999).

✓ La coagulation :

Le mot coagulation vient du latin coagulare qui signifie « agglomérer ». La coagulation consiste à ajouter à l'eau un réactif permettant la déstabilisation des particules en suspension par la neutralisation de leurs charges négatives qui sont à l'origine du maintien en suspension stable c'est-à-dire à l'annulation du potentiel zêta.

Il faut noter que la coagulation n'est correcte qu'à l'intérieur d'une zone de pH bien déterminée (un pH supérieur à 4 pour les chlorure de fer et un pH compris entre 6 et 7 pour le sulfate d'aluminium); elle demande aussi une dispersion immédiate du coagulant dans l'eau afin que les

charges électriques des colloïdes soient déchargés uniformément, cela permet aux particules de s'agglomérer et de décantent plus rapidement (Ernest, 1985).

✓ La floculation

La floculation est le processus de grossissement et d'uniformisation des petits flocons formés lors de l'introduction du coagulant. Elle a pour but d'augmenter la probabilité des contacts entre les particules colloïdales déstabilisées et leur agglomération, pour accroître son volume, sa masse et sa cohésion (Beadry, 1984).

Durant la phase de traitement primaire, une quantité importante de la pollution totale est éliminée (abattement des matières en suspension pouvant atteindre 90 % et de la demande biochimique en oxygène de l'ordre de 35 %). La DCO et la concentration en azote peuvent également être réduits durant cette phase de traitement (Cardot, 1999).

2. 7. 3. 1. 3. Traitement secondaire (Traitements biologiques) :

Ce traitement se fait en générale par voie biologique afin de réduire la quantité de matières organiques. Le procédé le plus commun est celui des boues activées. L'ajout de micro-organismes permet d'éliminer les polluants notamment l'azote. Pour rendre ce procédé plus rapide, il faut créer des conditions de vie favorable pour les bactéries. Cela a pour but de réduire la "DBO" et la "DCO".

A. Bassin d'aération :

C'est la partie essentielle du traitement. Elle consiste à reproduire, mais en accéléré, le processus naturel qui existe dans les rivières. Ces techniques se réalisent avec oxygène (aérobies) ou sans oxygène (anaérobies). Il y a deux (02) bassins biologiques en béton armé d'une capacité de 13000 m³. Chaque bassin biologique est constitué de trois (03) zones :

- Zone anoxie amont.
- Zone anaérobie.
- Chenal où se succèdent des zones anoxiques et aérées.

B. Ouvrage de dégazage :

La station est munie d'un dégazeur, commun aux files 0 et 2 caractérisé par : $V = 38012 \text{ m}^3/\text{J}$. Cet ouvrage assure le dégazage de l'effluent avant clarification, les liqueurs mixtes sont dirigées dans un ouvrage de dégazage. Il est équipé d'un pont racleur qui envoie les flottants vers le poste d'extraction des flottants. Une fois les flottants stockés dans la bêche, ceux-ci sont pompés et évacués vers la bêche à graisse du prétraitement (Derbouche *et al.*, 2014).

La phase du dégazage a pour but de débarrasser la liqueur mixte des bulles d'air, et pour prévenir l'éventuelle flottation d'une partie des boues dans les clarificateurs. Les flottants sont récupérés en surface par un bras racleur (Manale, 2014).

C. Le bassin de clarification (décantation secondaire) :

La clarification des eaux s'effluée dans deux (02) ouvrages indépendants. La liqueur mixte issue du traitement biologique est envoyée gravitairement vers les clarificateurs après dégazage. Les clarificateurs sont de type sucé à fond plat. Les boues décantent en fond d'ouvrage. De là elles sont aspirées grâce à un ensemble de tubes verticaux qui balayent toute la surface de l'ouvrage à chaque rotation du pont. Un pont- racleur conventionnel conduirait à un temps de séjour plus important surtout pour les boues décantant en périphérie qui devraient alors être ramenées en partie centrale de l'ouvrage avant extraction (Lehchilli *et al.*, 2016).

D. Recirculation :

Une partie des boues décantées sont renvoyées vers le bassin d'aération afin de maintenir un équilibre constant entre la quantité de pollution à traité et la masse de bactérie épuratrice (Aussel, 2004).

2. 7. 3. 1. 4. Traitement tertiaire :

L'expression «Traitement tertiaire» peut désigner plusieurs types de traitements ou différentes fonctions en vue d'atteindre un niveau de traitement de qualité supérieure à ce que l'on pourrait normalement atteindre d'un traitement secondaire. Le traitement tertiaire peut viser un enlèvement plus poussé pour des paramètres conventionnels comme les matières en suspension ou encore certains paramètres pour lesquels il y a peu d'élimination dans un traitement secondaire comme le phosphore, les nitrates ...etc.

Parmi les étapes qu'on peut trouver dans un traitement tertiaire :

- La déphosphoration
- La désinfection
- La dénitrification

Il regroupe toutes les opérations physiques et chimiques qui complètent les traitements primaires et secondaires (Ouali, 2001).

2. 7. 3. 1. 5. Traitement des boues :

L'extraction des boues vers le traitement des boues sera réalisée depuis le poste de recirculation par des pompes à rotor excentré. Un petit bâtiment juxtaposant le poste de recirculation permettra la réception de ces pompes à boues. Donc chaque extraction sera réalisée par deux pompes (dont 1 en secours) pour chaque file de traitement.

Les boues traitées sont acheminées dans des cuves de décantation. Après décantation, elles sont mélangées puis centrifugées afin d'éliminer le maximum d'eau. Les centrifugeuses extraient 15% de l'eau contenue dans les boues. Le principal objectif du traitement des boues en station d'épuration est d'en réduire le volume pour limiter les quantités à stocker :

A. L'épaississement :

L'épaississement est la première étape du traitement des boues. Il réduit le volume de boue par effet de concentration et séparation d'une grande quantité d'eau. Plusieurs types d'épaississement existent :

- l'épaississement gravitaire statique.
- l'épaississement dynamique par flottation.
- l'épaississement dynamique par table d'égouttage.
- l'épaississement dynamique par centrifugation. (Sébastien, 2006)Analyse de cycle de vie appliquée aux systèmes de traitement des eaux usées

B. La stabilisation des boues :

Les traitements de stabilisation utilisés sont de type biologique, chimique ou thermique. Ils s'appliquent à l'ensemble des boues afin de réduire leur fermentescibilité, notamment des matières à évolution bactérienne rapide, afin de limiter, voire annuler, les nuisances olfactives (Koller, 2004).

C. Déshydratation des boues :

La filière de traitement des boues est fonction de la dévolution finale choisie. Dans de l'épandage agricole, il est intéressant de conditionner les boues à la chaux et au chlorure ferrique, car des siccités importante en filtration peuvent alors être atteintes, les boues déshydratées à une siccité de 40 sont réceptionnées dans les bennes qui seront dépotées dans l'aire de stockage couverte, les égouttures provenant des litres-presses sont collectées et envoyées gravitairement jusqu'au poste toutes eaux. Le chlorure ferrique utilise en déshydratation est le même que celui nécessaire à la déphosphatation par précipitation dans les bassins biologique.

D. Lit de séchage et l'aire de stockage :

Les boues séchées régulièrement et stockées jusqu'à 06 mois dans une aire convertie placée à proximité de lits et de la voirie le curage est facilité par le choix d'un revêtement en dur en effet ; le sable de percolation n'est pas nécessaire ici puisque les boues à sécher sont déjà des hydratées mécaniquement (Chérie *et al.*, 2010).

Ces boues sont généralement utilisées en agriculture comme engrais, incinération ou rejet en décharge.

2. 7. 3. 2. Station à lit bactérien :

Le principe de fonctionnement d'un lit bactérien (Fig. 2), quelquefois appelé filtre bactérien ou filtre percolateur, consiste à faire ruisseler l'eau à traiter, préalablement décantée, sur une masse de matériaux poreux ou caverneux, qui sert de support aux micro-organismes (bactéries) épurateurs (Gilbert, 1966), qui forment un biofilm plus moins épais, sous lequel une couche anaérobie peut se développer si l'épaisseur de la couche aérobie est importante. Les eaux à traiter affluent à la surface du biofilm qui prolifère sur le support. Celui-ci renferme une forte concentration des bactéries et de champignons (Salghi, 2001).

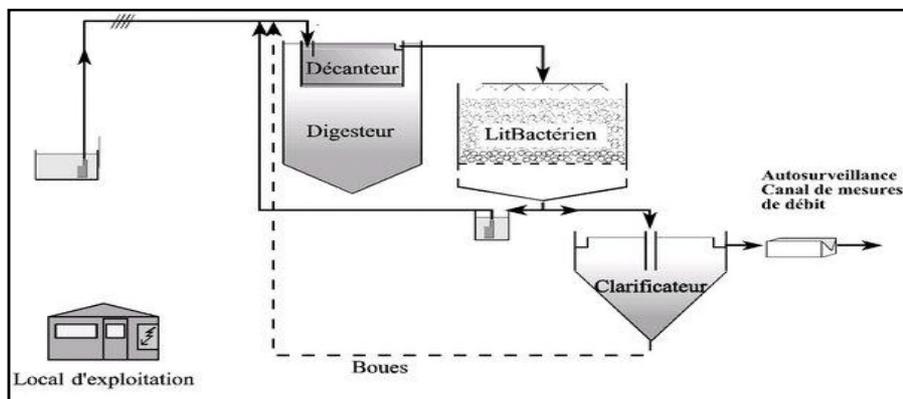


Figure 2. Filière d'épuration des eaux usées par un lit bactérien (Aba Aki, 2012).

2. 7. 3. 3. Station à disque biologique :

Le procédé de traitement des eaux usées par des disques biologiques ou biodisques, est un procédé de traitement biologique à cultures fixées. Le réacteur biologique est constitué de plusieurs disques minces en plastique montés sur un axe horizontal. Les micro-organismes responsables de la dégradation de la matière organique sont fixés naturellement sur les disques et

forment un biofilm d'une épaisseur d'environ 1 à 4 mm. Environ 40% de la surface des disques est immergée (Aba Aki, 2012).

2. 7. 3. 4. Station à boue activée :

On procède par ruissellement de l'eau usée dans les lits bactériens, dans ce cas là, la biomasse existante est fixée sur un support solide inerte (forment un biofilme) et à travers lequel percole l'eau usée décantée (à traiter) (Gamrasni, 1984; Edeline, 1997). Ce support peut être une masse de pierre ou de matières plastiques présentant une grande surface et sur laquelle s'accroche et se développe un film bactérien qui consomme les matières organiques contenues dans l'eau en présence de l'oxygène de l'air, l'eau épurée est décantée et une partie des boues est recyclée comme pour les boues activées (Roula, 2005) (Fig. 3).

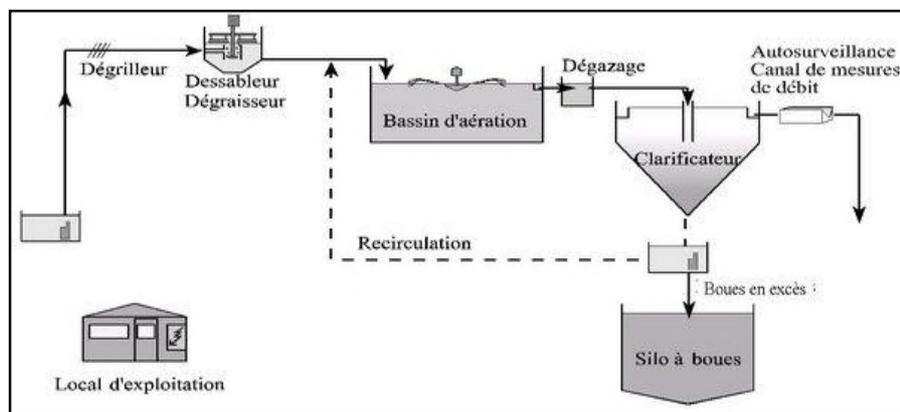


Figure 3. Filière d'épuration des eaux usées par boues activées (Aba Aki, 2012).

2. 7. 3. 5. Lagunages :

Le lagunage est un système biologique extensif qui permet la dégradation de la pollution par des bactéries épuratrices en suspension dans l'eau (Alexandre *et al.*, 1997). Il permet une épuration à charges organique élevées, une bonne élimination de l'azote et du phosphore, ainsi qu'une faible production de boues en excès, mais nécessite des superficies importantes et un contrôle d'exploitation rigoureux (Roques, 1983).

On peut procéder selon la qualité de l'effluent et d'autres conditions techniques, à de différents types de lagunage :

- lagunage naturel (aérobie).
- lagunage anaérobie.
- lagunage aéré (Allaoui, 2009).

Matériel & méthodes

3. Matériel & méthodes

3. 1. Présentation des sites d'étude :

3. 1. 1. Présentation du barrage de Beni Haroune :

Le barrage de Beni Haroune (N°:40,60 ; E°:4,36) considéré comme la plus grande zone humide superficielle algérienne et la seconde du continent africain (après le barrage de Al Sad El Alli en Egypte) couvre une superficie de 5328Km²(ANB, 2007). Le barrage de Beni Haroune (Fig4.) est considéré comme l'un des plus grands projets hydraulique à ce jour sur le plan national. Il est situé au Nord Est du chef lieu de la wilaya, distant de moins de 15 Km de Mila, il est implanté dans la commune de Hamala, daïra de Grarem Gouga, il est situé à l'aval de la confluence de Oued Rhumel et Oued Endja; à une quarantaine de Kilomètres au nord de Constantine et une distance équivalente par rapport à l'embouchure de Oued Kebir (Mer Méditerranée). Sa mise en eau a commencé en Août 2003 (Mebarki, 2009).



Figure 4. Localisation du barrage Beni Haroune (www.google earth, 2017).

3. 1. 1. 1. Importance du barrage de Beni Haroune :

Il remplit les fonctions suivantes :

1. L'alimentation en eau potable (A.E.P) des populations de six wilayas de l'Est du pays (Mila, Jijel, Constantine, Oum El Bouaghi, Batna, et Khenchela) soit : 6 millions d'habitants, avec l'irrigation de 40.000 ha de terres agricoles dans les plaines de Teleghma, Chemoura Ain-Tout et Tafouna.
2. Le laminage des crues de l'Oued Kebir-Rhumel pour la protection des infrastructures et les populations situées à l'aval du barrage.

3. Sur le plan économique ; pêche continentale des poissons (20 tonnes/mois avec poids d'une pièce atteint les 30Kg).
4. Sur le plan social : concours de pêche (meilleure prise), concours du meilleur randonneur, concours du meilleur plat culinaire à base de poisson du barrage, concours du meilleur dessin ayant une relation avec l'eau.
5. Sport nautique: La retenue du barrage Béni-Haroun qui s'étale sur 5000 ha offre d'énormes potentialités pour la pratique des sports et loisirs nautiques. L'équipe nationale d'aviron a effectuée son stage de préparation aux championnats d'Afrique au niveau du barrage Béni-Haroun.
6. Le barrage de Beni Haroune présente d'énormes potentialités touristiques, d'où un intérêt particulier a été soulevé par des opérateurs algériens et étrangers pour investir dans des projets touristiques autour de la retenue du barrage, à savoir: Parc aquatique, base nautique, plage artificielle, forêt récréative, école de plongée sous marin (Chebbah, 2015).

3. 1. 2. Présentation de la station d'épuration (STEP) Sidi Merouane :

La station d'épuration des eaux usées de Sidi Merouane (N°: 36 36,7 8; E°: 6 16,45) (Fig.5) a été établie en 17juin 2009. Cette dernière est située à 15 Km de la wilaya de Mila, dans la commune de Sidi Merouane, coté Sud de barrage de Beni Haroune, 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 iront se déverser dans la cuvette du barrage, Elle s'étend sur une superficie de 16 he, et traite aujourd'hui une grande partie des rejets d'eaux usées déversées par la ville de Sidi Merouane et autres.



Figure 5. La station d'épuration de Sidi Merouane (Google earth, 2016).

3. 1. 2. 1. Caractéristiques de la station d'épuration de Sidi Merouane:

La station d'épuration de Sidi Merouane fait partie des installations de protection de grand barrage de Beni Haroune de la wilaya de Mila, et traite les eaux usées issues de la ville de Mila, Grarem Gouga, Sidi Merouane et Ras Elbir. Ces eaux sont acheminées par un collecteur composé de 06 stations de relevage et deux arrivées gravitaires. Le procédé d'épuration est de boues activées à faible charge, qui consiste à la mise en contact de l'eau brute avec une masse bactérienne en présence d'oxygène (aération), suivie par une phase de séparation et décantation des floes bactériens (clarification). Ce projet a coûté 2,075 milliards de dinars. D'une capacité de 20,550 m³/jour, ou 137,711 équivalents d'habitant.

3. 1. 2. 2. Le fonctionnement de la station d'épuration Sidi Merouane :

Les particules présentes dans les eaux usées ont des tailles allant du nanomètre jusqu'au millimètre. Après une décantation, les particules dont la taille est inférieure à 150µm restent en suspension. Les eaux usées contiennent des particules colloïdales très stables surtout avant l'épuration biologique (Sigg *et al.*, 2006). Dans une station d'épuration, les eaux usées subissent plusieurs traitements pour éviter des problèmes d'environnement et de santé publique (Raven *et al.*, 2009).

La STEP de Sidi Merouane (Fig. 6) comme toutes les STEP du monde contient plusieurs organisations responsables de différents processus de traitement tel que :

L'épuration des eaux usées des grosses collectivités peut comporter six phases principales (Fig. 7):

- 1- Poste de relevage.
- 2- Le prétraitement.
- 3- Le traitement primaire.
- 4- Le traitement secondaire.
- 5- Le traitement tertiaire.
- 6- Le traitement de boue.



Figure 6. Plan de la station de Sidi Merouane.

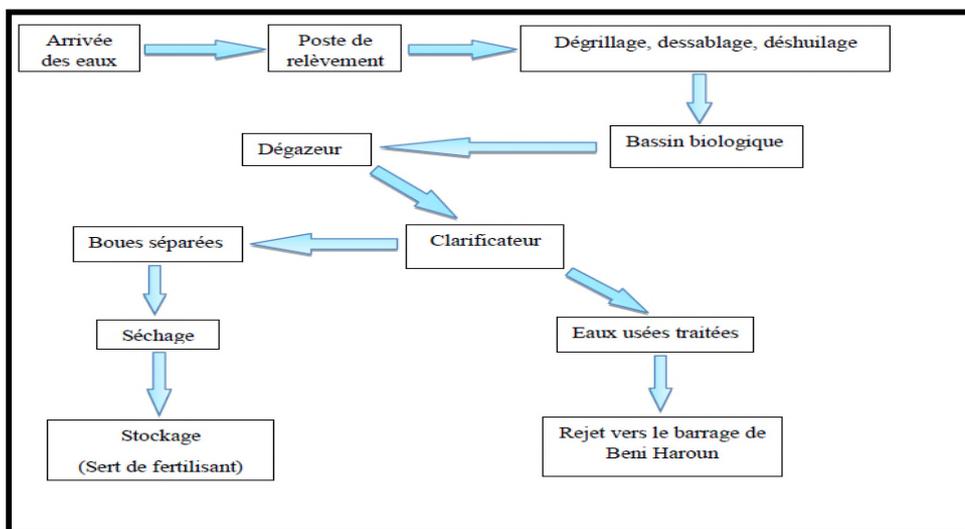


Figure 7. Schéma général des étapes du traitement des eaux usées au niveau de la STEP.

✓ **Procède du traitement retenu (ONA, 2014) :**

La STEP eaux usées Sidi Merouane se compose de la ligne de traitement biologique suivante :

➤ **Filière eau :**

La filière d'eau comprend les postes suivants :

- Dégrillage grossier (automatique + Manuel).
- Dégrillage fin (automatique + Manuel).
- Dessablage déshuilage aéré par Turbines immergées (Fig. 8).
- Bassin d'aération (Fig. 9).
- Dégazeur (Fig. 10).

-Clarificateurs (Fig. 11).



Figure 8. Dessablage /Déshuilage (Station Sidi Merouane).



Figure 9. Bassin biologique (Station Sidi Merouane).



Figure 10. Dégazeur (Station Sidi Merouane).



Figure 11. Le clarificateur (Station Sidi Merouane).

➤ **Filière boue :**

La filière est caractérisée par les opérations suivantes :

- Recirculation et extraction des boues en excès (Immergée centrifuge)
- Lits de séchage (08 lits de séchage) (Fig. 12).
- Aire de stockage des boues (Fig.12).
- Déshydratation mécanique (02 Filtres à presse) (Fig. 13).



Figure 12. Lit de séchage et l'aire de stockage (Station Sidi Merouane).



Figure 13. Déshydrations des boues (Station Sidi Merouane).

3. 2. Nature et période du prélèvement :

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate auquel il faut apporter le plus grand soin. Il conditionne les résultats et l'interprétation des données. Les analyses physicochimiques ont été effectuées au niveau du laboratoire de la station d'épuration de Sidi Merouane du mois de novembre 2016 jusqu'au mois d'avril 2017 à raison d'un prélèvement par mois. Pour contribuer ou apprécier la qualité physico-chimique de l'eau de cette station, nous avons choisi deux points de prélèvement :

Premier point : à la sortie de l'eau épurée (Fig. 14).

Deuxième points : au coté du barrage de Beni Haroune (loin du lieu de versement des eaux de la STEP (Fig. 15).

Les prélèvements doivent être dans des flacons en plastique préalablement bien lavés et rincés avec de l'eau à examiner, chaque flacon doit porter une étiquette.



Figure 14. Le prélèvement en le point de station de Sidi Merouane.



Figure 15. Le prélèvement en le point de Barrage Beni Haroune.

3. 2. 1. Détermination de la qualité physico-chimique de l'eau :

Les paramètres physico-chimiques utilisés présentent dans le tableau 1 suivant :

Tableau 1 : Les paramètres physico-chimiques et les déférentes méthodes utilisés.

Paramètre	Unité	Méthode
Température	°C	un thermomètre
PH	/	pH mètre
Conductivité	μ S/cm	Conductimètre
Oxygène dissout	Mg/l	d'un oxymètre
MES	Mg/l	Méthode de Filtration
DBO ₅ , DCO	Mg/l	Méthode de dilution
NO ₂ ⁻ , NO ₃ ⁻	Mg/l	Spectrophotomètre

3. 2. 2. Méthodes d'analyse des différents paramètres physico-chimiques :

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

L'analyse physico-chimique de l'échantillon a été effectuée dans le laboratoire de la STEP de Sidi Merouane.

3. 2. 2. 1. Les paramètres physiques :

3. 2. 2. 1. 1. La température (T) :

La mesure de la température est effectuée sur le terrain, La température est mesurée à l'aide d'un thermomètre étalonné, il peut s'agir de thermomètre à mercure, de thermocouples. Nous prenons un échantillon, soit eau brute ou eau épurée puis nous plongeons le thermomètre dans l'échantillon jusqu'au niveau de la lecture et nous laissons stabiliser la température. La lecture est faite après une immersion de 10 minutes.

3. 2. 2. 1. 2. Le potentiel hydrique (pH) :

✓ Principe

Cette mesure s'effectue à l'aide d'un pH Mètre(Fig.16) (pH 330i), au moyen d'un couple électrode de verre, électrode de référence plongeant dans le liquide à mesure; la pile ainsi formée est caractérisée par une différence de potentielle fonction du pH de la solution.

✓ Mode opératoire:

- Prendre environ 500 ml d'eau à analyser.
- Rincer le couple électrode de verre avec de l'eau distillée.
- Prendre dans un petit bécher.
- Tremper le couple électrode de verre de pH dans la solution
- Laisser stabiliser un moment.
- Puis noter le pH.

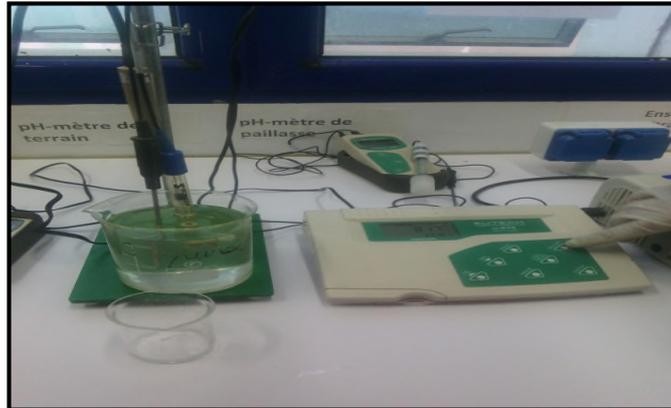


Figure 16. Mesure du pH à l'aide d'un pH mètre.

3. 2. 2. 1. 3. L'oxygène dissous (OD) :

✓ Principe

La mesure de l'oxygène dissous est effectuée sur les eaux, à l'aide d'un oxymétrie portatif (Fig. 17) ce dernier est placé dans les bassins de traitements biologique pour contrôler les conditions aérobies nécessaires pour l'épuration ou à l'inverse, les conditions d'anoxie indispensable pour le traitement de l'azote.

✓ Mode opératoire:

- Allumer l'oxymétrie et rincer l'électrode avec de l'eau distillée.
- Puis rendre environ ≈ 500 ml d'eau à analysé.
- On trempe l'électrode dans le béccher en on.
- Laisser stabiliser un moment puis on lit la concentration en mg/l.



Figure 17. Mesure d'oxygène dissous à laide d un oxymètre.

3. 2. 2. 1. 4. La conductivité (CE):

✓ **Le principe :**

La mesure de la conductivité se ramène à celle de la résistance d'une colonne d'eau. À cet effet on utilise un conductivimètre (Fig. 18) qui n'est en fait qu'un résistivimètre un peu particulier. La conductivité est fonction de la température, toute mesure de conductivité doit donc se faire à température connue et stabilisée, en général les résultats sont mesurés à 20°C.

✓ **Mode opératoire :**

L'analyse s'effectue sur un prélèvement d'eau dont le volume doit être suffisant pour prolonger la sonde de conductivité.

D'abord on nettoie l'électrode avec de l'eau distillée, et avec l'échantillon et on immerge l'électrode dans l'échantillon. La valeur de la conductivité est inscrite directement sur l'écran de l'appareil.

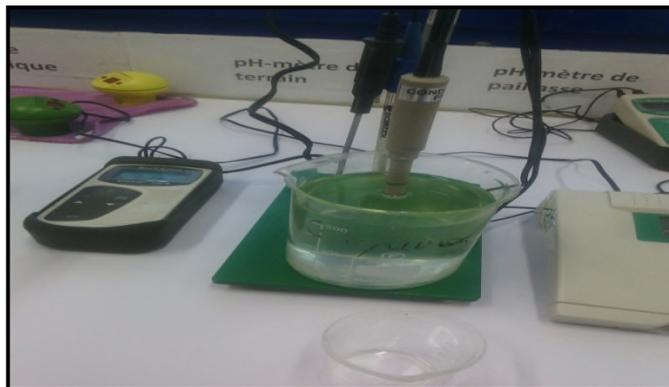


Figure 18. Mesure de la conductivité à l'aide d'un le conductivimètre.

3. 2. 2. 1. 5. La matière en suspension (MES) :

✓ **Principe :**

Les méthodes gravimétriques 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.

✓ Mode opératoire

- Faire mouiller le filtre avec de l'eau distillée.
- Sécher la membrane 15 min à l'étuve 105°C.
- Laisser refroidir les filtres dans dessiccateur (Fig. 19) quelques minutes après l'étape précédente.
- Peser le filtre sur la balance (soit m1 en mg).
- Prélever un volume d'eau tel que la masse de matières sur le filtre soit au moins de 1mg/cm² ne doit pas être inférieur à 100 ml.
- Placer la membrane sur son 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 déminéralisée, couper le vide. Retirer la membrane et la sécher à l'étuve à 105°C jusqu'à avoir une masse constante (au moins 2h).
- Laisser s'équilibrer à température ambiante dans le dessiccateur sans le contaminer et le peser comme précédemment (soit m2 en mg).

✓ Expression des résultats :

Le calcul de la teneur en MES se fait à partir de l'expression suivante :

$$\text{MES} = (m_2 - m_1 \times 1000) / v \text{ en mg / l}$$



Dessiccateur.



Etuve chauffé + Hotte.

Figure 19. Mesure de la matière en suspension.

3. 2. 2. 2. Les paramètres chimiques :

3. 2. 2. 2. 1. La demande chimique en oxygène (DCO) :

✓ **Principe**

La DCO (Fig. 21) correspond à la quantité de dioxygène, provenant de la réduction du dichromate de potassium, nécessaire pour oxyder les matières oxydables dans les conditions de la normes, ces matières étant en très grande majorité des matières organiques plus les matière non organiques oxydables.

✓ **Mode opératoire :**

- Chauffer les flacons pendant 120 minutes dans le réacteur à une température a (148 °C)
- Retirer les tubes du bloc de chauffage et les laisser refroidir à 60 ° C ou moins.
- Mélanger le contenu en inversant soigneusement chaque tube plusieurs fois encore chaud. Puis permettre au tube refroidir à température ambiante avant de mesurer.
- Placer le flacon (le blanc) dans la chambre d'échantillon en vous assure à ce que les repères sont alignés.
- Retirer le flacon de la chambre d'échantillon.
- Placer le flacon (l'échantillon) dans la chambre d'échantillon en s'assurant à ce que les repères sont alignés, appuyer sur la touche de test.



Thermo-réacteur



Spectrophotomètre

Figure 20. Mesure de la demande chimique en oxygène (DCO).

3. 2. 2. 2. 2. La demande biochimique en oxygène pendant cinq jours (DBO₅) :

On remplit les flacons, flacons en verre à bouchon rodé de 150 ou 250ml avec les échantillons d'eau (usée et épurée) et on met un barreau magnétique dans chacun des flacons pour

homogénéisation. On rajoute un absorbant dans les bouchons hermétiques pour absorber l'humidité, le plus utilisé est l'hydroxyde de lithium.

Les échantillons sont placés dans une chambre thermostatée et sombre durant la mesure de DBO_5 . On règle l'appareil à ZERO et on met l'incubateur en marche pendant 5 jours à 20°C . Le résultat sera obtenu directement sur l'afficheur (Fig. 20).



Flacon à DBO_5 .



DBO mètre.

Figure 21. Mesure de la demande biochimique en oxygène pendant cinq jours (DBO_5).

3. 2. 2. 2. 3. Le nitrate (NO_3^-) :

- Ajouter un paquet de poudre chromotropique nitrate directement de la feuille dans chaque flacon.
- Fermer les flacons avec les capsules bien tendues et inverser les flacons doucement plusieurs fois (10 x) pour mélanger le contenu.
- Appuyez sur la touche (Attendre une période de réaction de 5 minutes). Après la fin de la période de réaction, procédez comme suit, placez le flacon (le blanc) dans la chambre d'échantillon en vous assurant que les repères sont alignés.
- Appuyer sur la touche ZERO. Retirer le flacon de la chambre d'échantillon. Placer le flacon (l'échantillon) dans la chambre d'échantillonnage en s'assurant que les marques assurent que les marques sont alignées.

3. 2. 2. 2. 4. Le nitrite (NO_2^-) :

✓ **Mode opératoire :** s'effectue par la méthode standard

- Placer les tubes dans la chambre d'échantillon à blanc fourni (étiquette rouge) en veillant à ce que les repères sont alignés.

- Retirer la cuvette de la chambre échantillon.
- Ajouter l'échantillon d'eau de 2 ml dans un tube de réaction.
- Fermez le flacon avec le bouchon hermétiquement et retourner le flacon à plusieurs reprises pour mélanger le contenu.
- Ajouter une No.8 scoop (noir) Nitrite-101.
- Fermer le flacon avec le bouchon hermétiquement et agiter le flacon jusqu'à ce que le réactif est complètement résolu.
- Placer le flacon dans la chambre d'échantillon en veillant à ce que les repères sont alignés.
- Toucher test presse attente pour la période de réaction de 10 minutes.

3. 3. Traitement statistique des données :

Les données obtenues ont été analysées à l'aide de l'Excel 2007. Les résultats sont exprimés sous forme de moyenne et écart type ($m \pm s$).

Résultat

4. Résultats :

4. 1. Les paramètres physiques :

Les résultats des paramètres physiques des échantillons d'eau prélevés de la STEP Sidi Merouane sont présentés dans le tableau 2, et ceux de l'eau brute prélevée du barrage sont illustrés dans le tableau 3.

Tableau 2 : Paramètres physiques des eaux épurées prélevées à la sortie de la STEP Sidi Merouane (novembre 2016-avril 2017) (n= 3).

Paramètre Mois	T (C°)	pH	O2 dissous (mg/l)	CE (µs/cm)	MES (mg/l)
Novembre	17,73	7,57	1,57	2766	10
Décembre	16,08	7,52	0,87	2780	17
Janvier	12,8	7,41	1,75	2440	6,8
Février	15,06	7,58	4,33	2266	8
Mars	16,63	7,66	1,39	2856	18
Avril	18,13	18,13	1,22	2713	49
Moyenne	16,07±1,95	7,56±0,09	1,85±1,24	2636,83±231,20	18,13±7

Tableau 3 : Paramètres physiques des eaux brutes prélevées du barrage Beni Haroune (novembre 2016 - avril 2017) (n= 3).

Paramètre Mois	T (C°)	pH	OD (mg/l)	CE (µs/cm)	MES (mg/l)
Novembre	16,5	7,61	73,43	2789	8
Décembre	17	7,63	68,03	2800	10
Janvier	19,3	7,93	100	2850	15
Moyenne	17,6±91,4	7,72±0,1	80,48±17,11	2813±32,5	11±3,60

4. 1. 1. La température (C°) :

Les valeurs de la température des eaux épurées de la STEP sont variables d'un mois à l'autre et sont comprises entre 12,8°C et 18,13°C, avec une moyenne de 16,07°C. On remarque que la valeur la plus élevée est enregistrée dans le mois d'avril (18,13°C), et la plus faible est notée à janvier. Dans l'ensemble des mois, les valeurs des températures ne dépassent pas le 20°C (Tab. 2 ; Fig. 22).

Selon la grille d'appréciation de la qualité de l'eau en fonction de la température, ces valeurs sont de qualité normale (Masson, 1988).

Concernant la variation de la température entre différents mois, on a noté que la période hivernale (novembre, décembre, janvier) marque des faibles valeurs de température qui diminuent progressivement jusqu'à une valeur très faible notée à janvier, en suite la température s'augmente progressivement dans la période printaniale (février, mars, avril) à partir du février pour atteindre une haute valeur de 18,13°C à avril.

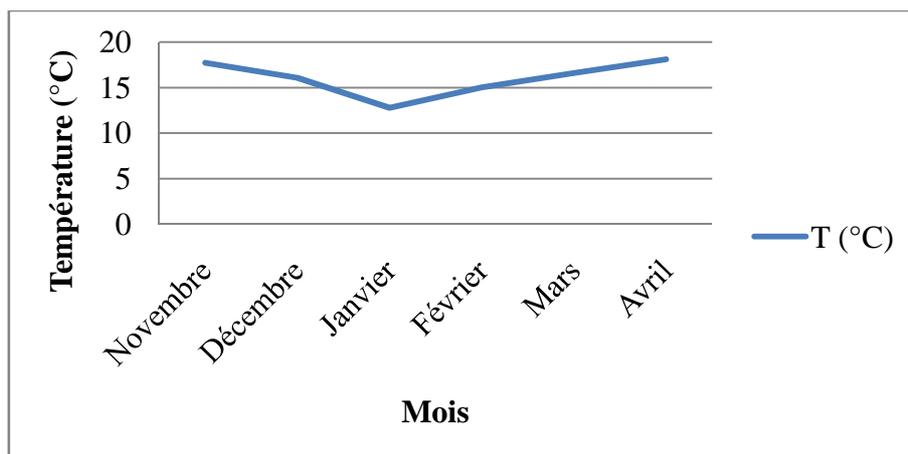


Figure 22. Variation de la température (°C) des eaux épurées prélevées de la STEP Sidi Merouane (novembre 2016 - avril 2017) (n= 3).

Les valeurs de la température des eaux brutes enregistrées dans les mois (novembre, décembre, janvier) sont mentionnées dans le tableau 3 et la figure 23. On a remarqué que la valeur la plus élevée est enregistrée dans le mois de janvier (19,3°C), et la plus faible est notée à novembre.

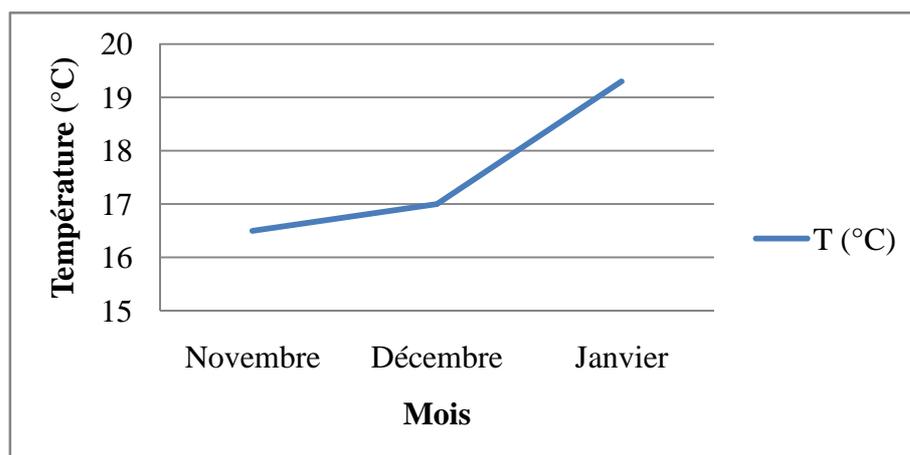


Figure 23. Variation de la température (°C) des eaux brutes prélevées du barrage (novembre 2016 - janvier 2017) (n= 3).

La comparaison des valeurs obtenues de la température des eaux brutes et épurées dans la période hivernale (novembre, décembre, janvier) (Tab. 4 ; Fig. 24) montre une variation dans l'évaluation de la température entre les mois, ainsi, on remarque des résultats inverses où la température marquée à novembre est faible (16,5°C) au niveau du barrage, puis elle s'augmente progressivement pour atteindre une haute température (19,3°C) en avril ; ce pendant une haute température a été notée à novembre dans la STEP, puis elle se diminue progressivement jusqu'à 12,8°C.

Tableau 4 : Variation de la température (°C) des eaux brutes et des eaux épurées enregistrées dans la période hivernale (novembre 2016 - janvier 2017) (n= 3).

Site \ Mois	Novembre	Décembre	Janvier
Le STEP (eau épurée)	17,73	16,06	12,8
Le barrage (eau brute)	16,5	17	19,3

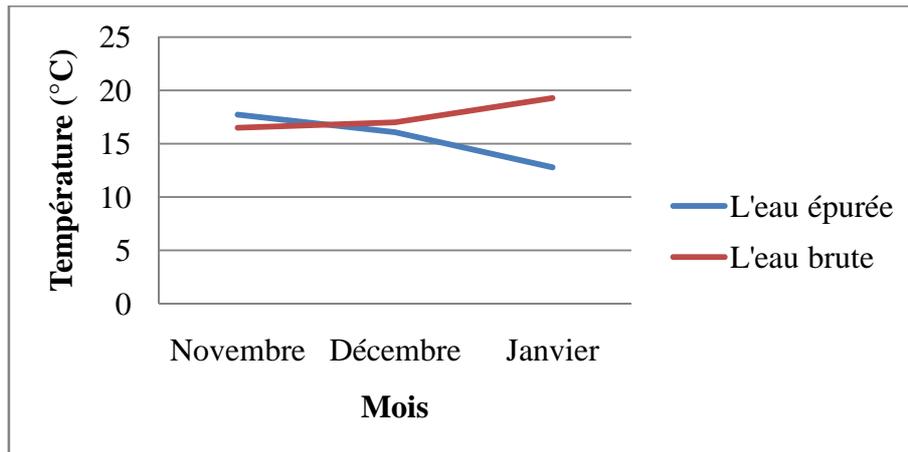


Figure 24. Variation de la température des eaux brutes et eaux épurées enregistrées dans la période hivernale (novembre 2016 - janvier 2017) (n= 3).

4. 1. 2. Le potentiel hydrique de l'eau (pH) :

Les valeurs du pH des eaux épurées varient entre 7,41 et 7,66 avec une moyenne de 7,56. La valeur la plus élevée a été enregistrée dans le mois de mars et la plus faible à janvier.

Comparativement entre les deux saisons (hiver et printemps), des valeurs faibles du pH sont notées dans la période hivernale (Tab. 2 ; Fig. 25).

Ces résultats du pH indiquent que les eaux sont basiques dans tous les mois. Respectant la norme de rejet délimitée entre 6,5 et 8,5 (Jora, 1993). Cette valeur coïncide, d'après (Gaujous, 1995), avec le pH normal de l'eau de mer et des eaux douces en zones calmes.

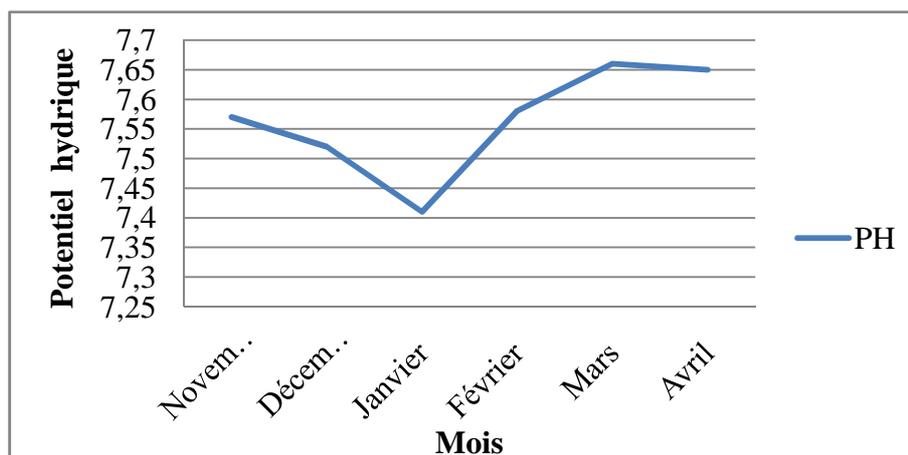


Figure 25. Variation du potentiel hydrique des eaux épurées prélevées de la STEP Sidi Merouane (novembre 2016 - avril 2017) (n= 3).

Les valeurs du pH des eaux brutes varient entre 7,61 et 7,66, avec une moyenne de 7,64. La valeur la plus élevée a été enregistrée dans le mois de janvier et la plus faible à novembre (Fig. 26 et le Tab. 3).

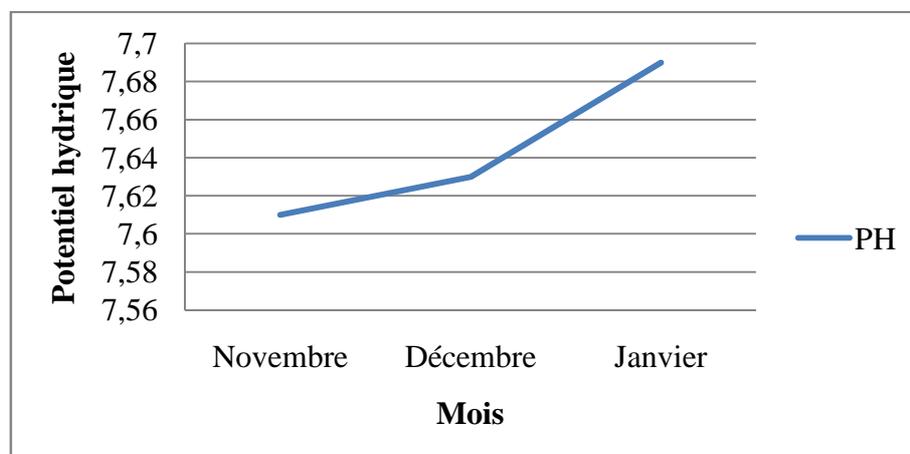


Figure 26. Variation du potentiel hydrique des eaux brutes prélevées du barrage (novembre 2016 - janvier 2017) (n= 3).

La comparaison des valeurs obtenues du pH des eaux brutes et épurées dans la période hivernale (Tab. 5 ; Fig. 27) montre que l'alcalinité est plus prononcée dans les deux types d'eaux. On a noté toutefois une tendance vers une diminution à partir du décembre dans l'eau épurée par contre une augmentation du pH a été notée dans l'eau de barrage.

Tableau 5 : Variation du potentiel hydrique des eaux brutes et eaux épurées enregistrées dans la période hivernale (novembre 2016 - janvier 2017) (n= 3).

Site \ Mois	Novembre	Décembre	Janvier
Le STEP (eau épurée)	7,57	7,52	7,41
Le barrage (eau brute)	7,61	7,63	7,69

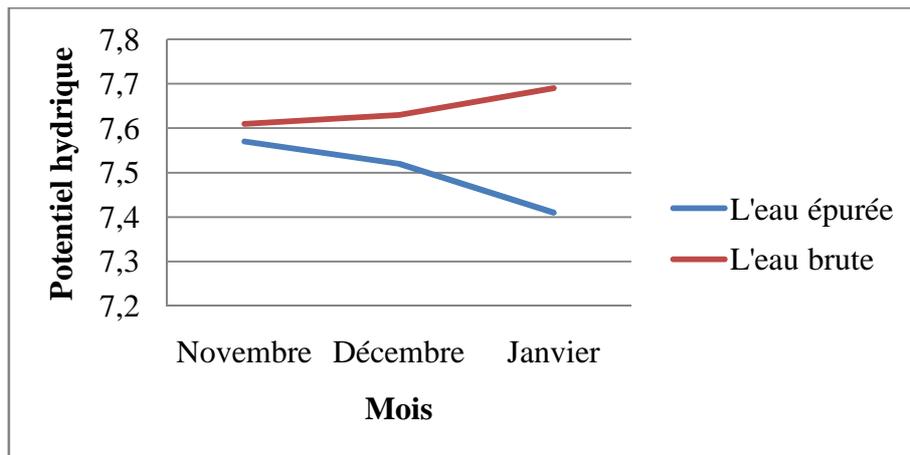


Figure 27. Variation du potentiel hydrique des eaux brutes et eaux épurées enregistrées dans la période hivernale (novembre 2016 - janvier 2017) (n= 3).

4. 1. 3. Oxygène dissous (OD) :

Les taux de l'oxygène dissous des eaux épurées sont variables d'un mois à l'autre, ils sont compris entre 0,83 mg/l et 4,33 mg/l avec une moyenne de 1,84. On remarque que le taux le plus élevé a été enregistré à février et le plus faible a été noté à décembre (Tab. 2 ; Fig. 28).

Un taux moyen (1,85) de l'oxygène dissous élevé a été marqué dans le printemps comparativement avec l'hiver.

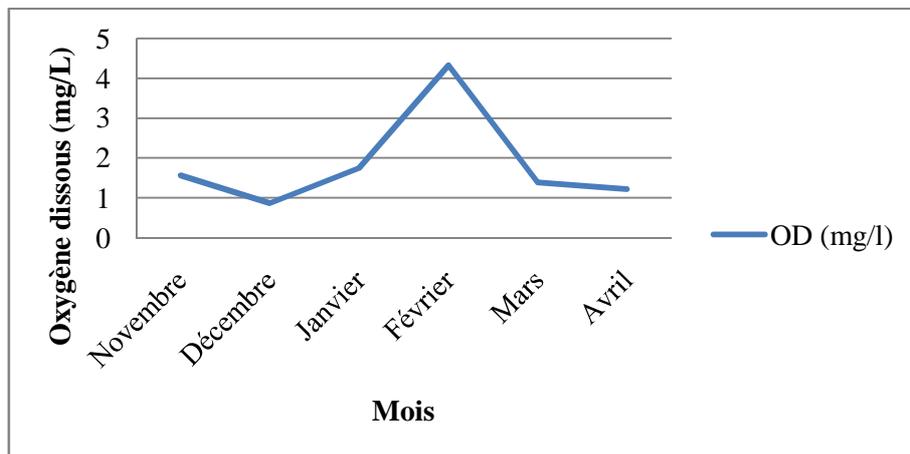


Figure 28. Variation de l'oxygène dissous (mg/l) des eaux épurées prélevées de la STEP Sidi Merouane (novembre 2016 - avril 2017) (n= 3).

Les valeurs de l'oxygène dissous des eaux de barrage enregistrées dans l'hiver sont mentionnées dans le tableau 3 et la figure 29. Le taux d'OD se varie entre 68,03 mg/l et 100

mg/l, avec une moyenne de 80,48 mg/l. Le taux le plus élevé a été noté en janvier (100 mg/l), et le plus faible marqué à décembre.

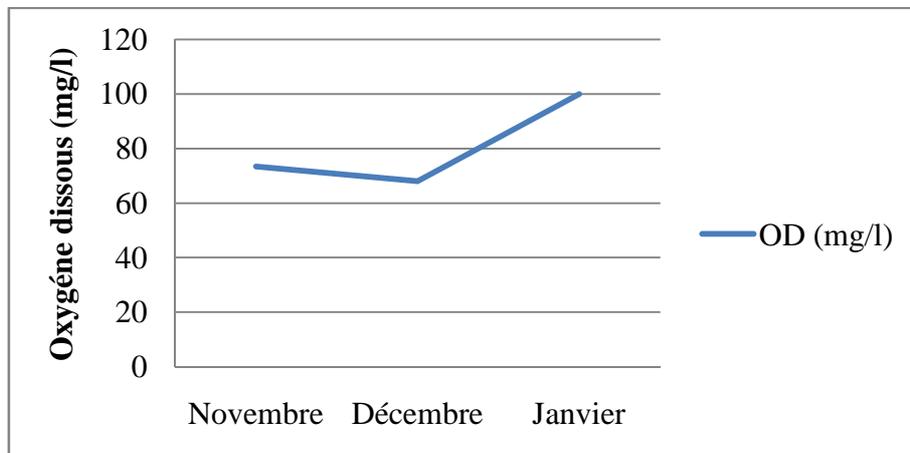


Figure 29. Variation de l’oxygène dissous (mg/l) eaux brute prélevées du barrage (novembre 2016-janvier 2017) (n= 3).

On a marqué des taux d’oxygène dissous des eaux épurée et brutes dans la période hivernale sont variables entre les mois. Les taux les plus faibles sont enregistrés au niveau de la station, Contrairement, au niveau de barrage, il ya taux plus élevés (Fig. 30 et le Tab 6).

Tableau 6 : Variation de l’oxygène dissous des eaux brutes et eaux épurées enregistrées dans la période hivernale (novembre 2016-janvier 2017) (n= 3).

Site \ Mois	Novembre	Décembre	Janvier
Le STEP (eau épurée)	1,57	0,87	1,75
Le barrage (eau brute)	73,43	68,03	100

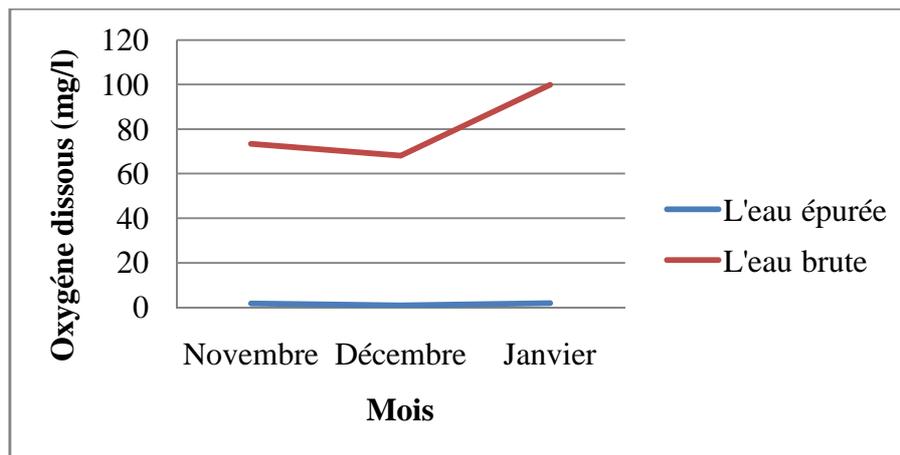


Figure 30. Variation de l’oxygène dissous des eaux brutes et eaux épurées enregistrées dans la période hivernale (novembre 2016 - janvier 2017) (n= 3).

4. 1. 4. La conductivité électrique (CE) :

Les valeurs de la conductivité électrique des eaux épurées se varient entre 2266 $\mu\text{s/cm}$ et 2856, $\mu\text{s/cm}$ avec une moyenne de 2636,8 $\mu\text{s/cm}$. La conductivité électrique présente des variations d’un mois à l’autre, la valeur la plus élevée a été notée à mars et la plus faible à février (Fig. 31; Tab. 2).

La conductivité électrique présente des valeurs importantes durant la période hivernale comparativement avec la période printale.

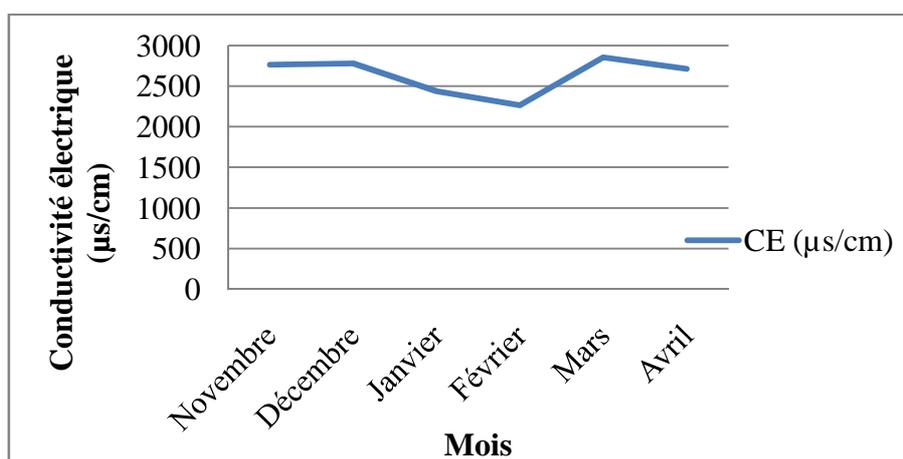


Figure 31. Variation de la conductivité électrique ($\mu\text{s/cm}$) des eaux épurées prélevées du STEP Sidi Merouane (novembre 2016 - avril 2017) (n= 3).

Les valeurs de la conductivité électrique des eaux brutes (Fig. 32 ; Tab. 3) sont variables d'un mois à l'autre, elle s'augmente progressivement pour atteindre une valeur de (2850 μ s/cm) en janvier.

D'après la grille de la qualité des eaux en fonction de la conductivité électrique (Monod, 1989), les eaux de la station (2440-2856 μ s/cm) et les eaux de barrage (2789 μ s/cm-2850 μ s/cm) où elles sont comprises entre (1500<CE<3000 μ s/cm), donc ces eaux sont de qualité médiocre.

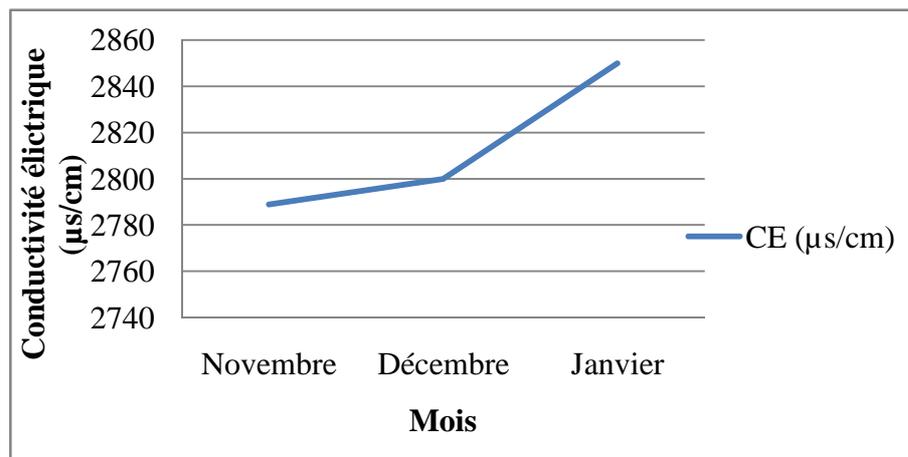


Figure 32. Variation de la conductivité électrique (μ s/cm) des eaux brutes prélevées du barrage (novembre 2016 - janvier 2017) (n= 3).

La comparaison des valeurs obtenues de la conductivité électrique des eaux brutes et épurées dans la période hivernale (novembre, décembre, janvier) (Tab. 7 ; Fig. 33) montre une variation entre différents mois, ainsi, on a noté des valeurs élevées enregistrées au niveau du barrage et des valeurs faibles sont notées au niveau de la STEP.

Tableau 7 : Variation de la conductivité électrique (μ s/cm) des eaux brutes et des eaux épurées enregistrées dans la période hivernale (novembre 2016-janvier 2017) (n= 3).

Site \ Mois	Novembre	Décembre	Janvier
Le STEP (eau épurée)	2766	2780	2440
Le barrage (eau brute)	2789	2800	2850

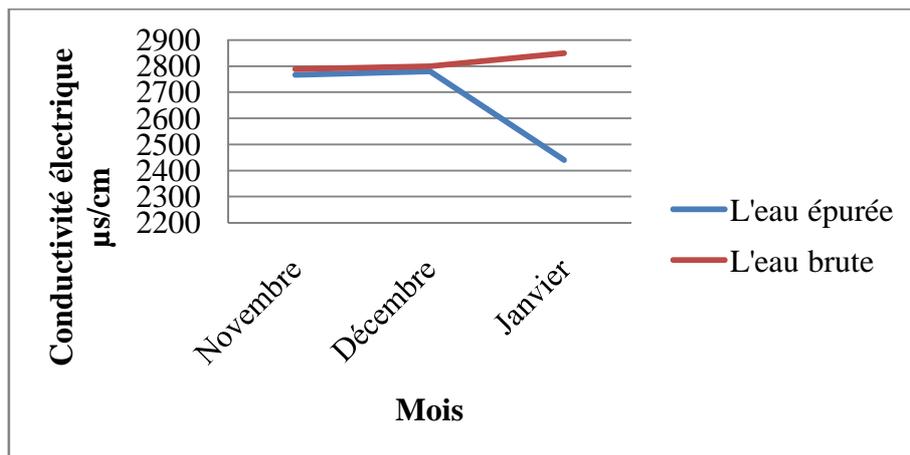


Figure 33. Variation de la conductivité électrique ($\mu\text{s}/\text{cm}$) des eaux brutes et eaux épurées enregistrées dans la période hivernale (novembre 2016 - janvier 2017) (n= 3).

4. 1. 5. La matière en suspension :

La valeur de la matière en suspension au niveau de la STEP se varie entre 6,8 mg/l et 49 mg/l, avec une moyenne de 18,13 mg/l. La valeur la plus élevée a été notée en avril 49 mg/l, et la plus faible marquée à janvier.

Généralement on a noté des valeurs faibles de la MES dans l'hiver par rapport au printemps. Ensuite, la MES commence à s'élever à partir du mois de février pour atteindre une valeur maximale en avril (Tab. 2 ; Fig. 34).

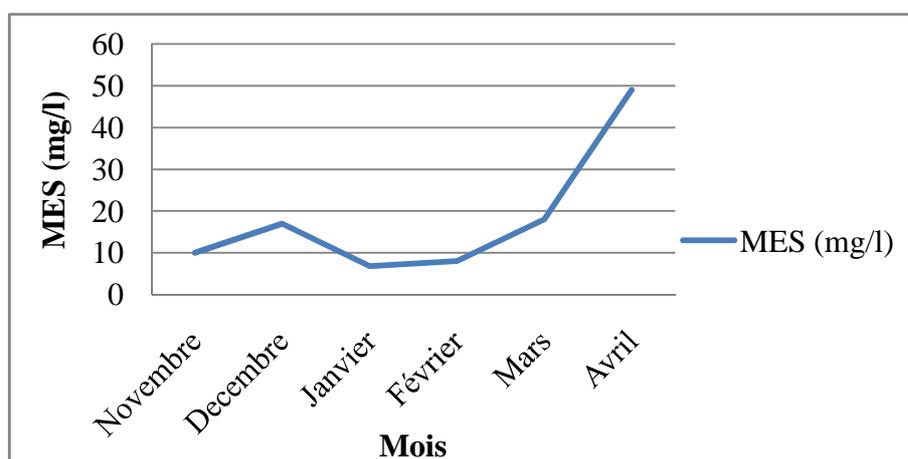


Figure 34. Variations de Matière en suspensions (mg/l) des eaux épurées prélevées du STEP Sidi Merouane (novembre 2016 - avril 2017) (n= 3).

Les valeurs de la MES des eaux brutes (Fig. 35 ; Tab. 3) sont variables d'un mois à l'autre, elles se varient entre 8 mg/l et 15 mg/l, avec une moyenne de 11 mg/l. Une faible valeur de la

MES est notée à novembre, puis, elle s'augmente progressivement pour atteindre une importante valeur à janvier.

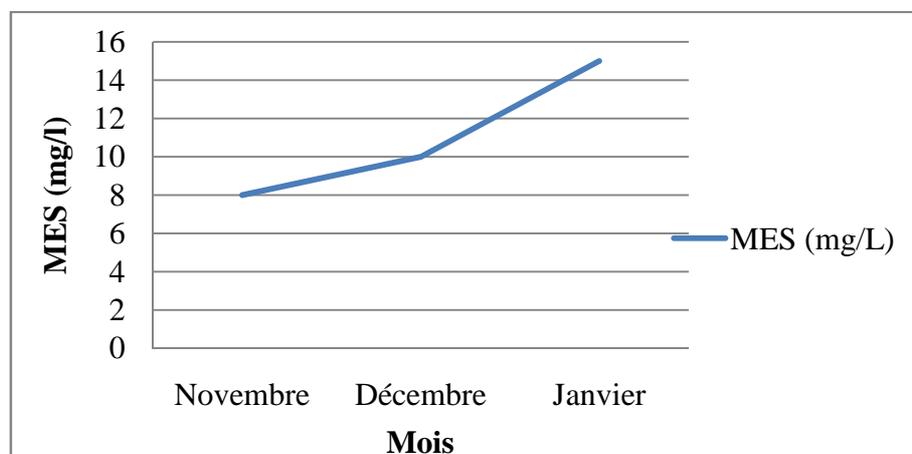


Figure 35. Variation de la matière en suspension (mg/l) des eaux brutes prélevées du barrage (novembre 2016 - janvier 2017) (n= 3).

Les valeurs obtenues de la matière en suspension des eaux brutes et épurées dans la période hivernale (Tab. 8 ; Fig. 36) sont variables.

On note pendant les mois (novembre, décembre) une augmentation de la MES, mais elle se diminue à janvier dans l'eau épurée contrairement à l'eau brute, elle continue à s'élever.

Tableau 8 : Variation de la matière en suspension (mg/l) des eaux brutes et eaux épurées enregistrées dans la période hivernale (novembre 2016-janvier 2017) (n= 3).

Site \ Mois	Novembre	Décembre	Janvier
Le STEP (eau épurée)	10	17	6,8
Le barrage (eau brute)	8	10	15

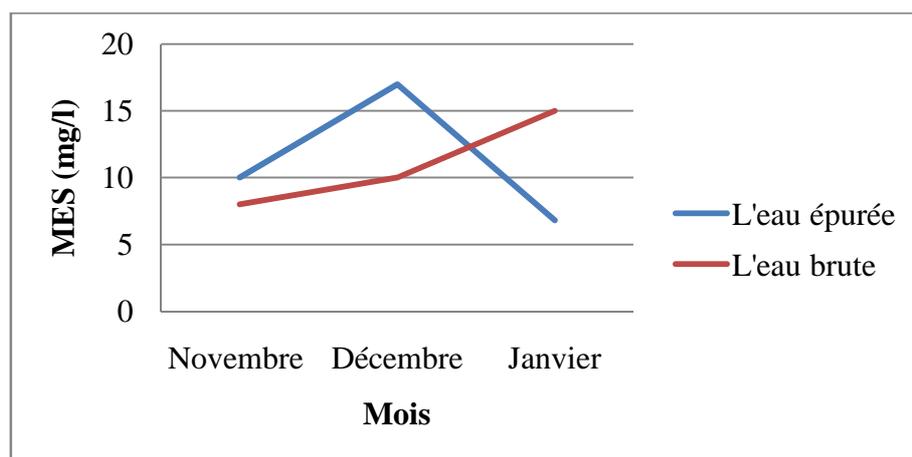


Figure 36. Variation de la matière en suspension (mg/l) des eaux brutes et eaux épurées enregistrées dans la période hivernale (novembre 2016-janvier 2017) (n= 3).

4. 2. Les paramètres chimiques :

Les résultats des paramètres chimiques des eaux prélevées de la STEP Sidi Merouane sont présentés dans le tableau 9, et ceux des eaux brutes prélevées du barrage sont illustrés dans le tableau 10.

Tableau 9: Paramètres chimiques des eaux épurées prélevées à la sortie de la STEP Sidi Merouane (novembre 2016 - avril 2017) (n= 3).

Paramètre / Mois	DCO (mg/l)	DBO ₅ (mg/l)	NNO ₃ ⁻ (mg/l)	NNO ₂ ⁻ (mg/l)
Novembre	43,4	3	1	0,7
Décembre	19,4	6	1	0,03
Janvier	25,4	3	0,1	0,22
Février	20,3	4	1,9	0,58
Mars	67,4	19	1,4	2,5
Avril	60	4	1	1,7
Moyenne	39,31±20,90	6,5±6,2	1,06±0,59	0,95 ±0,95

Tableau 10 : Paramètres chimiques des eaux brutes prélevées du barrage Beni Haroune (novembre 2016 - janvier 2017) (n= 3).

Mois \ Paramètre	DCO (mg/l)	DBO ₅ (mg/l)	NNO ₃ ⁻ (mg/l)	NNO ₂ ⁻ (mg/l)
Novembre	35	3	2	0,332
Décembres	26	1	0	0
Janvier	38	3	0,153	8
Moyenne	33±6,24	2,3±1,15	0,71±1,11	2,7±4,52

4. 2. 1. Demande chimique en oxygène (DCO) :

Le taux maximal d’oxygène (67,4 mg/l) des eaux épurées a été enregistré dans le mois de mars, et le taux minimal a été enregistré à décembre.

La comparaison du DCO entre différents mois indique que les mois : mars et avril présentent une forte demande chimique en oxygène (Tab. 9 ; Fig. 37). Généralement, on remarque que les taux de la DCO pendant la période du printemps sont plus élevés par rapport à l’hiver.



Figure 37. Variation de la demande chimique en oxygène (mg/l) des eaux épurée prélevées du barrage (novembre 2016 - janvier 2017) (n= 3).

Les taux de la demande chimique en oxygène des eaux brutes (Tab. 10 ; Fig. 38) sont variables d’un mois à l’autre, ils sont compris entre 26 mg/l et 38 mg/l. La forte valeur a été enregistrée à janvier. Cependant une faible valeur a été notée à décembre.

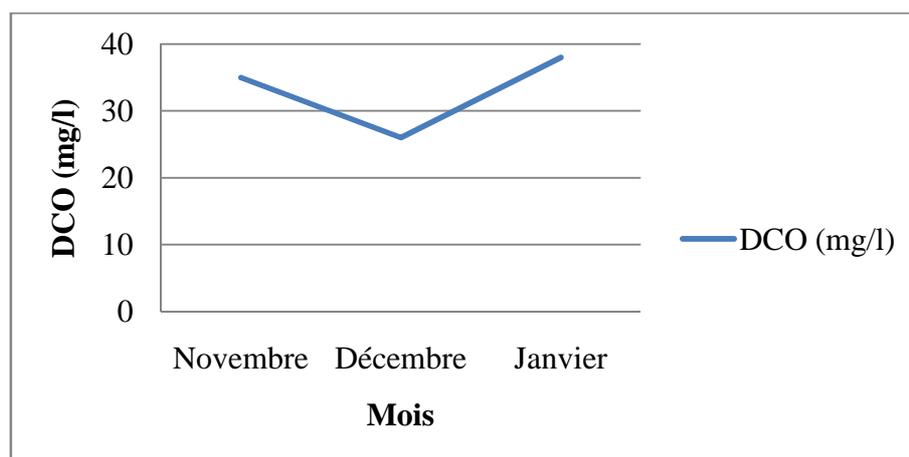


Figure 38. Variation de la demande chimique en oxygène (mg/l) des eaux brutes prélevées du barrage (novembre 2016 - janvier 2017) (n= 3).

L'évaluation du taux de la DCO est représentée dans (Tab. 11 ; Fig. 39). On a constaté que la valeur maximale de DCO est observée à novembre (43,4mg /l) pour l'eau épurée et 38 mg/l à janvier pour l'eau de barrage. Une diminution significative de la DCO a été marquée à décembre, puis elle s'augmente dans le mois de janvier.

Les valeurs de DCO des eaux brutes et épurées sont inférieures aux normes algériennes admises aux rejets (>120 mg/l) (Jora, 1993).

Tableau 11 : Variation de demande chimique en oxygène (mg/l) des eaux brutes et eaux épurées enregistrées dans la période hivernale (novembre 2016 - janvier 2017) (n= 3).

Site \ Mois	Novembre	Décembre	Janvier
Le STEP (eau épurée)	43,4	19,4	25,4
Le barrage (eau brute)	35	26	38

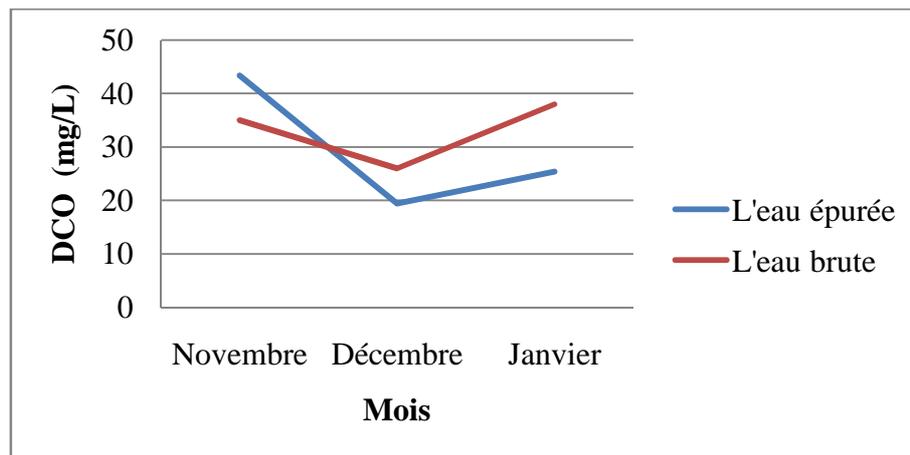


Figure 39. Variation de la demande chimique en oxygène (mg/l) des eaux brutes et eaux épurées enregistrées dans la période hivernale (novembre 2016 - janvier 2017) (n= 3).

4. 2. 2. Demande biochimique en oxygène (DBO₅) :

Les valeurs de la DBO₅ enregistrées des eaux épurées varient d'un mois à l'autre. On a noté une valeur plus élevée enregistrée à mars (19 mg /l) contre une faible valeur faible enregistrée à novembre et janvier (3mg /l).

En plus, la période du printemps présente des valeurs importantes comparativement avec celle d'hiver (Tab. 9 ; Fig. 40).

Les valeurs minimales de la DBO₅ enregistrées au niveau de la station d'épuration, indique que le traitement biologique effectué sur l'eau usée est très acceptable, surtout si on considère que la norme exige une DBO₅ < 25mg/l.

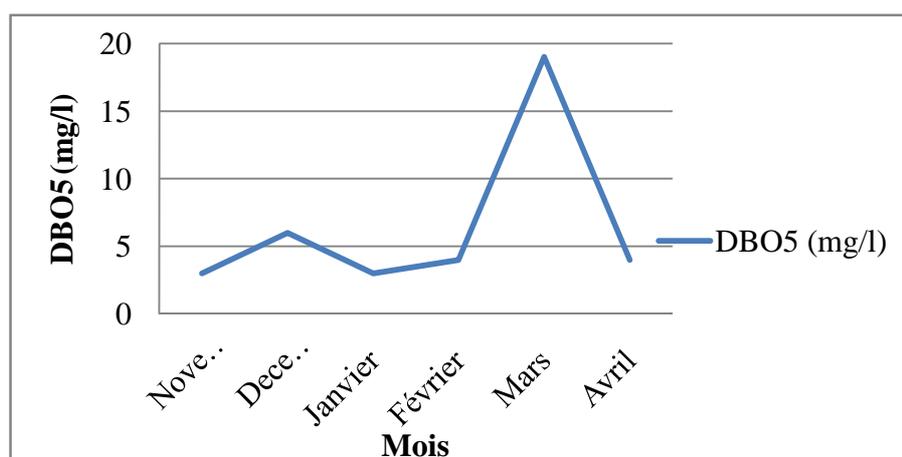


Figure 40. Variation de demande biochimique en oxygène (mg/l) des eaux épurées prélevées du STEP Sidi Merouane (novembre 2016 - avril 2017) (n= 3).

D'après les résultats, les valeurs de la DBO₅ des eaux brutes varient d'un mois à l'autre. On a noté la plus faible valeur (1mg/l) à décembre (Tab.10 ; Fig. 41).

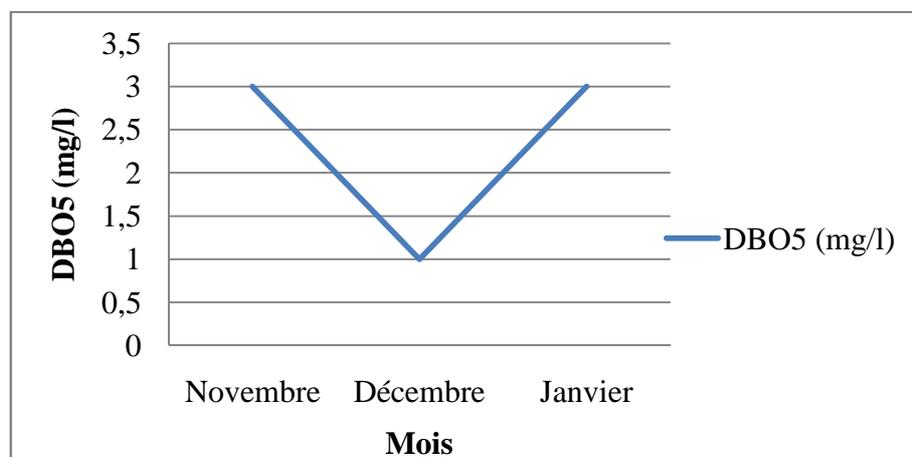


Figure 41. Variation de la demande biochimique en oxygène (mg/l) eaux brutes prélevées du barrage (Novembre 2016 - Janvier 2017) (n= 3).

On a marqué la même valeur de la DBO₅ pour les eaux épurées et les eaux brutes dans les mois : novembre et janvier (3 mg/l) ; cependant, à décembre la valeur de DBO₅ est élevée au niveau de la station (6 mg/l), et plus faible au niveau de barrage (la fig.42 ; le Tab. 12).

En générale, les valeurs de la DBO₅ des eaux épurées et brutes sont minimales, indiquent que le traitement biologique effectué sur l'eau usée est très acceptable, surtout si on considère que la norme exige une DBO₅ < 25mg/l (Djedi, 2007).

Tableau 12 : Variation de demande biochimique en oxygène (mg/l) des eaux brutes et eaux épurées enregistrées dans la période hivernale (novembre 2016-janvier 2017) (n= 3).

Site \ Mois	Novembre	Décembre	Janvier
Le STEP (eau épurée)	3	6	3
Le barrage (eau brute)	3	1	3

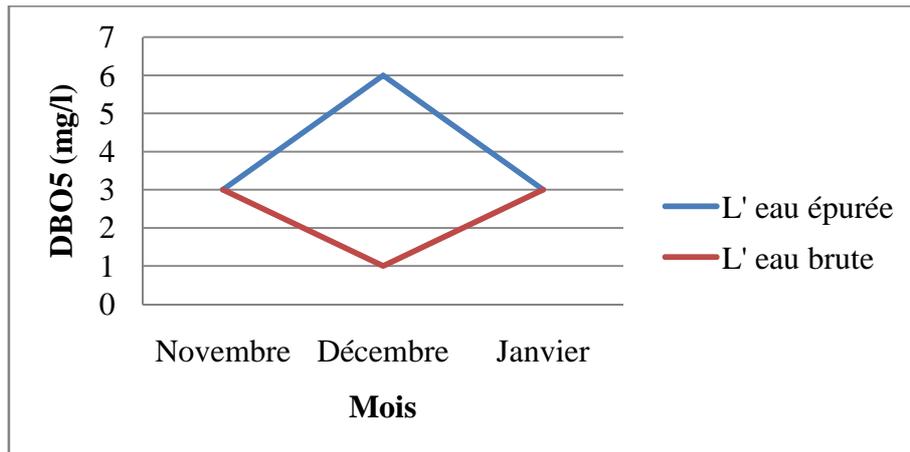


Figure 42. Variation de la demande biochimique en oxygène (mg/l) des eaux brutes et eaux épurées enregistrées dans la période hivernale (Novembre 2016 - Janvier 2017) (n= 3).

4. 2. 3. Nitrate (NO_3^-) :

Les taux de nitrates sont compris entre 0,1 mg/l enregistré à mars et un taux maximal marqué à février (1,9 mg/l).

Les taux de nitrates dans l'eau épurée se diminue à partir du novembre jusqu'à janvier où il marque le plus faible taux (0,1 mg/l). À partir du février, les NO_3^- s'augmentent pour arriver à 1,9 mg/l. Ensuite, les NO_3^- se réduisent une autre fois (Tab. 9 ; Fig. 43).

Les valeurs de nitrate pendant la période hivernale sont faibles comparativement au printemps.

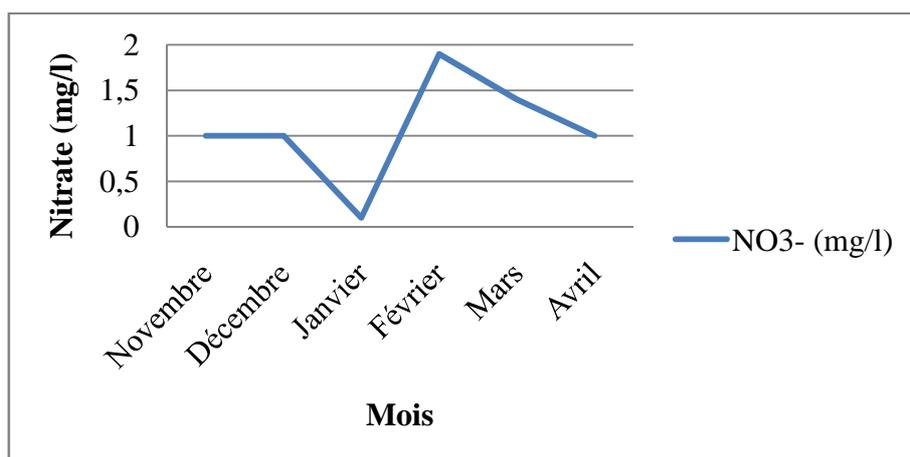


Figure 43. Variation de Nitrate (mg/l) des eaux épurées prélevées du STEP Sidi Merouane (novembre 2016 - avril 2017) (n= 3).

Les teneurs en nitrates des eaux brutes sont comprises entre (0 mg/l) enregistrée à décembre et une valeur maximale marquée à novembre (2 mg/l) (Tab. 10 ; Fig. 44).

Selon (Ayers & Westcot, 1989), les teneurs en nitrates des eaux brutes et traitée sont situées dans la gamme habituelle (0-10 mg/l) des eaux destinées à l'irrigation.

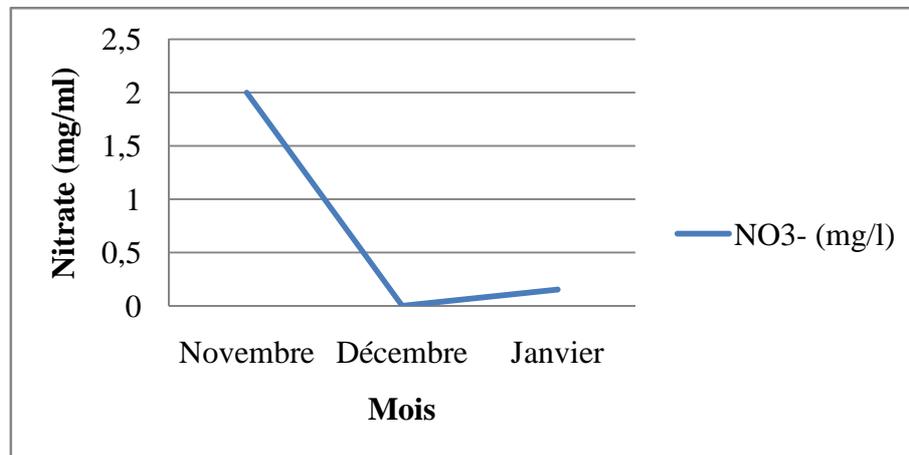


Figure 44. Variation de nitrate (mg/l) des eaux brute prélevées du barrage (Novembre 2016 - Janvier 2017) (n= 3).

D'une manière générale, les teneur en nitrates obtenues au cour de notre étude sont relativement faibles .Ces teneurs (Tab. 13 ; Fig. 45) varient entre une valeur de l'ordre de 0 mg/l à 2 mg/l signalées au niveau de barrage, mais au niveau de la station, ces valeurs sont constantes à 1mg/l dans les mois (novembre et décembre).

Tableau 13:Variation de nitrate (mg/l) des eaux brutes et eaux épurées enregistrées dans la période hivernale (novembre 2016-janvier 2017) (n= 3).

Site \ Mois	Novembre	Décembre	Janvier
Le STEP (eau épurée)	1	1	0,1
Le barrage (eau brute)	2	0	0,153

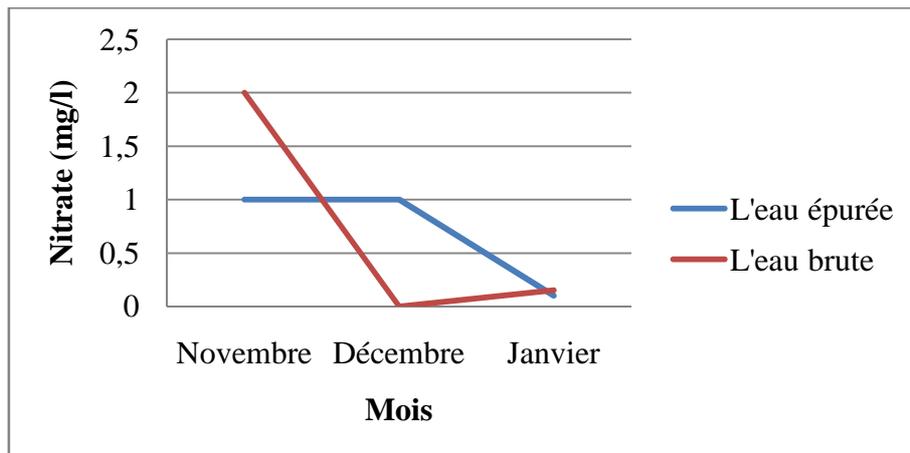


Figure 45. Variation de nitrate (mg/l) des eaux brutes et eaux épurées enregistrées dans la période hivernale (Novembre 2016 - Janvier 2017) (n= 3).

4. 2. 5. Nitrites (NO_2^-) :

Des variations de la concentration des nitrites ont été enregistrées entre différents mois, une forte concentration en (NO_2^-) (2,5 mg/l) marquée à mars, et une basse concentration (0,03 mg/l) a été enregistrée à décembre, ceci au niveau de la STEP.

Les faibles concentrations de nitrites de l'eau épurée ont été marquées en hiver, cependant les plus élevées ont été marquées en printemps (Tab. 9 ; Fig. 46). Ces faibles valeurs de NO_2^- peuvent s'expliquer par l'oxydation de ces derniers sous l'action biologique, réalisée par une biomasse fixée sur divers supports (Franck, 2002).

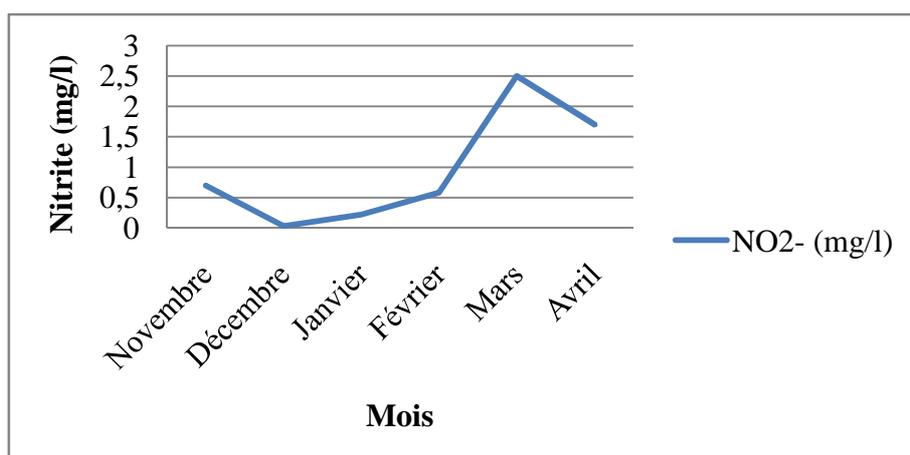


Figure 46. Variation de nitrite (mg/l) des eaux épurées prélevées du STEP Sidi Merouane (Novembre 2016 - Avril 2017) (n= 3).

Dans l'eau brute, on a observé des valeurs très faibles de nitrite à novembre et décembre, par rapport à janvier qui présente une valeur plus élevée (Fig. 47 ; Tab. 10)

La qualité de l'eau selon les normes algériennes, les eaux de la station et du barrage sont de bonne qualité.

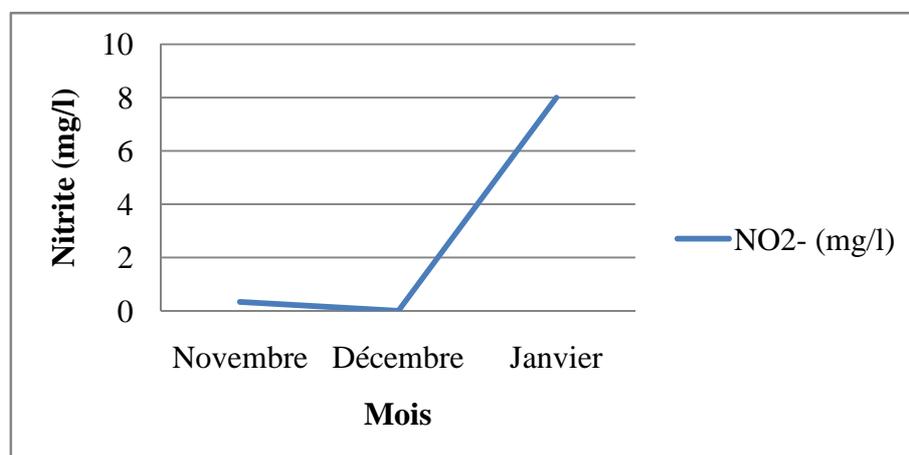


Figure 47. Variation de nitrite (mg/l) eaux brute au prélevées du barrage (Novembre 2016 Janvier 2017) (n= 3).

Les valeurs de nitrites sont faibles dans l'eau épurée et l'eau brute, elles ne dépassent pas 0,7 mg/l. il ya une augmentation progressive de la valeur de nitrites dans le mois de janvier pour l'eau de barrage (8mg /l) (Tab 14 ; Fig. 48).

Tableau 14 : Variation de nitrite (mg/l) des eaux brutes et des eaux épurées enregistrées dans la période hivernale (novembre 2016-janvier 2017) (n= 3).

Site \ Mois	Novembre	Décembre	Janvier
Le STEP (eau épurée)	0,7	0,03	0,22
Le barrage (eau brute)	0,332	0	8

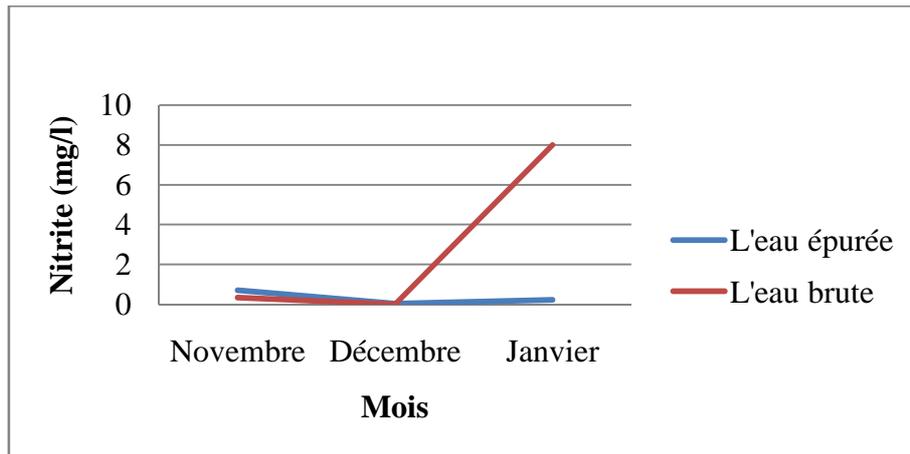


Figure 48. Variation de nitrite (mg/l) des eaux brutes et eaux épurées enregistrées dans la période hivernale (Novembre 2016 - Janvier 2017) (n= 3).

Discussion

5. Discussion :

5. 1. Les paramètres physiques :

5. 1. 1. La température (T) :

Les résultats obtenus dans notre étude montrent que les valeurs de température de l'eau brute (eau de barrage) et épurée (eau de station) ne dépassent pas les limites recommandées par l'OMS qui sont fixées à 25°C.

En moyenne, elles diminuent progressivement sur les trois mois dans l'eau épurée (au mois de novembre à janvier), par contre dans le même mois elle augmente progressivement dans l'eau brute. Par ailleurs, les valeurs de la température les plus élevées sont généralement enregistrées durant la période périnatale et diminuent en hiver, ceci grâce à l'influence de la saison et les facteurs climatiques.

La température de nos échantillons analysés variait donc en concordance avec la température atmosphérique. Ce changement de température pourrait influencer une prolifération des micro-organismes (Bendas & Messai, 2016). Une température élevée favorise la croissance des micro-organismes, peut accentuer le goût, l'odeur et la couleur (OMS, 1994). Par contre, une température inférieure à 10 °C ralentit les réactions chimiques dans les différents processus de traitement des eaux (Rodier, 2005). La température de l'eau joue un rôle important, par exemple, en ce qui concerne la solubilité des sels et des gaz dont, entre autre, l'oxygène nécessaire à l'équilibre de la vie aquatique. Par ailleurs, la température accroît les vitesses des réactions chimiques et biochimiques pour une augmentation de température de 10°C. L'activité métabolique des organismes aquatiques est donc également accélérée lorsque la température de l'eau s'accroît ambiante (Devillers *et al.*, 2005).

5. 1. 2. Le potentiel d'hydrogène (pH) :

Les valeurs du pH enregistrées au cours de notre étude convergent dans tout le prélèvement. Ces valeurs se trouvent dans l'intervalle de la norme fixée par (OMS, 2002) (de 6,5 à 8,5. D'une manière générale, le pH moyen des eaux épurée et eaux de barrage sont faibles se caractérisent par l'alcalinité. Le pH est un indicateur de la pollution par excellence, il varie suite à la nature des effluents basiques ou acide La gamme de pH biologique se situe entre 6,5 et 8,5 (Maiga *et al.*, 2006). Le pH peut être aussi influencé par d'autres facteurs tels que les conditions climatiques. Ainsi, la température élevée conduit indirectement au déplacement de l'équilibre calcaire-

carbonique vers la formation des carbonates sous l'effet de la photosynthèse qui provoque une augmentation du pH (Rejesk, 2005).

D'après (Goujous, 1995), avec de pH normal de l'eau de mer et des eaux douces en zones calmes. Elles favorisent la prolifération des micro-organismes qui établissent un équilibre biologique, permettant la dégradation des matières organiques (Radoux, 1995), ceci conduit à la décantation des eaux usées (sevrine *et al.*, 1995).

5. 1. 3. L'oxygène dissous (OD):

L'oxygène dissous est très important par le fait qu'il conditionne l'état de plusieurs sels minéraux, la dégradation de la matière organique et la vie des animaux aquatiques (Hceflcd, 2007). C'est un paramètre utilisé essentiellement pour les eaux de surface. Au niveau de la mer à 20°C, La saturation en oxygène de l'eau est associée par les échanges gazeux entre l'eau et l'atmosphère à travers l'interface air-eau (Leynaud, 1980). Ainsi, Il joue un rôle primordial dans le maintien de la vie aquatique et dans l'autoépuration. Sa présence dans les eaux naturelles est déterminée principalement par la respiration des organismes, par l'activité photosynthétique de la flore, par l'oxydation et la dégradation des polluants et enfin par les échanges air-eau (Belghiti *et al.*, 2013). Dans notre étude le résultat présent, des teneurs d'oxygène qui varient irrégulièrement d'un échantillon à l'autre et d'un mois à l'autre.

Cette valeur est variable quand l'eau de barrage analysée est dépassent la norme de l'OMS (5-7mg /l). La valeur de l'oxygène dissous augmente en période hivernale. Cette bonne oxygénation de l'eau en période hivernale résulte de la baisse de la température (Millet, 1989).

5. 1. 4. La conductivité électrique (CE) :

La conductivité électrique donne une mesure indirecte de la concentration en sel minéraux dissous dans l'eau et détectée par la teneur en ion libre (Aissaoui, 2013).

Selon (Bremond & Vuichard, 1973) la mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre l'évolution. Les résultats de notre étude sont assimilés, la teneur de la conductivité la plus élevée de l'eau épurée enregistrée pendant la période printale (mars et avril) par contre, pour l'eau brute la valeur plus élevée enregistrées dans la période hivernale (janvier). Ces résultats sont relativement similaires à ceux obtenus par (Boucherit *et al.*, 2009). L'étude réalisée dans la STEP de Guelma qui a enregistré une valeur de CE (2400µs/cm à 3300 µs/cm).

Selon (Attab , 2014) dans la station d'épuration Haoud Berkaoui Ouargla , Les valeurs de la conductivité électrique, se situent dans un intervalle de 2320 à 2970 $\mu\text{S}/\text{cm}$, enregistrées à la sortie. Selon (Rodier *et al.* 2005), il ya une minéralisation excessive si la CE $>1000\mu\text{S}/\text{cm}$).

5. 1. 5. Les matières en suspension (MES):

Dans notre étude, l'eau brute (eau de barrage) analysée était caractérisée par une teneur en MES plus ou moins faible pendant les trois mois (novembre, décembre, et janvier) Par ailleurs les valeurs divergent et augmente en avril. Ces résultats sont liés souvent à la charge importante en matières organiques et minérales, l'évolution de la teneur en MES de l'eau analysée ne dépassant pas les normes recommandées par l'OMS (30 mg /l).Ces résultats sont conformes (Rassam *et al.*, 2012)qui a étudié la qualité des eaux usées dans la STEP d'Oujda au Maroc ; mais différents de ceux obtenus par Metahri, qui a étudié la qualité des eaux usées épurées dans la station d'épuration (STEP Est) de la ville de Tizi-Ouzou. La valeur moyenne du teneur de MES enregistrée dans cette étude était de 63,33 mg/l dans les eaux usées épurées (eau brute) (Metahri, 2012).

Les matières en suspension, représentent l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux. Elles sont fonction de la nature des terrains traversés, de la saison, de la pluviométrie, du régime d'écoulement des eaux et la nature des rejets (Rodier, 1996).

5. 2. Les paramètres chimiques :

5. 2. 1. La Demande chimique en oxygène (DCO) :

Les résultats obtenus dans la présente étude sont caractérisés par des concentrations élevées en DCO pendant la période (mars et avril) par contre dans la période hivernale (décembre, janvier et février) Ainsi, pour l'eau brute la teneur de la DCO est moyenne. Ces valeurs sont inférieures aux normes algériennes admises aux rejets (120 mg/l) (Jora, 1993), les valeurs ne dépassent pas les normes de l'OMS (90 mg/l).En autre, ces résultats sont conformes à ceux obtenus par (Reggam *et al.* , 2009) dans la STEP de Guelma, les valeurs de la DCO dans les eaux épurées se situent entre 12 et 90 mg/l.

La demande chimique en oxygène (DCO) représente la quantité d'oxygène consommée, en mg/l, par les matières oxydables chimiquement contenues dans un effluent. Elle est représentative de la majeure partie des composés organiques mais également de sels minéraux oxydables (sulfures, chlorures,...) (Hassoune *et al.*, 2006).

La DCO s'exprime en mg/l d'oxygène et correspond à la quantité effective d'oxygène nécessaire pour oxyder dans les conditions opératoires définies, les matières organiques présentes dans un échantillon donné (Moll, 2002).

5. 2. 2. La demande biochimique en oxygène (DBO₅) :

La DBO₅ est une expression pour indiquer la quantité d'oxygène qui est utilisée pour la destruction de matières organiques décomposables par des processus biochimiques (Fathallah *et al.*, 2004). L'effet principal d'un rejet de matières organiques biodégradables dans le milieu naturel correspond à la consommation d'oxygène qui en résulte. La détermination de la DBO₅ a donc pour but d'évaluer cette nuisance et d'en estimer les effets (Franck, 2002).

D'après les résultats analysés durant l'année précédente (2016), il y a une similitude entre les valeurs de la DBO₅. Ces valeurs ne dépassent pas les normes de l'OMS (<30mg/l). Plus la DBO est élevée, plus la quantité de matières organiques présentes dans l'échantillon est élevée (IBGE, 2005).

5. 2. 3. Les Nitrates (NO₃⁻) :

Les nitrates existent à l'état naturel, dans les sols, les eaux tant de surface que souterraines et toutes les matières végétales. Ils proviennent de la décomposition naturelle, par des microorganismes, de matières organiques azotées telles que les protéines des végétaux, des animaux, Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote organique. Leur présence dans une eau polluée atteste que le processus d'auto-épuration a déjà joué.

Dans notre étude nous enregistrons une faible teneur en nitrates au niveau des eaux brutes et épurées, ces valeurs montrent que les eaux ne sont pas chargées en nitrates à plus de 10 mg/l NO₃⁻ (O.M.S, 1989). Ils sont probablement dues au fait que l'azote contenu dans les eaux résiduaires domestiques est essentiellement d'origine humaine. Selon (Neal *et al.*, 2000), la contamination en nitrates semble être liée aux apports des eaux souterraines (sources d'eau) contaminées par l'infiltration de ces composés à partir des terres agricoles.

5. 2. 4. Les Nitrites (NO₂⁻):

L'analyse des (NO₂⁻) montre que les eaux étudiées sont caractérisées par une concentration moyenne, elles sont également plus élevées que ceux trouvées dans l'eau brute en période hivernale (janvier).

Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque où la nitrification n'était pas conduite à son terme, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action

dénitrifiant à des températures élevées (Rodier, 1984) ; cette dernière joue un rôle important pour le fonctionnement du système de traitement (Choubert, 2002). Selon (Nisbet & Verneaux, 1970), les nitrites représentent toujours un stade fugace, ne se maintiennent que lorsque le milieu n'est pas suffisamment oxydant et leur présence indique un état critique de pollution organique à partir de 1 mg /l de NO_2^- .

Conclusion

6. Conclusion :

Cette étude a porté sur l'évaluation de qualité physico-chimique des eaux usées épurées au niveau de la STEP (Sidi Merouane) et des eaux brutes du barrage (Beni Haroune) durant la période (novembre 2016-avril 2017).

Les différentes analyses effectuées sur les échantillons d'eaux ont permis de révéler le comportement de certains paramètres descriptifs de la qualité physico-chimique des eaux.

Les résultats révèlent des variations de ces paramètres entre différents mois et sites:

- ✓ Une température normale et saisonnière.
- ✓ Un pH à tendance alcalin, il est acceptable.
- ✓ Une conductivité électrique généralement médiocre, traduisant une minéralisation excessive. et l'augmentation de la salinité probablement à cause du lessivage des sels.
- ✓ Une élévation du taux d'oxygène dissous (bonne oxygénation) qui reflète un processus d'auto-épuration avancé.
- ✓ MES provoque une pollution organique marquée à la charge importante en matières organiques et minérales, elle assure la réduction du nitrates qui reste faible par rapport aux normes respectives, grâce à la bonne dénitrification.
- ✓ Les valeurs des Nitrites généralement sont admissibles.
- ✓ La Demande chimique en oxygène (DCO) étant un paramètre indicateur de pollution, reste dans les normes.
- ✓ On peut également conclure que permet une bonne élimination de la DBO₅.

Dans ce contexte, il est important de noter que le barrage de Beni Haroune, avec la présence de la STEP, n'est pas complètement protégé de la pollution par rejets domestiques et industriels, du fait que la capacité épuratoire de la STEP à nos jours et après le raccordement des rejets de la ville de Mila est considérée insuffisante du point de vue capacité et taux de rendement.

Les eaux de la station d'épuration peuvent être rejetés dans le barrage et utilisées pour la culture d'arbres fruitiers et forestiers, culture fourragère, céréalière et plantes florales, mais ne sont pas potables.

En perspectives, il est intéressant de faire:

- Analyse des autres paramètres physico-chimiques des eaux épurées et brutes.
- Analyse des paramètres bactériologiques.
- Analyse des métaux lourds.
- Analyse de la boue.

Références Bibliographiques

7. Références bibliographiques :

Aba Aki R., 2012. Elimination des métaux lourds (Cd, Pb, Cr, Zn et As) des eaux usées industrielles et naturelles par le procédé d'infiltration-percolation, 21p.

Adem., 2001. Les boues d'épuration municipales et utilisation en agriculture. (Figure prétraitement).

Alexandre O., Boutin C., Duchène P., Lagrange C., Lakel A., Liénard A., Orditz D., 1997. Filières d'épuration adaptées aux petites collectivités. Document Technique FNDAE N° 22. Ministère de l'Agriculture et de la Pêche.

Allaoui K., 2009. Modélisation hydraulique d'un bassin d'aération des stations d'épuration des eaux usées.

Amahmid O., 1997. Impact de la réutilisation des eaux usées en agriculture sur la distribution des protozooses intestinales et sur la contamination des cultures dans la zone d'épandage de Marrakech.

Anonyme., 1997. Chcat encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement ; Tech & doc.

Asmama S., 1996. Traitement et réutilisation des eaux usées en agriculture (Marrakech) : aspect parasitologique, 122 p.

Bachi O.E.K., 2010. Mémoire présenté en vue de L'obtention du diplôme de magister thème diagnostic sur la valorisation de quelques plantes du jardin d'épuration de station du vieux ksar Témacin. Ouargla, 105p.

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

Baumont S., 1997. Réutilisation des eaux usées épurées : risque sanitaire et faisabilité en Île de France, 222p.

Baumont S., Camard J.P., Lefranc A., Franconie A., 2004. Réutilisation des eaux usées: risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS, 220p.

Baumont S., Camard J.P., Lefranc A., Franconie A., 2005. Réutilisation des eaux usées épurées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Ile-de-France.

Beaudry J.P., 1984. Traitement des eaux. Edition le Griffon d'Aigle Inc, 231p.

Belaid N., 2007. Evaluation des impacts de l'irrigation par les eaux usées traitées sur les plantes et les sols du périmètre irrigué d'El Hajeb Sfax: salinisation, accumulation et phytoabsorption des éléments métalliques.

Références bibliographiques

- Belghiti M.L., Chahloui A., Bengoumid., 2013.** Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe plio-quadernaire dans la région de Meknès (Maroc). Equipe Gestion et Valorisation des Ressources Naturelles. Laboratoire d'Environnement et Santé. Département de Biologie, Faculté des Sciences. Université Moulay Ismail, BP 11201 Zitoune, Meknès, Maroc, 36 p.
- Belhaj A., 2001.** Les épidémies d'origine hydrique dans le monde. Synthèse Technique. ENGRET centre de Montpellier et OIE de Limoges. France, 196 p.
- Bendas I., & Messai H., 2016.** Analyse biologique d'échantillons d'eau avant et après traitement dans la station d'Ain Tinn .
- Bontaux J., 1994.** Introduction à l'étude des eaux résiduaires industrielle, 2eme édition Lvoisier technique et documentation, 225p.
- Bouhoum K., 1987.** Devenir des œufs d'helminthes au cours d'un traitement expérimental d'épuration par bassin de stabilisation – Marrakech, 159 p.
- 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.
- Boutoux J., 1983.** Introduction à l'étude des eaux douces-eaux naturelles-eaux usées-eaux de boisson, Edition CEBEDOC, liège.
- Brémond R. & Vuichard R., 1973.** Les paramètres de la qualité de l'eau. Edition. La documentation française. Paris, 173p.
- Cardot C., 1999.** Les traitements de l'eau. Procédés physico chimiques et biologiques. Ellipses, paris 11-247 p.
- Cauchi., Hyvrard., Nakache., Schwartzbrod., Zagury., Baron., Carre., Courtois., Denis., Dernat., Larbaigt., Derangere., Martigne., et Seguret., 1996.** Dossier : la réutilisation des eaux usées après épuration. Techniques, Sciences et Méthodes, 81-118 p.
- Chebbah L., 2015.** Caractérisation du Barrage Béni Haroun.
- Chérie H., Chaita Kh., Cherier M., 2010.** Filière d'épuration des eaux usées au niveau de la station de Sidi Merouane, 61p.
- Cheurfi w., 2007.** Utilisation de bactéries prélevées dans la station d'épuration d'El Menia Constantine pour la dénitrification.
- Choubert J.M., 2002.** Analyse et optimisation du traitement de l'azote par les boues activées a basse température. Thèse doctorat de l'université louis pasteur – Strasbourg, 29-32p.
- Delevoye J., 2005.** Guide de l'assainissement commun rural. Agences de l'eau en Frances, 45 p.
- Desjardins R., 1997.** Traitement des eaux ,deuxième édition, Montréal.

Références bibliographiques

- Desjardins C., 1999.** Simulation et étude en laboratoire de la floculation lestée.
- Desjardins., 1990.** Traitement des eaux »,2ème édition, revue de l'école polytechnique de Montréal.
- Devillers J., 2005.** Les paramètres physicochimiques Paris.1-2 p.
- Djeddi H., 2007.** Mémoire d'Utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbaines, diplôme de Magistère en Ecologie et Environnement.
- Djemaa F., Beloudini I., Derbouche A., 2014.** La station d'épuration de Sidi Marouane.
- Dupavillon C., 2001.** Paris Côté Seine, Paris : Editions du Seuil. En milieu liquide.
- Eddabra R., 2011.** Évaluation de la contamination bactériologique des eaux usées des stations d'épurations du grande Agadir : isolement, caractérisation moléculaire etantibioresistance des espèces du genre vibrion, 34-36 p.
- Edline F., 1997.** L'épuration biologique des eaux résiduaires. Ed. CEBEDOC, Paris, 306 p.
- Ehrhardt J.P. & Seguin G., 1978.** Le plancton composition, écologie, pollution. Bordas, Paris, 210 p.
- El alaoui R. & Taoussi I., 2013.** L'impact du Chrome VI sur le traitement des eaux usées dans la station d'épuration de Marrakech, 31p.
- Ernest M.H., 1985.** Dans fundamental problems in statistical mechanics. Edité par E. G. D. Cohen. Noeth Holland Publishing Company. Amsterdam.
- Faby J.A. & Brissaud F., 1997.** L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation. office international de l'eau.
- FAO., 2003.** L'irrigation avec des eaux usées traitées. Manuel d'Utilisation. Organisation de la Nation Unie pour l'alimentation et l'agriculture, Bureau Régional pour le Proche- Orient et Sous – Régional pour l'Afrique du Nord, 68p.
- Fathallah Z., Elkharrim K., Fathallah R., Hbaiz E M., Hamid C., Ayyach A., Elkhadmaoui A., Belghyti D., 2014.** Etude physico-chimique des eaux usées de l'unité industrielle papetière (CDM) à Sidi Yahia El Gharb (Maroc), 57-69 p.
- Fernandez S., Verdier J., Iptrid., 2004.** Problématique de l'eau agricole en méditerranée. ftp://ftp.fao.org/AGL/IPTRID/conf_france_04.pdf (Page consultée le 25 septembre 2009).
- Franck R., 2002.** Analyse de l'eau (Aspects réglementaires et techniques). Ed, Collection Biologie technique, 360 p.
- Gaamoune S., 2010.** Le rôle des biofilm d'algues dans les traitements biologique des.27p

Références bibliographiques

Gamrasni M.A., 1981. Utilisation agricole des boues D'origines urbaines .Source paris (F.R) A.F.E.E.

Gamrasni M., 1984. Utilisation énergétique des boues et déchets .étude technique de synthèse , 5édition published in franche and undetermined.

Garcia., 2006. Etude de la dynamique des Escherichia coli dans les rivières du bassin de la Seine. Thèse Doctorat, Université Libre de Bruxelles, 15-16p.

Gaujous D., 1995. La pollution des milieux aquatiques ; aide mémoire. Ed. Techniques et documentations, Lavoisier, Paris, 220 p.

Gilbert., 1966. Mémento technique de l'eau ,8ème édition degré mont .France.

Gomella C . & Guerree H., 1978. Les eaux usées dans les agglomérations urbain ou rurales) le traitement, Edition Eyrolles, Parise, 277p.

Grosclaude G., 1999. L'eau usages et polluants. Ed INRA.

Hamoda M. F., 2004. Water strategies and potential of water reuse in the south Mediterranean countries. Désaliénation 165, 31-41p.

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

Hassoune E.M., Bouzidi A. E., Koulali Y., Hadarbach D., 2006. Effets des rejets liquides domestiques et industriels sur la qualité des eaux souterraines au nord de la ville de Settat (Maroc).

Hceflcd., 2006. Haut Commissaire aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification. Etude sur la pisciculture au barrage Almassira, CR dar CHAFAAI, Cercle d'ELBROUGE. Province de Settat. 201p.

IBGE., 2005. Les données de l'IBGE : "L'eau à Bruxelles" Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface: cadre général Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement / Observatoire des Données de l'Environnement.

In : la qualita delle acquasuperficial, criteria per una metodologiaomogenea divalutazione, attidel convegnointerazione. Palazzo dei Congressi, 99-100 p.

Jora., 1993. Journal Officielle de la République Algérienne, Décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993 réglementant les rejets d'effluents liquides industriels, 442 p.

Joseph P., 2002. «Station d'épuration : dispositions constructives pour améliorer leur fonctionnement et faciliter leur exploitation ».

Koller E ., 2004. Traitement des pollutions industrielles, eau, air, sols, boues. Ed. Dunod, 424 p.

Références bibliographiques

- Legube B., 1996.** Le traitement des eaux superficielles pour la production d'eau potable, agence de l'eau loir –Bretagne.
- Lehchilli N., benchaoui A., benabdelaziz N., 2016.** Aptitude des eaux usées épurées de la station de Sidi Merouane a l'irrigation.
- Leroy J.B., 1999.** La pollution des eaux, 4eme Ed.-Paris : presse universitaire de)France 127p.
- Leynaud G. & Verrel J.L., 1980.** Modification du milieu aquatique sous l'influence des pollutions. La pollution des eaux continentales, incidence sur les biocénoses aquatique, Paris, 345p.
- Maiga., 2006.** Performances épuratoires d'une filière de trois étages de bassins de lagunage à microphytes sous climat sahélien : cas de la station de traitement des eaux usées de l'EIER. Sud Sciences & Technologies.
- Manale., 2014.** Les étapes de traitement.
- Manhal A., 2014.** Optimisation d'un procédé de traitement des eaux par ozonation catalytique.
- Martin G., 1979.** Le problème de l'azote dans les eaux. Technique et documentation. Ed. Lavoisier. Paris, 279 p.
- Masson J. P., 1988.** Suivi de la qualité des eaux superficielles : l'expérience française.
- Mebarki A., 2009.** Ressources en eau et aménagement en Algérie- Les bassin hydrographiques de l'est. OPU Algere, 389p.
- Medkour M., 2003.** Réutilisation des eaux usées épurées, Séminaire sur le secteur de l'eau en Algérie. Ministère des Ressources en eau, 12 p.
- Melloul Z. & Badri M., 2013.** Control d'épuration des eaux domestiques dans une chenal d'oxydation de STEP de Sidi Marouane (MILA).
- Metahri M.S., 2012.** Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes, Cas de STEP Est de ville de Tizi-Ouzou, 172p.
- Mizi A., 2006.** Traitement des eaux de rejets d'une raffinerie des corps gras région de Bejaia et valorisation des déchets oléicoles. Thèse de doctorat. Université de Badji Mokhtar. Annaba.
- Moll d., 2002.** Rapport sur les paramètres d'analyses de la pollution des eaux, 4p.
- Monnier G., 1989.** A propos de la protection du patrimoine du XX^e siècle. Les Cahiers de la recherche architecturale, n° 24-25, 49-52 p.
- Monod T., 1989.** Méharées géographie. France loisire, 233p.
- Mouchet P. & Dauthuille., 1997.** Rencontre technique au Mali de la société Energie du Mali et de la société Dégremont Bamako.

Références bibliographiques

Moulin S., Rozen-Rechels D., Stankovic M., 2013.Traitement des eaux usées.

Neal C., Neal M., Wickham H., Harrow M., 2000. The water quality of a tributary of the Thames, the Pang, southern England. The Science of the Total Environment. 251 / 252: 459-475 p.

Okkacha M.Y., 2008. Epuration des eaux usées par lagunage naturel Eude de la performance du Dispositif de traitement des eaux usées par lagunage Natural de Ain Ourka Wilaya de Naama.

Ouali M. S., 2001. Cours de procédés unitaires biologiques et traitement des eaux. Office des Publications Universitaires. Alger, 12-31p.

Radeema., 2007.Traitement secondaire et tertiaire et Traitement des boues et du biogaz Traitement de l'air vicié, document PDF.

Radoux M., 1995. Qualité et traitement des eaux. Fondation Universitaire.

Ramade., 2005. Éléments d'écologie, écologie appliquée. 6e Editions. Dunod, Paris. 302-317 p.

Rassam A., Chaouch A.E., Bourkhiss B., Bourkhiss M., 2012. Performances de la dégradation de la matière organique par lagunage aéré dans la station des eaux usées de la ville de d'Oujda (Maroc), laboratoire de biotechnologie, environnement et qualité. Faculté des sciences, Université Ibn Tofail, p 121-125 Luxembourgeoise, Station expérimentale de Viville. Bruxelles : FUL.- 153 p.

Raven P.H., Berg L.R., et Hassan zahl D.M., 2009. Environnement .6ème édition Belgique, 573, 574 p.

Rejsek F., 2002. Analyse des eaux aspects réglementaires et techniques. Ed CRDP, Aquitaine. France.

Remini B., 2008. La problématique de l'eau en Algérie, OPU, Alger, 162 p.

Rodier J., 1996. L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eau de mer, 8 p.

Rodier J., Bazin C., Broutin, J.P., Chambon P., Champsaur, H. et Rodi L., 2005. L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. Ed Dunod, Paris.

Roula S., 2005. Caractérisation physico-chimiques et valorisation des boues résiduaires urbaines pour la confection de substrats de culture en pépinière hors-sol, 84 p.

Salghi R., 2001. Différentes filières de traitement des eaux, Université de Rabat, 22 p.

Sébastien R., 2006. Analyse de cycle de vie appliquée aux systèmes de traitement des eaux usées Thèse de doctorant en Génie des procédés, Institut national polytechnique de lorraine.

Sevrin R. J., de la noue J., Proulx D., 1995. Le recyclage du lisier de porc par lagunage, Edition Technique et Documentation Lavoisier, p 118.

Références bibliographiques

Sigg L., Behra P., Sturm W., 2006. Chimie des milieux aquatique. 4^{ème} édition, paris, 406p.

Tamrabet L., Bouzerzour H., Kribaa M., et Golea D., 2003. Le devenir des eaux usées traitées: Réponse de deux graminées fourragères, l'orge et l'avoine, aux apports d'eau usée traitée. *In*: Actes du Colloque international Oasis, Eau et Population. Université Khider, Biskra, Algérie.

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

Toze S., 1999. PCR and the detection of microbial pathogens in water and wastewaters. *Water Res* 33, 3545–3556p.

Vaillant J.R., 1974. Perfectionnement et nouveautés pour l'épuration des eaux résiduaires: eaux usées urbaines et eaux résiduaires industrielles, Edition, Eyrolles, Paris.

Vincent M., 2003. Aquaculture Environnement, institut français de l'environnement: 216-220p.

Werther. & Ogada., 1999. Sewage sludge combustion prog. *Energy comb.sci.*25:55-116.

Xanthoulis D., 1993. Valorisation agronomique des eaux usées des industries agroalimentaires. *Tribune de l'eau* n° 563/3. Ed. CEBEDOC, 27-32p.

8.Résumé :

Notre travail a pour objectif d'évaluer la qualité physico-chimique (Température, Potentiel hydrique, Matière en suspension, Demande chimique en oxygène, Demande biochimique en oxygène....) des eaux épurées au niveau la station d'épuration de Sidi Merouane et des eaux brutes du barrage Beni Haroune, ainsi de faire une comparaison entre les deux pendant la période s'étalant de (novembre 2016 à avril 2017).

Nos résultats indiquent : une température normale; un pH alcalin, un oxygène dissout plus élevé en niveau du barrage, favorable au traitement biologique ; par contre un niveau faible marqué au niveau de la station, une conductivité excessive, une DBO₅ faible par rapport à la norme de l'OMS, et de faibles teneurs en nitrates et nitrites ont été également enregistrées.

Mot clés : Eaux, pollution, épuration, paramètres physico-chimiques, STEP, barrage Beni Haroune, Mila.

ملخص :

يهدف عملنا لتقييم الجودة الفيزيائية والكيميائية (درجة الحرارة (T)، درجة الحموضة (pH)، التوصيل الكهربائي (EC)، المواد العالقة (MES)، الطلب على الاكسجين الكيماوي (COD)، طلب البيولوجي أكسجين (BOD)) من المياه المعالجة في محطة سيدي مروان معالجة مياه الصرف الصحي والمياه الخام لسد بني هارون، وإجراء مقارنة بينهما خلال الفترة ما بين (نوفمبر 2016 وأبريل 2017).

وتشير نتائجنا إلى: درجة الحرارة العادية. درجة الحموضة قاعدية، مستوى الأكسجين جد عالي في السد، موالية لمعالجة البيولوجية؛ في المعاكس مستوى ملحوظ منخفض في المحطة، التوصيل المفرط، وانخفاض في DCO و BOD5 مقارنة مع معيار منظمة الصحة العالمية، وانخفاض مستويات النترات والنترات المسجلة.

الكلمات الرئيسية: المياه والتلوث وتنقية، والبارامترات الفيزيائية، STEP، السد بني هارون، ميله .

Abstract:

Our Works aims to evaluate the physico-chemical quality (temperature (T), potential hydrique (PH), Electric conductivity (CE), Suspended matter MES, Chemical oxygen demand (COD) Oxygen (BOD) ...) of purified water at the Sidi Merouane waste water treatment plant and the raw water of the Beni Haroune dam, thus making a comparison between the two during the period from november 2016 to april 2017).

Our results indicate: normal temperature; An alkaline pH, a higher dissolved oxygen at the dam, favorable for biological treatment; On the other hand, a marked low level at the station, excessive conductivity, low DCO and BOD₅ by contribution to the WHO standard, and low levels of nitrates and nitrites were also recorded.

Key words: Waters, pollution, purification, physico-chemical parameters, STEP, dam Beni Haroune, Mila.