

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLICUEALGERIENNE DEMOCRATIQUEETPOPULAIRE
وزارةالتعليمالعاليوالبحتالعلمي
MINISTERE DEL'ENSEIGNEMENT SUPERIEURET DE
LARECHERCHESCIENTIFIQUE
جامعة 20 أوت 1955 - سكيكدة
UNIVERSITE20 AOUT1955-SKIKDA



Faculté des sciences

Département des Sciences de la Nature e de la Vie

Mémoire Présenté en Vue de l'obtention du Diplôme de Master

Filière : Ecologie et environnement

Option: Protection des écosystèmes

Intitulé

Les analyses physico-chimiques des eaux usées dans la station
d'épuration de Sidi Marouane (Mila)

Présenter par:

BOUROBTA Yousra

BRIGHET Farida

HADJI Nadia

Membre de jury:

HADJOUDDJA Nawel

MCB

Présidente

Université du 20 Août 1955- Skikda

ZAOUI Lilia

MCA

Directrice de mémoire

Université du 20 Août 1955- Skikda

FEKRACHE Fadila

MCA

Examineur

Université du 20 Août 1955- Skikda

Année universitaire 2021/2022

Remerciements

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

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

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

Notre encadreur Mm « ZAOUI LILIA » Pour ses compréhensions ses conseils précieux et se aides.

Un grand merci à Mr «BOULFOUL NADIR » pour ses directives et ses conseils aussi pour sa gentillesse Et orientations efficaces.

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

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

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

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

Merci à tous

Dédicaces

Je dédie ce travail

À tout ma famille

À l'homme, mon précieux offre du dieu qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect : Mon chère père Youcef.

À la femme qui a souffert sans mes laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes escigences et qui n'épargné aucun effort pour me rendre heureuse : Mon adorable mère Akilla.

À ma soeur Mounira et mon mari Nasro et ma belle-mère Mounira Sans oublier mes amies les plus proches Youssra et Farida et Loubna qui n'ont pas cessé de me conseiller, encourager et soutenir tout a long mes études que dieu les protèges et leur offre la chance et le bonheur.

À mon oncle Abd laziz qui a contribué à nous déplace tout au long de la période de stage sans inconfort.

Nadia

Dédicace

Je dédie ce travail

À tout ma famille

À l'homme, mon précieux offre du dieu qui doit ma vie, ma réussite et

tout mon respect : Mon chère père Abd laziz

*À la femme qui a souffert sans mes laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à
mes exigences et qui n'épargné aucun effort pour me rendre heureuse : Mon*

adorable mère Souad.

*À mes soeurs Chahinez, Chiraz, Maram et Sans oublier mes amies les plus
proches Nadia et Farida qui n'ont pas cessé de me conseiller, encourager et*

soutenir tout a long mes études que dieu les protèges et leur offre la

chance et le bonheur

Yousra

Dédicace

Je dédie ce travail

À tout ma famille

*À l'homme, mon précieux offre du dieu qui doit ma vie ,ma réussite et tout mon respect : Mon chère père
Houssine .*

*À la femme qui a souffret sans mes laisser souffrir , qui n'a jamais dit non à mes escigences et qui n'épargné
aucun effort pour me rendre hereuse :Mon adorable mère*

Nassima

*À ma soeur Jana et mon fiancé Rafik et ma tante Nawel Sans oublier mes camarades Youssra et Farida qui
n'ont pas cessé de me conseiller , encourager et soutenir tout a long mes études que dieu les protèges et leur
offre la chance et le bonheur .*

À mes adorables frères Adem et Badro

À mon oncle Abd laziz qui a contribué à nous déplace tout au long de la période de stage sans inconfort

Farida

ملخص

تهدف الدراسة التشخيصية إلى تحديد أي فشل، أو تدهور مادي أو إنتاجي، من أجل توجيه صانعي القرار في تدخلاتهم بحيث تكون دقيقة وفعالة، في دراسة الحالة الخاصة بنا، بما يتجاوز الأهمية الهائلة التي نحملها لتشغيل معدات محطة معالجة مياه الصرف الصحي بسيدي مروان (ميلة)، نعتبر أن الأهم هو تحليل المياه التي لها تأثير مباشر على البيئة، وأولوية كل شيء (صحة الفرد)، دون أن يكون هناك أي شيء آخر. سيكون العمل أو العلاج عديم الجدوى وعديم الجدوى إذا لم نتمكن من إثبات الجودة الصحية للمياه التي تغادر المحطة. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها من جميع المعلمات المختبرة أن التركيزات في المياه المعالجة تتوافق مع معايير تصريف المياه العادمة بعد المعالجة وكذلك كفاءة المعالجة لمحطة مدينة ميلة ذات أهمية عالمية.

الكلمات المفتاحية: محطة معالجة مياه الصرف الصحي، سيدي مروان، مياه الصرف الصحي، المعالجة، جودة المياه.

Résumé

Une étude diagnostic a pour but de repérer toutes défaillances, ou dégradations matérielles ou productives, afin d'aiguiller les décideurs dans leurs interventions pour qu'elles soient précises et efficaces, dans notre cas d'étude, au-delà de l'importance énorme que l'on porte pour le fonctionnement des équipements de la station d'épuration de Sidi Marouane (Mila), on estime que plus est important l'analyse des eaux qui ont un impact direct sur l'environnement, et la priorité de tout (la santé de l'individu), sans cette dernière toute action ou traitements seraient vains et inutiles si l'on ne puisse attester de la qualité saine des eaux la sortie de la station. Les résultats obtenus de l'ensemble des paramètres testés, les montrent que les concentrations dans les eaux épurées sont conformes avec les normes des rejets des eaux usées après épuration ainsi que le rendement d'épuration de la station de la ville de Mila est globalement important obtenus.

Mots clés : Station d'épuration, Sidi Marouane, eaux usées, traitement, qualité d'eau.

Summary

A diagnostic study aims to identify any failures, or material or productive degradation, in order to guide decision-makers in their interventions so that they are accurate and effective, in our case study, beyond the enormous importance that we attach to the operation of the equipment of the Sidi Marouane treatment plant (Mila), it is believed that more important is the analysis of water that has a direct impact on the environment, and the priority of everything (the health of the individual), without the latter, any action or treatment would be futile and useless if we could not attest to the healthy quality of the waters at the exit of the station. The results obtained from all the parameters tested show that the concentrations in the treated water comply with the standards for discharges of wastewater after purification as well as the purification efficiency of the Mila city station is generally significant obtained.

Key words: *Wastewater treatment plant, Sidi Marouane, wastewater, treatment, water quality*

Listes Des Figures	I
Listes Des Tableaux	II
Listes Des Abréviations	III
Introduction Générale	1
Chapitre 1 : généralités sur les eaux usées	3
1. Définition de la pollution des eaux	3
2. Définition des eaux usées	3
3. Types et l'origine des eaux usées	3
3.1. Les eaux usées domestiques	4
3.2. Les eaux pluviales	4
3.3. Les eaux industrielles	4
3.4. Les eaux agricoles	5
4. Caractéristiques des eaux usées	5
4.1. Les paramètres physico-chimiques	5
4.1.1. La température	5
4.1.2. Potentiel hydrogène (pH)	5
4.1.3. La conductivité	5
4.1.4. La turbidité	6
4.1.5. L'oxygène dissous	6
4.1.6. Matière en suspension	6
4.1.7. Demande biologique en oxygène (DBO5)	6
4.1.8. Demande chimique en oxygène (DCO)	6
4.1.9. Rapport DBO5/ DCO	6
4.1.10. L'Azote	7
4.1.11. Le phosphore	7
4.1.12. Matières oxydables	7
4.1.13. Carbone organique total (COT)	7
4.1.14. Matière volatils sèches (MVS)	7
4.1.15. L'ammonium	8
4.1.16. Biodégradabilité	8
4.2. Les paramètres bactériologiques	8

4.2.1. Coliformes totaux	8
4.2.2. Coliformes fécaux : (thermes-tolérants)	8
4.2.3. Streptocoques fécaux	8
5. Les étapes de traitement des eaux usées	8
5.1. Prétraitement	9
5.2. Traitement primaire	9
5.3. Traitement secondaire (traitement biologique)	9
5.4. Traitement tertiaire	11
5.4.1. La désinfection	11
5.4.2. Elimination de phosphore	11
5.4.3. Elimination de l'azote	11
6. Impacts du rejet des eaux usées au milieu récepteur	11
6.1. Effet sur la santé humaine	11
6.2. Effets environnementaux	12
6.3. Effets économiques	12
7. L'utilisation des eaux usées (c-à-d la réutilisation de l'eau)	12
8. L'équivalent habitant	12
Chapitre 2 : Matériels Et Méthodes	14
1. Description de la STEP de Sidi Merouane	14
1.1. La STEP de Sidi Merouane	14
1.2. Situation géographique de la STEP de Sidi Merouane	14
1.3. L'impact de la station d'épuration	15
2. Caractéristiques de la station d'épuration de Sidi Merouane	15
2.1. La capacité de la STEP de Sidi Merouane	15
2.2. La charge hydraulique de la STEP de Sidi Merouane	16
3.1. Laboratoire	16
Chapitre 3 :Résultats Et Discussions	19
1. Interprétation des paramètres physico-chimiques des eaux	19
1.1. Le débit	19
1.2. Le Potentiel d'Hydrogène (pH)	20
1.3. La Température (T°)	20
1.4. Conductivité Electrique (CE)	22
1.5. Oxygène dissous	23

1.6. Matière en suspension (MES)	24
1.7. Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours (DBO5)	25
1.8. Demande chimique en oxygène (DCO)	26
1.9. Rapport DBO5/ DCO	26
1.10. L'Azote total	28
1.11. L'azote ammoniacal (N-NH_3^+)	29
1.12. Nitrates (NO_3)	30
1.13. Nitrite (N-NO_2^-)	30
1.14. L'ortho-phosphate (P-PO_4^{-3})	31
Conclusion générale	33
Bibliographie	
Annexes	

N°	Titre de figure	Pages
1	Traitement des eaux usées	3
2	Localisation géographique du step de sidi Marouane	15
3	Matériels de laboratoire	16
4	Variation temporelle du débit	19
5	Variation temporelle de ph	20
6	Variation temporelle de la température	21
7	Variation temporelle de la conductivité électrique	22
8	Variation temporelle de l'oxygène dissous	23
9	Variation temporelle de la mes	24
10	Variation temporelle De la demande biochimique en oxygène	25
11	Variation temporelle De la demende chimique en oxygène	26
12	L'évolution de la dco/dbo5 des eaux brutes et des eaux épurées	27
13	Variation temporelle de l'azote total	28
14	Variation temporelle de l'azote ammoniacal	29
15	Variation temporelle de nitrates	30
16	Variation temporelle de nitrites	31
17	Variation temporelle des teneurs de lorthophosphates	32
18	Mesure de ph	annexe
19	Mesure de température	annexe
20	Mesure de conductivité	Annexe
21	Mesure de l'oxygène dissous	Annexe
22	Détermination de la MES des eaux brutes par centrifugation	Annexe

23	Détermination de la MES des eaux épurées par filtrations	annexe
24	Mesure de dco l'eau brute	annexe
25	Mesure de DCO l'eau épurée	annexe
26	Mesure de DBO5	annexe
27	Mesure de nitrogène total	annexe
28	Mesure de l'ammonium	annexe
29	Mesure de nitrite	annexe
30	Mesure de phosphore total	annexe
31	journal officiel de la république algérienne N° 46.	annexe

N°	Titre du tableau	pages
1	Proportion des volumes rejetés pour chacune des activités domestique polluants. (Rejsek, 2002)	4
2	La charge hydraulique de la STEP	16
3	Les analyses des eaux usées.	17
4	Les valeurs correctes pour le volume et le facteur d'échantillonnage.	annexe
5	Les normes de projet OMS (2006)	annexe
6	Les normes algériennes de réutilisation des eaux usées traitées	annexe

STEP :station d'épuration

ERU : les eaux résiduaires urbaines

PH : Potentiel hydrogène

MES : matière en suspension

DBO5 :Demande biologique en oxygène

DCO : Demande chimique en oxygène

MO : Matières oxydables

NO₂ : nitrites

NO₃ : nitrates

NORG : azote organique

NH₃ : ammoniac

NH₄⁺ : ion ammonium

COT :carbone organique total

MVS :Matière volatils sèches

CO₂ :dioxyde de carbone

UV : ultraviolet

ONA :office national de l'assainissement

OTV : une entreprise française chargée de l'équipement

GCB : une filiale de Sonatrach spécialisé en génie civil et bâtiment

CE : conductivité électrique

Introduction Générale

L'eau ne peut pas être considérée comme un produit purement commercial, elle doit être inscrite au patrimoine universel qu'il faut protéger, défendre et soigner (**Metahri, 2012**). L'eau est essentielle pour l'homme .elle l'est également pour les activités agricoles, industriels et touristiques.

Cependant, elle subit de nombreuses dégradations causées précisément par le fonctionnement des sociétés humaines (**Bourrier et al., 2017**). Aujourd'hui, la protection de notre environnement et de nos ressources en eau dépend de notre capacité à nettoyer les eaux usées avant qu'elles ne retournent dans la nature (**Maref, 2019**).

Parmi les problématiques les plus répandues et qui secouent actuellement le monde entier, on cite celle de la réutilisation des eaux usées surtout en production d'eau potable qui consomme plus de 60% des ressources hydriques exploitées. Cette utilisation semble la solution pour compenser le besoin en eau potable vue la rareté croissante de l'eau. La réutilisation des eaux usées pour la production des eaux potables assure la disponibilité de cette dernière, mais elle pourra aussi poser de sérieux risques pour la santé car ces eaux usées dépendent de l'efficacité du traitement du fait de la présence d'un facteur véhiculant des micro-organismes pathogènes et des substances chimiques dangereuses pour l'organisme humains (**Maref, 2019**).Le traitement de l'eau usée a pour objectif de réduire le niveau de contamination en divers éléments.

Grâce à des procédés physico-chimiques ou biologiques, les stations d'épurations ont pour rôle de concentrer la pollution contenue dans les eaux usées sous forme de résidus appelés boues, valorisable en agriculture et de rejeter une eau épurée répondant à des normes bien précises, qui trouve quant-à-elle, une réutilisation dans l'irrigation, l'industrie et les usages municipaux (**Bakir, 2021**). Les procédés d'épuration utilisés, dont l'objectif principal est d'éliminer la pollution organique sont : procédé à boues activées, le lagunage et les lits bactériens. La phase de traitement biologique par boues activées représente une phase clé de la chaîne globale d'épuration des eaux usée qu'elle est largement utilisée (**Maref, 2019**).

La réalisation de stations d'épuration qu'on observe à travers tout le territoire national ne peut être définie que par une démarche progressiste dans l'assurance du bien-être et du confort des citoyens de notre pays, car si le modèle réussi du développement durable était l'alliance harmonieuse et fusionnelle entre les trois sphères (écologie, société, économie), les stations d'épurations en seraient l'exemple par excellence de par leur rôle dans la préservation du milieu naturel et de sa biodiversité, la prévention contre toutes épidémies et crises sanitaires menaçant la population, ainsi que par leurs apports économiques.

à court et à long terme (**Bakir, 2021**). Mais la condition pour atteindre ces objectifs précités reste le bon fonctionnement de ces infrastructures, et leur efficacité dans le traitement des eaux usées pour une conformité aux normes exigées

L'objectif principal de la réutilisation des eaux usées est non seulement de fournir des quantités supplémentaires d'eau de bonne qualité en accélérant le cycle d'épuration naturelle de l'eau, mais également d'assurer l'équilibre de ce cycle et la protection du milieu environnant. (**BAUMONT et al., 2004**).

Cette étude consiste à suivre la qualité physico-chimique et biologique des eaux usées domestiques collectées et traitées au niveau de la station d'épuration de Sidi Marouane pour une éventuelle réutilisation des effluents traités dans le domaine de l'agriculture. L'eau épurée est rejetée dans le barrage de Beni Haroun (Mila)

Notre travail est structuré en trois chapitres,

- Le premier chapitre : Synthèse bibliographique, portera sur les eaux usées et les différentes étapes de traitement des eaux usées.
- Le deuxième chapitre : Matériels et Méthodes, aborde une description de la STEP et décrit les matériels et les méthodes utilisés pour les analyses physico-chimiques,
- Le dernier chapitre : Résultats et discussion, rassemble les résultats obtenus et avec leur interprétations et discussion

Enfin, nous terminons ce mémoire par une conclusion générale

Chapitre 1

Généralités sur les eaux usées

Les eaux usées de composition et d'origine différentes sont un problème pour la nature lorsqu'elles sont rejetées sans traitement préalable. Pour démontrer l'intérêt de leur épuration, nous présentons dans ce chapitre les sources et les caractéristiques des eaux usées et différentes étapes de traitement pour obtenir une eau épurée les impacts de ces eaux sur le milieu récepteur.

1. Définition de la pollution des eaux

Dans son acception la plus générale, le terme pollution désigne toute modification du milieu naturel qui s'exerce dans un sens défavorable sous l'effet des activités humaines. Plus spécifiquement, la pollution des eaux est le fait de divers types de rejets, ponctuels ou diffus, qui apportent au milieu soit des colories (pollution thermique), soit des substances minérales ou organiques (pollution chimique), soit des micro-organismes pathogènes (pollution microbienne). (Andriamirade et al., 2005).

2. Définition des eaux usées

Selon **Rejsek (2002)** les eaux résiduaires urbaines (ERU) ou eaux usées sont des eaux chargées de polluants, solubles ou non provenant essentiellement de l'activité humaine. Du fait de cette charge polluante, il est important d'épurer ces eaux, au niveau de station d'épuration, avant de les rejeter dans l'environnement ou le milieu récepteur. En effet, ce rejet peut avoir des conséquences néfastes pour le milieu récepteur, en particulier pour les organismes vivants qu'il héberge, mais également pour l'homme ou pour les activités qu'il réalise au niveau de ce milieu.

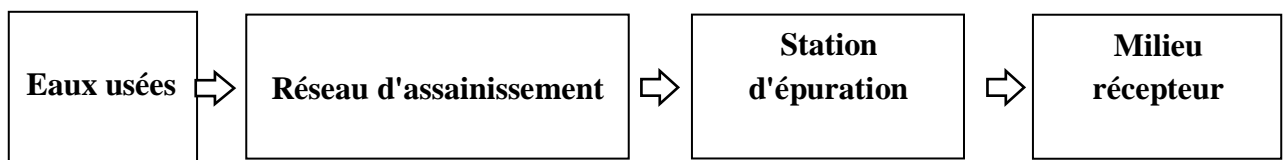


Figure 01 : Traitement des eaux usée (Rejsek, 2002)

3. Types et l'origine des eaux usées

Suivant l'origine de substances polluantes ces eaux sont classées en quatre grandes catégories :

3.1. Les eaux usées domestiques

Les effluents domestiques sont un mélange d'eaux contenant des déjections humaines : urines, fèces (eaux vannes) et eaux de toilette et de nettoyage des sols et des aliments (eaux ménagères). Ces eaux sont généralement constituées de matières organiques dégradables et de matières minérales, ces substances sont sous forme dissoute ou en suspension. Elles se composent essentiellement par des eaux de vanne d'évacuation de toilette. Et des eaux ménagères d'évacuation de cuisine, salles de bains (**Noureddine, 2017**)

Tableau 01 : proportion des volumes rejetés pour chacune des activités domestique polluants.

Activité domestique	Volume rejeté %
Cuisine : -évier	3%
lave – vaisselle	13%
Lave-linge	13%
Salle de bains	44%
Chasse d'eau	26%

(**Rejsek, 2002**)

3.2. Les eaux pluviales

Sont des eaux provenant de la pluie et de la fonte des neiges, les glaces. Les eaux pluviales peuvent s'infiltrer dans le sol, étendue à la surface et s'évaporer ou s'écouler et se retrouver dans un proche cours d'eau, rivière... etc. (**Holm et al. 2014**).

3.3. Les eaux industrielles

Les eaux industrielles sont des rejets correspondant à une utilisation de l'eau autre que domestique. Les caractéristiques de ces eaux sont variables et sont directement liées au type d'industrie. La charge polluante peut contenir, outre que le phosphore et l'azote, d'autre substances polluantes des métaux lourds (plomb, fluor, arsenic, mercure, ... etc.) des hydrocarbures (pétrole, essence, fuel, mazout, ... etc.) des produits chimiques, des produits phytosanitaires (pesticides) des substances radioactives, les eaux de refroidissement, des chaudières et centrales nucléaire... etc. (**Mampya, 2020**).

3.4. Les eaux agricoles

L'agriculture est une source importante de pollution de l'eau car elle apporte les engrais et les pesticides. C'est la principale cause des pollutions diffuses. Les eaux agricoles issues de terres cultivées chargés d'engrais nitrates et phosphates sous forme des ions ou des quantités telle, qu'ils ne seraient pas finalement réservés par le sol et assimilés par les végétaux, conduisent par ruissèlement à un enrichissement en substances azotées ou phosphorées des nappes les moins profonds et des eaux des cours d'eau ou des retenues. (Metahri, 2012).

4. Caractéristiques des eaux usées

Les paramètres doivent être définis avant le rejet des eaux usées dans le milieu naturel pour éviter leur impact sur le milieu récepteur.

Ces paramètres sont les paramètres physico-chimiques et bactériologiques.

4.1. Les paramètres physico-chimiques

4.1.1. La température

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet celle-ci joue un rôle 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. (Labassi, 2016)

4.1.2. Potentiel hydrogène (pH)

Le log négative de la concentration d'ions hydrogène est appelée PH ($\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+]$). La concentration d'ions hydrogène est un facteur important de la qualité de l'eau naturel et des eaux usées. Le PH des eaux usées doit demeurer entre 6 et 9 pour protéger les organismes. Les acides et les autres substances qui modifient le PH peuvent inactiver les procédés de traitement. (Akcin et al., Année)

4.1.3. La conductivité

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant électrique entre deux électrodes. La majorité des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de la conductivité permet d'estimer la quantité des sels dissous dans l'eau. (Edabra, 2011)

4.1.4. La turbidité

Selon **Rejsek (2002)**, la turbidité représente d'un milieu trouble. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matière non dissoutes. Elle est causée dans les eaux, par la présence de matière en suspension (MES) fines comme les argiles, les limons, les grains de silice et les microorganismes.

4.1.5. L'oxygène dissous

L'oxygène dissous est un composé important de l'eau parce qu'il soutient la vie de la faune. La solubilité de l'oxygène dans l'eau dépend de différents facteurs, dont la température, la pression et la force ionique du milieu. Il conditionne les réactions biologiques qui ont lieu dans les écosystèmes aquatiques. L'oxygène dissous donne une mesure indirecte du degré de pollution d'une eau. La concentration en oxygène dissous est exprimée en $\text{mg O}_2 \text{ l}^{-1}$ (**Daffria, 2017**).

4.1.6. Matière en suspension

Les matières en suspension sont les matières non dissoutes contenues dans l'eau et sont exprimées en mg/l . Elles comportent à la fois des éléments minéraux et organiques et sont en majeure partie de nature biodégradable. (**khelif, 2017**)

4.1.7. Demande biologique en oxygène (DBO5)

La DBO5 signifie la concentration d'oxygène consommé à 20°C , pendant 05 jours dans l'obscurité, pour assurer par voie biologique l'oxydation des matières organiques présents dans l'eau. (**Mampya, 2020**).

4.1.8. Demande chimique en oxygène (DCO)

Selon **Koller (2004)** la DCO représente la quantité totale de pollution oxydable est correspond à la quantité d'oxygène qu'il faut fournir grâce à des réactifs chimiques puissants, pour oxyder les matières contenues dans l'effluent.

4.1.9. Rapport DBO5/ DCO

Est un indicateur des possibilités d'auto-épuration de l'eau. A mesure que les eaux usées contiennent davantage de matières peu biodégradables ou toxiques (le rapport DBO5/ DCO devient inférieur à 0.3), les procédés physico-chimiques prennent le pas sur les méthodes biologiques. A la limite, il faut avoir recours à une détoxification. (**Koller, 2004**)

4.1.10. L'Azote

L'azote présent dans les eaux résiduaires provient principalement des déjections humaines. Les urines contribuent largement à cet apport essentiellement sous forme d'urée, d'acide urique et d'ammoniaque. (**Deronzier et al., 2011**)

L'azote est présent dans les effluents sous différentes formes : azote organique (Norg), azote ammoniacal (ammoniac NH₃, ion ammonium NH₄⁺), nitrates (NO₃⁻), nitrites (NO₂⁻). (**Bassompierre, 2007**).

4.1.11. Le phosphore

Le phosphore total dans les eaux usées domestiques est présent sous forme de phosphates selon la répartition suivante :

- Inorganique (poly-phosphates et ortho-phosphates), principale source de détergents et autres produits chimiques pour usages domestiques.
- Organique (liée aux composés organiques), origine physiologique. (**Vonsperling, 2007**)

4.1.12. Matières oxydables

Selon **Rodier (2009)**, les matières oxydables se défini par les agences de l'eau pour une évaluation globale d'une pollution organique des eaux usées dans un objectif de taxe à la pollution, le terme "matières oxydables" (Mo) correspond à une moyenne pondérée des 2 paramètres globaux DCO et DBO₅, en attribuant un coefficient double à la DBO₅.

$$Mo = \frac{DCO + 2DBO5}{3}$$

4.1.13. Carbone organique total (COT)

Cette détermination concerne les composés organiques volatils ou non, naturels ou synthétiques, dissous ou en suspension présents dans les eaux naturelles ou dans les eaux usées. Selon que l'eau aura été préalablement filtrée ou non, on obtiendra le carbone dissous ou le carbone total. Cette mesure permet de faciliter l'estimation de la demande en oxygène liée aux rejets et d'établir une corrélation avec la DBO et la DCO. (**Laurenço Da Silva, 2008**)

4.1.14. Matière volatils sèches (MVS)

MVS signifie la partie organique du MES, la partie restante représentant les minéraux. Cette partie organique comprend les particules de biomasse, vivante ou morte.

Certaine particule organique ne participe pas au processus de décontamination biologique. **(Bassompierre, 2007)**

4.1.15. L'ammonium

La concentration en ammonium au point de déversement des eaux usées est très élevée. Cependant, le contenu a diminué entre 10m et 40m de profondeur. Ainsi, la dispersion de l'ammonium des eaux usées commence presque complètement à partir de 10m du point de rejet. Sa présence dans l'eau reflète généralement le processus de dégradation incomplète de la matière organique. Cette substance n'est pas vraiment dangereuse pour la santé. **(Digne et al., 2017)**

4.1.16. Biodégradabilité

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydé par les microorganismes qui interviennent dans le processus d'épuration biologique des eaux. Elle est exprimée par le rapport DCO/ DBO5.

- $DCO/ DBO5 > 2.5$ = l'effluent moyennement biodégradables.
- $2.5 < DCO/DBO5 < 3$ = l'effluent peu biodégradables.
- $DCO/DBO5 > 3$ = l'effluent non biodégradables **(DAFFRIA, 2017)**

5.2. Les paramètres bactériologiques

Selon **Rodier (2009)**, le terme de "coliformes" ne correspond pas à une définition microbiologique que stricte. Sous ce terme est regroupé un certain nombre d'espèces bactériennes appartenant en fait à la famille des Enterobacteriaceae et qui partagent certaines caractéristiques biochimiques. Les coliformes sont répertoriés en deux groupes :

4.2.1. Coliformes totaux

Ce sont des hôtes habituels de l'intestin de l'homme et des animaux à sang chaud, présents en grand nombre dans les selles de l'ordre de (10⁷-10⁹ germes/g. de selles). Elles peuvent survivre dans les milieux extrêmes, sol, eaux usées, ...etc). Leur fermentation du lactose s'effectue à 37°C. **(Bouharati, 2007)**

4.2.2. Coliformes fécaux : (thermes-tolérants)

Se groupe de bactéries possède les mêmes propriétés que le groupe précédent mais la fermentation s'effectue à une température de 44°C à 44,5°C. , appelées aussi *les coliformes thermotolérants*, elles sont capables de dégrader le tryptophane et de produire l'indole à partir de l'eau peptoné. **(Bouharati, 2007)**

4.2.3. Streptocoques fécaux

Le groupe des streptocoques fécaux comprend : Entérocoque et streptocoque, le

genre *Enterococcus* englobe de nombreuses espèces. La majorité d'entre elles d'origine humaine fécale cependant, certaines espèces sont d'origine animale. (VonSperling, 2007)

5. Les étapes de traitement des eaux usées

5.1. Prétraitement

La première phase du traitement consiste à retenir les déchets grossiers présents dans les eaux, elle comporte successivement :

- Un dégrillage avec le passage au travers de grilles barreaux plus ou moins espacés, nettoyés par des procédés mécaniques
- Eventuellement un tamisage, par passage à travers de tamis à mailles plus ou moins fines
- Un dessablage-dégraissage qui retient par décantation les sables grossiers (jusqu'à 200 microns) et les matières flottantes par flottation grâce à l'injection de fines bulles (SADWSKI, 2002)

5.2. Traitement primaire

Selon FAO (2003), le traitement primaire c'est l'enlèvement des solides organiques et inorganiques sédimentables ainsi que les matériaux flottants

a) La filtration

La filtration est un processus physique généralement effectuée avant les traitements de coagulation –floculation et de décantation fonctionne bien pour éliminer les bactéries, la couleur, la turbidité et indirectement certains goûts et odeurs. (Metahri, 2012)

b) Coagulation-floculation

Permet d'éliminer les matières en suspension et les particules colloïdales. Pour se faire, nous utilisons deux types de produits chimiques que sont les coagulants et les floculants.

- La coagulation consiste à déstabiliser les particules colloïdales par addition un agent chimique appelé coagulant.
- La floculation est due à la polymérisation des floes par addition un agent chimique appelé floculant

5.3. Traitement secondaire (traitement biologique)

Consiste à enlever des matières organiques solubles et des matières en suspension des eaux usées traitées primaires. (FAO, 2003).

a) Boues activées (culture libre)

Le procédé « boues activées » consiste à mélanger et agiter les eaux usées brutes avec les boues activées liquides, bactériologiquement très actives.

La dégradation aérobie de la contamination s'effectue par mélange intime des microorganismes épurateurs et de l'effluent à traiter. Puis, les phases « eaux épurée » et « boues épuratrices » sont séparés. **(ELHAIT, 2010)**

b) Les lits bactériens et les disques biologiques (cultures fixe)

- Les lits bactériens : La technique des lits bactériens fixés sur des supports minéraux (pouzzolane, cailloux) ou plastiques sur lesquelles ruisselle l'eau à traiter. Les performances épuratoires sont modestes, mais cette technique peut constituer un traitement suffisant si la sensibilité du milieu récepteur n'est pas très grande.

- Les disques biologiques : Les disques biologiques consistent à fixer la biomasse sur des disques en relation autour d'un axe central et baignant en partie dans le bassin d'épuration.

Ces deux techniques nécessitent un traitement primaire (décantation libre ou assistée) en tête. **(Sodawski, 2002).**

- La voie aérobie (en présence d'oxygène) : Cette voie se déroule dans l'eau entièrement aérée au niveau des deux bassins d'aération = le carbone organique est dégradé par la respiration bactérienne en CO₂ et en biomasse. Les bassins d'aération sont équipés d'un système d'aération qui fonctionne en discontinu. La dénitrification se produit au stade anaérobie et la nitrification se produit au stade aérobie.

- La voie anaérobie (en absence d'oxygène) : Réalisée en milieu réducteur au niveau des deux bioréacteurs, dont le carbone organique, après dégradation, se retrouve sous forme de méthane CO₂ et biomasse. Ce procédé est réalisé par les bactéries anaérobies. **(Sari, 2017)**

- L'infiltration –percolation : Ce procédé peut être utilisé tant en traitement secondaire qu'en tertiaire.

principe : il consiste à faire percoler des eaux usées issues d'un traitement primaire soit dans des bassins de faible profondeur remplis de sable, soit dans le sol directement. Ce sable joue le rôle d'un support où se crée une activité biologique et physico-chimiques importantes, ayant pour résultat l'épuration des effluents traités. **(Meot et Alamy, 1990)**

- Décantation : Cette étape consiste à extraire la majeure partie des matières solides, de même que l'excédent des huiles, des graisses et des écumes **(Mtahrias, 2012)** une

décantation primaire qui permet d'éliminer plus de la moitié des matières en suspension pour former les boues primaires.

Une décantation se conduit, a pour fonction de séparer les boues de l'eau et permet l'épaississement première des boues biologiques décantées (**Bakiri, 2014**).

5.4. Traitement tertiaire

5.4.1. La désinfection

Ce processus utilisé pour éliminer les germes pathogènes, les techniques classiques sont utilisées =chloration, ozonation ou irradiation par rayonnement ultraviolet (uv). Toutefois les composés chlorés se révèlent toxiques pour l'écosystème aquatique et le coût de l'ozone est élevé. C'est pourquoi le traitement privilégié est plutôt la désinfection par uv.(**Renou ,2006**)

5.4.2. Elimination de phosphore

L'élimination du phosphore est une étape clé du traitement tertiaire. Une déphosphoration biologique peut être effectuée, la biomasse accumule alors le phosphore. Cette déphosphatation est souvent associée à un traitement biologique secondaire. Un traitement physique et chimique peut également être effectué. Dans ce cas l'ajout de chlorure ferrique précipite les ions de phosphate pour former du phosphate ferrique qui est ensuite éliminé par une étape de séparation. (**Bourbow.et al.,2014**)

5.4.3. Elimination de l'azote

L'azote peut être séparé de l'eau par divers mécanismes : Physiques(décantation quand il est accolé aux matières en suspension), physico-chimique (extraction, oxydation, et réduction chimique sous forme de gaz ammoniac lorsque le ph est basique) et biologique (se combinent en bactéries transformé en nitrate puis en azote gazeux dans le processus de nitrification –dénitrification .(**Deronzier et al., 2002**)

6. Impacts du rejet des eaux usées au milieu récepteur

6.1. Effet sur la santé humaine

L'eau est un élément essentiel de la vie humaine, l'insuffisance ou la mauvaise qualité de l'eau est la cause de nombreuses maladies dans le monde, en particulier, 80% des maladies sont causées par l'eau dans les pays développés. (**Bekkaddourib, 2018**)

○ Les maladies hydriques classées selon 04 catégories :

- ✓ Infections de la peau et des yeux, dues au manque d'eau.
- ✓ Maladies causées par un insecte fourmillant à proximité de l'eau.
- ✓ Maladies transmises par l'eau (parasites, bactéries, virus)

- ✓ Maladies causées par un organisme aquatique invertébré. (**Bekkaddourib, 2018**)

6.2. Effet environnementaux

Le rejet des eaux usées non traitées dans l'environnement peut causer d'énormes changements dans les écosystèmes qui les reçoivent. Nous pouvons citer les suivants :

- L'eutrophisation du milieu aquatique récepteur.
- Recevoir les perturbations des microclimats ambiants.
- La diminution de la biodiversité aquatique à cause de la toxicité du milieu et l'apparition des espèces nouvelles.
- La dégradation de l'esthétique du milieu par la propagation des mauvaises odeurs. (**Montonhessa, 2017**)

6.3. Effet économiques

Etant donné que la disponibilité de l'eau douce est essentielle au maintien du bien-être économique de toute communauté humaine, la mauvaise qualité de l'eau est un obstacle au développement économique et freine la productivité agricole dans les zones rurales et périurbaines. L'eau polluée peut affecter directement les activités économiques consommatrices d'eau, comme la pêche, l'aquaculture, le tourisme et la production industrielle, et restreindre indirectement l'exploitation de certaines marchandises en raison de restrictions sur des produits contaminés. (**Unesco, 2017**)

7. L'utilisation des eaux usées (la réutilisation de l'eau)

Utilisation sans risque des eaux usées traitées ou non traitées à des fins bénéfiques dans certaines conditions contrôlées. Principalement utilisées pour l'irrigation, les technologies de traitement des eaux usées ont maintenant évolué pour permettre aux eaux usées traitées d'être utilisées à d'autres fins, tant que le niveau de traitement et la qualité des effluents soient "appropriés pour l'usage envisagé". (**Unesco, 2017**)

8. L'équivalent habitant

C'est la pollution produite par habitant et par jour, exprime en g d'O₂ nécessaire à sa dégradation. Ce que nous exprimons par équivalent habitant n'est pas seulement le pouvoir polluant des eaux usées, mais aussi le pouvoir polluant des rejets industriels et agricoles.

En Algérie, la valeur de l'équivalent habitant n'est pas encore déterminée, de ce fait, lors de la conception de la station d'épuration des eaux usées, nous sommes basés sur les normes européennes.

Pour l'Europe, l'équivalent habitant correspond à une pollution de 35g d'O₂/j pour une eau décantée et de 54 g d'O₂/j pour une eau brute. **(Belouhem et lanani, 2016)**

Les eaux usées sont des milieux extrêmement complexes, altérés par les activités anthropiques à la suite d'un usage domestique, industriel, artisanal, agricole ou autre. Elles sont considérées comme polluées et doivent être donc traitées avant toute réutilisation ou injection dans les milieux naturels récepteurs.

Chapitre 02

Matériels et Méthodes

1. Description de la STEP de Sidi Merouane

Les stations d'épuration sont des usines de dépollution, permet d'éliminer la pollution à partir de différentes méthodes et technologies successives. Ces usines sont dimensionnées pour traiter une certaine charge de pollution, et s'assurer que l'évacuation est effectuée conformément à la norme d'évacuation des eaux usées urbains.

1.1. La STEP de Sidi Merouane

Réalisée pour atténuer la pollution du lac du barrage de Béni Haroun, et particulièrement au niveau du lac du barrage qui reçoit les eaux d'Oued Rhumel et Oued Endja. La station d'épuration des eaux usées de Sidi Merouane, première d'une série de trois programmées dans ce bassin versant, a été réceptionnée en 2011 par l'ONA, Maître de l'ouvrage.

Réalisée par **GCB** (une filiale de Sonatrach spécialisé en génie civil et bâtiment) sous la houlette d'un directeur de projet qui était à cheval pour la bonne exécution des travaux et OTV (une entreprise française chargée de l'équipement), cette station, dont la capacité d'épuration est de 20657 m³/jour pour 137 000 habitants, cette station est appelée à prendre en charge les eaux résiduelles de Mila, Gararem Gouga, Sid Merouene, Ras El Bir ,Anouche Ali ,Sibari 1 et Sibari2. Une fois épurées, ces eaux produites par la station seront déversées dans la cuvette du barrage qui se trouve juste à proximité.

La filière de traitement se fera par un procédé de boues activées à faible charge (Aération prolongée) avec un traitement de l'Azote et du phosphore. La qualité rejetée sera conforme aux valeurs limites des paramètres des rejets : DBO5 : 35 à 40 mg/l / DCO : 120 à 130 mg/l / MES : 35 à 40 mg/l, inférieure ou égale à 40 mg/L pour l'azote et inférieure ou égale à 2 mg/l pour le Phosphore total d'après le décret N° 06-141 du 19/04/2006.

1.2. Situation géographique de la STEP de Sidi Merouane

La commune de Sidi Merouane se situe à gauche sur la rive du lac de Béni Haroun. La station est implantée sur le territoire de la commune de Sidi Merouane sur 12 Hectares environ, sa mise en service a été effectuée le 20/08/2009.

La station est conçue pour traiter les eaux usées qui sont acheminées par un collecteur composé de 07 stations de relevage et deux arrivées gravitaires (Ferdoua et Ras El Bir).

Les effluents traités sont destinés à être rejetés dans la cuvette du barrage de Béni Haroun.

La station fait partie des installations de protection de barrage de Béni Haroun.



(google earth)

Figure 02 : localisation géographique du step de sidi marouane

1.3. L'impact de la station d'épuration

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

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

2. Caractéristiques de la station d'épuration de Sidi Merouane

2.1. La capacité de la STEP de Sidi Merouane

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 floccs bactérien (clarification).

La capacité en équivalent habitant de la STEP est de :

- ✓ 137000 équivalents/ habitants à l'horizon actuellement.
- ✓ 205500équivalents habitants à l'horizon 2030.0

2.2. La charge hydraulique de la STEP de Sidi-Merouane

Les débits maximaux pris en charge par la station actuellement sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau N°02 : la charge hydraulique de la STEP

Echéance 2015	Charges hydrauliques à traiter
137000	Capacité épuratoire (EH)
20550	Débit moyen temps sec (m ³ /j)
25340	Débit moyen temps de pluie (m ³ /j)
856	Débit maximal temps sec (m ³ /h)
1145	Débit maximal temps de pluie (m ³ /h)

(Marché de STEP)

3. Partie expérimentale

3.1. Laboratoire

Le laboratoire comporte les équipements nécessaires pour faire toutes les analyses des paramètres contractuelles. Actuellement la mise en place des méthodes chimiques en complément des méthodes de microdosage et en cour.

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

- | | |
|----------------------------|-------------------------------------|
| 1) Spectrophotomètre | 10) Four à moufle. |
| 2) Thermo réacteur | 11) Etuve. |
| 3) Oxymètre portable. | 12) Distillateur |
| 4) Centrifugeuse. | 13) Ensemble de filtration des eaux |
| 5) Dessiccateur. | 14) Pipettes |
| 6) Balance analytique | 15) Eprouvette |
| 7) Balance | 16) Minuteur |
| 8) PH-mètre portable. | 17) Incubateur DBO |
| 9) Conductimètre portable. | |



- 1) Spectrophotomètre 2) thermo réacteur 3) Oxymétrie portable 4) Centrifugeuse



5) Dessiccateur



6) Balance analytique



7) Balance



8) PH mètre portable

9) conductimètres
Portable

10) four à moufle



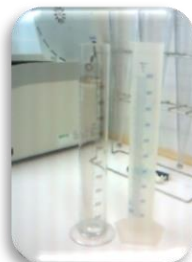
11) Etuve



12) distillateur

13) Ensemble de
Filtration des eaux

14) pipettes



15) Eprouvette



16) Minuteur

17) Incubateur
DBO

Figure 03 : Matériels de laboratoire

Tableau N°03: les analyses des eaux usées.

Paramètres	Fréquences d'analyse
PH	05 Fois/Jour
Température (°C)	05 Fois/Jour
Conductivité	05 Fois/Jour
Oxygène dissous mg/l	05 Fois/Jour
DBO 5 mg/l d'O ₂	03 fois/Semaine
DCO mg/l d'O ₂	03 fois/Semaine

MES mg/l	03 fois/Semaine
P-PO ₄ mg/l	02 fois/Semaine
NG mg/l	02 fois/Semaine
Matières décantables mg/l	01 Fois/Semaine

(Marché de STEP)

Les traitements actuellement existants peuvent réduire les concentrations de diverses formes de polluants, à des niveaux qui sont considérés comme non dangereux et nous savons bien qu'il est possible d'obtenir des eaux de qualités différentes à partir d'une eau usée, c'est grâce au processus de traitement.

Après avoir décrit en détails le step de Sidi Marouène, les résultats obtenus permettent de déduire le traitement des eaux, c'est la solution privilégiée pour la dépollution de l'eau.

Chapitre 03

Résultats et discussion

Dans le but d'apprécier le bon fonctionnement de la station d'épuration de **Sidi Merouane** nous avons procédé à un ensemble d'analyses, qui à partir desquelles on peut estimer l'efficacité de la chaîne du traitement de la **STEP**, évaluer la qualité des eaux après le traitement considéré

Tous les paramètres d'analyses physico-chimiques des eaux usées à l'entrée de la station, ainsi que des eaux épurées à la sortie de la **STEP** ont été tous effectuées durant le mois de Mars 2022 jusqu'au mois d'Avril 2022

1. Interprétation des paramètres physico-chimiques des eaux

Les résultats des paramètres physico-chimiques des échantillons d'eaux prélevés et que nous avons obtenu sont présentés sous forme des tableaux et des figures exprimant les différentes variations de tous les paramètres étudiés

1.1. Le débit

Les variations du débit journalier pendant les deux Mois de prélèvement Mars et Avril illustrées dans la figure suivante

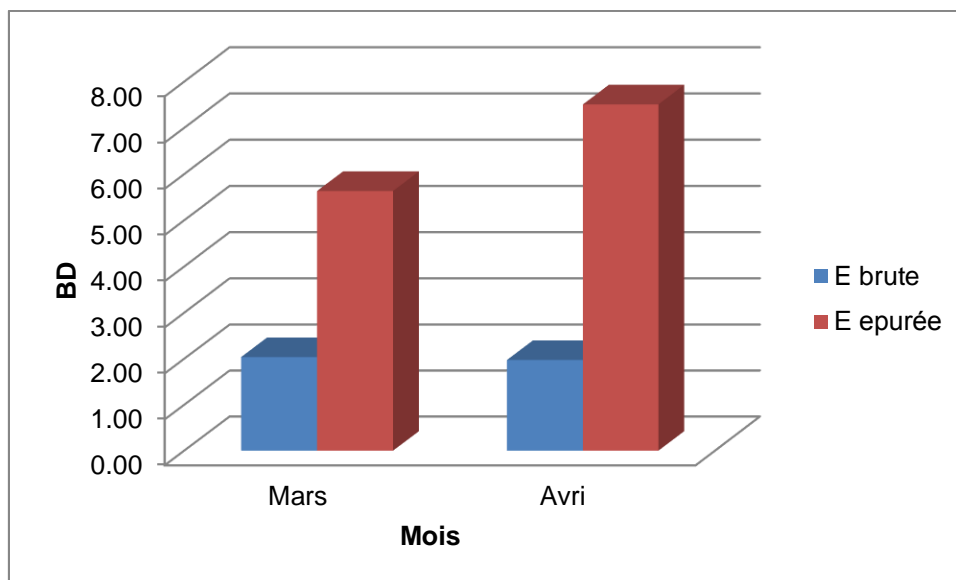


Figure 04 : variations temporelles du débit

Les résultats obtenus présentent des variations considérables pendant la période d'étude, Les teneurs varient entre 3771,87 m³ /j et 3605,81 m³/j pendant le mois de Mars est 3829,50 m³/j à 3647,07 m³/j Pendant le mois d'Avril. Les débits journaliers des eaux épurées sont en relation directe avec les eaux entrantes à la station.

On peut conclure que La capacité d'utilisation des installations de la STEP est très faible à cause de l'arrivée d'un débit très faible des eaux usées (Certaines régions non raccordés au réseau d'assainissement)

1.2. Le Potentiel d'Hydrogène (pH)

Les variations de pH pendant les deux campagnes de prélèvement Mars et avril illustrées dans la figure suivante montrent que les fluctuations sont en générale temporelle.

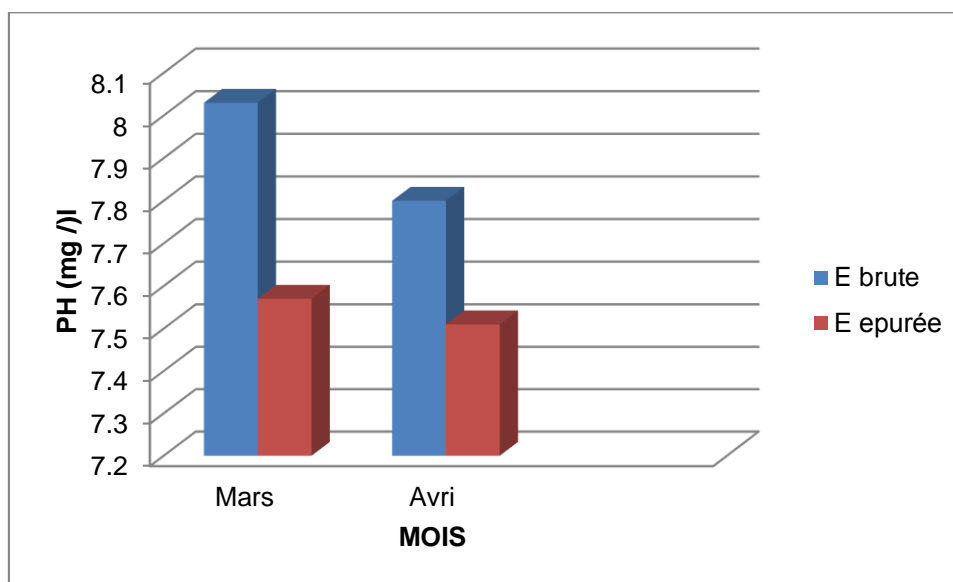


Figure 05 : Variation temporelle de pH

Les résultats situent dans la fourchette de 7,80 à 8,03 dans l'eau brute et 7,51 à 7,57 dans l'eau épurée avec une légère diminution pour les eaux de sortie due à la minéralisation de la matière organique. Ces moyennes se situent dans les normes de rejet compris entre 6,5 et 8,5 selon le journal officiel république algérienne et ils sont conformes aux résultats de **Boubou et al. (2017)**. D'une manière générale, nous pouvons dire que, ces pH restent compris entre 6.5 et 8.5, ce qui n'a pas d'incidence écologique forte sur les organismes aquatiques.

1.3. La Température (T°)

En effet La température est un paramètre clé dans les réactions chimiques, biologiques.

A l'entrée de la station d'épuration de Mila, les températures des eaux brutes en moyennes

Les variations de la température de l'eau en fonction des campagnes de prélèvement, montre que la température est une mesure momentanée, en fonction de l'heure et du lieu de prélèvement (figure 06)

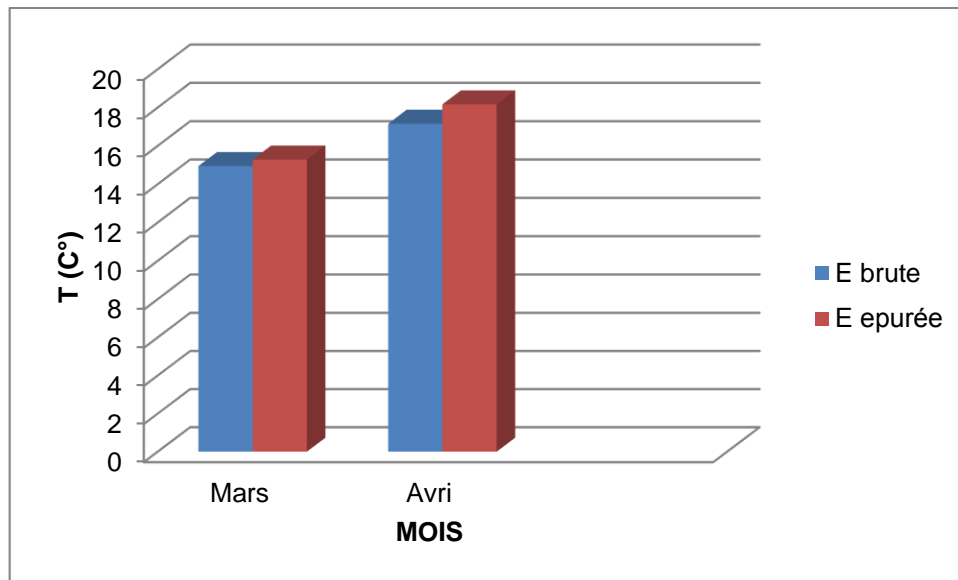


Figure 06 : Variation temporelle de la température.

Les valeurs de la température des eaux de la STEP de Sidi Marouane, varient entre un minimum de 14,94 °C et un maximum de 17,15 °C pour les eaux brutes. Pour les eaux traitées, la température oscille entre une valeur minimum de 15,28°C et un maximum de 18,16°C. Les valeurs ne dépassent pas les normes de l’OMS (30 °C) et ils sont accord avec les résultats de **Bouanane et al. ;(2019)**.

Et vu que «Les variations de la température ont des effets importants car elles influencent le développement des colonies de micro-organismes »

On peut dire que ces températures ne constituent aucun risque de pollution thermique pour le milieu récepteur durant le procédé d’épuration, au contraire on peut affirmer qu’elles sont en faveur d’une accélération des procédés biologiques de traitement des eaux usées et des boues, du point de vue où elles contribuent à l’augmentation de la cinétique de dégradation des matières organiques (**Bakir ., 2021**).

L’analyse de ce paramètre est très importante, car elle s’accompagne toujours d’une modification de nombreux paramètres, tels que la conductivité électrique, l’oxygène dissous et le pH, ainsi que les réactions de dégradation et minéralisation de la matière organique.

L’élévation de la température s’accompagne toujours d’une modification des propriétés de l’eau, la densité et la viscosité qui favorisent l’autoépuration et accroissent la vitesse de sédimentation, ce qui peut présenter un intérêt dans les stations d’épuration (**Rodier et al.2005**).

1.4. Conductivité Electrique (CE)

La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais approximativement, la minéralisation globale de l'eau, elle s'élève progressivement de l'amont vers l'aval des cours d'eaux. Dans les eaux de surface et les rejets d'eaux usées, des modifications importantes de la conductivité peuvent intervenir rapidement au cours de la journée. (Rejseke, 2002).

Les résultats des mesures de la conductivité d'eaux brutes et épurées sont présentés dans la figure suivante :

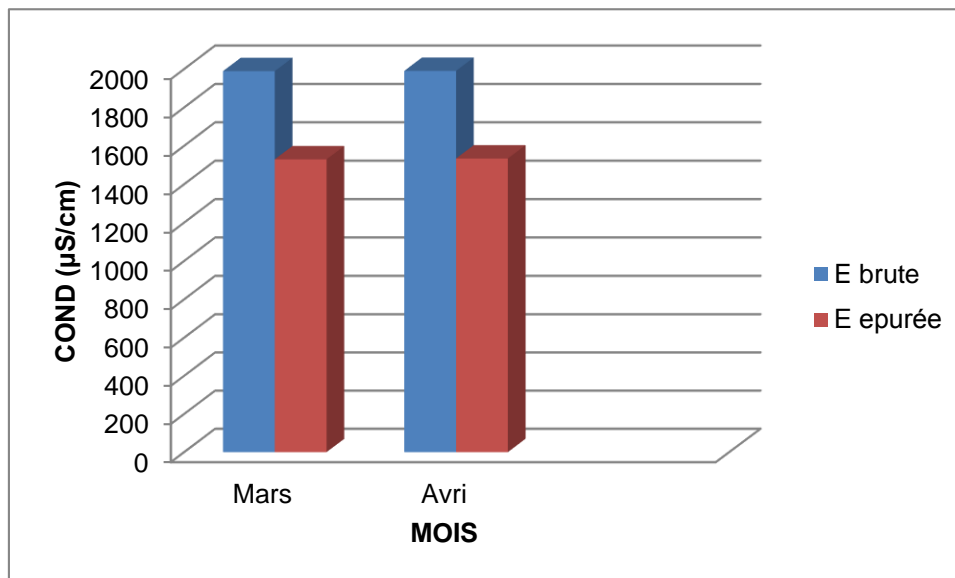


Figure 07 : Variation temporelle de la conductivité électrique

D'après la figure 07 : Les valeurs de la conductivité électrique de l'eau brute et épurée varient entre 1988,90 µS/cm et 1529,52 µS/cm pendant le mois de Mars et entre 1990,26 µS/cm et 1533,79 µS/cm pendant le mois d'Avril. A travers de ces résultats nous remarquons que la conductivité électrique dans l'eau traitée est faible par rapport à l'eau brute dû à la transition de l'effluent par le processus opératoire (élimination des déchets, du sable et des matières organique) ce qui signifie une diminution des minéraux (cations et anions) au cours des étapes d'épuration.

Ces résultats sont accords avec les résultats de **Banouh et al. (2016)** Nos résultats dépassent 1000 µS/cm, ce qui signifie que la minéralisation des eaux est significative.

En générale, cette variation peut être expliquée par la sédimentation des sels minéraux dans le clarificateur qui sont concentrés dans les boues. La mesure de ce paramètre constitue une bonne appréciation du degré de minéralisation d'une eau où chaque ion agit par sa concentration et sa conductivité spécifique (Bakir, 2021).

1.5. Oxygène dissous

La solubilité de l'oxygène dans l'eau dépend essentiellement de la température. Les teneurs en oxygène dissous sont variables d'une manière régulière dans l'espace et dans le temps.

Les résultats des mesures de l'oxygène dissous d'eaux brutes et épurées sont présentés dans la figure (08) :

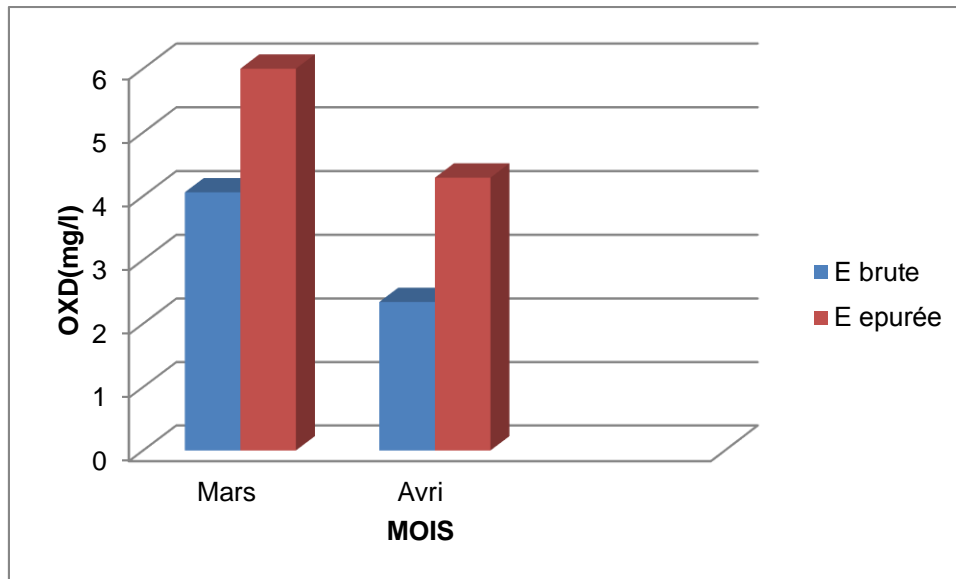


Figure 08 : Variation temporelle de l'oxygène dissous

L'apport d'oxygène constitue une part importante des frais d'exploitation d'unestation d'épuration biologique (**Rodier et al. 2009**). La saturation en oxygène de l'eau est assurée par les échanges gazeux entre l'eau et l'atmosphère à travers l'interface air-eau. Plus la température de l'eau est faible, plus la solubilité de l'oxygène est importante.

Nous notons en effet, une augmentation des valeurs moyennes mensuelle des concentrations en oxygène des eaux traitées par rapport aux eaux brutes qui dépasse la norme admise de 5 mg/l. D'après le graphe, les teneurs en O₂ dissous on observe à la sortie sont supérieures à celle de l'entrée, ceci est dû à une mauvaise aération des eaux au niveau du bassin d'aération, celle-ci qui nécessaire pour le développement des microorganismes aérobies assurent l'oxydation des matières organiques, ce qui conduit à une mauvaise épuration biologique des eaux usées.

Notre résultat confirme les résultats obtenus par **Rassam et al. (2012)** et **Bakir ,(2021)** qui ont indiqué que la teneur de saturation en oxygène dépend fortement de la température. En effet, l'augmentation des teneurs d'oxygène dissous, à la sortie de la

station revient probablement à la technique d'épuration elle-même, utilisant des aérateurs et permettant le développement des algues qui libèrent de l'oxygène par photosynthèse.

1.6. Matière en suspension (MES)

Toutes les eaux superficielles contiennent des matières en suspension et des teneurs de quelques mg/l ne posent pas de problèmes majeurs (**Mebarki, 1982**).

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**).

Les résultats de la variation MES pendant les deux mois (mars, avril) sont représentés dans la figure suivant :

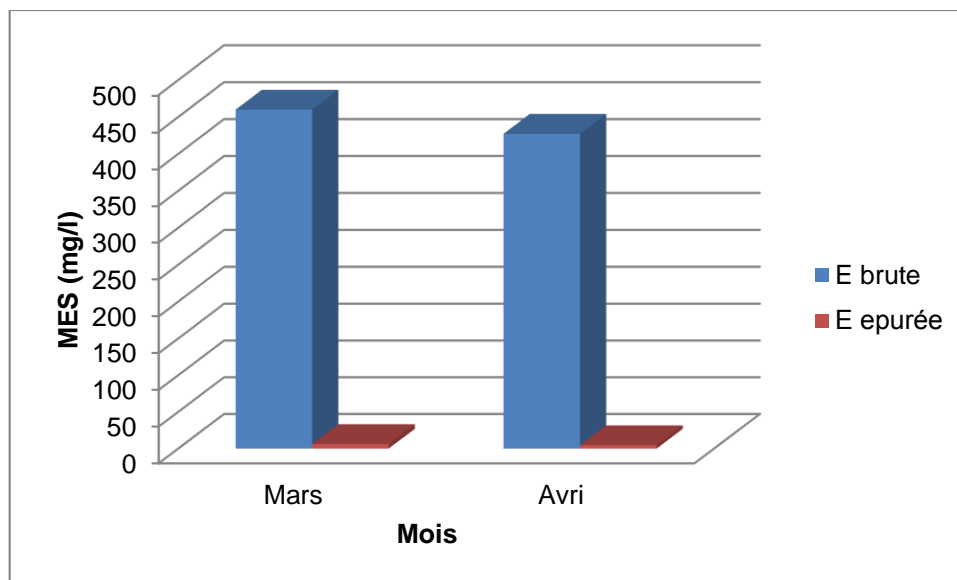


Figure 09: variation temporelle de la MES

La représentation graphique des valeurs de MES montre que la concentration est très élevée dans le mois de Mars (459,88 mg /l) et le mois de Avril (427,10 mg /l), ceci est due à la charge importante en matière organique et minéral engendré par les habitants

La teneur des M.E.S enregistrés à la sortie de STEP est très faible du mois de mars (6,17 mg/l) et le mois de avril (4,63 mg/l), par rapport à 35 mg/L, valeur considérée limite de rejet direct dans le milieu récepteur selon le **JORA (2006)** et les valeurs observés ne dépasse pas les normes des OMS appliqué en Algérie (30-45 mg /l) .Cela concorde avec les résultats de **Boukhari (2019)**.

1.7. Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours (DBO5)

La DBO5 est relative à la portion biodégradable des eaux usées, c'est à dire oxydable par des bactéries. 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 (Chaouki et al. 2014).

Les résultats de la variation de la DBO5 pendant deux mois de prélèvement (Mars et Avril) dans la figure suivante :

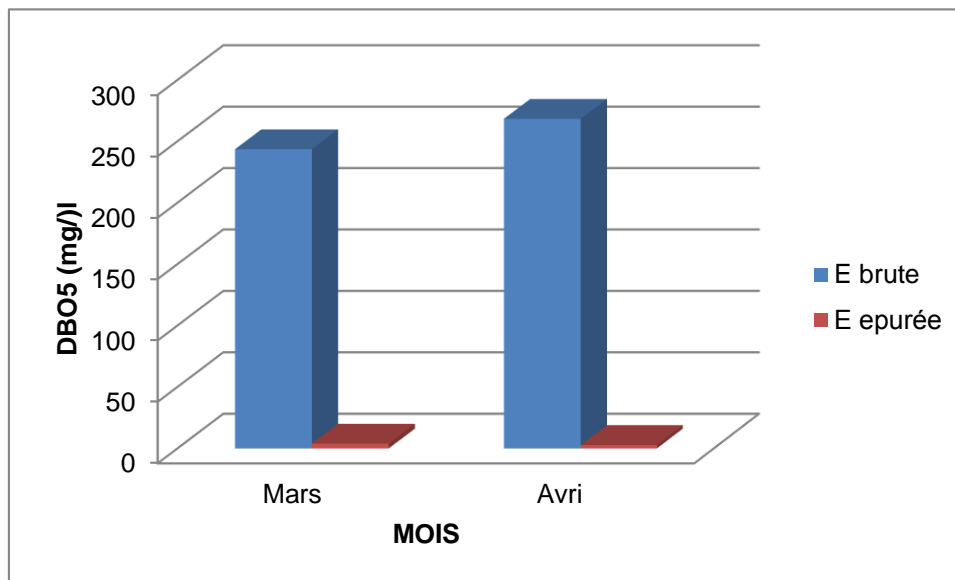


Figure 10 : Variation temporelle de la demande biochimique en oxygène

Les données de la figure 10 montrent clairement qu'il y'a une élimination significative d'une quantité de la pollution organique biodégradable par la station bien qu'il ait une fluctuation d'une période à l'autre. Les concentrations enregistrées de la DBO5 des eaux usées avant traitement oscillent entre 243,57 mg O₂/L relevée en mois de Mars et 268,33 mg O₂/L relevées en mois de Avril, pour les eaux épurées les valeurs de la DBO5 oscillent entre 3,93 mg O₂/L pour le mois de Mars et 2,83 mg O₂/L pour le mois de Avril donc une grande quantité de la pollution organique biodégradable est éliminé par la station. Cependant, il ya une comptabilité entre nos résultats et ceux de **Bouanane et al. (2019)** il a prouvé que les moyennes élevées de la DBO5 à l'entrée de la STEP peut être expliquées par la saturation des eaux usées brute en matières organiques biodégradable cela signifie que la concentration en DBO5 dans les eaux épurées sont conformes à la norme de rejet (DBO5 < 35 mg o₂/L) selon le journal officiel de la république Algérienne. Ces résultats témoignent de l'efficacité du traitement par ce procédé.

1.8. Demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène représente l'enveloppe de tout ce qui est susceptible de demander de l'oxygène, en particulier les sels minéraux oxydables et la majeure partie des composés organiques biodégradable ou non.

Les résultats de la variation de la DCO pendant deux mois Mars et Avril dans la figure suivante :

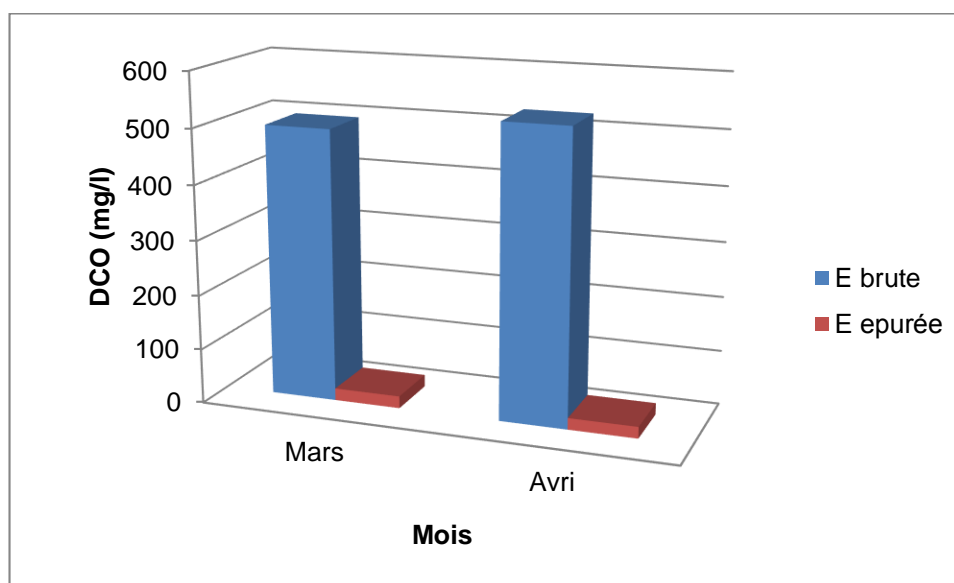


Figure 11 : Variation temporelle de la demande chimique en oxygène

On constate d'après cette figure 11 une diminution de la DCO de l'entrée vers la sortie de la STEP. Nous remarquons que la valeur de la DCO des eaux usées brute varie entre 496,44 mg O₂/l pour le mois de Mars et 529,71 mg O₂/l pour le mois d'Avril. Ceci est du certainement à la variation de la pollution minérale apportées par l'effluent, Après traitement les valeurs de la DCO enregistrent une chute importante et affiche des valeurs comprises entre 22,13 mg O₂/l pour le mois de mars et 21,27 mg O₂/l pour le mois d'avril. Ces valeurs sont en bon accord avec les normes du journal officiel de république Algérienne (125 mg O₂/l). Donc ces résultats démontrent que ce traitement est efficace.

1.9. Rapport DBO₅/ DCO

Le rapport DCO/DBO₅ a une importance pour la définition de la chaîne d'épuration d'un effluent (rapport DCO/DBO₅ inférieur à 3) **Fathalla et al. (2014) et Bakir, (2021)**

En effet, une valeur faible du rapport DCO/DBO₅ implique la présence d'une grande proportion de matières biodégradables et permet d'envisager un traitement biologique.

Inversement, une valeur importante de ce rapport indique qu'une grande partie de la matière organique n'est pas biodégradable et, dans ce cas, il est préférable d'envisager un traitement physico-chimique.

Les résultats de calcul du rapport sont exprimés en Histogrammes dans la figure suivante :

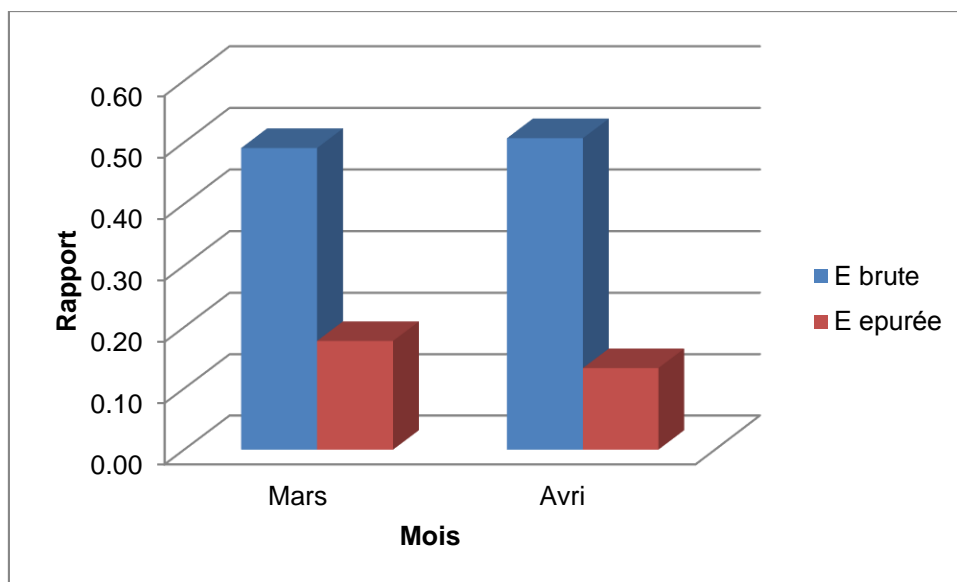


Figure 12 : L'évolution de la DCO/DBO₅ des eaux brutes et eaux épurées

Les résultats de ce rapport constituent une indication de l'importance des matières polluantes peu ou pas biodégradables. Les valeurs du rapport DCO/DBO₅ enregistrées au niveau de la station d'épuration varient entre 0,49 et 0,51 pour l'eau brute alors que pour l'eau épurée, il est compris entre 0,13 et 0,18.

Selon **Rodier et al. (2009)** :

- ✓ DCO/DBO₅ < 3 effluent facilement biodégradable ;
- ✓ 3 < DCO/ DBO₅ < 5 effluent moyennement biodégradable ;
- ✓ DCO/DBO₅ > 5 effluent difficilement biodégradable, voire non biodégradables.

Globalement, les valeurs enregistrées dans cette étude sont inférieures à 3, ce qui confirme que les eaux usées reçues, au niveau de la STEP, sont facilement biodégradables. Par contre les eaux à la sortie de la STEP sont moyennement à difficilement biodégradable.

1.10. L'Azote total

La présence de cet élément dans l'eau est un indicateur de pollution organique par des micro-organismes, notamment de pollution fécale (Derwich et al. 2008).

L'interprétation de la teneur en azote est très difficile en raison de l'instabilité des réactions de nitrification /dénitrification /ammonification. Sachant que l'azote est sous la forme organique d'ammonium (NH_4^+) et de nitrate (NO_3^-) dans les eaux usées, chacune des réactions précédentes dépend de la disponibilité de l'oxygène dissous. La présence de NH_4^+ à forte concentration entraîne une forte consommation d'oxygène due à la nitrification bactérienne c'est-à-dire, la transformation de NH_4^+ en NO_2^- et NO_3^- (Bousseboua, 2002).

Les résultats des variations de l'azote total pendant les deux mois de prélèvement (mars, avril) sont représentés dans la figure suivante :

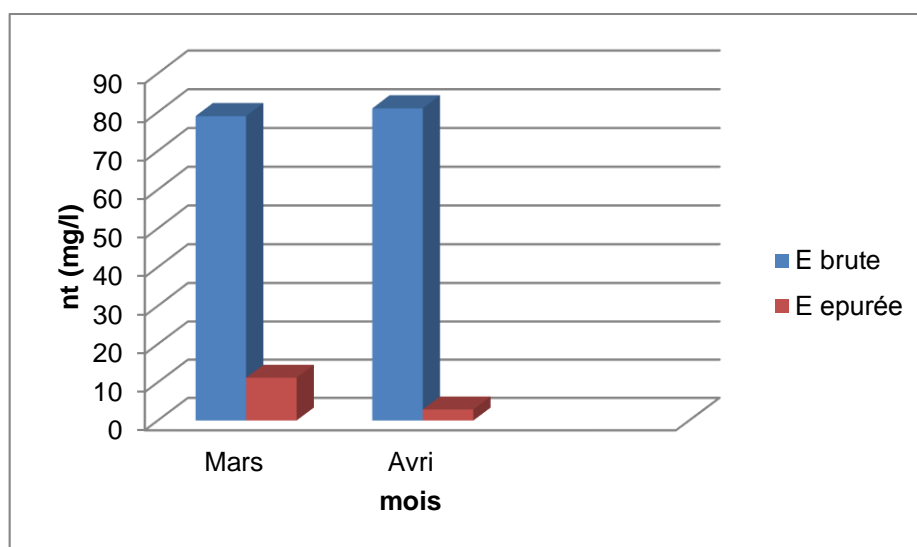


Figure 13 : Variation temporelle de l'azote total

D'après la figure (13), on peut déduire que les concentrations de l'azote total dans l'eau à l'entrée sont généralement plus élevées que celle de l'eau traitée. Les valeurs de l'azote total (NT) enregistrées au niveau des effluents de la step des eaux entrantes sont de l'ordre de 79mg /l pendant le mois de mars et 81 mg/l pendant le mois d'avril. Cependant, les teneurs de l'azote total des eaux de la sortie sont de l'ordre de 11,20mg/l pendant le mois de mars et 2 ,90mg/l pendant le mois d'avril.

Selon la compatibilité de nos résultats avec les résultats de **Bourenane et al. (2017)**, on remarque que la STEP de sidi Marouane diminue la pollution azotique par la nitrification et la dénitrification et les résultats de notre étude sont dans les normes algériennes des eaux usées épurées destinées à des fins d'irrigation (25 - 30mg/l).

1.11. L'azote ammoniacal ($N-NH^+_3$)

L'azote ammoniacal est la forme inorganique la plus réduite de l'azote dans l'eau. Il constitue une forme très soluble qui résulte de la décomposition de la matière organique azotée (d'origine végétale ou animale) ou à la réduction microbienne des nitrates ou des nitrites dans des conditions d'anaérobiose (**DIAGNE et al. 2017**).

Les résultats des variations de l'azote ammoniacal ($N-NH^+_3$) au cours pendant les deux mois de prélèvement (mars et avril) sont représentés dans la figure suivante :

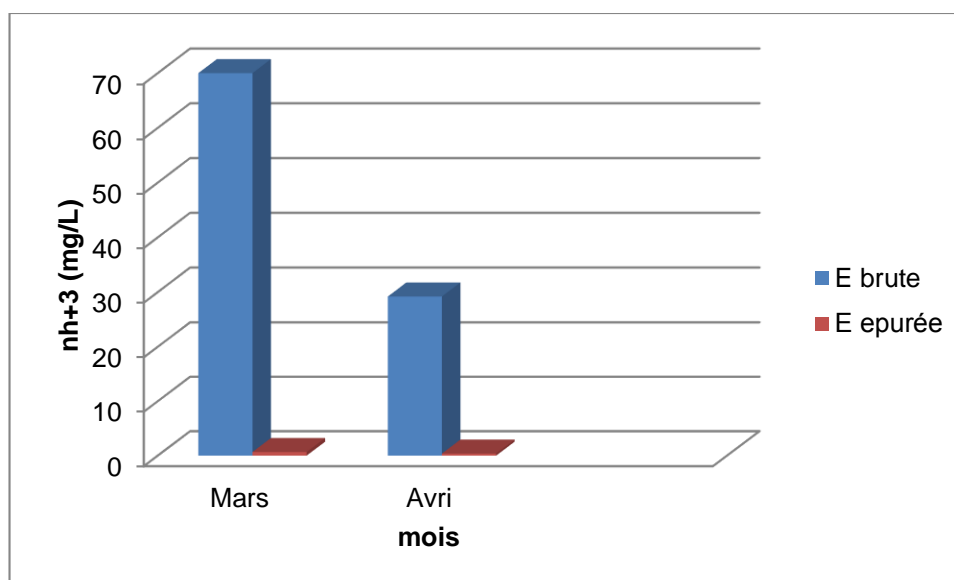


Figure 14 : Variation temporelle de L'azote ammoniacal

Les variations de L'azote ammoniacal ($N-NH^+_3$) présentent de forte concentration avec un pic de 70 mg/l en mois de mars et 29,20 mg/l en mois d'avril à l'entrée de la step, puis on observe une diminution vers la sortie avec 0,67 à 0,39 mg/l pendant les deux mois donc inférieures à la norme admise de 40 mg/l.

La baisse des teneurs en ammonium au niveau de la station d'épuration de l'entrée vers la sortie est le fait du processus d'épuration biologique par boues activées qui permet de diminuer la charge polluante en NH^+_3 . Cette baisse est mise en œuvre par une réaction

chimique dite nitrification auto trophique qui fait appel à des bactéries nitrifiantes. Sa présence dans les eaux traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique. Cette substance n'est pas réellement dangereuse pour la santé (**Diagne et al. 2017**).

1.12. Nitrates (NO₃)

Les résultats des variations des nitrates pendant deux mois de prélèvement (Mars et Avril) sont illustrés dans la figure suivante :

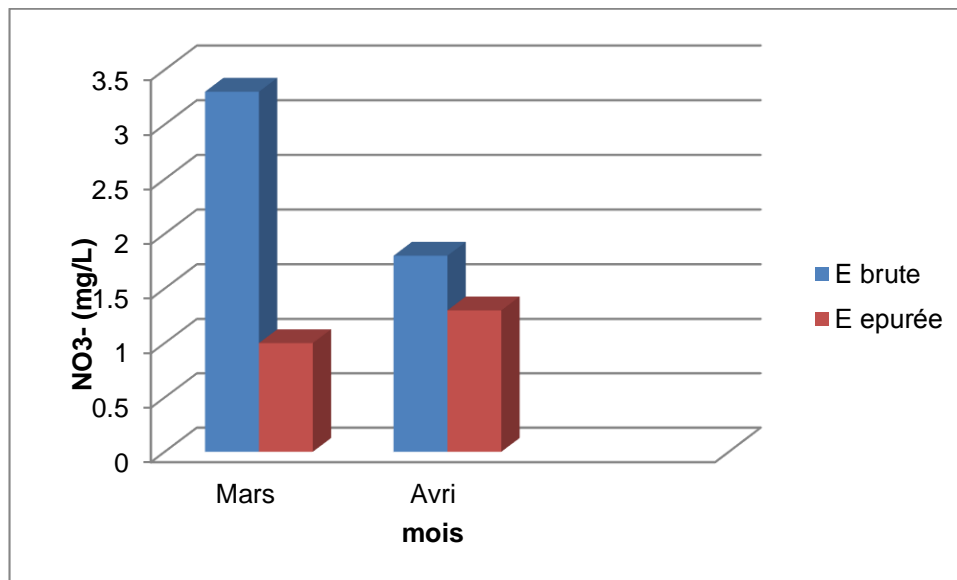


Figure 15 : Variation temporelle des Nitrates

Alors que les valeurs enregistrées dans les eaux usées épurée sont comprises entre 1,00 mg /l pendant le mois de mars et 1,30 mg /l pendant le mois d'avril. Ces valeurs reflètent également la consommation par les bactéries pendant les périodes de faible oxygénation, évitant ainsi l'anaérobiose

D'après ces résultats on observe que les valeurs de nitrates sont très faibles et loin de dépasser la norme algérienne de 30 mg/l et ils sont en accord avec les résultats de **Benouira (2017)**, ce qui montre l'efficacité du traitement.

1.13. Nitrite (N-NO₂)

Les résultats des variations des nitrites au cours des deux mois de prélèvement (Mars et Avril) sont montrés dans la figure suivante :

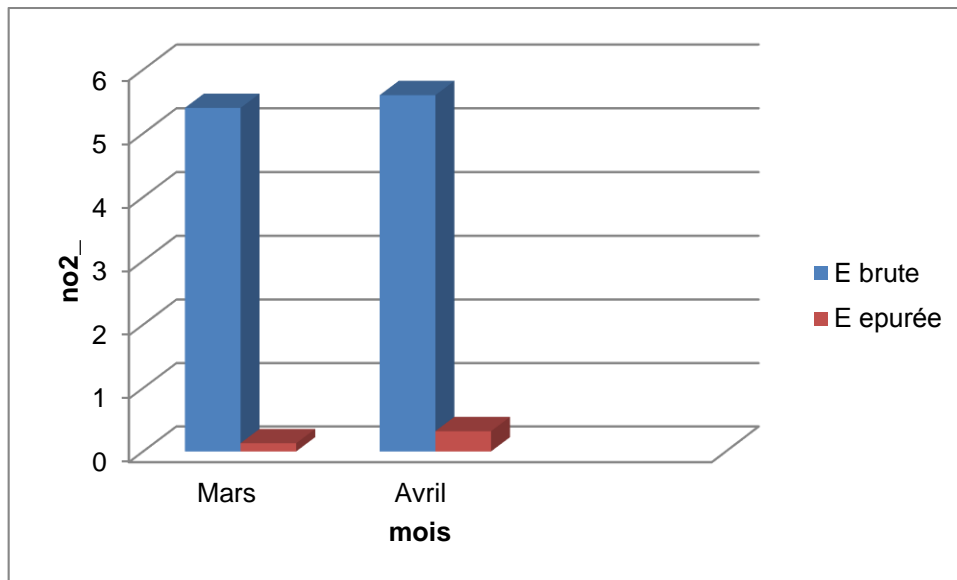


Figure 16 : Variation temporelle de Nitrites

Les résultats obtenus nous a permis de déduire que les concentrations des nitrites dans l'eau à l'entrée est généralement plus élevée à celle de l'eau épurée. A l'entrée de la STEP de Sidi Marouane, les teneurs des NO₂ enregistrées varient entre 5,40 mg /l pendant le mois de Mars et 5,60 mg /l pendant le mois d'avril. Alors que à la sortie de la STEP, les teneurs des NO₂ enregistrées varient entre 0 ,13 mg/l pendant le mois de Mars et 5,60 mg /l pendant le mois d'Avril. Les résultats montrent que les valeurs de nitrites dépassent les normes (10mg/l) selon **JORA (2006)**. Ceci est dû au processus de dénitrification qui est assurée dans la zone anoxie, c'est le processus de réduction de l'azote nitrique à un degré d'oxydation plus faible.

1.14. L'ortho-phosphate (P·PO₄⁻³)

Les eaux usées domestiques peuvent être chargées de détergents qui sont des produits contenant du phosphate. De même, l'urine rejetée dans l'environnement soit directement, soit par le biais des égouts contient aussi des phosphates. Le lessivage des terrains agricoles par les eaux de ruissellement est aussi une source de contamination du milieu récepteur (**Diagne et al. 2017**)

Les résultats des variations de l'ortho-phosphate pendant deux mois de prélèvement (Mars et Avril) sont montrés dans la figure suivant.

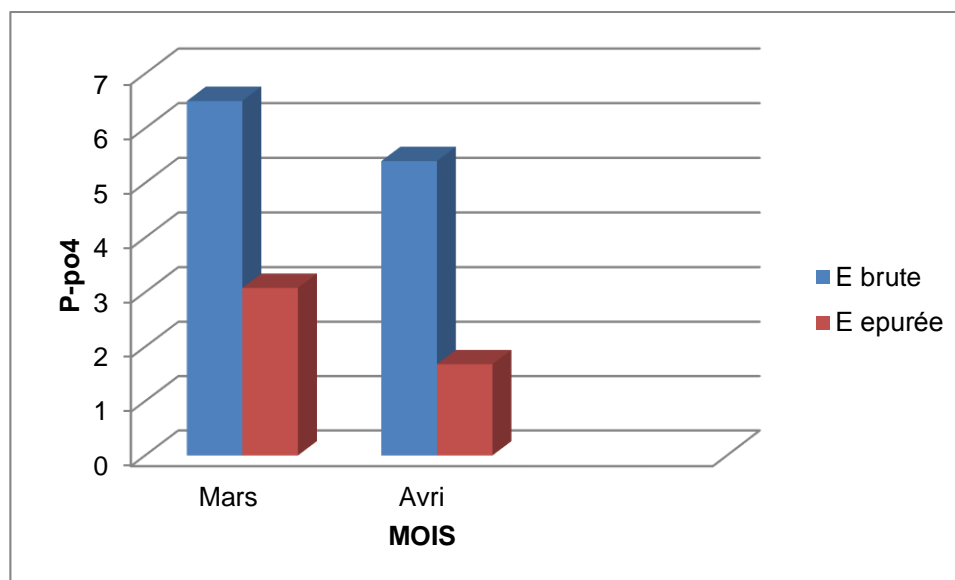


Figure 17 : Variation temporelle des teneurs de l'ortho-phosphate

Les valeurs enregistrées de l'ortho-phosphate dans l'eau brute sont variées entre 6,50 et 5,40 mg/l pendant le mois de mars et avril et dans l'eau épurée sont variées entre 3,08 et 1,68 mg/l pendant les deux mois de prélèvement. Elles dépassent les normes Algériennes et internationales des rejets (<2 mg/l) dans la période d'étude donc on constate une élimination moyenne en ortho – phosphate.

Ces résultats sont en accord avec les résultats de **Hamouga et al. (2016)**

Les phosphates en eux-mêmes sont non toxiques pour la vie animale et végétale mais ils portent atteinte à l'environnement dès lors qu'ils sont en fortes concentrations. En effet, ils deviennent alors de véritables engrais pour les milieux aquatiques qu'ils contribuent à enrichir exagérément en matière organique perturbant ainsi les écosystèmes aquatiques. Ils constituent aussi l'une des causes majeures de l'eutrophisation (**Nadjia, 2014**).

Au terme de ce chapitre on peut conclure que les valeurs des différents paramètres physico-chimiques des eaux épurées sont conformes aux normes de rejets mentionnées dans le JORA et dans l'OMS et de ce fait peuvent être utilisées à des fins d'irrigation. Les corrélations entre les différents paramètres physico-chimiques donnent une idée sur l'origine des eaux usées étudiées.

Conclusion générale

Conclusion générale

Les stations d'épurations ont pour rôle de concentrer la pollution contenue dans les eaux usées. En effet Les eaux usées ont des origines différentes. Généralement elles proviennent de quatre sources principales (Les eaux usées domestiques. Les eaux usées industrielles. Les eaux usées urbaines. et Le ruissellement dans les zones agricoles). Certaines eaux usées sont plus difficiles à traiter que d'autres. Les eaux usées industrielles peuvent être difficile à traiter, tandis que les eaux usées domestiques sont relativement faciles à traiter.). Il existe différents types de stations d'épuration qui traitent les eaux usées. Il est porté à la connaissance que le traitement des eaux usées porte un très grand intérêt et une attention extrême quant à la sensibilité des dosages à faire correspondre aux différentes filières de traitement.

Dans cette étude, nous avons évalué la qualité physico-chimique des eaux usées épurées de la station d'épuration de sidi Marouane pour voir la possibilité de réutiliser cette eau à fins agricoles.

D'après les données d'analyses effectuées au laboratoire de la station d'épuration de Sidi Marouane sur les eaux usées entrantes et sortantes. Nous pouvons conclure que pour l'ensemble des paramètres testés, les concentrations dans les eaux épurées sont conformes avec les normes des rejets des eaux usées après épuration ainsi que le rendement d'épuration de la station de la ville de Mila est globalement important.

Au terme de cette étude et a lueur de ces résultats, il est important d'optimiser le processus épuratoire des eaux usées en vue d'éliminer au maximum la pollution de l'eau notamment la pollution.

Comme constat final, la subvention partiale et partielle de notre station est à l'origine de tous ses problèmes, l'indisponibilité et le peu d'analyses opérées ne relèvent pas du facteur humain mais de l'absence des réactifs pour pouvoir les réaliser ; donc l'incapacité de fournir une certitude totale à travers des bilans d'analyses complets rompe la confiance des agriculteurs dans les eaux produites, et empêche la station de s'auto financer en commercialisant ses produits.

Pour conclure la station d'épuration Mila remplit amplement son rôle dans le traitement des eaux usées mais l'on signale un manque énorme quant à l'approvisionnement

en équipements et produits nécessaires au laboratoire pour qu'elle puisse présenter des arguments plus convaincants pour ses clients et afin de regagner leur confiance et réaliser une autonomie financière.

En dépit de tous les efforts épuisés pour mener à terme ce diagnostic nous n'avons pas pu atteindre les résultats escomptés faute de moyens techniques et documentaires, et au-delà du diagnostic des caractéristiques techniques et économiques de cette station, des recherches futures sont de mise pour compléter ce travail notamment dans l'évaluation des performances environnementales depuis l'origine de ces eaux usées jusqu'aux rejets dans le milieu naturel ainsi que l'étude de l'ensemble de la filière de traitement des eaux, pour que les solutions et réformes apportées soient plus exactes en évaluant les impacts directs et indirects intervenants dans la qualité des eaux et de son usage. Pour conclure la station d'épuration Mila remplit amplement son rôle dans le traitement des eaux usées

Bibliographies

Bibliographies

- **Babou L , m'zyene N (2018)** : suivi les paramètres physico-chimiques et biologiques des eaux brutes et traitées de la STEP EST de TIZI – OVZOV. 67 pages.
- **Bakir R (2021)** : Évaluation de la performance de la station d'épuration des eaux usées urbaine de M'sila. Mémoire de Master, Département HYDRAULIQUE, Faculté de TECHNOLOGIE.UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA, 82 pages
- **Bakir R (2021)** : Évaluation de la performance de la station d'épuration des eaux usées urbaine de M'sila. Mémoire de Master, Département d'hydraulique, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA, 82 pages
- **Bakiri.z(2014)** :analyse et optimisation des eaux usées urbains par boues activées : application au décanteur secondaire .thèse de doctorat.vnn. ferhat abbas setif 1.145pages.
- **Bassompierre ,c (2007)** :procede à boues activées pour le traitement d'effluent papietiers :de la conception d'un pilote a la validation de modeles . thèse de doctorat .institut national poly technique de grenoble, 230page
- **Belmehdi .N (2014)** : élimination du phosphore sous la forme des phosphates par adsorption sur la diatomite brute et diatomite modifiée au fer – FHMD .Thèse de doctorat .Faculté des sciences d'oran .
- **Belouahem.m Lanani.y (2017)** : etude Comparative de la qualité des eaux usées traitées dans deux stations d'épurations (skikda et alger) mémoire de master unv 20 août 1955 skikda .65 pages.
- **Benkaddour.b (2018)** : contribution à l'étude de la contamination des eaux et des sédiments de l'oued chelif (algérie) thèse de doctorat .université de perpignan via domitia et université de mostganem 193page .
- **Bouanane T , Boulhart N (2020)** : Etude de l'efficacité du traitement des eaux usées de la station d'épuration de sidi Marouane (mila) . Diplôme de master , centre universitaire abdelhafid boussouf(mila) , 94 Pages
- **Bouharati.s (2007)** : détection automatique par des techniques de l'intelligence artificielle des indicateurs de contamination microbiologique dans les eaux consommation .thèse de doctorat ; université FARHAT ABBAS-sétif UFAS(algerie) 104pages.

- **Boukerroucha.a.a(2011)** :modélisation des stations d'épuration a boues activées .cas de la station de baraki (alger).diplôme de magister.école nationale supérieure d'agronomie el harrach.alger.173pages
- **Boukhari H (2020)** : Etude physico-chimique des eaux usées traitées de la STEP de draa EL Mizan pour des fins de valorisation agricole . mémoire de fin d'étude .UNV. Mouloud mammeri de TIZI-ozou . 32 pages
- **Bourbon B , le daheron V , louvet C ,marais J,l'ages M. (2015)** : les traitements tertiaires : pour quoi faire ? Rapport bibliographique , VNV Montpellier 2 science et techniques . 26 pages
- **Bourenane I Ch , Zaouia I (2018)** : Étude du fonctionnement de la station d'épuration (STEP) de ain-beida à boues activée et son impact sur l'environnement . Diplôme de master , VNV , Larbi ben m'hidi oum EL bouaghi . 77 pages .
- **Bourier .r ;satin m,selmi.b(2017)** :guide technique de l'assainissement collecté-épuration -conception -exploitation ,5emme édition ,groupe moniteur,1061 pages.
- **Bousseboua, H. (2002)**. Microbiologie générale. University of Constantine, Constantine, Algeria
- **Chaouki .H et El watik .L (2014)** : étude des performances épuratoires de la technique du lagunage aérée de la station d'épuration de la ville d'errachidia-Maroc Science lib Editions Mersenne volume 6 2111 4706 pages .
- **Cochereaut(2017)** : dimensionnement et conception d'une station de traitement de l'eau , rapport de master proffessionel . VVV D'angers .08pages
- **Daferi ,a (2017)** :etude de la biodégradation de l'ortho_nitrophénol et du para_nitrophénol par la microbiote dès eaux usées et mise en évidence des bactéries dominantes impliquées dans ce processus thèse de doctorat en science en microbiologie appliquées université des fière mentouri_constantine ,83page
- **Deroneizr.g schetrit .s racault .y calner.j.l lienard. a hedit.a duchêne .p(2001)** : traitement de l'azote dans les stations d'épuration biologiques des petites collectivités document technique FANDE N° 25 édition camagrey 79pages .
- **Derwich, E., Beziane, Z., Benaabidate, L., & Belghyti, D. (2008)**. Evaluation de la qualité des eaux de surface des Oueds Fès et Sebou utilisées en agriculture maraîchère au Maroc. LARHYSS Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782, (7).
- **Diagne I ; ndiaye M ; ndiaye B ; DIONE.C.T ; CISSE D ; hone M et diop A(2017)** : Répartition des paramètres physico-chimiques et métalliques des eaux

usées de ham (Dakar) avec le millier marin . Int . J . BIOL . Chem . SCI. 11 (6) : 3100-3109. Pages

- **Diagne I, Ndiaye M, Ndiaye N, DIONE CT, CISSE D, HANE M et DIOP A (2017)** :Répartition des paramètres physico-chimiques et métalliques des eaux usées de Hann (Dakar) avec le milieu marin, Int. J. Biol. Chem. Sci. 11(6): 3100-3109.
- **Eddabra ,r (2011)** : évaluation de la contamination bactériologique des eaux usées des stations d'épuration du grand agadir :isolement caractérisation moléculaire et antibioresistance des espèces du genre vibrio thèse de doctorat de l'université ibn zohr ,120page
- **Elhaite.h(2010)** : traitement des eaux usées par les réservoirs opérationnels et réutilisation pour l'irrigation . THÈSE de doctorat de l'école nationale supérieure des mines de saint –etienne.214pages
- **FAO(2003)** : l'irrigation avec des eaux usées traitées .Manuel d'utilisation , édition FAO FIAT PANIS .68 pages
- **Fathallah, Z., Elkharrim, K., Fath-allah, R., Hbaiz, E. M., Hamid, C., Ayyach, A & Belghyti, D. (2014)**.Etude physico-chimique des eaux usées de l'unité industrielle papetière(CDM) a Sidi Yahia El Gharb (Maroc). LARHYSS Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 25219782,(20).
- **Hamouga KH. (2017)** : contribution à l'étude les caractéristiques physico-chimiques , bactériologiques et microalgales des eaux usées dans une station de traitement des eaux pollués (cas de STEP 2 de HASSANI ABDLKIRIM dans la région D'EL-OVED) . mémoire de fin d'étude , VNV Echahid hamma lakhdar – EL OVED . 86 pages .
- **Khelif ,s (2018)** :impact de l'irrigation avec les eaux souterraines de sur la qualités des soles agricoles et des eaux souterraines de la région de Fesdis région nord de batna thesde doctorat en sciences université Batna lbatna ,162page
- **koller ,E(2004)** :traitement des pollutions industrielles eau_air.déchet .sols.boues édition dunod ,424page
- **Labassi,A(2016)** :l' épuration des eaux usées par le système de lagunage à macrophytes thèse l de doctorat en sciences.université ferhat abbas sétif ,170page
- **Lourenço da silva .M.D.C (2008)** :effet de la variabilité du fractionnement de la pollution carbonée sur le comportement des systèmes de traitement des eaux usées par boues activées thèse de doctorat RP2E 182 page

- **Mampaya ,kf(2020)** : conception d'une station expérimental de traitement des eaux usées par filtres plantés des macrophytes , thèse de doctorat d'université côte d'azur , 305pages
- **Maref.n(2019)** :traitement et épuration des eaux .cours et exercices .VNN.djillali liabes de sidi bel abbés .55pages.
- **Marilys P , marion R , Anne –Laure R (2013)** : Analyses du cycle , de vie de filières de traitement et de valorisation des boues issues du traitement des eaux usées , Inventaire du cycle de vie et principales sources d'optimisation des filières de traitement et de valorisation des boues issues du traitement des eaux . Rapport final , office national .
- **Mathias F. ,(2012)** :optimisation d'un décanteur primaire .caractérisation et variabilité temporelle de la fraction biodégradable des eaux d'un décanteur primaire par respirometrie séquence fermée .rapport de stage université laval 40pages.
- **Mebarki A ,(1982)** : le bassin du kébir-rhumel (Algérie) . Hydrologie de surface et ème aménagement des ressources en eau .Thèse de Doctorat de 3 cycle. Nancy II . 304pages .
- **Méot B, Alamy Z ;(1990)** : les eaux usées urbaines réglementation des rejets urbaines.traitement de finition par géoépuration .édition BRGM .2765pages
- **Metahri.MS ;(2012)** : élimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée de eaux usées traitées , par procédés mixtes cas de la step de la ville de tizi_ouzou thèse de doctorat université mouloud mammeri de tizi_ouzou ,172page
- **Montonhessa mfe ;(2017)** : impacts sur l'environnement du rejet des eaux usées de l'abattoir de cotonou . rapport de fin de formation pour l'obtention du diplôme licence professionnelle université d'abomycalavi (UAC) 43 pages .
- **Noureddine MG (2009)**: Epuration des eaux uses cas de la vile de Teggourt, memoire de fin d'étude, université KASDI MERBAH, Ouargla, 67 pages.
- **Noureddine.n ; (2017)** : contrrtbuttona la reduction du cr (vi)par voie biologique effet de l'azote et du carbone . thèse de doctorat université des sciences et de la technologie d'oran mohamed boudiaf , 98page
- **Rassam A, Chaouch A, Bourkhiss B,et Bourkhiss M., (2012)**.“Performances de la dégradation de la matière organique par lagunage aéré dans la station d'épuration des eaux usées de la ville d'Oujda (Maroc oriental) », Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège, Vol. 81 2012, p. 121 – 125.
- **Rejsek F. (2002)** « Analyse des eaux aspects réglementaires et techniques ». CRDP

- **rejsek,f(2002)** : analyse des eaux aspects réglementaires et techniques .édition :centre régional de documentation pédagogique d'aquitaine , 358page
- **Renou.s(2006)** :analyse de cycle de vie appliqué aux systèmes de traitement des eaux usées .thèse de doctorat,école nationale supérieure des industries chimiques.institut national polytechnique de lorraine .258pages
- Rodier . J , Bernard .I , Nicole .M , (1996) L'analyse de l'eau : eaux naturelles , eaux résiduaires , eau de mer 8ème édition DUNOD PARIS
- **Rodier .J,Bernard .I , Nicole . M (2005)** : Mémento technique de l'eau vol 2 10ème édition .
- **Rodier, J., Legube, B., & Merlet, N. (2009).** L'analyse de l'eau, 9th edn. Dunod, Paris.1559 pages
- **Sadawski.a(2002)** :traitement des eaux usées urbains .rapport de cirsee engree.france.428pages.
- **SARI f (2017)** : caractérisation physico-chimique des eaux usées et épurées de la station d'ain temouchent.diplôme de master professionnel .vnn abou bekr belkaid telemcen.60 pages
- **unisco (2017)** : rapport mondial des notions unies sur la mise en valeur des ressources en eau les eaux usées une ressource in exploitée 204page .
- **von sperling , m(2007)** :waster water characterstics treatment and diposal, edition wa publishing 289page.

Annexes

1. Mode opératoire des analyses

1.1. Analyse des eaux

1.1.1. Mesure de PH

❖ Mode opératoire

Sur terrain soit eau brute ou eau épurée on immerge les électrodes du PH mètre jusqu'au niveau de la lecture et on laisse l'indicateur se stabiliser puis lire.



*

Figure N°18 : Mesure de PH.

1.1.2. Mesure de température

Sur terrain soit eau brute ou eau épurée on immerge les électrodes du Thermomètre jusqu'au niveau de la lecture et on laisse l'indicateur se stabiliser puis lire la température.



Figure N° 19: Mesure de température.

1.1.3. Mesure de conductivité

❖ Mode opératoire

Sur terrain soit eau brute ou eau épurée on planage les électrodes du conductimètre jusqu'au niveau de la lecture et laisser l'indicateur se stabiliser puis lire la conductivité.



Figure N° 20: Mesure de conductivité.

1.1.4. Mesure d'oxygène dissous

❖ Mode opératoire

Sur terrain soit eau brute ou eau épurée on prolonge les électrodes de l'oxymètre jusqu'au niveau de la lecture, laisser l'indicateur se stabiliser puis lire les résultats.



Figure N°21: Mesure d'oxygène dissous.

1.1.5. Mesure de MES

➤ Eau brute (méthode de centrifugation):

a- matériel utilisés :

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

b- Mode opératoire :

- 1- Vérification de l'état de la centrifugeuse.
- 2- Prélèvement d'un échantillon de 1 litre minimum.
- 3- Homogénéiser soigneusement le contenu du flacon.
- 4- Introduire l'eau dans les flacons de centrifugation à des volumes similaires.
- 5- Placer les flacons dans la centrifugeuse.
- 6- Centrifuger pendant 10 min à 3600 tr/min.
- 7- Vider l'eau surnageant et recueillir le culot de boue dans un creuset de porcelaine (celle-ci a été préalablement tarée soit m1).
- 8- Sécher 24h à l'étuve à 105°C.
- 9- Refroidir au dessiccateur et peser, soit m2 teneur en matières en suspension en mg/l.

$$MES = ((m2 - m1) \times 1000 / V) \quad \text{en mg/l}$$



Figure N°22 : Détermination de la MES des eaux brutes par centrifugation.

➤ **Eau épurée (méthode filtration sous vide)**

a- Matériel utilisé :

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

b- Mode opératoire :

- 1- Sécher la membrane 15 min à l'étuve 105°C.
- 2- Refroidir le dans le dessiccateur et peser : soit m1
- 3- Prélever un volume d'eau V tel que la masse de matières retenues sur le filtre soit au moins de 1mg/cm V ne doit pas être inférieur à 100 ml.
- 4- Placer la membrane sur le support, fixer l'ensemble de filtration, verser l'eau sur la membrane, mettre sous vide et laisser filtrer le liquide jusqu'à écoulement complet.
- 5- Rincer à l'eau distillée, couper le vide et retirer la membrane et la sécher à l'étuve à 105°C jusqu'à avoir une masse constante (au moins 2h).
- 6- Refroidir au dessiccateur et peser : soit m2.
- 7- Poids de matières en suspension est exprimé en mg/l

$$\text{MES} = ((m2 - m1) \times 1000 / V) \quad \text{en mg/l}$$



Figure N°23: Détermination de la MES des eaux épurées par filtration.

1.1.6. Mesure de DCO

(Méthode par microdosage (Test en tube)).

a- Matériel utilisé :

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

b- Réactifs utilisés :

❖ Réactifs en tube :

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

❖ Le contenu du kit : chaque kit standard contient les réactifs suivants :

1. Acide sulfurique 85%,
2. Mercure II sulfate
3. Dichromate de potassium.

c- Mode opératoire :➤ **Eau brute :**

[DCO MR par des tubes à essai varié : 0 – 1500 mg / l O₂] code 131.

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

Les résultats sont exprimés en $\text{mg} / \text{l O}_2$.

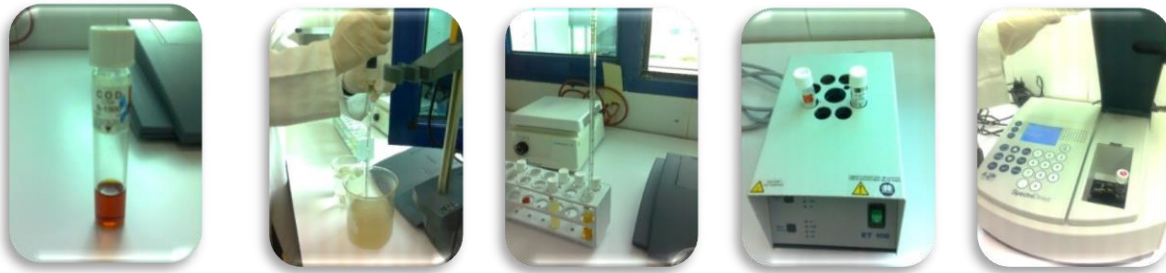


Figure N°24: Mesure de DCO l'eau brute.

➤ **Eau épurée :**

[DCO LR par des tubes à essai varié : 0 – 150 $\text{mg} / \text{L O}_2$] code 130

- Retirer le bouchon d'un tube de réaction et ajouter 2 ml de l'eau distillée. (C'est le tube de blanc).
 - Retirer le bouchon d'un autre tube de réaction et ajouter 2ml de l'eau épurée (c'est le tube de l'essai).
 - Fermer les tubes avec le bouchon et agiter les plusieurs fois pour mélanger le contenu.
- (Attention : les tubes prennent beaucoup de temps pour bien homogénéiser).
- Chauffer les tubes pendant 120 minutes dans un thermo réacteur à une température de 150°C . (Attention : les tubes sont chauds).
 - Homogénéiser les tubes plusieurs fois pendant l'opération d'échauffement.
 - Retirer les tubes au thermo réacteur.
 - Agiter les tubes et laisser les refroidir à la température ambiante avant de mesurer.
 - Placer le blanc dans la chambre de mesure.
 - Appuyer sur le bouton zéro.
 - Retirer le blanc de la chambre de mesure.
 - Placer le tube d'échantillon dans la chambre de mesure.
 - Appuyer sur le bouton test.

Le résultat est exprimé en $\text{mg} / \text{l O}_2$.

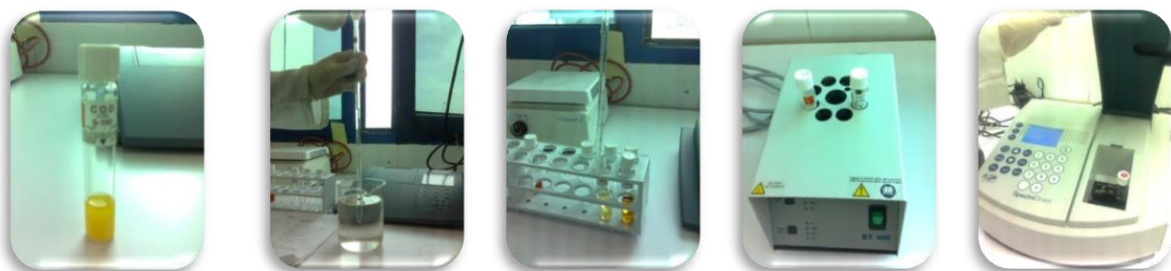


Figure N°25: Mesure de DCO l'eau épurée.

1.1.7. Mesure de la DBO₅**a-Instruments et accessoires requis:**

1. Système de mesure OxyTop
2. Système d'agitation inductif
3. Armoire thermostatique d'incubateur (température 20 ° C ± 1° C)
4. Bouteilles d'échantillon marron (volume nominal 510 ml)
5. Tiges d'agitation
6. Dissipateur de tige
7. Béchers de mesure de débordement appropriés
8. Tremblements de caoutchouc

b-Réactifs utilisés:

1. Comprimés d'hydroxyde de sodium.
2. Inhibiteur de nitrification.

c-Choix du volume d'échantillon:

Estimer la valeur DBO₅ à attendre pour l'échantillon d'eaux usées :

Valeur attendue de la « DBO₅ » 80 % de la valeur DCO.

Tableau N°04 : les valeurs correctes pour le volume et le facteur d'échantillonnage.

Volume d'échantillon(ml)	Plage de mesure(mg / l)	Facteur de dilution
432	0 – 40	1
365	0 – 80	2
250	0 – 200	5
164	0 – 400	10
97	0 – 800	20
43.5	0 – 2000	50
22.7	0 – 4000	100

d-La préparation des échantillons:

Voir les rapports d'application WTW suivants:

- 1- Rapport d'application WTW 895230: "Mesure de la DBO dans les eaux usées domestiques"
- 2- Rapport d'application WTW 895231: "Mesure de la DBO dans les eaux usées fortement contaminées organiquement"
- 3- Rapport d'application WTW 895232: "Mesure de la DBO avec présence de substances gênantes ou toxiques"

e-Les mesures:

Pour mesurer le volume de l'échantillon, on utilise généralement des béciers ou des cylindres de mesure à débordement.

Choisissez le volume en fonction de la valeur mesurée attendue. Trop grande

Les plages de mesure conduisent à des résultats inexacts. Estimer la valeur mesurée

- Rincez la bouteille de mesure avec l'échantillon. Vide à fond.
- Mesurez exactement la quantité d'oxygène saturée (bien homogénéisée)
- Placez le barreau magnétique dans la bouteille.
- Mettre une quantité de l'inhibiteur de nitrification dans la bouteille.
- Insérez un carquois en caoutchouc dans le goulot de la bouteille.
- Mettez 1 comprimé d'hydroxyde de sodium dans le carquois en caoutchouc avec une pince à épiler.

(Attention: les tablettes ne doivent jamais entrer dans l'échantillon!)

- Visser l'OXITOP directement sur le flacon d'échantillon (bien fermé).
- Commencer la mesure: Appuyez simultanément sur S et M. (2 secondes) jusqu'à ce que l'écran affiche 00.
- Conservez la bouteille de mesure avec l'OXITOP enfilé pendant 5 jours à 20 ° C (Dans un incubateur).

Après les mesures : la température a été atteinte (après 1 heure au plus tôt, après 3 heures au dernier);

L'OXITOP démarre automatiquement la mesure de consommation de l'oxygène.

- Pendant les 5 jours, l'échantillon est continuellement agité. L'OXITOP stocke automatiquement une valeur toutes les 24 heures pendant 5 jours. Pour afficher la valeur actuelle, appuyez sur la touche M
- Ficher la valeur mesurée actuelle : Appuyez sur M jusqu'à ce que la valeur mesurée s'affiche (1 seconde).



Figure N°26: Mesure de DBO₅.

1.1.8. Mesure de l'azote total

a- Matériels utilisés :

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

b- Réactifs utilisés :

- ❖ 04 sachets en poudre de persulfate.
- ❖ 04 sachets en poudre réactif A.
- ❖ 04 sachets en poudre réactif B.
- ❖ 04 tubes de réactif C.
- ❖ 2.5 ml de l'eau distillée.

c- Mode opératoire :

➤ Eau brute :

Par tube d'essai : 5-150 mg /L N Code 281.

- ✓ Ouvrir deux tubes de digestion d'hydroxyde HR et ajouter dans chaque tube un sachet de réactif de persulfate.
- ✓ Ajouter 0.5ml de l'eau distillée dans le tube de témoin.
- ✓ Ajouter 0.5 ml de l'eau brute dans le 2^{ème} tube de digestion (tube test).

- ✓ Fermer les deux (02) tubes avec des bouchons et agiter les pour mixer le contenu au moins 30 secondes.
- ✓ Chauffer les pendant 30minutes dans le thermo réacteur à la température 100°C.
- ✓ Ouvrir les tubes et ajouter dans chaque tube un sachet de réactif A.
- ✓ Fermer les tubes avec des bouchons et agiter pour mélanger le contenu pendant 15 secondes.
- ✓ Appuyer sur OK et attendre la réaction pendant 3 min.
- ✓ Après la fin de la période de réaction, Ouvrir les et ajouter un sachet de réactif B dans chaque tube.
- ✓ Fermer les tubes et homogénéiser les soigneusement pour dissoudre le contenu (au moins 15 seconde).
- ✓ Appuyez sur le bouton OK et attendre 2 min la réaction.
- ✓ Ouvrir un tube d'acide (Réactif C) et ajouter 2 ml de la préparation de digestion (tube de témoin).
- ✓ Ouvrir un autre tube d'acide (Réactif C) et ajouter 2 ml de la préparation de digestion d'eau brute dans le 2^{ème} tube de réactif C (tube test).
- ✓ Fermer les tubes d'acide avec des bouchons et homogénéiser les soigneusement quelques secondes.
- ✓ Placer le tube de témoin dans la chambre de mesure.
- ✓ Appuyez sur le bouton « Zéro ».
- ✓ Attendre la réaction pendant 5 min.
- ✓ Retirer le tube témoin.
- ✓ Placer le tube test dans la chambre de mesure.
- ✓ Appuyez sur le bouton « Test ».
- ✓ Le résultat est affiché automatiquement en mg/l N.

➤ **Eau épurée:**

Par tube d'essai : 0,5-25 mg /L N Code 280.

- ✓ Ouvrir deux tubes de digestion d'hydroxyde HR et ajouter dans chaque tube un sachet de réactif de persulfate.
- ✓ Ajouter 2 ml de l'eau distillée dans le tube de témoin.
- ✓ Ajouter 2 ml de l'eau épurée dans le 2^{ème} tube de digestion (tube test).
- ✓ Fermer les deux(02) tubes avec des bouchons et agiter les pour mixer le contenu au moins 30 secondes.

- ✓ Chauffer les pendant 30 minutes dans le thermo réacteur à la température 100°C.
- ✓ Ouvrir les tubes et ajouter dans chaque tube un sachet de réactif A.
- ✓ Fermer les tubes avec des bouchons et agiter pour mélanger le contenu pendant 15 secondes.
- ✓ Appuyer sur OK et attendre la réaction pendant 3 min.
- ✓ Après la fin de la période de réaction, Ouvrir les et ajouter un sachet de réactif B dans chaque tube.
- ✓ Fermer les tubes et homogénéiser les soigneusement pour dissoudre le contenu (au moins 15 seconde).
- ✓ Appuyez sur le bouton OK et attendre 2 min la réaction.
- ✓ Ouvrir un tube d'acide (Réactif C) et ajouter 2 ml de la préparation de digestion (tube de témoin).
- ✓ Ouvrir un autre tube d'acide (Réactif C) et ajouter 2 ml de la préparation de digestion d'eau épurée dans le 2^{ème} tube de réactif C (tube test).
- ✓ Fermer les tubes d'acide avec des bouchons et homogénéiser les soigneusement quelques secondes.
- ✓ Placer le tube de témoin dans la chambre de mesure.
- ✓ Appuyez sur le bouton « Zéro ».
- ✓ Attendre la réaction pendant 5 min.
- ✓ Retirer le tube de témoin.
- ✓ Placer le tube test dans la chambre de mesure.
- ✓ Appuyez sur le bouton « Test ».
- ✓ Le résultat est affiché automatiquement en mg/l N.

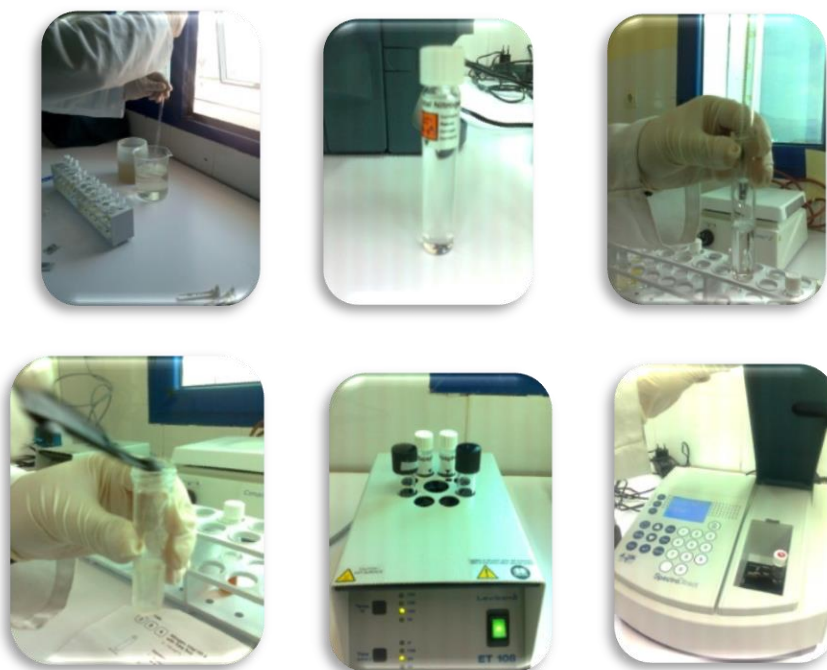


Figure N° 27: Mesure de Nitrogène totale.

1.1.9. Mesure de l'ammonium

(Méthode par microdosage (Test en tube)).

a- Matériel utilisé :

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

b- Réactifs utilisés :

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

c- Mode opératoire :

- **Eau brute** : 0-50 mg/l N .Code 66.
 - ✓ Retirer le bouchon d'un tube de réaction et ajouter 0.1 ml de l'eau distillée (C'est le tube de blanc).

-
- ✓ Retirer le bouchon d'un autre tube de réaction et ajouter 0.1 ml de l'eau brute (c'est le tube de l'essai).
 - ✓ Ajouter dans chaque tube un sachet de salicylate d'ammonium F5.
 - ✓ Ajouter dans chaque tube un sachet de cyanurâtes d'ammonium F5.
 - ✓ Fermer les tubes avec les bouchons et homogénéiser les soigneusement et plusieurs fois pour mélanger le contenu.
 - ✓ Appuyer sur OK et attendre la réaction pendant 20 min.
 - ✓ Placer le blanc dans la chambre de mesure.
 - ✓ Appuyer sur le bouton « Zéro ».
 - ✓ Retirer le blanc de la chambre de mesure.
 - ✓ Placer le tube de test dans la chambre de mesure.
 - ✓ Appuyer sur le bouton « Test ».
 - ✓ Les résultats sont exprimés en mg / l NH₃.
- **Eau épurée** : 0.02-2.5 mg/l N .Code 65.
- ✓ Retirer le bouchon d'un tube de réaction et ajouter 2 ml de l'eau distillée (C'est le tube de blanc).
 - ✓ Retirer le bouchon d'un autre tube de réaction et ajouter 2 ml de l'eau épurée (c'est le tube de l'essai).
 - ✓ Ajouter dans chaque tube un sachet de salicylate d'ammonium F5.
 - ✓ Ajouter dans chaque tube un sachet de cyanurâtes d'ammonium F5.
 - ✓ Fermer les tubes avec les bouchons et homogénéiser les soigneusement et plusieurs fois pour mélanger le contenu.
 - ✓ Appuyer sur OK et attendre la réaction pendant 20 min.
 - ✓ Placer le blanc dans la chambre de mesure.
 - ✓ Appuyer sur le bouton « Zéro ».
 - ✓ Retirer le blanc de la chambre de mesure.
 - ✓ Placer le tube de test dans la chambre de mesure.
 - ✓ Appuyer sur le bouton « Test ».
 - ✓ Le résultat est exprimé en mg / l NH₃.

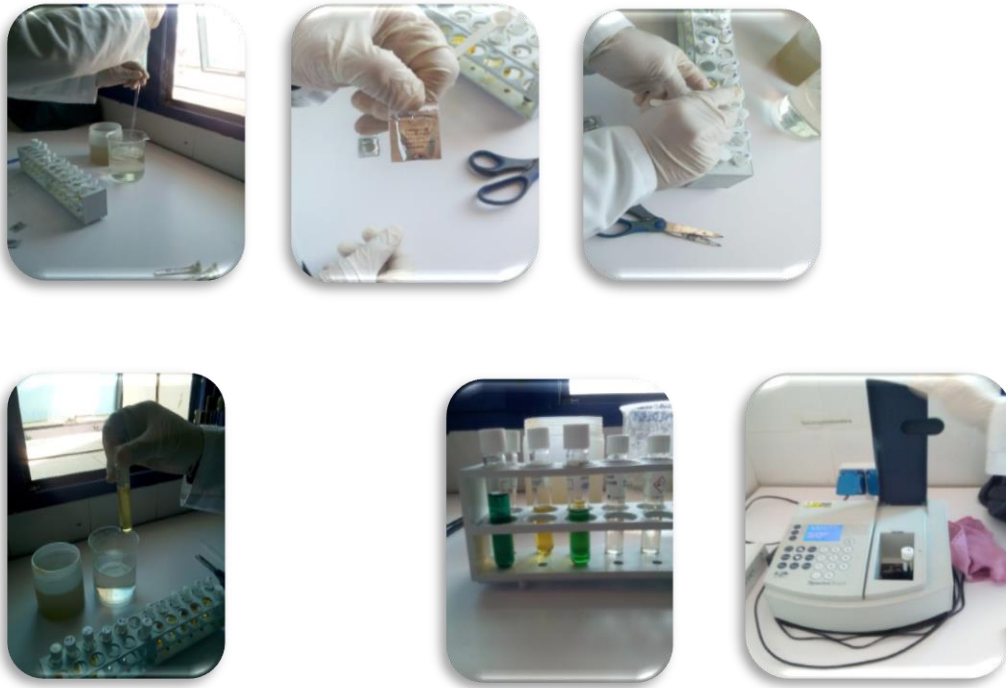


Figure N°28 : Mesure de l'ammonium.

1.1.10. Mesure de nitrite

(Méthode par microdosage (Test en tube)).

a- Matériel utilisé :

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

b- Réactifs utilisés :

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

c- Mode opératoire :

- **Eau brute** : 0-0.5 mg/l N-NO₂ .Code 276.
 - ✓ Retirer le bouchon d'un tube de réaction et ajouter 5 ml de l'eau distillée (C'est le tube de blanc).
 - ✓ Retirer le bouchon d'un autre tube de réaction et ajouter 5 ml de l'eau brute (c'est le tube de l'essai).

- ✓ Fermer les tubes avec les bouchons et homogénéiser les soigneusement en plusieurs fois pour mélanger le contenu.
 - ✓ Appuyer sur « OK » et attendre la réaction pendant 20 min.
 - ✓ Placer le blanc dans la chambre de mesure.
 - ✓ Appuyer sur le bouton « Zéro ».
 - ✓ Retirer le blanc de la chambre de mesure.
 - ✓ Placer le tube de test dans la chambre de mesure.
 - ✓ Appuyer sur le bouton « Test ».
 - ✓ Les résultats sont exprimés en mg / l N-NO₂.
- **Eau épurée** : 0.003-0.5 mg/l N-NO₂ .Code 275
- ✓ Retirer le bouchon d'un tube de réaction et ajouter 5 ml de l'eau distillée (C'est le tube de blanc).
 - ✓ Retirer le bouchon d'un autre tube de réaction et ajouter 5 ml de l'eau épurée (c'est le tube de l'essai).
 - ✓ Fermer les tubes avec les bouchons et homogénéiser les soigneusement et plusieurs fois pour mélanger le contenu.
 - ✓ Appuyer sur « OK » et attendre la réaction pendant 20 min.
 - ✓ Placer le blanc dans la chambre de mesure.
 - ✓ Appuyer sur le bouton « Zéro ».
 - ✓ Retirer le blanc de la chambre de mesure.
 - ✓ Placer le tube de test dans la chambre de mesure.
 - ✓ Appuyer sur le bouton « Test ».
 - ✓ Le résultat est exprimé en mg / l N-NO₂.

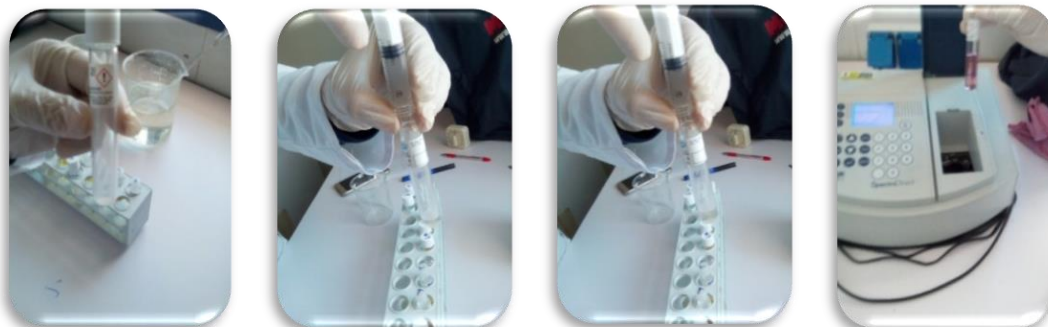


Figure N°29 : Mesure de Nitrite.

1.1.11. Mesure de phosphore totale

Par la méthode de microdosage :

a- Matériels utilisés :

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

b- Réactifs utilisés :

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

c- Mode opératoire :

➤ Eau brute :

Gamme de mesure : 0.06 - 3.50 mg/L PO₄

(0.02 - 1.10 mg/L P). Code 326.

- ✓ Ouvrir un tube de digestion P-PO₄ (Réactif C) et ajouter dans le tube 5 ml de l'eau brute.
- ✓ Ajouter un sachet poudre de persulfate de potassium F10 dans le tube de digestion.
- ✓ Fermer le tube avec le bouchon et agiter le pour mixer le contenu au moins 30 secondes.
- ✓ Chauffer les pendant 30 minutes dans le thermo réacteur à la température 150°C.
(Attention : le tube est chaud).
- ✓ Retirer le tube au thermo réacteur.
- ✓ Agiter le tube et laisser le refroidir à la température ambiante.
- ✓ Ouvrir le tube de digestion et ajouter 2 ml de solution d'hydroxyde de sodium 1.54N.
- ✓ Fermer le tube avec de bouchon et agiter le soigneusement pour mélanger le contenu pendant 15 secondes.

- ✓ Placer le tube de digestion dans la chambre de mesure.
- ✓ Appuyez sur le bouton « Zéro ».
- ✓ Retirer le tube de digestion.
- ✓ Ouvrir le tube de digestion et ajouter un sachet poudre de réactif de phosphate.
- ✓ Fermer le tube de digestion et homogénéiser le soigneusement pour dissous le contenu (au moins 10 secondes).
- ✓ Placer le tube de digestion dans la chambre de mesure.
- ✓ Appuyez sur le bouton « Test ».
- ✓ Attendre la réaction pendant 2 min.
- ✓ Le résultat est affiché automatiquement en mg/l P_t.

➤ **Eau épurée :**

Gamme de mesure : 0.06 - 3.50 mg/L PO₄

(0.02 - 1.10 mg/L P). Code 325.

- ✓ Ouvrir un tube de digestion P-PO₄ (Réactif C) et ajouter dans le tube 5 ml de l'eau épurée.
- ✓ Ajouter un sachet poudre de persulfate de potassium F10 dans le tube de digestion.
- ✓ Fermer le tube avec le bouchon et agiter le pour mixer le contenu au moins 30 secondes.
- ✓ Chauffer les pendant 30 minutes dans le thermo réacteur à la température 150°C. (Attention : le tube est chaud).
- ✓ Retirer le tube au thermo réacteur.
- ✓ Agiter le tube et laisser le refroidir à la température ambiante.
- ✓ Ouvrir le tube de digestion et ajouter 2 ml de solution d'hydroxyde de sodium 1.54 N.
- ✓ Fermer le tube avec de bouchon et agiter le soigneusement pour mélanger le contenu pendant 15 secondes.
- ✓ Placer le tube de digestion dans la chambre de mesure.
- ✓ Appuyez sur le bouton « Zéro ».
- ✓ Retirer le tube de digestion.
- ✓ Ouvrir le tube de digestion et ajouter un sachet poudre de réactif de phosphate.
- ✓ Fermer le tube de digestion et homogénéiser le soigneusement pour dissous le contenu (au moins 10 secondes).
- ✓ Placer le tube de digestion dans la chambre de mesure.

- ✓ Appuyez sur le bouton « Test ».
- ✓ Attendre la réaction pendant 2 min.
- ✓ Le résultat est affiché automatiquement en mg/l P_t.

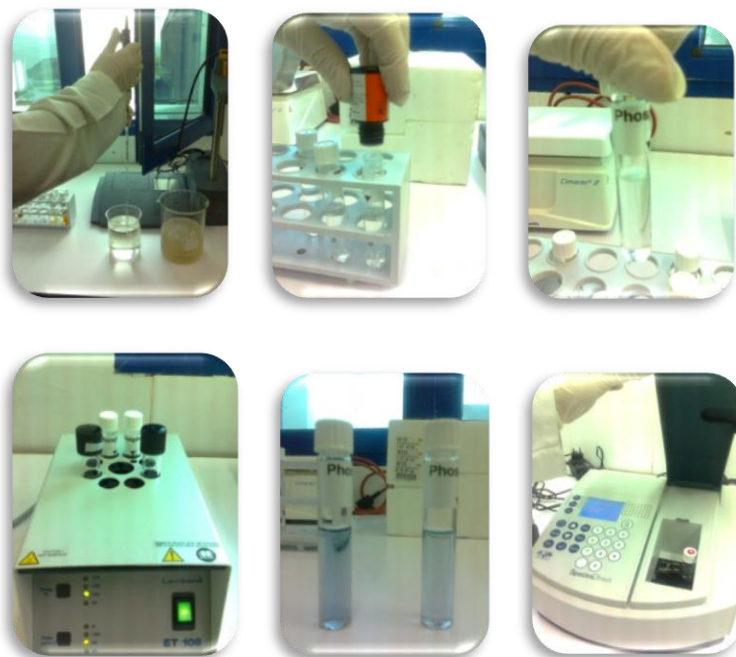


Figure N° 30: Mesure de phosphore totale

Tableau 05 : Les normes de projet OMS

PARAMETRES	NORMES	UNITES
T°	30	°C
PH	6,5-8,5	-
DBO ₅	30	mg d'O ₂ /l
DCO	90	mg d'O ₂ /l
MES	30	mg/l
Phosphates	2	mg/l
Azote total	50	mg/l
Hydrocarbures	10	mg/l
Huiles et graisses	20	mg/l
Détergent	1	mg/l

(Benkadour, 2018)

Tableau 06 : Les normes algériennes de réutilisation des eaux usées traitées

Paramètres unite		Unité	Maximale admissibles Concentration
Physico-chimiques	pH	mg/l	$6,5 \leq \text{pH} \leq 8,5$
	MES	mg/l	30
	DBO5	mg/l	30
	DCO	mg/l	90
	AZOTE (N-NO3)	mg/l	30
Eléments toxiques	Aluminium	mg/l	20.0
	Arsenic	mg/l	2.0
	Béryllium	mg/l	0.5
	Bore	mg/l	2.0
	Cadmium	mg/l	0.05
	Chrome	mg/l	1.0
	Cobalt	mg/l	5.0
	Cuivre	mg/l	5.0
	Cyanures	mg/l	0.5
	Fluor	mg/l	15.0
	Fer	mg/l	20.0
	Phénols	mg/l	0.002
	Plomb	mg/l	10.0
	Lithium	mg/l	2.5
	Manganèse	mg/l	10.0
	Mercuré	mg/l	0.01
Molybdène	mg/l	0.05	
Nickel	mg/l	2.0	

(Bouanane et al, 2020)

Figure 31: journal officiel de la république algérienne N° 46.

14 juillet 1993 JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 46 7		
<p>— le nom du ou des laboratoires destinataires de l'échantillon prélevé.</p> <p>Art. 21. — Tout prélèvement opéré aux fins d'analyse donne lieu à l'établissement d'échantillons placés chacun dans un récipient approprié et mis sous scellés avec étiquette portant :</p> <ul style="list-style-type: none"> — les dates, heures et lieu de prélèvement, — l'identification complète de chaque échantillon, — la signature de l'inspecteur de l'environnement chargé du contrôle. <p>Les échantillons sont conservés sous la responsabilité de l'inspecteur de l'environnement qui les place dans des conditions de bonne conservation.</p> <p>Art. 22. — L'analyse des échantillons porte sur leurs caractéristiques physique, chimique et biologique.</p> <p>Elle peut être accompagnée d'analyses bactériologiques.</p> <p>Des analyses spéciales, déterminées selon les activités qui sont à l'origine des rejets, peuvent compléter le contrôle.</p>	<p>Les analyses sont effectuées, selon les normes algériennes en vigueur, par des laboratoires agréés dont la liste est fixée par un arrêté conjoint du ministre chargé de l'environnement, du ministre chargé de l'hydraulique et du ministre chargé de la santé.</p> <p>Art. 23. — Lorsque des termes du procès-verbal ou des analyses, il ressort la commission d'infraction, l'inspecteur de l'environnement chargé du contrôle transmet le procès-verbal contenant lesdites infractions au ministère public territorialement compétent.</p> <p>Art. 24. — Toute infraction aux dispositions du présent décret sera punie conformément aux lois en vigueur.</p> <p>Art. 25. — Le présent décret sera publié au <i>Journal officiel</i> de République algérienne démocratique et populaire.</p> <p>Fait à Alger, le 10 juillet 1993.</p> <p style="text-align: right;">Bélaïd ABDESSELAM</p>	
ANNEXE		
VALEURS LIMITES MAXIMALES DES PARAMETRES DE REJET DES INSTALLATIONS DE DEVERSEMENT INDUSTRIELLES		
PARAMETRES	UNITES	VALEURS MAXIMALES
Températures	°C	30
PH	"	5,5 à 8,5
Mes	mg / l	30
DBO5	"	40
DCO	"	120
Azote Kjeldahl <i>NO2</i>	"	40
Phosphates	"	02
Cyanures	"	0,1
Aluminium	"	5
Cadmium	"	0,2
Chrome 3 +	"	3,0
Chrome 6 +	"	0,1
Fer	"	5
Manganèse	"	1
Mercur	"	0,01
Nickel	"	5
Plomb	"	1
Cuivre	"	3
Zinc	"	5
Huiles et Graisses	"	20
Hydrocarbures	"	20
Phénols	"	0,5
Solvants organiques	"	20
Chlore actif	"	1,0
PCB	mg / l	0,001
Détergents	"	2
Tensio-actifs anioniques	"	10