

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ MOULOU D MAMMERRI DE TIZI-OUZOU
FACULTÉ DES SCIENCES BIOLOGIQUES
ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DÉPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

Mémoire

de fin de cycle

En vue de l'obtention du diplôme de Master

En sciences agronomiques

Spécialité

Eau et Environnement

Thème

Suivi de quelques paramètres physico-chimiques de la STEP Ouest de Tizi-Ouzou.

Présenté par :

M^{elle} TEBBAKH Sadia

&

M^{me} DJAFOUR Lamia

Soutenu publiquement, devant le jury d'examen composé de :

President:	M ^r . SMAIL A.	MCB	U.M.M.T.O.
Promoteur:	M ^r . METAHRI M.S.	MCA	U.M.M.T.O.
Co-promotrice :	M ^{me} AISSAOUI D.	Doctorante	U.M.M.T.O.
Examineur 1 :	M ^r . BERRADJ O.	MCB	U.M.M.T.O.
Examinatrice 2 :	M ^{me} . BERROUANE N.	Enseignante	U.M.M.T.O.

Promotion : 2018/2019

Remerciements

Avant toute chose, nous remercions le bon Dieu tout puissant de nous avoir donné le courage, la patience et la volonté pour atteindre notre objectif.

À l'issue de ce travail, nous tenons à adresser nos remerciements à :

Notre promoteur D^r METAHRI M.S. et notre Co-promotrice M^{me} AISSAOUI D. d'avoir accepté de diriger ce travail avec une grande patience, qu'il trouve ici nos sincères gratitudees et nos profondes reconnaissances.

Nous tenons à remercier également :

M^r SMAIL A. M^r BERRADJ O. M^{me} BERROUANE N. d'avoir accepté d'évaluer notre travail.

Enfin nous tenons à remercier tous ceux et celles qui nous ont aidé de près ou de loin à réaliser notre travail.

Dédicace

À

Mon Père,

Ma Mère,

Mon Mari,

Mes sœurs Dyhia et Chanez,

Mes frères Elhadi et Masten,

Ma Famille et Ma Belle-Famille.

*A toutes les personnes que je porte dans le cœur
et qui se reconnaîtront car elles en font autant.*

*Je vous dédie ce modeste travail de reconnaissance
car vous m'êtes si chers que je ne peux que vous
offrir ce que j'ai appris de mieux dans ma vie.*

Lamia

Dédicaces

Grâce à dieu tout puissant, je dédie ce modeste travail à toutes les personnes qui m'ont aidé de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire plus particulièrement :

À mes très chers parents, tout mon respect et affection en témoignage de leur soutien, sacrifice, patience, ainsi que pour leurs conseils et orientations dans ma vie.

À mes frères Abdrezak, Karim, Mustapha et mes chères sœurs : Karima, Radia, Nadia, Malika. Pour les efforts et l'attachement qu'ils m'ont fourni pour me supporter.

À mes nièces, mes neveux et leur maman

À ma chère grande mère, mes tantes, et toute ma famille.

À tous mes enseignants qui nous donnent le maximum durant nos études.

*À tous mes amis de promo Eau et Environnement
2018-2019*

*À tous ceux qui m'ont aidé durant ma vie universitaire.
À tous ceux que j'aime.*

Sadia

Liste des abréviations



pH	Potentiel d'Hydrogène.
MES	Matière en suspension.
CE	Conductivité électrique.
DBO	Demande biochimique en oxygène.
DCO	Demande chimique en oxygène.
°C	Degré Celsius.
UV	Ultra-violet.
STEP	Station d'épuration des eaux usées.
EH	Equivalent habitant.
FTU	Formazine turbidity unit.
MVS	Matières volatiles sèches.
MS	Matières sèches.
OMS	Organisation mondiale de la santé.
JORA	Journal Officiel de la République Algérienne.
ONA	Office National d'Assainissement.

Liste des figures

Figure 1	Vue générale de la STEP Ouest de T-O.....	12
Figure 2	Image satellitaire représentant la localisation géographique de la STEP	13
Figure 3	Arrivée des eaux usées	14
Figure 4	Dégrilleur mécanique	15
Figure 5	Dégrilleur manuel	15
Figure 6	Vis transporteuse.....	15
Figure 7	Bassin dessablage-déshuilage	15
Figure 8	Bassin d'aération.....	17
Figure 9	Mode de fonctionnement des aérateurs dans le bassin biologique.	18
Figure 10	Bassin de clarification.....	19
Figure 11	Bassin de désinfection.....	20
Figure 12	Epaississeur.....	21
Figure 13	Lits de séchage.....	23
Figure 14	pH mètre.....	24
Figure 15	Echantillons : l'eau (Entré et Sortie).....	24
Figure 16	Spectrophotomètre.	25
Figure 17	Conductimètre.....	25
Figure 18	DBOmètre.....	27
Figure 19	Réacteur DCO	27
Figure 20	Tube DCO	27
Figure 21	Filtration.....	31
Figure 22	Etuve	31
Figure 23	Cône de V_{30}	31
Figure 24	Variations moyennes du pH à l'entrée et à la sortie de la STEP.	34
Figure 25	Variations moyennes de la température à l'entrée et à la sortie de la STEP.....	34
Figure 26	Valeurs moyennes de la conductivité.....	35
Figure 27	Valeurs moyennes et rendement épuratoire de la turbidité.....	36
Figure 28	Variations moyennes de la MES à l'entrée et à la sortie de la STEP.	36
Figure 29	Variations moyennes et rendement épuratoire de la DBO_5	38
Figure 30	Valeurs moyennes et rendement épuratoire de la DCO.....	38
Figure 31	Valeurs moyennes et rendement épuratoire de NH_4^+	39
Figure 32	Valeurs moyennes des Nitrites (NO_2^-).....	40
Figure 33	Valeurs moyennes des Nitrates (NO_3^-)	40

Liste des figures

Figure 34	Valeurs moyennes et rendement épuratoire du phosphore.	41
Figure 35	Variations d'IB de la STEP.....	42
Figure 36	Variations moyennes des MS de la STEP.....	42
Figure 37	Variations moyennes des MVS de la STEP.....	43

Liste des tableaux

Tableau I	Fiche technique de la station d'épuration	12
Tableau II	Caractéristiques du bassin dessablage-déshuilage	16
Tableau III	Caractéristiques du bassin d'aération	17
Tableau IV	Caractéristiques des bassins de clarification.....	19
Tableau V	Caractéristiques du bassin de désinfection.....	20
Tableau VI	Caractéristiques du bassin de l'épaississement.....	22
Tableau VII	Caractéristiques des lits de séchage.....	22
Tableau VIII	Relation entre l'indice de boue et la décantation des boues	32
Tableau IX	Relation entre l'indice de MOHLMAN et l'aspect de la boue	32
Tableau X	Rapport de DCO/DBO ₅	37

Introduction	01
---------------------------	-----------

Chapitre I : Aperçu bibliographique.

1- Définition d'une eau usée	02
2- Origine des eaux usées	02
2-1- Eaux usées domestiques	02
2-2- Eaux industrielles	02
2-3- Eaux agricoles	02
2-4- Eaux pluviales.....	03
3- Composition des eaux usées	03
4- Système d'assainissement	03
4-1- Réseaux unitaires	03
4-2- Réseaux séparatifs	03
4-3- Réseaux pseudo-séparatifs	04
5- Caractéristiques physico-chimiques des eaux usées	04
5-1- Température	04
5-2- Potentiel d'Hydrogène	04
5-3- Turbidité	04
5-4- Conductivité électrique.....	04
5-5- Matières en suspension	05
5-6- Demande biochimique en oxygène.....	05
5-7- Demande chimique en oxygène.....	05
5-8- Biodégradabilité	05
6- Procédés d'épuration des eaux usées.....	06
6-1- Prétraitements	06
6-1-1- Dégrillage	06
6-1-2- Dessablage	06

6-1-3- Dégraissage-déshuilage	06
6-2- Traitement primaire	06
6-2-1- Décantation physique naturelle	06
6-2-2- Décantation physico-chimique	07
7- Traitement secondaire (biologique).....	07
7-1- Cultures fixées	07
7-2- Cultures libres.....	07
8- Traitement tertiaires	08
8-1- Élimination de l'azote	08
8-2- Élimination du phosphore	09
8-3- Désinfection	09
8-4- Traitement des odeurs	10
9- Traitement des boues	10
9-1- Stabilisation	10
9-2- Épaississement.....	10
9-3- Déshydratation et conditionnement.....	10
9-4- Destination finale des boues	11

Chapitre II : Matériel et méthodes

1- Présentation de la zone d'étude.....	12
1-1- Présentation de la STEP	12
1-2- Géographie et topographie du site	13
1-3- Description et fonctionnement des ouvrages de la station	13
1-3-1- Etapes de traitement de l'eau	14
1-3-1-1- Prétraitements	14
1-3-1-2- Traitement secondaire	16
1-3-1-3- Désinfection ou chloration	20
1-3-2- Traitement des boues	21
1-3-2-1- Épaississement	21

1-3-2-2- Séchage	22
2- Matériels et méthodes.....	23
2-1- Filière eau	24
2-1-1- Principe d'échantillonnage	24
2-1-2- Analyse des caractéristiques des eaux usées	24
2-1-2-1- Analyses quotidiennes.....	24
2-1-2-1-1- Détermination du potentiel Hydrogène et la température	24
2-1-2-2- Analyse complète	25
2-1-2-2-1- Détermination de la matière en suspension	25
2-1-2-2-2- Détermination de la conductivité	26
2-1-2-2-3- Détermination de la turbidité	26
2-1-2-2-4- Détermination de la demande biochimique en oxygènes.....	27
2-1-2-2-5- Détermination de la demande chimique en oxygène	27
2-1-2-2-6- Détermination de l'azote ammoniacal	28
2-1-2-2-7- Détermination des nitrite.....	29
2-1-2-2-8- Détermination des nitrates	29
2-1-2-2-9- Détermination des orthophosphates	30
2-2- Filière boue.....	30
2-2-1- Analyses des caractéristiques des boues	30
2-2-1-1- Matières sèches	30
2-2-1-2- Test de décantation.....	31
2-2-1-3- Matières volatiles sèches	33

Chapitre III : Résultats et Discussions.

1- Filière eau	34
1-1- pH.....	34
1-2- Température	34
1-3- Conductivité.....	35

Sommaire

1-4- Turbidité.....	36
1-5- Matière en suspension.....	37
1-6- Biodégradabilité K.....	37
1-7- Demande biochimique en oxygène	38
1-8- Demande chimique en oxygène	39
1-9- Azote ammoniacal	39
1-10- Nitrites	40
1-11- Nitrates	41
1-12- Orthophosphates	41
2- Filière boue	42
2-1- Indice de Boue	42
2-2- Matières sèches	43
2-3- Matières volatiles en suspension	43
Conclusion.....	45

Introduction

L'accès durable aux ressources en eau est une préoccupation majeure qui concerne tous les pays du bassin méditerranéen. Le changement climatique et la croissance urbaine et démographique attendus dans la région, risquent d'aggraver la situation de stress hydrique qui frappe déjà la plupart des pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée (Mozas et Ghosn, 2013 ; Hazourli *et al.*, 2007). Dans de nombreux pays africains, les eaux usées urbaines brutes sont rejetées anarchiquement en particulier dans les rues ou dans les caniveaux d'eaux pluviales (Maiga, 2006). D'où l'eau est menacée dans sa qualité et dans sa quantité. Malgré la construction de nouveaux barrages et le recours au dessalement, l'Algérie enregistrera un déficit en eau de 1 milliard de m³ d'ici l'an 2025 (Remini, 2010).

L'épuration des eaux usées s'est avérée une option réaliste pour couvrir le déficit en eau et les besoins croissants, mais aussi pour protéger les milieux naturels contre le dépassement de leur pouvoir auto-épurateur, ainsi se conformer aux règlements relatifs aux rejets des eaux usées en vue de la préservation des objectifs de qualité des milieux récepteurs et de la santé publique (Metahri *et al.*, 2016).

Dans le souci de la préservation des ressources d'eau encore saines et de protection de l'environnement et d'éviter les préjudices sanitaires. L'Algérie mène depuis une décennie une bataille pour régler définitivement le problème d'assainissement et du traitement des eaux usées pour des fins de réutilisation et/ou de recyclage court. Cela se perçoit par la réalisation de plusieurs stations d'épuration à travers le territoire national dont le projet de réhabilitation de la station Ouest de la ville de Tizi-Ouzou d'une capacité de 25000 EH qui fait l'objet de notre étude.

Notre travail sera porté essentiellement sur le suivi temporel de quelques paramètres physico-chimiques de la station d'épuration Ouest de la ville de Tizi-Ouzou, dont les rejets sont directement injectés pour un recyclage court au niveau de la nappe phréatique du moyen Sébaou.

1- Définition d'une eau usée

Les eaux usées sont des eaux altérées par les activités humaines à la suite d'un usage domestique, industriel, artisanal, agricole ou autre (Amiri, 2012). Elles sont chargées en substances toxiques qui parviennent dans les canalisations d'assainissement. Elles sont considérées comme polluées et doivent être traitées (Tabet, 2015).

2- Origine des eaux usées

Quatre types de pollutions des eaux sont généralement définies, dont la composition dépend de son origine ou, dit autrement, de sa nature (El hachimi, 2012). On distingue 4 catégories d'eaux usées : les eaux usées domestiques, les eaux usées industrielles, les eaux agricoles et les eaux pluviales.

2-1- Eaux usées domestiques

Essentiellement porteuses de pollution organique et comprennent les eaux ménagères généralement chargées en détergents et les eaux vannes, elles sont caractérisées par une importante charge en diverses : matières organiques, azotées, en germes fécaux et pathogènes (Djeddi, 2007).

2-2- Eaux industrielles

Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus des matières organiques azotées ou phosphorées, elles peuvent aussi contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques, des hydrocarbures (Herteman, 2010).

2-3- Eaux agricoles

L'agriculture est une source de pollution des eaux qui n'est pas du tout négligeable car elle apporte au milieu récepteur des engrais et des pesticides. Elle est la cause essentielle des pollutions diffuses. Les épandages d'engrais nitrés et phosphatés, tel qu'ils ne seraient pas finalement retenus par le sol et assimilés par les plantes, conduisent à un enrichissement en matières azotées ou phosphatées des nappes les plus superficielles et des eaux des cours d'eau ou des retenues. Parmi les polluants d'origine agricole, il faut tenir compte aussi des détergents se dispersant lors des applications de traitement des cultures (Benallaoua, 2013).

2-4- Eaux pluviales

Ce sont des eaux de ruissellement qui se forment après une précipitation. Elles peuvent être particulièrement polluées surtout en début de pluie par le lessivage des sols et des surfaces imperméabilisées (Benelmouaz, 2015).

3- Composition des eaux usées

Selon leurs origines, les eaux usées se caractérisent par une grande variabilité de débits, mais aussi de composition. Elles peuvent contenir en concentrations variables :

- Des matières en suspension plus ou moins facilement décantables ou coagulables ;
- Des matières colloïdales ou émulsionnées : argiles, microorganismes, macromolécules hydrophobes (organiques huiles, graisses, hydrocarbures, etc.) ;
- Des matières en solution de nature organique ou minérale, ou sous forme de gaz dissous ;
- Des microorganismes végétaux (algues, plancton...) ou animaux (protozoaires, bactéries...) (Rodier, 2009).

4- Système d'assainissement

C'est un réseau public de collecte et de transport des eaux usées vers une station d'épuration. Il existe trois types de réseaux de collecte :

4-1- Réseaux unitaires

Ce sont des réseaux qui évacuent dans les mêmes canalisations les eaux usées domestique et les eaux pluviales. Ils cumulent les avantages de l'économie (un seul réseau à construire et à gérer) et de la simplicité (toute erreur de branchement est exclue, par définition) ; mais nécessitent de tenir compte des brutales variations de débit des eaux pluviales dans la conception et le dimensionnement des collecteurs et des ouvrages de traitement (OIE, 2005).

4-2- Réseaux séparatifs

Ce sont des réseaux qui collectent les eaux usées dans un réseau et les eaux pluviales dans un autre (double réseau). Ce système a l'avantage d'éviter le risque de débordement des eaux usées dans le milieu naturel lorsqu'il pleut. Il permet de mieux maîtriser le flux et sa concentration en pollution et de mieux adapter la capacité des stations d'épuration (OIE, 2005).

4-3- Réseaux pseudo-séparatifs

Ce sont des systèmes dans lesquels on divise les apports d'eaux pluviales en deux parties :

- L'une provenant uniquement des surfaces de voirie, qui s'écoule par des ouvrages particuliers déjà conçus pour cet objectif par les services de la voirie municipale : caniveaux, aqueducs, fossés avec évacuation directes dans la nature ;
- L'autre provenant des toitures et cours intérieures qui sont raccordées au réseau d'assainissement, à l'aide des mêmes branchements que ceux des eaux usées domestiques, on regroupe ainsi les évacuations des eaux d'un même immeuble.

Ce système a été retenu dans de nombreuses zones suburbaines où les habitations sont relativement proches les unes des autres (Boubekki et Boudjema, 2016).

5- Caractéristiques physico-chimiques des eaux usées**5-1- Température (T°)**

Elle joue un rôle important dans la solubilité des sels et surtout des gaz (en particulier O₂) dans l'eau ainsi que, la détermination du pH et la vitesse des réactions chimiques. La température agit aussi comme facteur physiologique sur le métabolisme de croissance des microorganismes vivants dans l'eau (Benallaoua, 2013).

5-2- Potentiel Hydrogène (pH)

Les organismes sont très sensibles aux variations du pH, et au développement correct de la faune et de la flore aquatique. L'influence du pH se fait également ressentir par le rôle qu'il exerce sur les autres éléments comme les ions des métaux dont il peut diminuer ou augmenter leur mobilité en solution bio-disponible et donc leur toxicité (Tabet, 2015).

5-3- Turbidité

La turbidité est inversement proportionnelle à la transparence de l'eau, elle est de loin le paramètre de pollution indiquant la présence de la matière organique ou minérale sous forme colloïdale en suspension dans les eaux usées. Elle varie suivant les matières en suspension (MES) présentes dans l'eau (Benelmouaz, 2015).

5-4- Conductivité électrique (CE)

La conductivité est la propriété que possède une eau à favoriser le passage d'un courant électrique. Elle fournit une indication précise sur la teneur en sels dissous (salinité de l'eau).

La conductivité s'exprime en $\mu\text{Sm/cm}$. La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau (Khaldi, 2018).

5-5- Matières en suspension (MES)

Elles désignent l'ensemble des matières solides insolubles de taille supérieure à 1 micron, elles sont responsables essentiellement de troubles de l'eau. On distingue les matières décantables, qui se séparent de l'eau par gravité, des matières colloïdales séparables par coagulation (Rodier, 2009).

5-6- Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

Exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction ou à la dégradation des matières organiques par les microorganismes du milieu. Mesurée par la consommation d'oxygène à 20°C à l'obscurité pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablement ensemencé, temps qui assure l'oxydation biologique des matières organique carbonées (Tekkalet Berkaine, 2015).

5-7- Demande chimique en oxygène (DCO)

C'est la quantité d'oxygène consommée par les matières existantes dans l'eau et oxydable par voie chimique dans les conditions opératoires définis. En fait la mesure correspond à une estimation des matières oxydables présentes dans l'eau, quelle que soit leur origine organique ou minérale (Amara et Zemouche, 2016).

5-8- Biodégradabilité

La notion de la biodégradabilité représente la capacité d'une substance ou son aptitude à être décomposée par les micro-organismes. Le rapport DCO/DBO_5 exprime le degré de biodégradabilité de l'eau usée et nous renseigne donc sur le type de traitement à adopter (Benzahi et Boudjemai, 2016).

La biodégradabilité est exprimée par un coefficient K, tel que, $k = \text{DCO}/\text{DBO}_5$

- Si $K < 1,5$: cela signifie que les matières oxydables sont constituées en grande partie de matières fortement biodégradable ;
- Si $1,5 < K < 2,5$: cela signifie que les matières oxydables sont moyennement biodégradables ;
- Si $2,5 < K < 3$: les matières oxydables sont peu biodégradables ;
- Si $K > 3$: les matières oxydables sont non biodégradables (Metahri, 2012).

6- Procédés d'épuration des eaux usées

Le but de l'épuration est de diminuer suffisamment la quantité de substances polluantes contenues dans les eaux usées pour que l'eau finalement rejetée dans le milieu naturel ne dégrade pas ce dernier. L'épuration des eaux usées obéit donc à une logique de préservation des ressources en eau et de protection de l'environnement (Benallaoua, 2013).

6-1-Prétraitements

Cette étape est destinée à extraire de l'eau brute la plus grande quantité d'éléments dont la nature ou les dimensions constitueraient une gêne pour les traitements ultérieurs.

6-1-1- Dégrillage

Le dégrillage consiste à séparer les matières les plus volumineuses charriées par l'eau brute, en faisant passer l'effluent d'entrée à travers des barreaux dont l'écartement est bien calculé. L'efficacité du dégrillage est en fonction de l'écartement entre les barreaux de la grille ; on distingue : Pré dégrillage, dégrillage moyen, dégrillage fin.

6-1-2- Dessablage

Le dessablage consiste à retirer de l'effluent, les sables et les particules minérales plus ou moins fines, par sédimentation, afin de protéger les conduites et les pompes contre la corrosion, et éviter même le colmatage des canalisations par les dépôts au cours du traitement.

6-1-3- Dégraissage-déshuilage

Cette étape se base également sur la réduction de vitesse d'écoulement des eaux afin de faire flotter les graisses. Cette flottation est accélérée par l'injection de microbulles d'air par le fond. Les graisses sont ensuite raclées en surface. Cette technique permet d'éliminer 80 à 90% des graisses et matières flottantes (soit 30 à 40 % des graisses totales) (Vandermeersch, 2006).

6-2- Traitement primaire**6-2-1- Décantation physique naturelle**

Consiste la décantation des matières en suspension (MES) dans un bassin de sédimentation. En éliminant une fraction de ces solides en suspension, il permet d'alléger les traitements biologiques ultérieurs. L'efficacité du traitement dépend du temps de séjour des eaux dans le bassin et de la vitesse de chute des matières en suspension (Khaldi, 2017).

6-2-2- Décantation physico-chimique

Dans certains cas, et afin d'améliorer le rendement et la sédimentation, un traitement physico-chimique est également réalisé, c'est le processus de coagulation-floculation qui est employé pour séparer les solides en suspension de l'eau lorsque la vitesse de décantation naturelle est trop lente pour obtenir une clarification efficace. Ces traitements sont généralement utilisés dans les stations d'épuration de grande capacité, ou dans celles ayant à faire à de grandes variations de charges dans l'année (zone touristique) (Khaldi, 2017).

Le traitement primaire permet de réduire la charge polluante arrivant au traitement secondaire mais génère un volume de boues important

7- Traitement secondaire (biologique)

Le traitement biologique des eaux usées est le procédé qui permet la dégradation des polluants grâce à l'action de micro-organisme. Ce processus existe spontanément dans les milieux naturels tels que les eaux superficielles suffisamment aérées. Une multitude d'organismes est associée à cette dégradation selon différents cycles de transformation (Bouزيد et Yahiaoui, 2015).

7-1- Cultures fixées**• Lits bactériens**

Le principe de ce procédé consiste à faire ruisseler les eaux usées, préalablement décantées sur une masse de matériaux poreux ou caverneux, qui sert de support aux micro-organismes épurateurs.

• Disques biologiques

Cette technique est constituée par des disques biologiques tournant, les micro-organismes se développent et forment un film biologique épurateur à la surface des disques. Les disques étant semi immergés, leur rotation permet l'oxygénation de la biomasse fixée (Halil et Mouloudj, 2018).

7-2- Cultures libres**• Boues activées**

C'est un traitement en deux phases ; contact de la biomasse et de l'eau usée dans un réacteur puis séparation des solides de la phase liquide épurée par décantation. Ce processus est le plus répandu. Son développement est dû à ses excellentes performances de dépollution (rendement supérieur à 95 %) par rapport aux autres procédés existants. En contrepartie, suivant le type

d'effluents à traiter, ce procédé peut être difficile à maîtriser notamment pour le traitement de l'azote et du phosphore ou en cas de variations importantes des flux à traiter (Attab, 2011).

- **Lagunages**

Il existe des lagunages naturelles et aérées. Dans les lagunages naturelles, l'eau à épurer est stockée dans un bassin de faible profondeur. Des bactéries aérobies se développent et utilisent la matière organique comme source de nourriture et aboutissent à la formation d'une boue activée dispersée. Le fond de la lagune est anaérobie.

Les lagunes aérées sont des dispositifs très proche du procédé à boues activées où l'oxygène est apporté avec des aérateurs artificiels pour le maintien des conditions aérobies des bactéries épuratrices (Halil et Mouloudj, 2018).

8- Traitement tertiaires

Les traitements tertiaires que l'on dénomme aussi épuration complémentaire ou épuration avancée ou épuration de finissage, constituent un complément d'épuration des eaux usées en vue d'améliorer les caractéristiques de cette eau usée domestique ayant subi une épuration biologique ou un traitement physico-chimique préalable, pour régénérer ces eaux et adopter leurs nouvelles qualités à l'usage qu'on veut faire.

Ils constituent une chaîne d'épuration "hautes performances" qui peut être décidée pour des raisons et applications diverses :

- Amélioration générale des critères de rejet de manière à parfaire l'équilibre biotique du milieu récepteur (rivière lac. etc.) et lutte contre l'eutrophisation des milieux aquatiques ;
- Faciliter le traitement des eaux souterraines destinées à l'alimentation (Amouchas et Hassaine, 2013).

8-1- Elimination de l'azote

Les stations d'épuration n'éliminent qu'environ 20 % de l'azote présent dans les eaux usées. Pour satisfaire les normes de rejet en zones sensibles, des procédés physiques et physico-chimiques complémentaires permettent l'élimination de l'azote telle que l'électrodialyse et résines échangeuses d'ions, mais ces traitements ne sont pas applicables en traitement des eaux résiduaires urbaines, pour des raisons de rendement et de leurs couts prohibitifs (Attab, 2011).

Le processus de nitrification consiste d'abord en l'oxydation de l'azote ammoniacal en nitrites (NO_2^-), un état intermédiaire, puis ce dernier est rapidement oxydé en nitrates. Cette transformation, qui est effectuée en présence d'oxygène par des bactéries autotrophes nitrifiantes, se divise en deux étapes, la première étant assurée par des bactéries *Nitrosomonas* et la deuxième par des bactéries *Nitrobacter*.

La dénitrification est un processus anoxie au cours duquel les bactéries hétérotrophes vont changer leur métabolisme pour utiliser les formes oxydées d'azote (NO_2^- , NO_3^-) comme accepteurs d'électron au lieu de l'oxygène moléculaire (O_2). La réduction biologique du nitrate au cours de la dénitrification mènera à la production finale de N_2 (Saadi, 2013 ; Canler *et al.*, 2007).

8-2- Élimination du phosphore

Les techniques de déphosphoration qui sont appliquées sont essentiellement appelées : soit aux réactions de précipitation par procédés physico-chimiques, soit aux propriétés de certains microorganismes épurateurs assurant une sur élimination du phosphore par procédés biologiques.

- **Déphosphatation chimique**

L'élimination chimique du phosphore est réalisée à moyen de réactifs (sels de fer et d'aluminium, chaux) qui donnent naissance à des précipités ou complexes insolubles séparés de l'eau par des techniques de séparation de phases solide liquide.

- **Déphosphoration biologique**

Le principe de la déphosphoration biologique consiste en une accumulation de phosphore dans la biomasse microbienne, essentiellement par les bactéries accumulatrices de polyphosphate (poly-P), en vue de réaliser des réserves d'énergie ou des réserves en phosphore. Cette déphosphoration demande une alternance de séquences anaérobies/aérobies : l'alternance de ces séquences a pour but de modifier l'équilibre enzymatique régulant la synthèse du poly-P en phase anaérobie (Amouchas et Hassaine, 2013).

8-3- Désinfection

La désinfection est un traitement qui permet de détruire et d'éliminer les micro-organismes susceptibles de transmettre des maladies.

Ce traitement n'inclue pas nécessairement la stérilisation, qui est la destruction de tous les organismes vivants dans un milieu donné. On peut procéder à la désinfection en ajoutant à l'eau une certaine quantité d'un produit chimique doté de propriétés germicides. Il existe généralement deux types de désinfection : chimique (Le chlore (Cl_2), hypochlorite de sodium, dioxyde de chlore, brome...) et physique (UV, ébullition, rayons gamma...) (Saadi, 2013).

8-4- Traitement des odeurs

Des installations de désodorisation chimiques ou biologiques sont également mises en place au sein des stations d'épuration, la désodorisation chimique est la technique la plus utilisée. Les gaz malodorants sont captés puis envoyés dans des tours de lavage où un liquide désodorisant est pulvérisé. Ces lavages peuvent comporter de la soude, de l'acide et / ou de l'hypochlorite de sodium (l'eau de javel), réactifs qui captent ou neutralisent les mauvaises odeurs (Metahri, 2012).

9- Traitement des boues

Ce traitement a pour objectif de réduire le volume d'eau contenu dans les boues, de stabiliser les boues (suppression des odeurs), d'hygiéniser les boues (réduction des germes pathogènes) et de les conditionner pour une valorisation matière ou énergétique (Renou, 2006). Les divers modes de traitement des boues peuvent se résumer comme suit :

9-1- Stabilisation

La stabilisation consiste à réduire au maximum l'activité biologique de dégradation des boues et plus particulièrement leur fermentation. Elle réduit fortement la nuisance olfactive, les émissions de méthane, les risques de lixiviation, les populations bactériennes et la demande biologique en oxygène (DBO_5) (Allach *et al.*, 2015).

9-2- Épaississement

C'est un traitement qui permet de réduire le volume des boues sans dépense d'énergie. Il est en quelque sorte un décanteur poussé dans lequel les boues sont soumises à une lente agitation favorisant l'agglomération et le dépôt des matières en suspension. Ainsi, la teneur en eau est réduite de 90 % (Bessedik, 2015).

9-3- Déshydratation et conditionnement

La déshydratation des boues constitue la dernière étape de réduction du volume de boues. Il existe deux types de déshydratation : mécanique et naturelle

9-4- Destination finale des boues

- **Epandage agricole**

C'est une valorisation de sous-produits, qui consiste à répandre sur un champ des boues riche en fertilisants. La disponibilité du phosphore, de l'azote, et du taux de matière organique des boues, est conditionnée par le procédé de traitement utilisé dans la station. Les boues une fois épandues, augmentent le rendement des cultures. Elles contiennent des nutriments pour les cultures, et servent d'amendements organiques et calciques pour améliorer les propriétés physiques et chimiques du sol.

- **Incinération**

Elle permet de détruire toute la matière organique des boues, et parfois génère de la vapeur ou de l'électricité.

- **La méthanisation**

C'est un processus biologique anaérobie conduisant à la production de gaz carbonique et du méthane.

- **Mise en décharge**

Elle est considérée comme le dernier recours en matière d'évacuation des boues, elle doit être contrôlée et considérée comme une filière de secours (Bouzid et Yahiaoui, 2015).

1- Présentation de la zone d'étude

1-1- Présentation de la STEP

La station d'épuration de Boukhalfa, traite les effluents domestiques de la partie Ouest de l'agglomération de la ville de Tizi-Ouzou et les déverse vers l'oued Sebaou pour un recyclage court dans la nappe du Sébaou. Elle a été conçue en 1978, et mise en service en Novembre 2006 voir figure 1 et fiche technique de la STEP au tableau I.



Figure 1 : Vue générale de la STEP Ouest de T-O.

Tableau I : Fiche technique de la station d'épuration

Désignation	Valeur
Type du réseau	Unitaire
Nature des eaux brutes	Domestiques
Population raccordée	25 000 EH
Débit nominal	3750 m ³ /j

Les objectifs à atteindre fixés par l'ONA sont :

- $DBO_5 \leq 30$ mg/l sur un échantillon moyen de 24 heures.
- $MES \leq 30$ mg/l sur un échantillon de 24 heures
- $DCO \leq 90$ mg/l sur un échantillon de 24 heures.
- pH compris entre 6,6 et 8,5.

1-2- Géographie et topographie du site

La station d'épuration de Boukhalfa est située à l'Ouest de la ville de Tizi-Ouzou, sur la rive gauche de l'Oued Sébaou, à 40 mètres de la RN 12 (à proximité de l'autoroute Tizi-Ouzou - Alger), voir figure 2.



Figure 2 : Image satellitaire représentant la localisation géographique de la STEP Ouest de T-O (Google Earth, 2019).

1-3- Description et fonctionnement des ouvrages de la station

Le principe du traitement est celui d'une épuration biologique à boues activées en culture libre à faible charge et aération prolongée.

Les étapes de traitement des eaux de la station Ouest de Boukhalfa sont dans l'ordre comme suit :

Arrivée des eaux brutes

Par fonction gravitaire, les eaux brutes sont acheminées vers les ouvrages de la station. A l'amont de la STEP, se trouve un regard (déversoir) d'arrivée des eaux du versant Ouest de Tizi-Ouzou, muni d'une grille fixe conçue pour retenir les déchets volumineux voir la figure 3.



Figure 3 : Arrivée des eaux usées.

- Vanne du by-pass

Sert à by-passer la station en cas d'arrivée d'un effluent anormalement chargé comme la présence d'huile de vidange par exemple.

1-3-1- Etapes de traitement de l'eau

1-3-1-1- Prétraitements

- **Dégrillage** : il est constitué de :
 - ✓ Un dégrillage automatique droit avec espacement entre barreaux de 30 mm. Les rejets de ce dégrillage tombent dans une vis transporteuse où ils sont compactés et acheminés vers une benne. Les eaux produites lors du compactage sont retournées par gravité vers le canal de prétraitement.
 - ✓ Un dégrillage fin avec espacement entre barreaux de 8mm, dont le fonctionnement est identique à celui décrit ci-dessus. Les rejets seront acheminés vers la même benne par une vis transporteuse voir les figures 4, 5 et 6.



Figure 4 : Dégrilleur
Mécanique.



Figure 5 : Dégrilleur
manuel.



Figure 6 : Vis
transporteuse.

- **Dessablage-Déshuilage**

Ce bassin a une forme de demi-cercle, où se fait :

- ✓ Une flottation des huiles et des graisses : ces produits étant de densité inférieure à celle de l'eau, donc l'injection des microbulles d'air permet d'accélérer la flottation des graisses, ensuite elles seront éliminées par raclage en surface.
- ✓ Une décantation des sables par gravité : après sédimentation, ces particules sont aspirées par une pompe à sable, récupérées à l'aide d'une vis sans fin et mises ensuite en décharge voir la figure 7.



Figure 7 : Bassin dessablage-déshuilage.

Le bassin dessablage-déshuilage présente les caractéristiques suivantes voir tableau II.

Tableau II : Caractéristiques du bassin dessablage-déshuilage.

Désignation	Valeurs
Surface	60 m ²
Hauteur moyenne	3,15 m
Volume	133,8 m ³
Temps de séjours	51,38 mn

Il existe quatre (04) soufflantes d'air dans le bassin dessableur-dégraisseur :

- **Deux soufflantes à droite** : sont utilisées pour l'évacuation des sables du bassin vers le séparateur du sable.
- **Deux soufflantes à gauche** : sont utilisées pour injecter de l'air comprimé en petites gouttelettes pour favoriser l'accélération du phénomène de la flottation des huiles et graisses dans le bassin.

1-3-1-2- Traitement secondaire

- **Aération**

La station dispose d'un grand bassin d'aération (bassin biologique aéré), qui a pour but d'éliminer les matières organiques biodégradables (solides, colloïdales et dissoutes), contenus dans l'eau usée par l'action de microorganismes, en présence d'oxygène dissous.

Le brassage permet d'homogénéiser le mélange des floccs bactériens avec l'eau usée et d'éviter leur dépôt voire la figure 8.



Figure 8 : Bassin d'aération.

Le bassin d'aération dont dispose la station présente les caractéristiques suivantes voir tableau III et figure 8, 9.

Tableau III : Caractéristiques du bassin d'aération.

Désignation	Valeurs
Longueur	45 m
Largeur	31 m
Hauteur d'eau	3,5 m
Surface	1395 m ²
Volume d'eau	4882,5 m ³

Mode de fonctionnement alterné des aérateurs dans le bassin biologique :

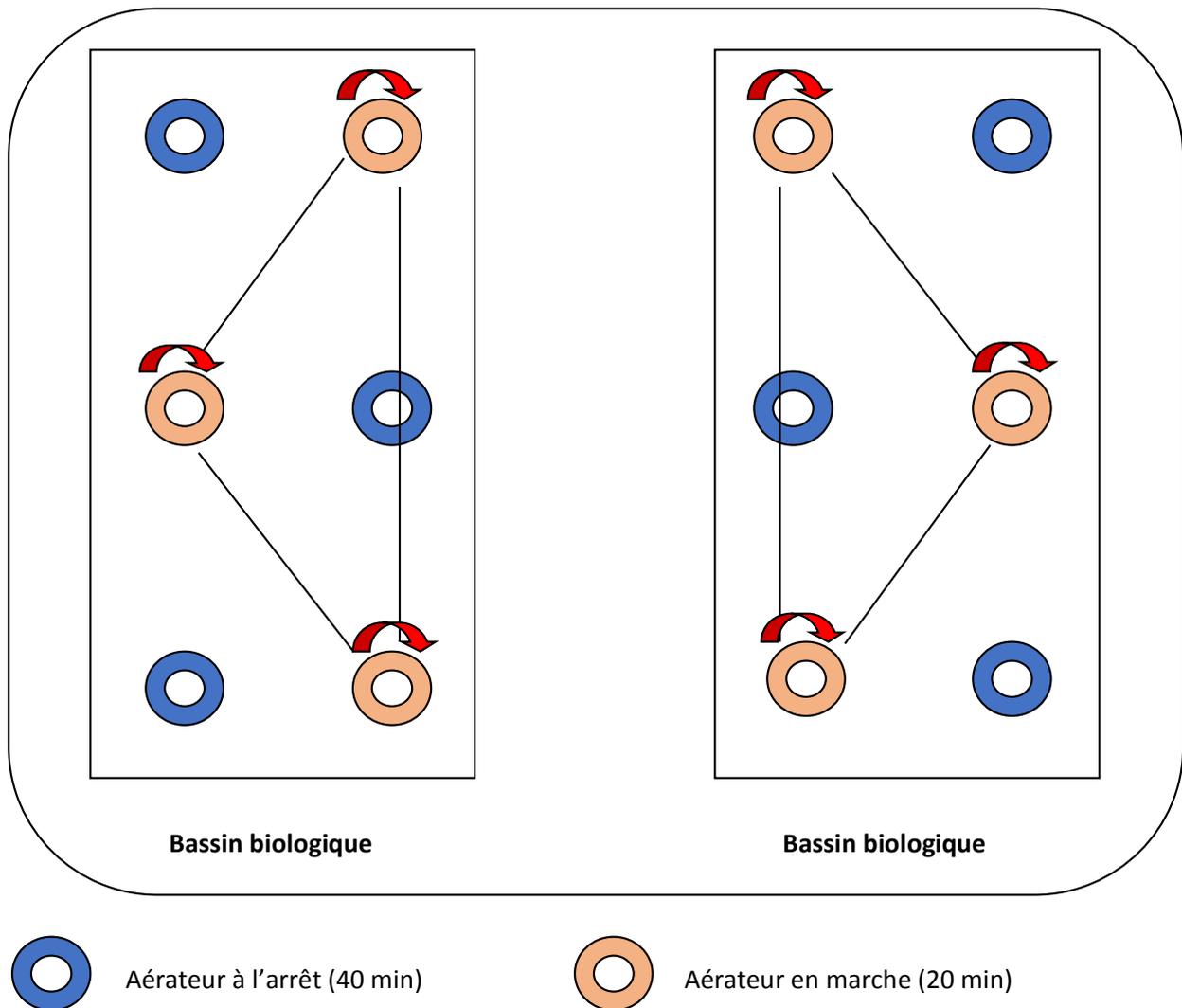


Figure 9 : Mode de fonctionnement des aérateurs dans le bassin biologique.

La fonction des aérateurs est d'assurer un bon brassage et une bonne oxygénation :

- ✓ Un bon brassage : bonne homogénéisation de la liqueur mixte.
- ✓ Une bonne oxygénation : fournir de l'oxygène aux bactéries pour favoriser l'oxydation.

- **Clarification secondaire**

Consiste à mettre les boues activées générées en phase d'activation dans un état de stress alimentaire et respiratoire pour s'agglomérer avec les sécrétions de polysaccharides et enfin décantent. Une partie des boues décantées seront recyclées les boues en excès seront envoyées vers la stabilisation, l'épaississement et enfin les lits de séchage voir la figure 10.



Figure 10 : Bassin de clarification.

Les bassins de clarification au niveau de la STEP Ouest, présentent les caractéristiques indiquées dans le tableau IV :

Tableau IV : Caractéristiques des bassins de clarification.

Désignation	Valeurs
Hauteur de l'eau	3 m
Superficie utile	980 m ²
Volume	2 940 m ³
Diamètre	21 m
Charge hydraulique au débit moyen	0,311 m ³ /m ² /h
Charge hydraulique au débit de pointe	0,78 m ³ /m ² /h
Vitesse ascensionnelle au débit moyen	0,31 m/h
Vitesse ascensionnelle au débit de pointe	0,78 m/h

Les boues décantées sont dirigées à l'aide d'un racleur vers un puits central de collecte, et sont reprises par des tuyauteries en les acheminant vers la bêche de pompage. Les eaux décantées sont recueillies dans une goulotte périphérique pour être dirigées vers le bassin de désinfection.

3-2- Désinfection ou chloration

L'eau clarifiée est ensuite acheminée vers le bassin de désinfection ou de chloration. Dans ce bassin, les eaux ne font que le passage puisqu'il n'est pas fonctionnel, car les eaux épurées sont directement rejetées dans l'Oued figure 11.



Figure 11 : Bassin de désinfection.

Le bassin de désinfection présente les caractéristiques qu'indique le tableau V :

Tableau V : Caractéristiques du bassin de désinfection.

Désignation	Valeur
Nombre d'ouvrage	1
Longueur	10 m
Largeur	7,8 m
Hauteur d'eau	3 m
Surface unitaire	78 m ²
Volume unitaire	234 ³

3-3- Traitement des boues

3-3-1- Épaississement

C'est le premier stade de traitement des boues, vise à augmenter la siccité (teneur en matières sèches), sans pour autant modifier le caractère liquide de la boue.

Les boues en excès sont évacuées vers cet ouvrage pour subir un épaississement par décantation et stabilisation.

L'ouvrage d'épaississement est construit en béton armé, il est équipé d'un pont racleur diamétral à entraînement central supporté par une colonne en béton armé et des aeroflot qui évitent la fermentation.

L'accès au centre se fait par une passerelle construite en béton armé. Les boues sont admises dans la partie centrale de l'ouvrage et guidées vers le fond à l'aide d'un déflecteur métallique. Le surnageant passe par surverse dans une goulotte périphérique d'où il est retourné en tête du poste de relevage, tandis que les boues épaissies sont ramenées à l'aide de pompes à rotor dans une fosse centrale, d'où elles sont envoyées vers les lits de séchage voir figure 12.



Figure 12 : Epaississeur.

Ce bassin présente les caractéristiques indiquées dans le tableau VI :

Tableau VI : Caractéristiques du bassin de l'épaississement.

Désignation	Valeur
Diamètre	6 m
Hauteur d'eau	4 m
Surface unitaire	28 m ²
Volume unitaire	113,04 m ³

3-3-2- Séchage

Les boues épaissies sont envoyées vers les lits de séchage où elle séjourne 20 à 24 jours ; la station compte 8 lits dont les caractéristiques unitaires sont les suivantes voir tableau VII et figure 13 :

Tableau VII : Caractéristiques des lits de séchage.

Désignation	Valeurs
Nombre d'ouvrage	8
Longueur	24,5 m
Largeur	10 m
Hauteur d'eau	0,55 m
Surface unitaire	245 m ²
Volume unitaire	134,75 m ³



Figure 13 : Lits de séchage.

La dernière étape le séchage des boues et leur extraction manuelle vers les aires de stockage, où elles sont ensuite récupérées par des agriculteurs qui l'utilisent comme engrais.

2-1- Filière eau**1-1- Principe d'échantillonnage**

Au niveau de la station d'épuration Ouest de Tizi-Ouzou, on applique la méthode d'échantillonnage composite ; qui consiste à prélever un volume déterminé à intervalles de temps régulier pour l'eau brute et pour l'eau épurée deux à trois fois par jour en fonction des besoins.

L'échantillonnage a été effectué du mois de Janvier jusqu'au mois d'Avril 2019, à raison d'un prélèvement par mois. Le choix du type d'échantillonnage est le suivant :

- Échantillons directs : sont des prélèvements automatiques, effectués directement à partir de l'échantillonneur et sont mesurés sur site comme la température, le pH.
- Échantillons composites : sont des prélèvements manuels instantanés pour la mesure de la turbidité, la conductivité, la MES, les NO_3^- , les NO_2^- , les PO_4^{3-} , l' NH_4^+ , la DCO et la DBO_5 .

Le di-échantillon est conservé immédiatement dans une glacière (Température < à 4°C) jusqu'à l'arrivée au laboratoire.

Deux points de prélèvement ont été choisis à savoir :

- Un prélèvement de l'eau brute avant les prétraitements.
- Un prélèvement de l'eau épurée à la sortie du clarificateur.

1-2- Analyse des caractéristiques des eaux usées**1-2-1- Analyses quotidiennes****1-2-1-1- Détermination du potentiel Hydrogène et la température**

Méthode : électrométrie (utilisation d'un pH-mètre)

- Préparer le pH-mètre.
- Étalonner l'appareil.
- Versé une quantité suffisante d'échantillon dans un bécher.
- Allumer le pH-mètre.
- Plonger la sonde de température et l'électrode dans l'échantillon.
- Attendre jusqu'à ce que la mesure se stabilise et faire la lecture.



Figure 14 : pH mètre



Figure 15 : Echantillons : l'eau
(Entrée et Sortie).

1-2-2- Analyse complète

1-2-2-1- Détermination des matières en suspension (MES)

Méthode : Spectrophotométrie

- Prélever 500 ml d'échantillon à analyser et homogénéiser.
- Préparer le spectrophotomètre.
- Remplir un flacon colorimétrique avec 25 ml d'échantillon à analyser.
- Préparer le blanc en remplissant un autre flacon colorimétrique de 25 ml d'eau distillée.
- Placer le blanc dans le puit de mesure, fermer le capot.
- Presser « Zéro », l'affichage indique « 0 mg /l MAT. EN SUSP ».
- Agiter le flacon d'échantillon.
- Placer l'échantillon dans le puit de mesure et fermer le capot.
- Presser la touche « Read Enter », l'affichage indique le résultat en « mg/l MAT.EN SUSP ».



Figure 16 : Spectrophotomètre.

1-2-2-2- Détermination de la conductivité

- Préparer le conductimètre
- Étalonner l'appareil.
- Verser une quantité d'échantillon dans un bécher.
- Allumer le conductimètre et sélectionner l'échelle de conductivité appropriée.
- Plonger la sonde dans l'échantillon.
- Attendre jusqu'à ce que la mesure se stabilise et faire la lecture. Le résultat obtenu est exprimé en « $\mu\text{S}/\text{cm}$ ».



Figure 17 : Conductimètre.

1-2-2-3- Détermination de la turbidité

Méthode : spectrophotométrie

- Prélever 500 ml d'échantillon à analyser et homogénéiser.
- Préparer le spectrophotomètre.
- Remplir un flacon colorimétrique avec 25 ml d'échantillon à analyser.
- Préparer le blanc en remplissant un autre flacon colorimétrique d'eau distillé.
- Placer le blanc dans le puit de mesure, fermer le capot.
- Presser « Zéro », l'affichage indique « 0 FTU ».
- Agiter le flacon d'échantillon.
- Placer le blanc dans le puit de mesure, fermer le capot.
- Presser la touche « Read Enter », l'affichage indique le résultat en « FTU ».

1-2-2-4- Détermination de la demande biochimique en oxygènes DBO₅

- Mettre en marche DBO mètre tout en réglant le thermostat à 20°C.
- Remplir une bouteille en verre marron avec un volume 432 ml d'eau de sortie et une autre de 164 ml d'eau d'entrée.
- Introduire un barreau magnétique dans chaque flacon.
- Ajouter deux pastilles de l'hydroxyde de potassium (KOH).
- Placer les Oxy-Top sur les flacons.
- Appuyer sur la touche A et B simultanément jusqu'à ce que le zéro s'affiche pour lancer la lecture.
- Mettre les bouteilles dans l'incubateur à 20°C pendant 5 jours.
- La lecture se fait après 5 jours à la même heure en appuyant sur la touche B (la valeur s'affiche en mg d'O₂/l).



Figure 18 : DBO mètre.

1-2-2-5- Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO)

- Bien mélanger un volume d'échantillon à l'aide d'un agitateur magnétique pour l'homogénéiser.
- Prélever à l'aide d'une pipette un volume de 2 ml de l'échantillon à analyser.
- Introduire le volume dans les tubes DCO prêts à emploi selon leurs gammes.
 - Pour l'eau brute (LCK 114) on prend la gamme de 150 à 1000 mg/l d'O₂.
 - Pour l'eau épurée (LCK 314) on prend la gamme de 15 à 150 mg/l d'O₂.
- Mettre les tubes dans le réacteur DCO pendant 2 heures à 150° C.

- Faire sortir les échantillons et laisser refroidir à température ambiante pendant 30 minutes.
- Placer les tubes dans le spectrophotomètre et lisez directement le résultat.



Figure 19 : Réacteur DCO



Figure 20 : Tube DCO

1-2-2-6- Détermination de l'azote ammoniacal (NH_4^+)

Pour mesurer ce paramètre, on possède à la dilution pour chaque échantillon à savoir :

- Eau d'entrée : une dilution à 1/100 (1 ml).
- Eau de sortie : une dilution à 1/25 (4 ml).

Mode opératoire

- Prélever 10 ml d'échantillon dilué (eau épurée et eau brute) et l'eau distillée, remplir 3 cuves.
- Ajouter dans chaque cuve du salicylate.
- Agiter pour dissoudre et le laisser agir pendant 3 min.
- Ajouter le réactif cyanurates alcalin à chaque cuvette, puis agiter pour dissoudre la poudre et laisser réagir pendant 15 min.
- Régler le spectrophotomètre en choisissant le programme de NH_3
- Placer le blanc dans le puis de mesure et pressez zéro, le résultat affiché 0,00 mg/l $\text{NH}_3\text{-N}$.
- Placer les autres cuvettes l'une après l'autre (entre, sortie), appuyé sur mesurer puis les résultats s'affichent en mg/l.

1-2-2-7- Détermination des nitrite NO₂⁻

Pour la détermination des nitrates, le dosage a été réalisé par la méthode de Diazonation (Réactifs en gélules ou ampoules Accu Vac).

- Après filtration des eaux brute, on prélève 10 ml d'échantillon (d'entrée et sortie).
- Ajouter aux échantillons le réactif Nitri Ver 3 puis agiter.
- Appuyer sur l'icône représentant la minuterie ensuite, appuyer sur OK, une période de réaction de 15 min va commencer.
- Lorsque le minuteur sonne, remplir une cuvette avec 10 ml d'échantillon (le blanc), essuyer l'extérieur des cuvettes avec un tissu propre.
- Placer le blanc dans le puits de mesure, presser zéro. L'affichage indique : 0,00 mg/l NO₂-N.
- Placer l'échantillon préparé dans le spectrophotomètre, puis appuyer sur mesurer, la concentration de nitrite s'affiche en mg/l.

1-2-2-8- Détermination des nitrates NO₃⁻

Méthode de réduction au cadmium.

- Gamme 0 à 0,5 mg/l pour eau d'entrée
 - Préparer le spectrophotomètre, appliquer le numéro du programme.
 - Prendre 15 ml d'échantillon, rajouter le réactif Nitra Ver 6 avec 3 min d'agitation, 3 min de réaction et 2 min de repos.
 - Prélever 10 ml d'échantillon en lui rajoutant le réactif Nitra Ver 3, avec un temps de réaction de 15 min.
 - Préparer le blanc avec 15 ml d'échantillon.
 - Placer le blanc dans le puits de mesure, presser zéro. L'affichage indique : 0,00 mg/l NO₃-N.
 - Placer l'échantillon préparé dans le spectrophotomètre, puis appuyer sur mesurer, la concentration de nitrite s'affiche en mg/l.
- Gamme 0 à 30 mg/l pour eau de sortie
 - Préparer le spectrophotomètre, appliquer le numéro du programme.
 - Prendre 10 ml d'échantillon, rajouter le réactif Nitra Ver 5, avec 1 min d'agitation et 5 min de réaction.
 - Préparer le blanc avec 10 ml d'échantillon.

- Placer le blanc dans le puits de mesure, presser zéro. L'affichage indique : 0,00 mg/l NO₃-N.
- Placer l'échantillon préparé dans le spectrophotomètre, puis appuyer sur mesurer, la concentration de nitrite s'affiche en mg/l.

1-2-2-9- Détermination des orthophosphates (PO₄³⁻)

Pour mesurer ce paramètre, on possède à la dilution de l'échantillon à savoir :

- Eau d'entrée : une dilution à 1/10 (2.5 ml)
- Eau de sortie : une dilution à 1/10 (2.5 ml)
- Préparer le spectrophotomètre, puis appliquer le numéro du programme.
- Prélever 10 ml d'échantillon.
- Ajouter le réactif Phos Ver 3 avec agitation pendant 2 min.
- Remplir une cuvette avec 10 ml du blanc et une autre avec 10 ml d'échantillon.
- Placer le blanc dans le puits de mesure.
- Presser : zéro, le curseur se déplace vers la droite puis l'affichage indique : 0,00 mg/l PO₄.
- Placer l'échantillon préparé dans le puits de mesure.
- Appuyer sur mesurer, et la concentration s'affiche.

2- Filière boue

Afin d'évaluer les caractéristiques des boues ainsi qu'à quantifier leur production, des analyses sont effectuées au cours du traitement des boues.

Des prélèvements ont été effectués sur différents points à savoir : boue activée et boue de retour.

Le suivi permet de déterminer les caractéristiques des boues : les matières sèches, teste de décantation V₃₀ et MVS.

2-1- Analyses des caractéristiques des boues

2-1-1- Matières sèches (MS)

La matière sèche (MS) est ce que l'on obtient lorsqu'on retire l'eau d'un produit.

Le pourcentage de matière sèche est le ratio entre le poids de la matière sèche et la masse de la matière non-séchée (hydratée).

Mode opératoire

- Peser un papier filtre (P₀) et le placer dans l'entonnoir.
- Placer l'entonnoir sur un bécher.
- Verser 100 ml de l'échantillon de boue et laisser filtrer.

- Après filtration, on met le papier filtre dans une coupelle.
- Sécher à l'étuve à 105 °C jusqu'à obtention d'un poids constant, voir figure 24.
- Peser le filtre pour la 2^{ème} fois soit P₁.
- La concentration des MS est obtenue selon la formule :

$$MS = \frac{(P_1 - P_0)}{V} \times 1000 \text{ (g/l)}$$

Avec :

MS : matières sèches

V : volume de l'échantillon

P₀ : poids du papier filtre

P₁ : poids du filtre avec boues après séchage à 105°C.



Figure 21 : Filtration.



Figure 22 : Etuve.

2-1-2- Test de décantation (V₃₀)

V₃₀ : C'est le volume de boue décanté au bout de 30 minutes, exprimé en ml/L.

- Après 15 min de marche de l'aérateur, on prélève un échantillon de boue.
- Remplir un cône de 1000 ml avec 1L de boue et agiter.
- Après 30 min de décantation, noter le niveau de boue décantée voir la figure 25.



Figure 23 : Cône de V_{30}

- Si le volume est supérieur à 300 ml, on précède une dilution avec de l'eau épurée où on calcule l'indice de boue suivant, voir le tableau VIII :

$$IB = \frac{V_{30}}{MS} \times \text{facteur de dilution} \text{ (mg/l)}$$

Tableau VIII : Relation entre l'indice de boue et la décantation des boues.

I_B en mg/g	Signification
$I_B < 50$	Floc bactérien trop fin
$I_B = 100$	Floc bactérien bien constitué situation idéale
$100 < I_B < 150$	Floc bactérien normalement constitué
$150 < I_B < 200$	Floc bactérien léger décantation ralentie
$I_B > 200$	Mauvaise décantation floc bactérien gonflé et très léger

- Si le volume est inférieur à 300 ml, on calcule l'indice de MOHLMAN selon la formule suivante, voir le tableau IX :

$$IM = \frac{V_{30}}{MS} \text{ (mg/l)}$$

IM est la mesure de la décantabilité des boues activées et leur état d'hydratation.

Tableau IX : relation entre l'indice de MOHLMAN et l'aspect de la boue.

IM en mg/L	Signification
IM<50	La boue a un aspect granuleux et risque de former des dépôts
50<IM<150	Une boue activée de bonne structure
IM>150	La boue est en gonflement Décantabilité de la boue est réduite Développement des bactéries filamenteuses

2-1-3- Matières volatiles sèches MVS

- Introduire un échantillon de boue dans une coupelle de poids connu (P₀).
- Placer la coupelle dans l'étuve à 105°C, jusqu'à évaporation totale.
- Après refroidissement, peser la coupelle (P₁).
- Dans un four à moufle, calciner à 550°C pendant 2 heures.
- Après calcination, peser la coupelle (P₂).
- Par la relation suivante, on détermine la concentration des MVS :

$$MVS = \frac{P_1 - P_2}{P_1 - P_0} \times 100$$

Avec :

MVS : matières volatiles sèches

P₀ : poids de la coupelle vide (g)

P₁ : poids de la coupelle + boue après séchage (g)

P₂ : poids de la coupelle + boue après calcination (g).

1- Filière eau

1-1- Potentiel d'Hydrogène

Les valeurs du pH enregistrées pour les eaux brutes et traitées de la STEP sont représentées sur la figure 24.

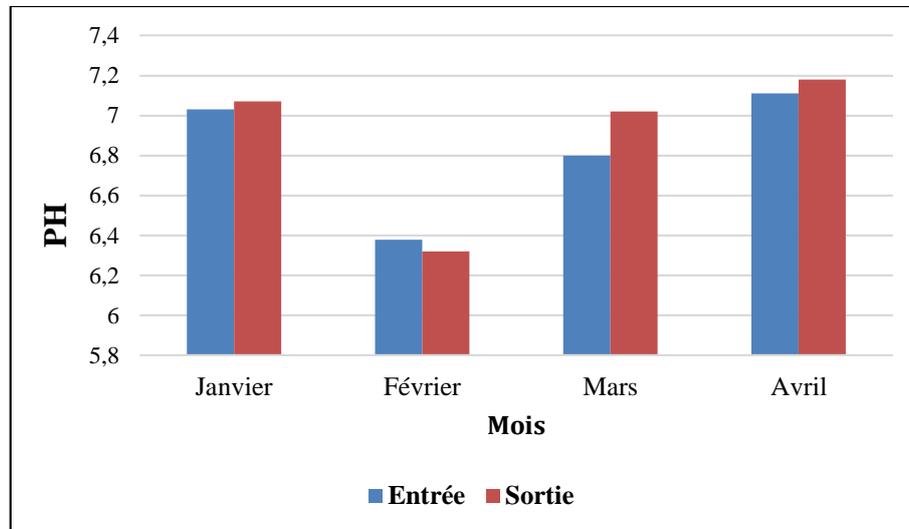


Figure 24 : Variations moyennes du pH à l'entrée et à la sortie de la STEP.

Les valeurs du pH des eaux usées brutes, oscillent entre 6,38 et 7,11 avec une moyenne de 6,83 voir la figure 27. À la sortie, nous avons enregistré pratiquement les mêmes valeurs. Ces dernières varient entre 6,32 et 7,18 avec une moyenne de 6,89.

Ces valeurs sont situées dans la bonne gamme d'activité microbienne, elles sont dans l'intervalle de la norme prescrite à savoir (6,5 – 8,5).

1-2- Température

Les valeurs de température enregistrées pour les eaux brutes et traitées de la STEP sont représentées sur la figure 25.

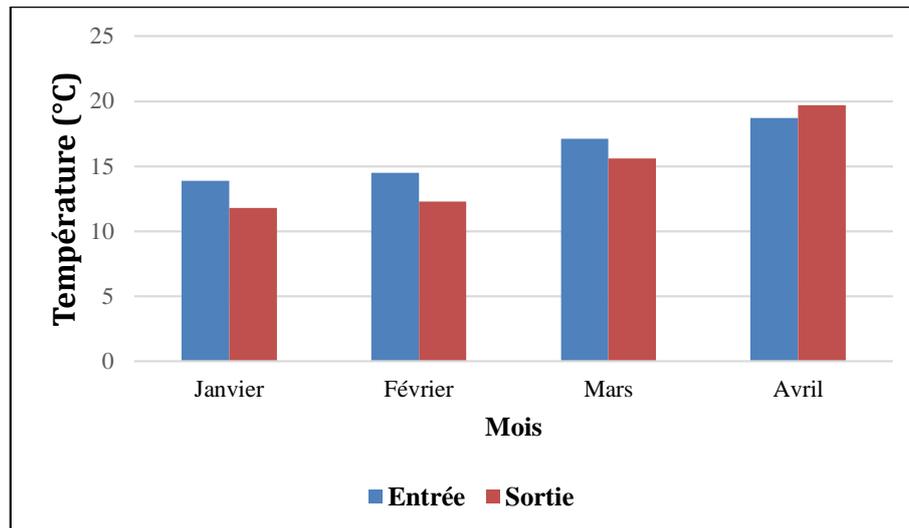


Figure 25 : Variations moyennes de la température à l'entrée et à la sortie de la STEP.

Les valeurs de la température des différents échantillons sont très proches. Elles oscillent entre un minimum de 13,9 °C et un maximum de 18,7 °C avec une moyenne de 16,05 °C à l'entrée, et entre 11,8 °C et 19,7 °C pour les eaux à la sortie, avec une moyenne de 14,85 °C. Nous avons remarqué une légère différence entre l'entrée et la sortie, avec une augmentation qui suit les températures saisonnières.

En Algérie, les normes de rejets des eaux usées admises dans la nature sont de l'ordre de 30 °C. D'où, ces valeurs restent optimales pour l'activité biologique.

1-3- Conductivité

Les valeurs de conductivité enregistrées pour les eaux brutes et traitées de la STEP sont représentées sur la figure 26.

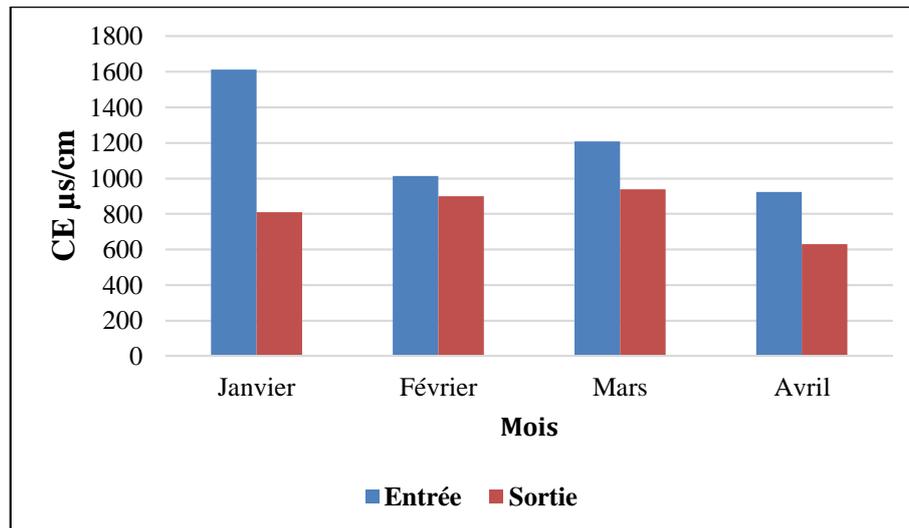


Figure 26 : Valeurs moyennes de la conductivité.

Dans les eaux usées brutes, la valeur maximale est de 1612 $\mu\text{S/cm}$ et la valeur minimale est de l'ordre de 923 $\mu\text{S/cm}$, avec une moyenne de 1189,25 $\mu\text{S/cm}$. Pour les eaux traitées, la valeur maximale de la conductivité enregistrée est de 940 $\mu\text{S/cm}$ et la valeur minimale est de 630 $\mu\text{S/cm}$ avec une moyenne de 820 $\mu\text{S/cm}$ voir la figure 30. Cette diminution pourrait s'expliquer par l'efficacité du traitement particulièrement les étapes de sédimentation et de biotransformation par la biomasse épuratrice.

1-4- Turbidité

Les valeurs de turbidité enregistrées pour les eaux brutes et traitées de la STEP sont représentées sur la figure 27.

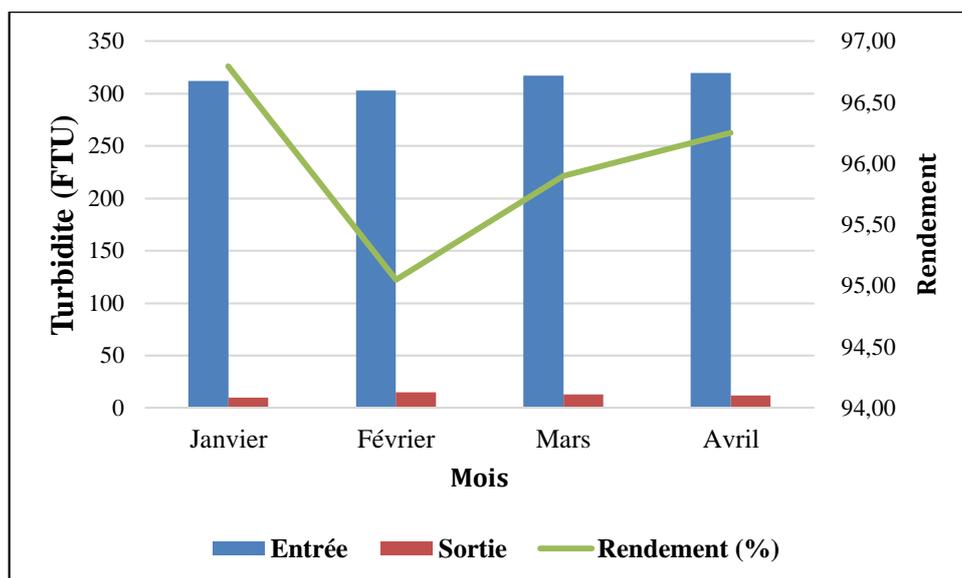


Figure 27 : Valeurs moyennes et rendements épuratoires de la turbidité.

Les valeurs de la turbidité des eaux brutes varient entre 300 FTU et 320 FTU, avec une moyenne de 313 FTU. À la sortie de la STEP, ces valeurs varient entre 10 FTU et 15 FTU, avec une moyenne de 12,5 FTU. Le rendement moyen d'élimination de la turbidité est de 96%. À cet effet, nous avons remarqué une élimination notable entre l'entrée et la sortie, cela reflète l'efficacité de la chaîne du traitement.

1-5- Matière en suspension

Les valeurs de la matière en suspension enregistrées pour les eaux brutes et traitées de la STEP sont représentées sur la figure 28.

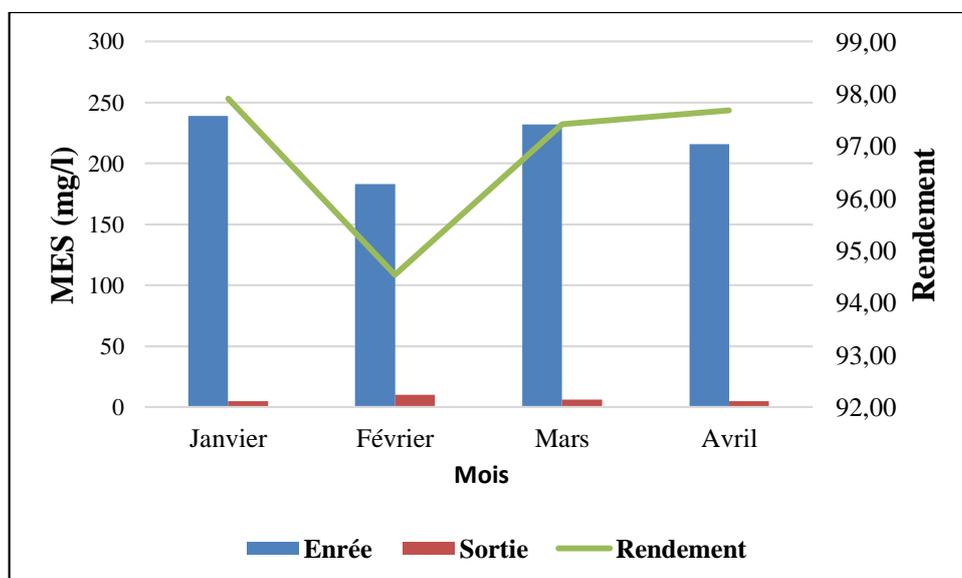


Figure 28 : Variations moyennes de la MES à l'entrée et à la sortie de la STEP.

Les valeurs enregistrées révèlent un abattement important de la MES entre les eaux brutes et traitées figure 28. Elles se situent entre 183 mg/l et 239 mg/l avec une moyenne de 217,5 mg/l pour les eaux brutes. Pour les eaux épurées, les valeurs de la MES varient entre 5 mg/l et 10 mg/l

Ces résultats indiquent des concentrations élevées en MES à l'entrée, cela peut s'expliquer par la charge importante de l'effluent, par ailleurs, suite aux étapes d'épuration elles deviennent normales à la sortie. Cette diminution est due à la décantation des matières au niveau des clarificateurs primaires et secondaires. Elles restent cependant, inférieures à la norme de rejet fixée par l'OMS (30 mg/l) et à celle du journal officiel algérien limitée à 35 mg/l. Le rendement moyen de l'abattement de la MES est de 96,89 %.

1-6- Biodégradabilité (K)

La valeur moyenne du rapport de biodégradabilité DCO/DBO₅ est de l'ordre de 1,64. Cela signifie que les effluents bruts sont biodégradables.

Cette valeur est conforme à celle des rejets domestiques, inférieure à 2,5 voir tableau X

Tableau X : la biodégradabilité des échantillons étudiés.

Echantillon	DCO/DBO ₅	K
E1	1,87	1,5<K<2,5 : l'effluent est moyennement biodégradable.
E2	2,06	
E3	1,42	1<K<1,5 : l'effluent est biodégradable.
E4	1,20	
Moyenne	1,64	

1-7- Demande biochimique en oxygène DBO₅

Les valeurs de la DBO₅ enregistrées pour les eaux brutes et traitées de la STEP sont représentées sur la figure 29.

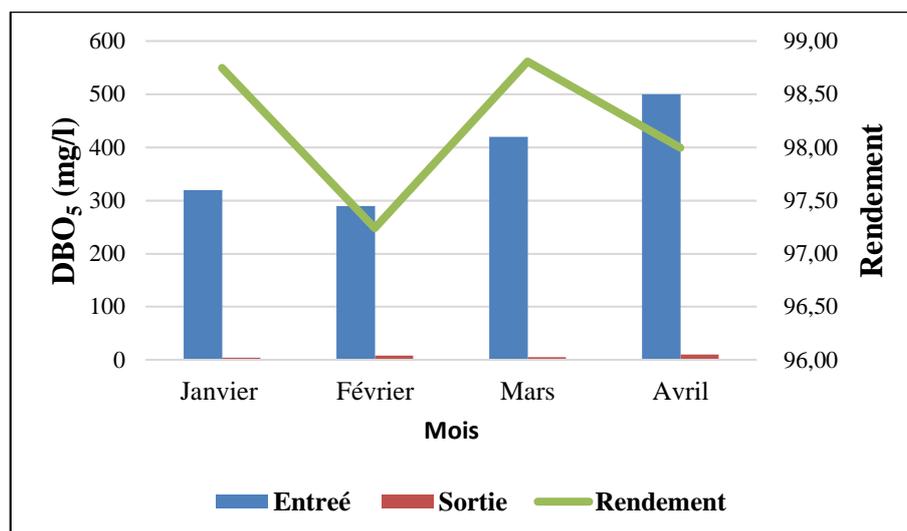


Figure 29 : Variations moyennes et rendement épuratoire de la DBO₅.

Les valeurs de DBO₅ enregistrées sont comprises entre 290 mg/l et 500 mg/l avec une moyenne de 382,5 mg/l pour l'eau brute. Cependant, les effluents traités s'appauvrissent, ils montrent des teneurs en DBO₅ qui varient entre 4 mg/l et 10 mg/l avec une moyenne 6,75 mg/l. Ces valeurs restent très au-dessous de la norme guide < 30 mg/l.

Le rendement moyen d'abattement est satisfaisant avec un taux de 98 %.

1-8- Demande chimique en oxygène DCO

Les valeurs de la DCO enregistrées pour les eaux brutes et traitées de la STEP sont représentées sur la figure 30.

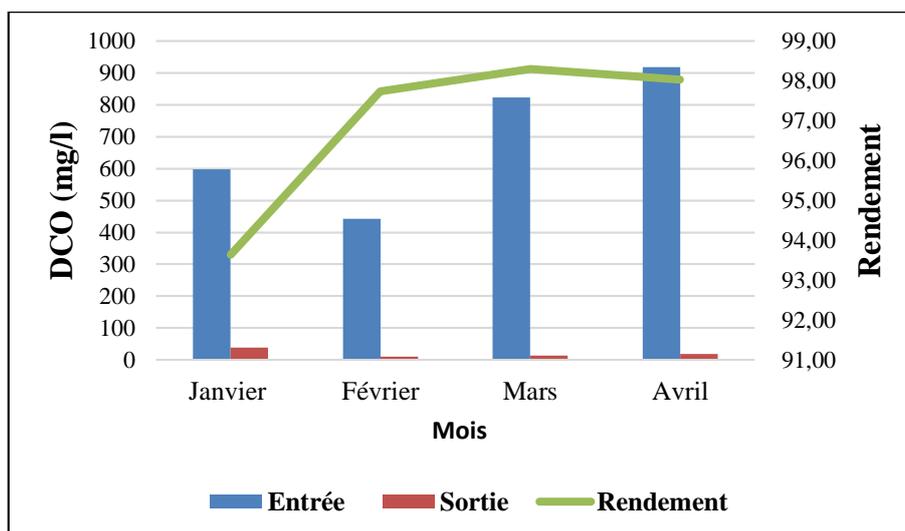


Figure 30 : Valeurs moyennes et rendement épuratoire de la DCO.

Les valeurs de la DCO d'eau brute varient entre un maximum de 919 mg/l et un minimum de 442 mg/l, avec une moyenne de 695,75 mg/l. En revanche, les valeurs des concentrations des eaux épurées varient de 10 mg/l et 38 mg/l, avec une moyenne de 20 mg/l.

Cette valeur est conforme à la norme algérienne de rejet <90 mg/l, donc on peut dire qu'une grande concentration a été éliminée par ce procédé, car il y'a une dégradation importante de la charge polluante avec un rendement d'élimination de 97 %.

1-9- Azote ammoniacal (NH₄⁺)

Les valeurs de l'azote ammoniacal enregistrées pour les eaux brutes et traitées de la STEP sont représentées sur la figure 31.

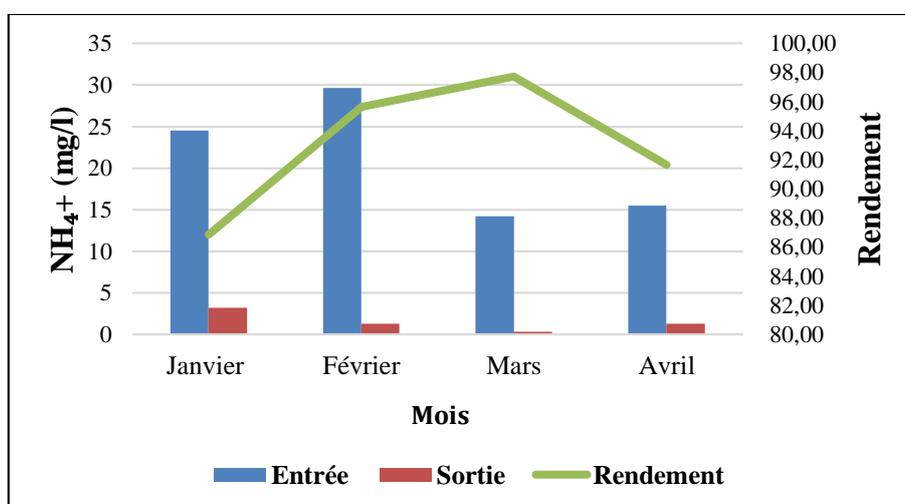


Figure 31 : Valeurs moyennes et rendement épuratoire de NH₄⁺.

Les valeurs enregistrées à l'entrée de la STEP présentent des variations considérables, les teneurs varient entre 14,19 mg/l et 29,64 mg/l, avec une moyenne de 20,95 mg/l. A la sortie les valeurs oscillent entre 0,32 mg/l et 3,22 mg/l, avec une moyenne de 1,53 mg/l figure 33.

On note une réduction de la teneur en azote ammoniacal (NH_4^+) dans les eaux traitées. En effet, l'azote ammoniacal est oxydé par nitrification en nitrite NO_2^- , un état intermédiaire, puis ce dernier est rapidement oxydé en nitrate (NO_3^-). Cette transformation est effectuée en présence d'oxygène par des bactéries autotrophes nitrifiantes.

Le rendement moyen en azote ammoniacal obtenu pour l'ensemble de la filière du traitement est évalué à 92,98%.

1-10- Nitrites

Les valeurs de nitrites enregistrées pour les eaux brutes et traitées de la STEP sont représentées sur la figure 32.

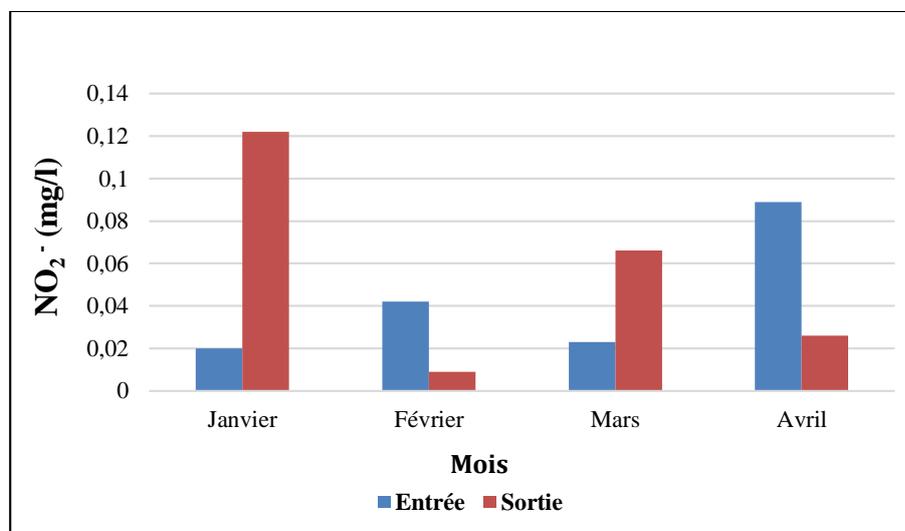


Figure 32 : Valeurs moyennes des Nitrites.

Les résultats montrent une augmentation de la teneur en nitrites de l'effluent de sortie par rapport à celui de l'entrée pour les mois de Janvier et Mars. Par ailleurs, une diminution pour les mois de Février et Avril a été enregistrée, cela s'explique par la forme chimique instable de l'azote.

Ces fluctuations seront étroitement liées aux temps de séjour dans les différents bassins et aux quantités de boues produites.

1-11- Nitrates

Les valeurs de nitrates enregistrées pour les eaux brutes et traitées de la STEP sont représentées sur la figure 33.

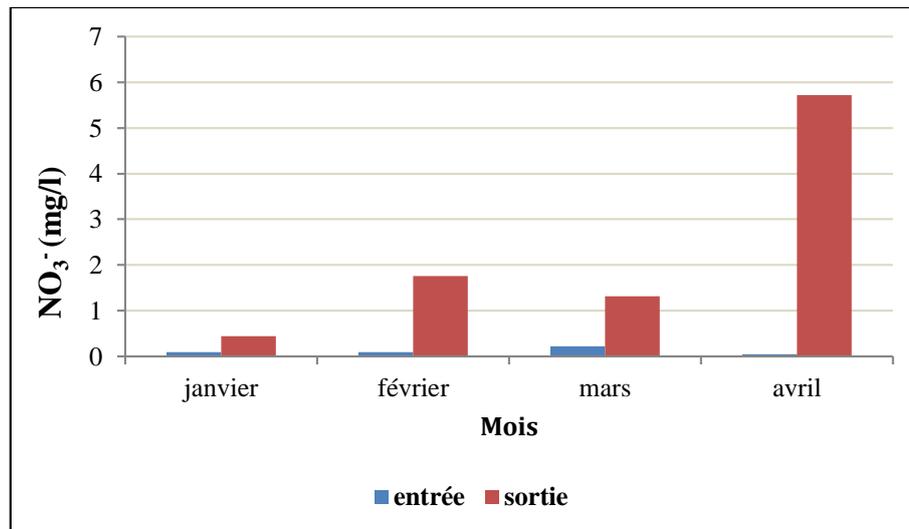


Figure 33 : Valeurs moyennes des Nitrates.

De faibles teneurs en nitrates sont notées au niveau des eaux brutes. Elles varient entre 0,088 mg/l et 0,22 mg/l. Une légère augmentation a été enregistrée dans les eaux épurées, ces valeurs oscillent entre 0,44 mg/l et 5,72 mg/l.

Cette augmentation est due au phénomène de nitrification dans le bassin d'aération.

1-12- Orthophosphates

Les valeurs de l'Ortho phosphates enregistrées pour les eaux brutes et traitées de la STEP sont représentées sur la figure 34.

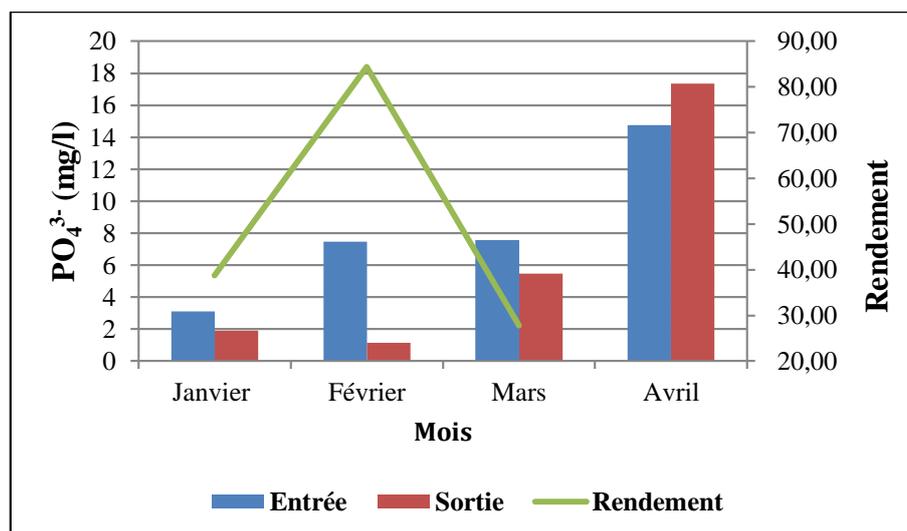


Figure 34 : Valeurs moyennes et rendements épuratoires du orthophosphates.

Les valeurs du phosphore à l'entrée sont comprises entre 3,1 mg/l et 7,46 mg/l, avec une moyenne de 6,04 mg/l pendant les mois (Janvier, Février et Mars). À la sortie, les concentrations oscillent entre 1,9 mg/l et 1,16 mg/l, ces valeurs sont conformes aux normes <2 mg/l. En mois d'Avril, nous avons remarqué une concentration élevée à la sortie 17,39 mg/l, cette valeur est due à la dégradation des bactéries, une grande partie de ce phosphore organique provient des détergents, et des déchets rejetés dans la station.

2- Filière boue

Les résultats des analyses effectuées pour les paramètres physico-chimiques de la boue activée (BA) et boues de retour (BR), sont présentés comme suit :

2-1- Indice de Boue (IB)

Les valeurs de l'indice de boues enregistrées pour les eaux brutes et traitées de la STEP sont représentées sur la figure 35.

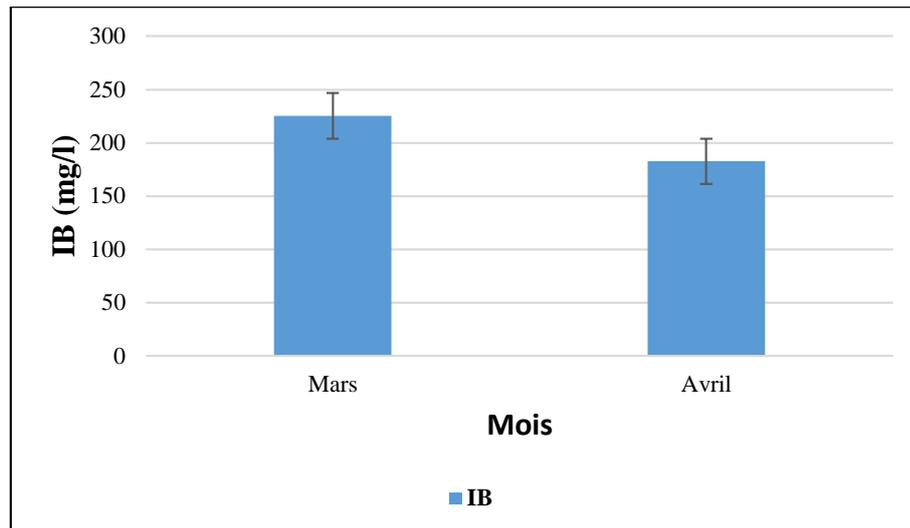


Figure 35 : Variations de l'indice de boue de la STEP.

D'après les résultats obtenus, le test de décantation V_{30} présente une valeur de 500 ml. On précède une dilution avec de l'eau épurée où on calcule l'indice de boue voir figure 35. L'indice de boue présente des variations qui indiquent l'état d'hydratation et la décantabilité des boues.

Pour le mois de Mars, la valeur d'IB est supérieure à 200 mg/l ($IB_{\text{Mars}} = 225,35$ mg/l), signe d'une mauvaise décantation, le floc bactérien est gonflé et très léger.

Pour le mois d'Avril, la valeur d'IB se situe entre 150 mg/l et 200 mg/l ($IB_{\text{Avril}} = 182,57$ mg/l). Dans ce cas la décantation est ralentie et le floc bactérien est léger.

2-2- Matières sèches (MS)

Les valeurs de la matières sèches enregistrées pour les eaux brutes et traitées de la STEP sont représentées sur la figure 36.

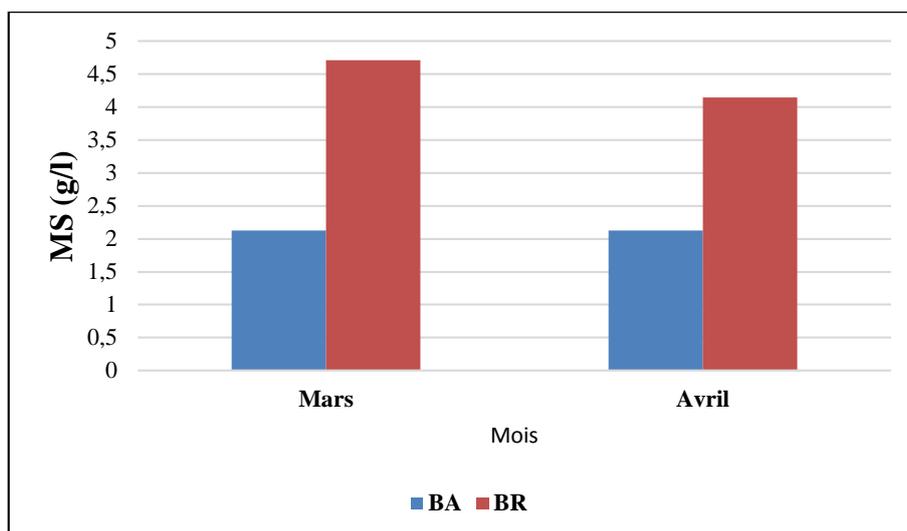


Figure 36 : Variations moyennes des MS de la STEP.

La moyenne de la matière sèche pour les deux boues (boues en excès et boues de retour) dans la STEP. Les valeurs sont comprises entre 2,13 g/l et 2,41 g/l pour les boues activées, 4,15 g/l et 4,71 g/l pour les boues de retour.

Nous avons remarqué une augmentation des MS au cours des étapes de traitement, ces résultats indiquent que les boues de retour sont concentrées. Pour diminuer cette concentration il faut une extraction des boues de clarificateur vers l'épaississeur.

2-3- Matières volatiles en suspension (MVS)

Les valeurs des MVS enregistrées pour les eaux brutes et traitées de la STEP sont représentées sur la figure 37.

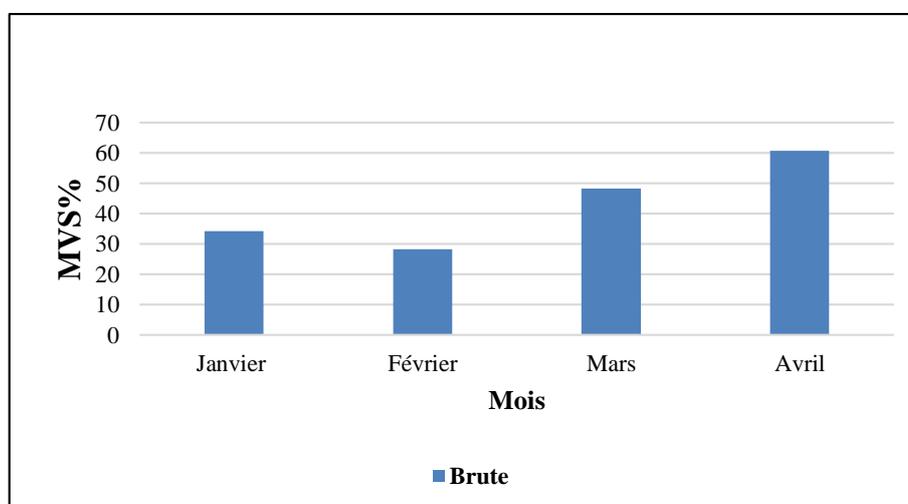


Figure 37 : Variations moyennes des MVS de la STEP.

Présente les variations moyennes des MVS pour les boues en excès dans la STEP. Les valeurs sont comprises entre 28,26 % et 60,76 % avec une moyenne de 42,88 %.

Conclusion

Les résultats d'analyses ont révélé que les eaux traitées présentent des caractéristiques satisfaisantes sur l'ensemble des paramètres physicochimiques étudiés, un pH relativement neutre avec une moyenne de 6,89 et une température moyenne de 14,85 °C. Pour les MES, DBO₅ et DCO les moyennes sont respectivement dans l'ordre de 6,5 ; 6,75 ; 20 mg/l, elles sont conformes aux normes de rejet fixées par OMS. En ce qui concerne l'ammonium et le phosphore (Janvier, Février et Mars) nous avons observé une bonne élimination, par ailleurs, nous avons constaté une augmentation des taux des nitrates et nitrites qui sont dues au processus de nitrification enclenchée dans le réacteur biologique.

À travers cette investigation, il est clair que le procédé de traitement des eaux usées mis en place au niveau de la STEP Ouest de Tizi-Ouzou est satisfaisant concernant les paramètres étudiés. À cet effet, un abattement significatif des paramètres de pollution a été enregistré. Ce niveau de traitement permettrait certainement de garantir les objectifs de qualité des milieux récepteurs et prévenir tout risque sanitaire préjudiciable pour la population.

L'ensemble des travaux réalisés montrent que :

Les rendements d'élimination de la MES, la DBO₅, la DCO, l'azote ammoniacal et les orthophosphates sont respectivement de 96,89 %, 98 %, 97 %, 92,98 % et 50,31 % ;

Le coefficient de biodégradabilité des effluents domestiques montre qu'il est possible de procéder avec une épuration par boue activée, pour avoir une bonne élimination de pollution hydrocarbonée, azotée et phosphorée ;

La diminution des concentrations d'azote total et de phosphore total, sont dues principalement à la transformation de ces éléments en molécules vivantes, à savoir leur transformation en cellules bactériennes qui forment la boue activée.

Nous tenons à signaler que, les valeurs enregistrées pour les paramètres physico-chimiques, particulièrement les valeurs de l'azote total et du phosphore total, sont intéressantes pour une valorisation agricole de cet effluent ;

Dans ce contexte, une étude exhaustive des paramètres biologiques et des métaux lourds est recommandée pour confirmer leurs présences qui peut limiter sévèrement cette réutilisation.

Enfin, pour mieux évaluer le fonctionnement global de la STEP nous suggérons de :

Compléter les analyses physico-chimiques faites par le laboratoire de la station par des analyses microbiologiques, ainsi qu'un contrôle de la boue activée.

Conclusion

Suivre l'évolution des paramètres de l'eau rejetée par la station tout le long de son parcours au sein de l'Oued Sebaou, afin d'évaluer les conséquences de l'utilisation de ces eaux sur l'irrigation, sur l'environnement et sur la santé humaine et animale.

Références bibliographiques

Allach Y., 2015. *Traitement des boues de la station d'épuration d'Alhoceima*. Mémoire master, université Mohamad Premier Oujda, 222 p.

Amara G. et Zemouche N., 2016. *Traitement des eaux de rejet de la station d'épuration de Tizi-Ouzou Est. Suivi des paramètres de pollution*. Mémoire de Master, UMMTO, 55 p.

Amiri K., 2012. *Evaluation du fonctionnement de trois stations d'épuration à boues activées de la wilaya de Boumerdes dans le cadre d'une gestion intégrée des ressources en eau*. Thèse de Magister, Ecole Nationale Supérieure Agronomique, 119 p.

Amouchas K. et Hassaine I., 2013. *Dimensionnement des sols cultivés aux traitements tertiaires de l'azote et du phosphore de l'effluent traité de la STEP de Boumerdes*. Mémoire d'ingénieur, UMMTO, 56 p.

Attab S., 2011. Amélioration de qualité microbiologique des eaux épurées par boues activées de la station d'épuration Haoud Berkaoui par l'utilisation d'un filtre à sable, *nom de la revue*, num, volum, page.

Benallaoua S., 2013. *Suivi de la qualité physico-chimique des effluents de la station d'épuration des eaux usées « domestiques » de Béni Messous. Traitement complémentaire par photo catalyse*. Mémoire de Magister, Ecole Nationale Supérieure des sciences de la mer et de l'aménagement du littoral, 88 p.

Benelmouaz A., 2015. *Performances épuratoires d'une station d'épuration de Maghnia*. Mémoire de Master, Université Abou Bekr Belkaid, 104 p.

Benzahi F. et Boudjemaï C., 2016. *Contrôle du rendement épuratoire de la STEP Est Tizi-Ouzou*. Mémoire de Master. UMMTO.

Bessedik M., 2016. Traitement et épuration de l'eau [en ligne] m_bessedik@mail.univ-tlemcen.dz

Boubekki T. et Boudjema H., 2016. *Contrôle du rendement épuratoire de la station d'épuration de Beraki « Alger »*. Mémoire de Master. UMMTO, 59 p.

Bouزيد M. et Yahiaoui F., 2015. *Le suivi temporel des performances épuratoires de la station Est de la ville de Tizi-Ouzou*. Mémoire de Master, UMMTO, 65 p.

Références bibliographiques

Djeddi H., 2007. *Utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbaines*. Mémoire de Magister, Université Mentouri Constantine, 133 p.

El hachimi O., 2012. *Traitement des eaux usées par lagunage naturel en milieu désertique (Oasis de Figuig) : Performances épuratoires et aspect phytoplanctonique*. Thèse de doctorat, Université Mohammed Premier, Faculté des sciences Oujda, 101 p.

Halil H. et Mouloudj L., 2018. *Caractérisation des eaux de rejet de la STEP d'Azeffoun en vue de leur réutilisation en irrigation agricole*. Mémoire de Master, UMMTO, 60 p.

Hazourli S., Boudiba L., Ziati M., 2007. *Caractérisation de la pollution des eaux résiduaires de la zone industrielle d'El-hadjar, Annaba*.

Hertman M., 2010. *Evaluation des capacités bioremédiatrices d'une mangrove impactée par des eaux usées domestiques. Application sur site de Malamani, Mayotte*. Thèse de doctorat Université Toulouse 3 Paul Sabatier (UT3 Paul Sabatier).

Khaldi H., 2017. *Etude de possibilité d'épuration des eaux usées par un mélange Boues-micro-algues. Cas de la station d'épuration de Tiaret (Algérie)*. Thèse de doctorat, Université Ibn Khaldoun, TIARET, 117 p.

Metahri M., 2012. *Elimination simultanée de la pollution azotée phosphatée des eaux usées traitées par des procédés mixtes*. Thèse de doctorat, UMMTO, 135 p.

Metahri M.S., Bouzid M., Berrouane N., Boudiaf M., Taguemout M., Lakabi L., Meridja S., 2016. *Effect of the gamma radiation*

Mozas M., et Ghosn A., 2013. *Etat des lieux du secteur de l'eau en Algérie*. IPMED, 23 p.

Office International de l'Eau.,2005. *Conception/dimensionnement, caractérisation des eaux usées*. Centre national de formation aux matières de l'eau. France, 105p.

Remini B., 2010. *La problématique de l'eau en algérie du nord*, *Larhyss Journal*, n° 08, pp. 27-46.

Renou S., 2006. *Analyse de cycle de vie appliquée aux systèmes de traitement des eaux usées*. Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Lorraine, 218 p.

Rodier J., 2009. *L'analyse de l'eau*, Dunodparis, Paris, 9^{ème} Edition, 1203 p.

Tabet M., 2015. *Etude physico-chimique et microbiologique des eaux usées et évaluation du traitement d'épuration*. Thèse de doctorat, Université 8 Mai 1945, GUELMA, 103 p.

Références bibliographiques

Tekkal N. et Berkaine I., 2015. *Suivi temporel des performances épuratoires de la station Ouest Boukhalfa*. Mémoire de Master, UMMTO, 83 p.

Vandermeersch S., 2006. *Etude comparative de l'efficacité des traitements d'épuration des eaux usées pour l'élimination des micro-organismes pathogènes*. Thèse de doctorat, Université libre de Bruxelles, ...p.

Résumé

Les eaux résiduaires de la STEP Ouest de Tizi-Ouzou, située au Nord de l'Algérie, traitées par boues activées, ont été caractérisées afin d'évaluer les performances épuratoires de la STEP. L'échantillonnage a été effectué une fois par mois sur une période de quatre mois (de Janvier à Avril 2019). Les résultats obtenus présentent des rendements épuratoires satisfaisants. Le taux d'abattement de la MES, de la DCO et de la DBO₅ est respectivement de l'ordre de : 96,89 %, 97% et 98 %. L'élimination de NH₄⁺ et des PO₄³⁻ est respectivement de 92,98 % et 50,31 %. La dépollution des eaux usées de la ville de T-O, par la STEP de Boukhalfa est appréciable et répond aux normes de rejet.

Mots clés : station d'épuration, eau usée, rendement épuratoire et Tizi-Ouzou.

Abstract

The waste water from the WWTP West of Tizi-Ouzou, located in northern Algeria, treated with activated sludge, was characterized in order to evaluate the purification performance of the WWTP. Sampling was carried out once a month over a period of four months (from January to April 2019). The results obtained show satisfactory purification yields. The reduction rate of the CDO and BOD₅ is respectively of the order of: 96.89%, 97% and 98%. The removal of NH₄⁺ and PO₄³⁻ is respectively 92.98% and 50.31%. The depollution of wastewater from the city of T-O by the WWTP of Boukhalfa is appreciable and meets the standards of rejection.

Key words: wastewater treatment plant, wastewater, treatment efficiency and Tizi-Ouzou.