



# Séminaire International sur l'Hydrogéologie et l'Environnement



12 - 14 Mars 2019, Ouargla (Algérie)

**Performances d'abattement de la qualité physico-chimique et bactériologique en lagunage aéré sous climat aride, cas de la ville d'El Oued (Sud -Est d'Algérie) : Elimination des germes pathogènes et des œufs d'helminthes.**

Hibaterrahmane Yazid<sup>(1,\*)</sup>, Ammar Zobeidi<sup>(2,\*)</sup>, Abasse Kamarchou<sup>(3)</sup>, Salem Atia<sup>(4)</sup>, Djamel Atia<sup>(5)</sup>

<sup>(1,2,5)</sup>Laboratoire de Valorisation et de Promotion des Ressources Sahariennes, Université Kasdi Merbah, Ouargla.

<sup>(5)</sup> Université d'Echahid Hamma Lakhdar El Oued, Algérie

<sup>(3)</sup> Laboratoire Génie de l'Eau et de l'Environnement en Milieu Saharien,  
Université Kasdi Merbah, Ouargla, Algérie.

Email \* (auteur principal) :<sup>(1\*)</sup> hibayazi@yahoo.com , <sup>(2\*)</sup> zobeidi.aa@gmail.com

**Résumé**—Ce travail porte sur l'étude des caractéristiques physico-chimique et microbiologique de la station d'épuration à lagunage aéré de la ville d'El Oued (Sud-est Algérie).

Des échantillons d'eau ont été prélevés suivant une fréquence hebdomadaire durant l'année 2017. Les rendements épuratoires moyens atteignent 87 % pour les MES, 83,7 % pour la DCO et 86,2 % pour la DBO<sub>5</sub>. L'élimination du phosphore total est faible et instable avec un rendement moyen de 35,3 %. La réduction de la pollution azotée atteint en moyenne 35,5 % en azote ammoniacal. De manière globale, les teneurs résiduelles en azote et en phosphore restent assez élevées et instable par rapport à la limite tolérable pour un rejet d'effluent dans un écosystème sensible à l'eutrophisation.

L'abattement de la pollution bactérienne est important et atteint 83% pour SF, et rendement proche de 100% pour les CF et CT; mais la teneur résiduelle reste supérieure à la directive de l'OMS ( $\leq 1\ 000$  ufc/100 mL) pour une réutilisation non restrictive en irrigation. Concernant la charge parasitaire, les études ont montrés que la filière assure une élimination totale (100 %) des œufs d'helminthes.

**MOTS-CLÉS:** lagunage aéré, germes pathogènes, performance d'abattement, zone aride, El Oued.

## 1. INTRODUCTION

La région d'El-oued (Sud- Est Algérie) a connu divers problèmes liés à l'eau, y compris les rejets d'eaux usées contenant des polluants dans le milieu récepteur sans aucun traitement. Cette question est un sujet de préoccupation croissante en raison des effets secondaires que les polluants peuvent causer des problèmes environnementaux et sanitaires. Le choix d'un système de traitement des eaux usées dans les pays en voie développement est subordonné à plusieurs critères dont le plus important est le rendement

épuratoire du système. La station d'épuration à lagunage aéré de la ville d'El-Oued répond-elle à ce critère ?.

Le système d'épuration des eaux usées domestiques par lagunage aéré demeure parmi les procédés les plus utilisés dans les pays à climats chauds arides à semi-arides.

Depuis la fin des années 90, l'Algérie a adopté pour le traitement des eaux usées des centres ruraux et urbains le lagunage aéré comme étant la solution technique la plus adaptée au contexte économique et climatique. Les bactéries aérobies qui se trouvent dans la lagune d'aération à lagunage aéré consomment l'oxygène dissous dans le milieu pour l'oxydation de la matière organique de l'eau usées [1]. L'oxygénation est, dans le cas du lagunage aéré, apportée mécaniquement par un aérateur de surface, ce principe ne se différencie des boues activées que par l'absence de système de recyclage des boues ou d'extraction des boues en continu. De nombreux travaux [2 zobeidi] ont été alors effectués sur les performances de lagunage aéré en secteurs international et national, mais ce travail est considéré le premier qui a été effectué dans la STEP 01 Kouinine, afin d'évaluer d'une façon approfondie les performances épuratoires de ce système d'épuration en zone hyper- aride.

L'objectif de cette étude est donc la caractérisation et la quantification de certains paramètres physico-chimiques et bactériologique par l'évaluation préliminaire de la qualité et le degré de pollution des eaux usées brutes et épurées de la STEP1 de la ville d'El Oued et pouvoir valoriser ses eaux épurées en irrigation.

## 2. MATERIEL ET METHODES

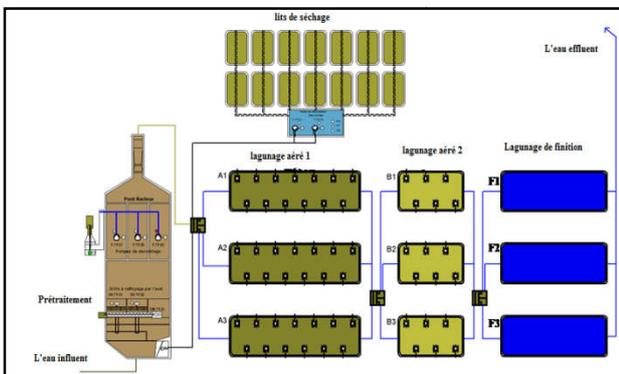
### 2.1 Description du site:

La station d'épuration de lagunage aéré de Kouinine 01 est située au Nord Est et à 07 Km de la ville d'El-

**12 - 14 Mars 2019, Ouargla (Algérie)**

Oued et raccordée aux communes, El-Oued, Bayadda, Robah et Kouinine. Elle a été mise en service en Juillet 2009 et s'étend sur une superficie de 47 ha. Elle est dotée d'un réseau d'assainissement de type unitaire, elle vise à traiter un effluent d'eaux usées domestiques d'un débit nominale de 33000 m<sup>3</sup>/j correspond à 240000 Eq/ha environ pour les horizons 2030, mais le débit actuel moyen est de 24000 m<sup>3</sup>/j.

Ce système comprend trois étages en série ; les deux premiers sont aérés, le 3<sup>ème</sup> est un bassin de finition (lagune de décantation) avant son rejet dans le milieu naturel (Figure ci-après)



**Figure 1 : Schéma synoptique des filières de lagunage aéré de la STEP 01 Kouinine**

Climat de la région est de type aride, avec une température moyenne annuelle de 22,8 °C, la moyenne mensuelle varie de 10,6 °C en Janvier et à 34,5 °C en Juillet, au cours des 10 dernières années (2008-2018) [3].

## 2.2 Méthodologie d'échantillonnage

Les échantillons d'eaux usées ont été collectés dans des récipients en verre stériles, étiquetés sur lesquels on a mentionné le lieu, la date et l'heure du prélèvement de l'eau. Après l'étiquetage des prélèvements, ils sont transportés au laboratoire dans une glacière gardée à 4°C dans les 24 heures, conformément au guide général pour la conservation et la manipulation des échantillons ISO 5667/3. Les expériences ont été conduites pendant l'année 2015, les analyses ont été réalisées au niveau du laboratoire de Valorisation et de Promotion des Ressources Sahariennes et au laboratoire de la STEP1 de Kouinine, les analyses bactériologiques et parasitologiques ont été effectuées au laboratoire de l'A.D.E (Algérienne Des Eaux) unité d'El Oued et

laboratoire de parasitologie du DAAS de la wilaya de Batna.

## 2.3 Paramètres et méthodes analytiques :

Durant la période d'étude, il a été adopté un échantillonnage composite avec des mesures journalières pour: température, pH, O<sub>2</sub> dissous et des mesures hebdomadaires pour les autres paramètres : la DBO<sub>5</sub>, la DCO, les MES, Nt, N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>3</sub>, N-NO<sub>2</sub> et Pt. Les méthodes de dosage utilisées sont les suivantes [4] : Le pH et la T sont mesurés respectivement, par un pH mètre digital, type EUTECH Instruments 510 pH/mV/OC ; DO a été mesuré à l'aide d'une électrode de type WTW inoLab Oxi 730 ; Les teneurs DBO<sub>5</sub> a été déterminée à l'aide d'un appareil manométrique OxiTop Modèle WTW dans une enceinte thermostaée à 20°C. Selon la norme AFNOR T 90 105 , ont été effectué les matières en suspension (MES) par filtration sur filtre Whatman GF/C. La DCO et tous les éléments minéraux en N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>3</sub>, N-NO<sub>2</sub>, Nt, P-PO<sub>4</sub> et Pt au niveau des eaux brutes et épurées de la STEP sont effectuées par photométrie à l'aide d'un Spectrophotomètre de type WTW Photolab spectral. L'étude bactériologique a porté sur la quantification des germes suivants : CF, SF et Salmonella. Le comptage des différents types de bactéries présentes a été réalisé, tenant compte du facteur de dilution, par dénombrement direct des colonies s'étant développées sur les milieux gélosés et/ou par l'utilisation de la méthode des tubes multiples. Parmi les méthodes d'enrichissement, la technique proposée dans le rapport de l'OMS n° 778 (1989), nous avons dénombrés les œufs d'helminthes.

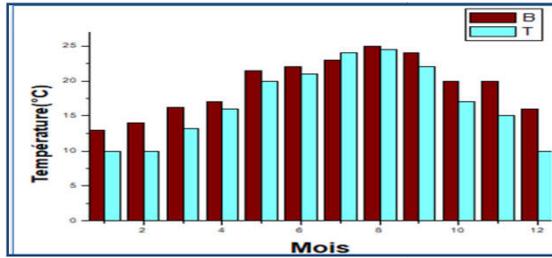
## 3. RESULTATS ET DISCUSSION

En considérant durant la période d'étude, les débits à l'entrée de la STEP 1 Kouinine présentent en moyenne 18000 m<sup>3</sup>/j, avec un temps de séjour de 12 jours.

### 3.1 Les variations physico-chimiques :

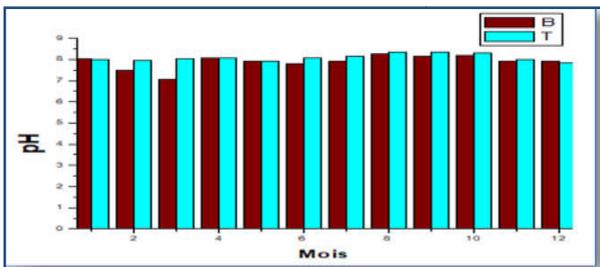
L'évolution temporelle de la température des différents échantillons sont très proches. Elles se situent avec moyenne de 8,6 et 28,3°C à l'entrée et entre 7,7 et 26,2°C pour les eaux épurées, avec une moyenne de 17,6°C durant la période d'étude, elles sont voisines des températures ambiantes, les températures de l'effluent traité restent toujours inférieures à celles enregistrées au niveau des eaux brutes.

12 - 14 Mars 2019, Ouargla (Algérie)



Ces valeurs sont en fonction de l'heure de prélèvement, les débits et des conditions météorologiques.

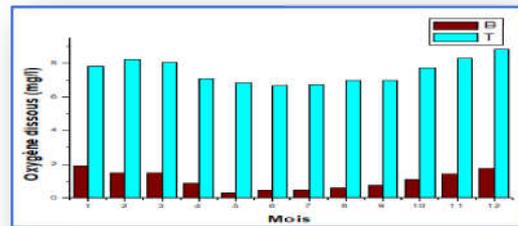
Les eaux présentent un pH basique sur toute l'année 2017, la valeur moyenne est de 7,89 pour les eaux brutes et de 8,23 pour les eaux traitées. De ce fait, à l'exception de quelques valeurs, les valeurs du pH enregistrées sont conformes aux normes algériennes et aux normes internationales de réutilisation en irrigation. Cette augmentation peut être expliquée par une activité bactérienne intense dans la lagune d'activation d'où une consommation importante d'oxygène donc d'une libération importante de CO<sub>2</sub>. Ces résultats sont accord avec ceux rapportés dans la littérature.



D'après, Sevri R et al [5], le pH alcalin et la température modérée constituent des conditions de milieu idéales pour la prolifération des microorganismes qui établissent un parfait équilibre biologique, permettant la dégradation de la matière organique ce qui conduit à la décontamination de l'eau.

Les valeurs de la turbidité enregistrées dans les eaux usées avant traitement, varient de 206 à 448 NTU. Concernant les eaux épurées, on remarque une nette réduction de ce paramètre dont les valeurs se situent dans un intervalle qui vont de 40 à 13,9 NTU, ces valeurs restent toujours inférieures aux normes algériennes de rejet (50 NTU) [6]. Ensuite nous constatons qu'en général un bon rendement, leur variation pour les eaux épurées, sous l'effet de l'élévation de la température qui favorise la croissance des algues.

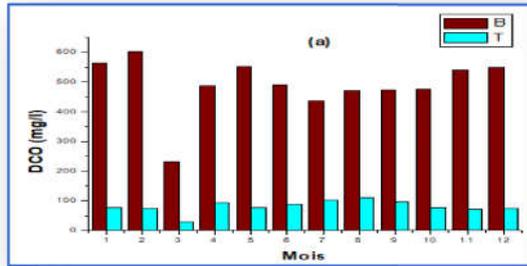
Pour l'oxygène dissous les valeurs obtenues à l'entrée allant de 0,16 à 3,3 mg/l, ce faible taux caractérisant une arrivée d'eau usée riche en matières organiques et inorganiques dissoutes ainsi que la perturbation des échanges atmosphériques à l'interface due à la présence des graisses, des détergents...etc)[7]. En ce qui concerne les eaux épurées, les teneurs en O<sub>2</sub> dissous enregistrées à la sortie sont nettement supérieures à celles de l'entrée, elles varient entre 5,82 et 8,27 mg/l, ceci est dû à la bonne aération des eaux au niveau du bassin d'aération liées aux aérateurs de surface, nécessaire pour le développement des microorganismes aérobies assurant l'oxydation des matières organiques, ce qui conduit à une bonne épuration biologique des eaux usées. Cette valeur est presque invariable quelle que soit la période, mais en change en fonction de la charge organique entrante.



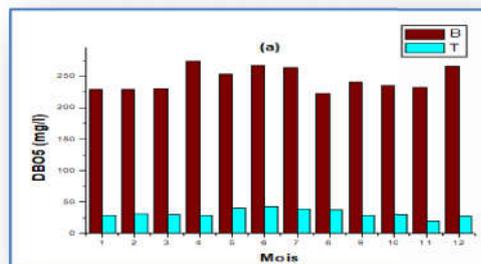
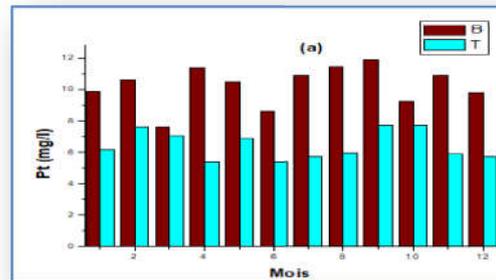
### 3.2 Abatement de la pollution organique :

Le rendement d'abattement des MES est de 87% constituent une bonne partie de la pollution carbonée ; leur abattement contribue donc à un meilleur rendement sur la DBO<sub>5</sub> de 86,2% et la DCO de 83,7%. Par ailleurs, durant la période d'étude, la comparaison des teneurs de tous les paramètres caractérisant la charge organique dans la station de Kouinine avec la norme algérienne. Les coefficients de biodégradabilités sont calculés par le rapport DCO/DBO<sub>5</sub>, et dépend de la nature et l'origine des eaux usées qui peut être domestique ou industrielle. On peut clairement observer que les eaux usées sont facilement biodégradables pour l'ensemble des eaux usées entrant, ils se situent en moyenne entre 1,83. Ce résultat confirme l'absence de rejet industriel raccordé au réseau d'assainissement domestique. Selon Bliefert et Perraud [8] les valeurs de la DCO et la DBO<sub>5</sub> de l'eau traitée sont typique des eaux communales après épuration biologique.

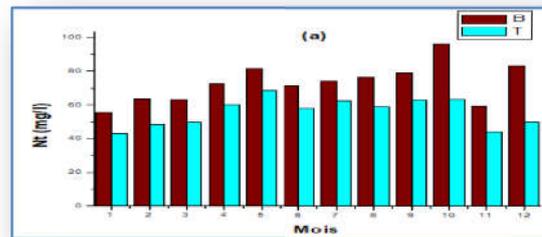
12 - 14 Mars 2019, Ouargla (Algérie)



observations rapportées par Zidane et *al* [9].



De même pour le phosphore, le niveau d'élimination est faible et instable avec un rendement moyen d'élimination qui varie entre 32 et 36% avec un rendement moyen de la zone d'étude de 34%. Ces auteurs zobeidi et *al* [10] ont indiqué que lorsque le rabattement de la DBO5 atteint 90%, l'abattement du phosphore est autour de 45%.



### 3.3 Abattement de la pollution azotée et phosphorée :

Les eaux usées brutes à l'entrée de la station d'épuration à lagunage aéré de Kouinine présentent des teneurs moyennes en azote total de l'ordre 74,87 mg/l et de 69,1 mg/l pour azote ammoniacal. Les teneurs résiduelles moyennes d'azote total 49,8 mg/l et 48,2 mg/l pour l'azote ammoniacal. Signalons par ailleurs, qu'une forte concentration en azote total et ammoniacal conduit à une inhibition de l'activité photosynthétique des algues ce qui pourrait s'ajouter au déséquilibre DBO<sub>5</sub>-N-P qui, lui handicape la flore [2]. Ces concentrations sont très instables et, elles augmentent par rapport à la teneur en azote nitrique et azote nitreux qui sont de l'ordre de 0,66 mg/l et de 0,34 mg/l respectivement. Nous constatons que l'abattement est faible. Par contre, il y a augmentation des teneurs en azote nitrique (3,35 mg/l) et azote nitreux (0,79 mg/l) après l'épuration. Ces teneurs sont le résultat de la nitrification et dénitrification des eaux résiduaires dans le bassin d'aération ou les conditions favorables de pH, d'oxygène dissous et de la température se rencontrent. Conformément aux

### 3.4 La qualité bactériologique :

Les résultats des analyses bactériologiques à l'entrée de la station d'épuration révèlent la présence des germes indicateurs de contamination fécale ainsi que certains germes pathogènes. La charge moyenne en coliformes totaux (CT) est de l'ordre de  $2,9 \cdot 10^8$  UFC/100 ml, pour les coliformes fécaux (CF) les valeurs moyennes sont de  $14 \cdot 10^7$  UFC/100 ml, les streptocoques fécaux (SF) représentent  $14 \cdot 10^2$  UFC/100 ml. Le rapport CF/SF est supérieur à 1, ce qui signifie que la pollution fécale des eaux usées de la STEP1 est d'origine humaine.

À la sortie de la filière, les valeurs moyennes

Paramètre	CF	CT	SF	salmon
E.B	$2,9 \cdot 10^8$	$14 \cdot 10^7$	$14 \cdot 10^2$	Absent
E.T	300	$11 \cdot 10^2$	230	Absent
R%	100	100	83	/



## Séminaire International sur l'Hydrogéologie et l'Environnement



12 - 14 Mars 2019, Ouargla (Algérie)

enregistrées pour des CT, des CF et des SF sont respectivement : 300UFC/100 ml,  $11.10^2$  UFC/100ml et 230 UFC/100 ml. Par comparaison entre la quantité des germes dans les eaux brutes et les eaux traitées, on a remarqué que pour les CT et CF le rendement est proche de 100%, mais ceci ne doit pas faire illusion car il suffit de quelques germes pour contaminer une eau. L'élimination des SF atteint de 83%. Selon Joffin et Leyral [11], ces bactéries sont très sensibles aux variations physicochimiques du milieu et indiquent, souvent une contamination récente de ce milieu. Par ailleurs, Les germes pathogènes des salmonelles sont absents à l'entrée et à la sortie de la station.

**Tableau 3 : Moyenne mensuelle des paramètres bactériologique à l'entrée et la sortie de la STEP1 de Kouinine.**

### 3.5. Analyses parasitologiques

A l'entrée de la station, l'étude parasitologique a révélé l'existence d'œufs d'helminthes avec une concentration moyenne de 06 œufs/l. À la sortie, l'eau traitée ne contient plus d'œufs. La station de traitement des eaux usées de Kouinine assure donc une élimination totale des œufs d'helminthes. Ces résultats correspondent à ceux rencontrés dans la littérature [12]. En effet, les œufs l'helminthe, caractérisé par une importante densité, sont éliminés généralement au niveau du premier bassin de lagunage par simple décantation.

### 4. CONCLUSION

L'épuration des eaux usées par la méthode du lagunage aéré dans STEP 1 de Kouinine semble être une très bonne solution à développer qui connaît cependant certaines limites. Il assure une meilleure élimination des indicateurs fécaux et des germes pathogènes, et que cette performance du lagunage varie d'une période à l'autre et également varié selon la qualité des eaux usées traitées. En ce qui concerne l'étude physicochimique, les résultats montrent une eutrophisation au niveau de la filière étudié. L'élimination des nutriments (en azote et en phosphore) est très faible. Les concentrations résiduelles restent très élevées dans l'effluent traité et pourraient constituer un grand risque d'eutrophisation pour des rejets en milieu sensible.

Nous nous attacherons, dans la poursuite de ce travail à aborder d'autres aspects parallèlement à la détermination des risques supplémentaires comme de la possibilité d'infiltration des nitrates et des nitrites vers la nappe phréatique, le suivi permanent des parasites (helminthes et protozoaires...) peut informer sur la possibilité d'utilisation des eaux épurées en irrigation.

### 5. REFERENCE

- [1] Duncan, M. In sewage treatment in hot climates. John Wiley & Sons; n° 48,49, (1980).
- [2] Zobeidi, A.; Bebba, A.A.; seasonal variations of physical, chemical parameters in a wastewater treatment plant by aerated lagoons at southern-east of Algeria, RJPBCS. **2015**, 6 (3), 1097
- [3] Office Nationale de Métrologique de la Wilaya d'El-Oued (Guemar), (2012)
- [4] Rodier J, Legube B, Merlet N, Brunet R et coll, Analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. Dunod, 9ème éd. Paris ; 2009. p.945-1020, 1113, 1411, 1579.
- [5] SEVRIN-REYSSAC J., DE LA NOÛE J., PROULX D. Le recyclage dulcisier de porc par lagunage. Edition Technique et Documentation Lavoisier, pp118,(1995).
- [6] JORA. Journal Officiel de la République Algérienne, Annexe des valeurs limites maximales des paramètres de rejet des installations de déversement industrielles, n°46, pp 7, (1993).
- [7] HAZOURLI S., BOUDIBA L., ZIATI M ; Caractérisation de la pollution des eaux résiduaires de la zone industrielle d'El-Hadjjar, Annaba. Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n° 06, pp.45-55 , (2007).
- [8] BLIEFERT C, PERRAUD R. Chimie de l'environnement : Air, Eau, Sols, Déchets. Edition de Boeck , pp 317 à 477, (2001).
- [9] Zidane, H., Zouiri, M. Traitement des eaux usées urbaines par procédé à boue activée. E.I.N. Interational-l'eau l'industrie, les nuisances, (2007).
- [10] Zobeidi, A., Douadi, A., Kamarchou, A., Bebba, A. A., Yazi, H. & Mahdjar, N. (2018). Effectiveness of the aerated lagoons wastewater treatment systems in arid climate: Effect of seasonal variations. *Ciência e Técnica Vitivinícola*, 33(2).
- [11] Joffin J. N et Leyral G. Microbiologie technique. Tome 1, 4e édition. Canopé - CRDP de Bordeaux. 1988. 278p



## Séminaire International sur l'Hydrogéologie et l'Environnement 12 - 14 Mars 2019, Ouargla (Algérie)



[12] El Hachemi O, El Halouani H, Meziane M, Torrens A, Salgot M et Sbaa M. Etude des performances épuratrices dans une station de traitement des eaux usées par lagunage en climat désertique (Oasis de Figuig-Maroc) : Aspect bactérien et organique. Rev. Microbiol. Ind. San. Environn. 2012 ; 6(1) : 84-97.