

Étude de la qualité des eaux épurées par le lagunage naturel en Algérie

Mounira CHACHOUA^{1*} et Abdelali SEDDINI²

^{1,2}*Département d'hydraulique, Faculté de Technologie, Université de Tlemcen, Algérie, Subdivision d'hydraulique, BP 260 Maghnia, 13300 Tlemcen, Algérie*

²*Seddiniabdelali département d'hydraulique, Faculté de Technologie, BP 230 Chetouane, Tlemcen 13000, Algérie*

* Correspondance, courriel : mounira_hydraulique@yahoo.fr

Résumé

L'Algérie est l'un des pays les plus affecté par la rareté des ressources en eau, et la mauvaise répartition des précipitations, à laquelle il faut ajouter le problème de pollution des ressources en eau. Les procédés d'épuration les plus utilisés en Algérie sont les stations des boues activées et les stations de lagunage naturel. En Algérie, le lagunage naturel se présente comme la meilleure solution, il n'exige que des efforts minimaux d'entretien, d'opération et de maintenance, la mécanisation est presque absente. En plus ce système est le meilleur procédé d'épuration du côté bactériologique, pour cette raison nous avons effectué une recherche sur les performances épuratoires de lagunage naturel en Algérie. Pour aboutir à ce but, nous avons choisi deux stations de lagunage naturel fonctionnel, station de Sidi Senoussi et station d'El Emir Abel Kader. Nous avons analysé les eaux entrantes et sortantes des deux lagunages, les paramètres analysés sont : (MES, DBO ; DCO, PH, N-NH₄⁺, N-NO₃) durant les années 2010, 2011 et 2012 pour le lagunage d'El Emir et 2010, 2011 pour Sidi Senoussi. D'après les résultats nous avons conclu que le lagunage naturel ne suffit pas pour préserver l'environnement, il faut ajouter d'autres ouvrages d'épuration pour aboutir à la qualité requise pour la préservation de l'environnement, ou bien pour une éventuelle réutilisation. Nous proposons l'ajout des bassins de filtre planté à l'aval des bassins de lagunage naturel.

Mots-clés : *lagunage naturel, performances, eaux usées, Algérie.*

Abstract

The quality of treated waste water by natural lagoon in Algeria

Algeria is one of the most affected by the scarcity of water resources countries and poor rainfall distribution, which must be added the problem of pollution of water resources. Processes the most used in Algeria purification stations are activated sludge stations and natural lagoons. In Algeria, the natural lagoon looks like the best solution, it requires only minimal maintenance efforts, operation and maintenance, mechanization is almost absent in most systems this is the best treatment processes of bacteriological side, for this reason we search on the treatment performance of waste stabilization ponds in Algeria. To achieve our goal, we have chosen two stations lagoon natural functional station and station Senoussi Sidi El Emir AbelKader.

We analyzed the in-coming and out-going water from the two lagoons, the parameters analyzed are: (Contents suspensions and biological oxygen demand and chemical oxygen demand and ammonia and nitrates, alkalinity), during the years 2010 and 2011 and 2012 for the lagoons of El Emir and 2010, 2011 to Sidi Senoussi, based on the results we conclude that the natural lagoon is not enough to protect the environment, we must add another treatment works to achieve the quality required for the preservation of environment, or for reuse. We propose adding ponds planted filter downstream basins natural lagoon.

Keywords : *natural lagoon, performances, waste water, Algeria.*

1. Introduction

Les ressources en eau de l'Algérie sont limitées, elles sont évaluées à 19,2 milliards de m³, dont 12,4 milliards de m³ d'eau de surface. Les besoins en eau à l'horizon 2020 s'élèveront à plus de 8.3 milliards de m³ par an. Ce qui représente près du double du volume actuellement mobilisable [1]. La pollution des ressources en eau constitue une menace pour la santé publique, l'environnement et l'équilibre écologique. L'épuration des eaux usées est donc une nécessité impérieuse si on veut protéger nos ressources en eau et également pour les augmenter par le recyclage des eaux usées épurées en vue de leur utilisation à des fins industrielles ou agricoles.

L'intérêt de l'épuration des eaux usées en Algérie n'est pas seulement de lutter contre la pollution, mais aussi d'assurer une nouvelle ressource en eau, qui va soulager la crise de pénurie d'eau, surtout dans le domaine de l'irrigation agricole. Le ratio entre les superficies irriguées et irrigables est de 0,20, les potentialités de la réutilisation des eaux usées : 1/3 des volumes d'eaux usées est proche des périmètres irrigués [2]. Le nombre de station d'épuration en exploitation est de 102 (52 STEP et 50 lagunes) pour une capacité installée actuelle de 570 hm³/an, donc le lagunage couvre presque la moitié des systèmes d'épuration utilisés en Algérie [3].

Le lagunage est généralement utilisé dans le traitement secondaire des eaux usées en zone rurale, on les réalise par aménagement des dépressions naturelles ou par creusement, ou érection d'une digue imperméable. Si le fond est perméable il faut le recouvrir par un film de plastique ou d'une couche de bentonite pour ne pas polluer la nappe souterraine [4]. Parmi les avantages de lagunage naturel : le faible coût d'exploitation, la bonne intégration paysagère, et la bonne élimination des pathogènes [5]. Le lagunage est le procédé le plus adapté dans les milieux ruraux par sa simplicité. Mais la question qui se pose : est-ce que la qualité des eaux épurées par ce système est adéquate avec les normes de préservation du milieu récepteur ?

2. Matériel et méthodes

Afin de contribuer à une meilleure évaluation des performances épuratoires du procédé de traitement des eaux usées par lagunage naturel et apporter les solutions techniques qui s'imposent à l'amélioration de son efficacité en Algérie, nous avons retenu pour étude 02 stations fonctionnelles qui sont situées dans deux wilaya de l'ouest Algérien wilaya de Tlemcen et Ain Temouchent : Sidi Senoussi (wilaya de Tlemcen) ; Emir Abdelkader (wilaya de Ain Temouchent).

2-1. Lagunage de Sidi Senoussi

Le lagunage de sidi senoussi est un lagunage naturel, les eaux traitées par ce lagunage sont de nature domestique. Le volume d'eau traité annuellement est de 838 m³/j, la date de mise en service est Décembre 2007, le lagunage se compose d'une filière de prétraitement (dégrillage et dessablage), et d'une filière de traitement biologique : Cette filière est composée de six bassins, qui sont réparties suivant trois étages :

- Deux bassins anaérobies : de (30 m x 30 m) avec une profondeur de 4 m correspondant,
- Deux bassins facultatifs : Les dimensions des bassins facultatifs sont de 38m x 150 m avec une profondeur de 1,5 m.
- Deux bassins de maturation : La surface est de (54 m x 54 m) avec une profondeur de 1, 2 m, Ces bassins reçoivent les effluents des bassins facultatifs. Ce sont des bassins aérobies, avec une profondeur faible de l'ordre de 0,8 – 1,5 m.

2-2. Le lagunage de l'Emir Abdel Kader

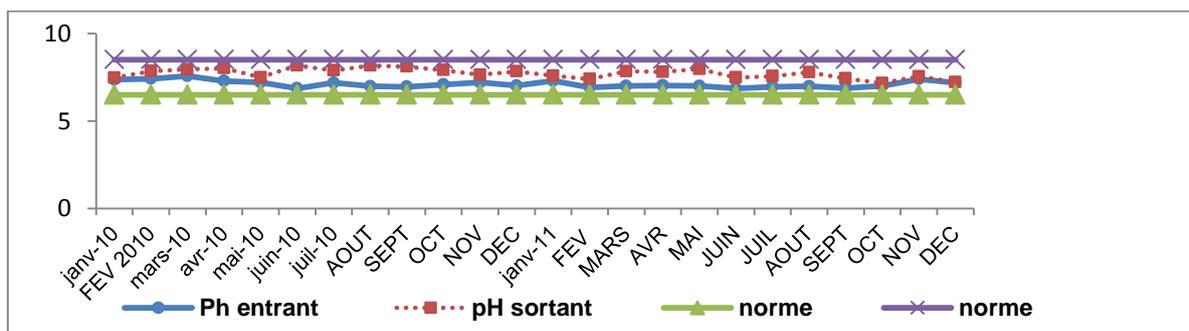
Le lagunage naturel d'Emir Abdel Kader, traite des eaux de nature domestique , le volume d'eau traité annuellement est de 314 m³/j. La date de mise en service est mai 2005. Le lagunage d'Emir est constitué par une filière de prétraitement (dégrillage et dessablage), d'une filière de traitement biologique (un bassin de lagunage facultatif, La profondeur de bassin est de 2.50 mètres, et un bassin de maturation ayant une profondeur d'eau de 1.50 m) ; et une filière de traitement tertiaire : Se compose d'un décanteur et un désinfecteur, malheureusement cette filière n'a jamais fonctionné. Pour les deux lagunages Les paramètres analysés sont (MES, DBO ; DCO, PH, N-NH₄⁺ N-NO3). Les analyses effectuées deux fois par mois et nous avons affecté la moyenne des deux prélèvements pour chaque mois. Les MES sont mesuré par filtration, et le DBO5 par un DBIOMETR et le pH par un PH mètre et le DCO et N-NH₄⁺, N-NO3 par un spectrophotomètre.

3. Résultats et discussion

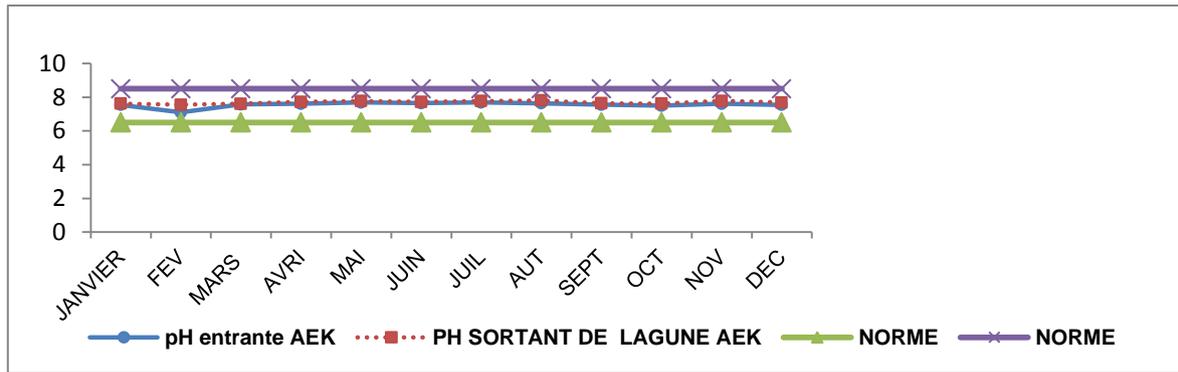
Les résultats d'analyse des eaux entrantes et sortantes des deux lagunages sont présentés dans les figures suivantes :

3-1. Résultats pour pH

Pour le lagunage de Sidi Senoussi, La valeur moyenne de pH des eaux entrantes est 7.10 et la valeur moyenne des eaux sortantes est de 7.71. Pour le lagunage d'Emir la valeur moyenne de pH est de 7.55 et la valeur moyenne des eaux sortantes est de 7.69. D'après la **Figure 1**, le PH des deux lagunages est situé entre les valeurs limitées par les normes. Il y a une légère augmentation dans les eaux sortantes nous pouvons expliquer cela par la réaction de nitrification qui dégage des ions H⁺.



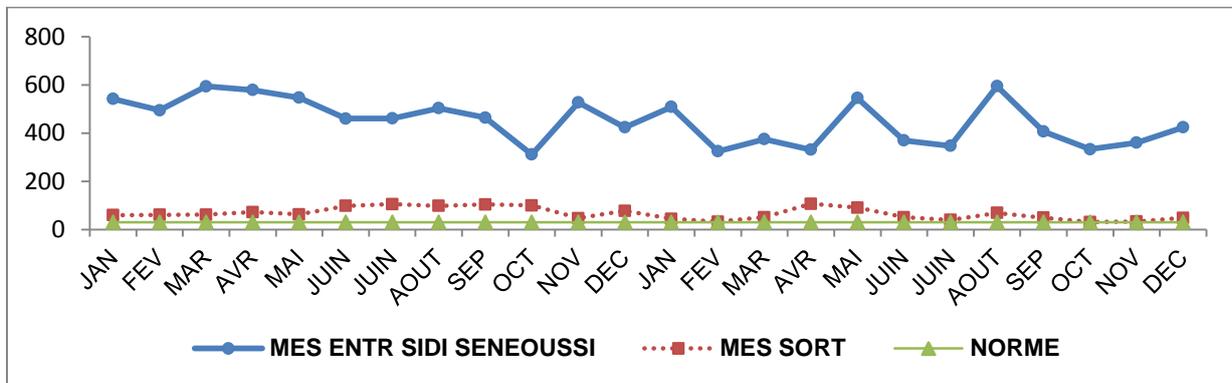
(a)



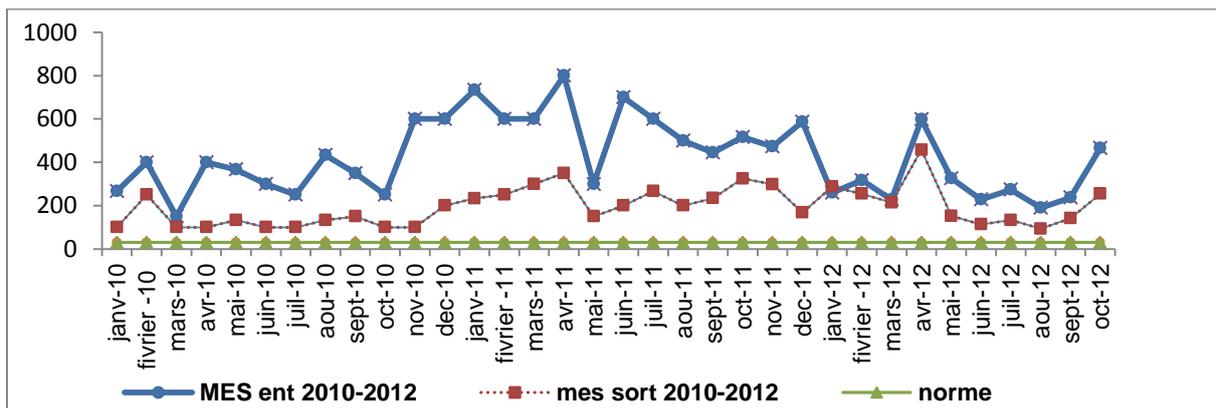
(b)

Figure 1 : variation de PH des deux lagunes (a) lagune de Sidi Senoussi (2010-2011) et (b) lagune d'Emir Abdel Kader(2010)

3-2. Résultat des MES



(a)



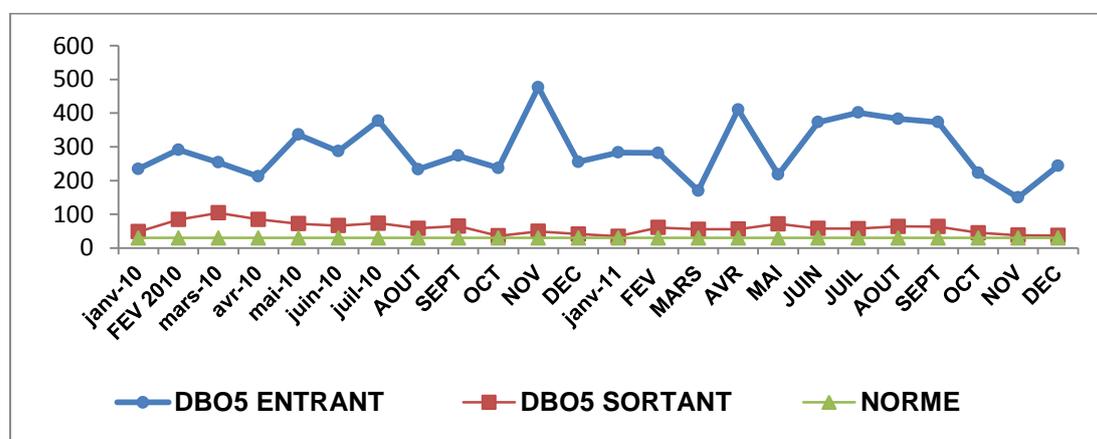
(b)

Figure 2 : variation des concentrations des MES pour les deux lagunes (a) Sidi Senoussi (2010-2011) et (b) lagune de Emir Abdel Kader (2010-2012).

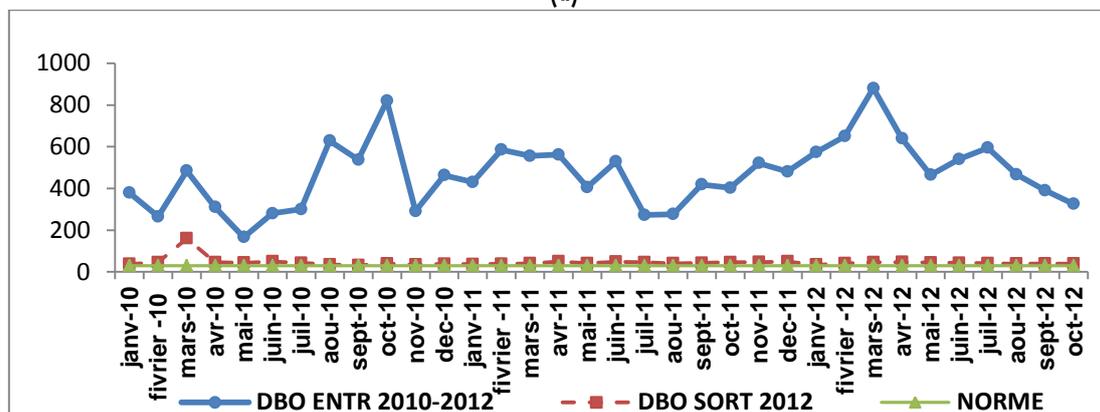
D'après la **Figure 2**, nous avons eu un abattement de la concentration des MES dans les deux lagunes, ce dernier est grâce à la décantation des eaux usées dans les bassins des lagunages. Nous constatons aussi que les concentrations des MES dans les eaux sortantes des deux lagunes sont au-dessus de la norme

requis (30 mg/L). Cette concentration élevée en MES dans les eaux sortantes revient à la présence des algues dans les eaux épurées. Pour le lagunage d'Emir, nous remarquons que le rendement d'abattement des MES décroît avec le temps (64.12% pour l'année 2010 et 56.58 % pour l'année 2011, et 32.73 % pour l'année 2012), nous pouvons expliquer cette diminution par le vieillissement des bassins et l'accumulation des boues dans le fond des bassins, le lagunage a besoin d'une opération de curages des bassins. Pour le lagunage de Sidi Senoussi nous constatons que le rendement s'améliore au cours des années (77,39% pour l'année 2010 et 81,74 % pour l'année 2011), cette amélioration revient au phénomène d'infiltration des eaux de nappe, donc les eaux épurées sont diluées par les eaux infiltrées dans les bassins, c'est pour cette raison qu'on a enregistré une augmentation de rendement et une diminution des concentrations rejetées. Le rendement moyen d'abattement moyen de lagunage de Sidi Senoussi est de 85.35 % et le rendement de lagunage de EMIR est de 53.68 %, donc le rendement moyen d'élimination des MES est meilleur que celui de lagunage de EMIR, car le lagunage de Sidi Senoussi est plus récent et plus complet (trois étages).

3-3. Résultats obtenus pour la DBO5



(a)



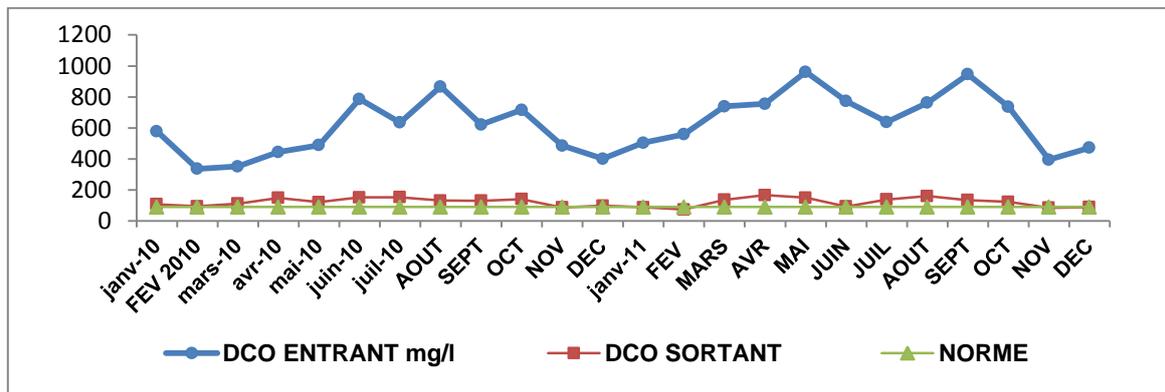
(b)

Figure 3 : variation des concentrations de DBO5 pour les deux lagunes (a) : lagune de Sidi Senoussi (2010-2011) et (b) lagune d'EMIR Abdel Kader (2010-2012).

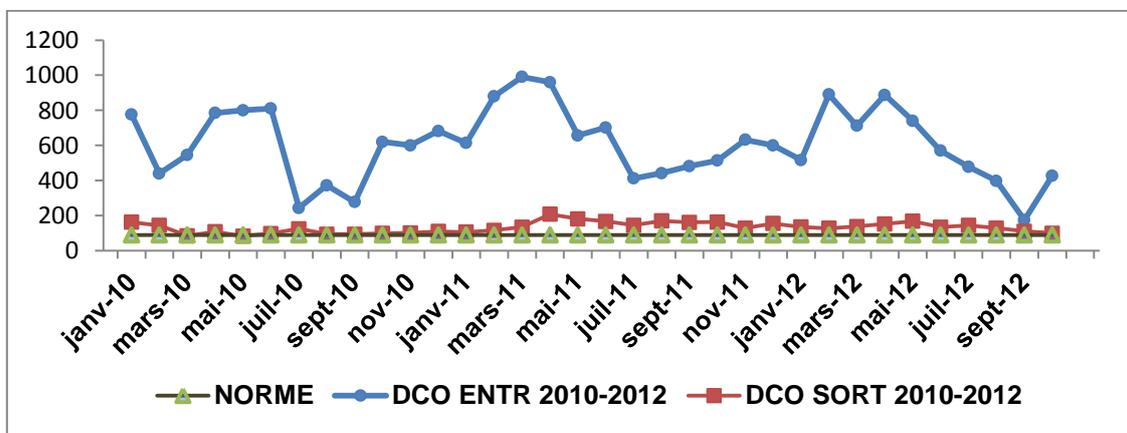
Pour le lagunage d'Emir, la valeur moyenne entrante de DBO5 est de 467,27 mg/L, et la valeur moyenne sortante est de 45,46 mg/L. Pour le lagunage de Sidi Senoussi la concentration moyenne entrante est de 209,74 mg/L et la concentration moyenne sortante est de 59,36 mg/L. On compare les rendements de chaque année avec l'autre de chaque lagune (pour EMIR Abdel Kader nous avons : 87,70% pour 2010 et 90,32% pour 2011 et 92,50 % pour 2012 et pour Sidi Senoussi 77,39 % pour 2010 et 81,74 % pour 2011).

Nous remarquons que pour les deux lagunes une augmentation de rendement avec le temps, on peut expliquer cette augmentation par l'amélioration de l'activité des bactéries épuratrice (croissance de population bactérienne). On comparant le rendement moyen de deux lagunages entre eux, nous avons un rendement moyen de 79.58% pour Sidi Senoussi et 90.28 % pour le lagunage de 'Emir Abdel Kader. Le rendement moyen de Sidi Senoussi est inférieur à celle d'Emir Abdel Kader. Cela se justifie par le débit entrant dans le lagunage de Sidi Senoussi est supérieur à celle d'AEK. D'après la **Figure 3** nous remarquons que les concentrations de la DBO5 dans les eaux sortantes de Sidi Senoussi sont au-dessus de la ligne de la norme, et nous remarquons aussi que les concentrations de lagunage d'Emir sont presque confondues avec la ligne de la norme.

3-4. Interprétation des résultats de DCO



(a)



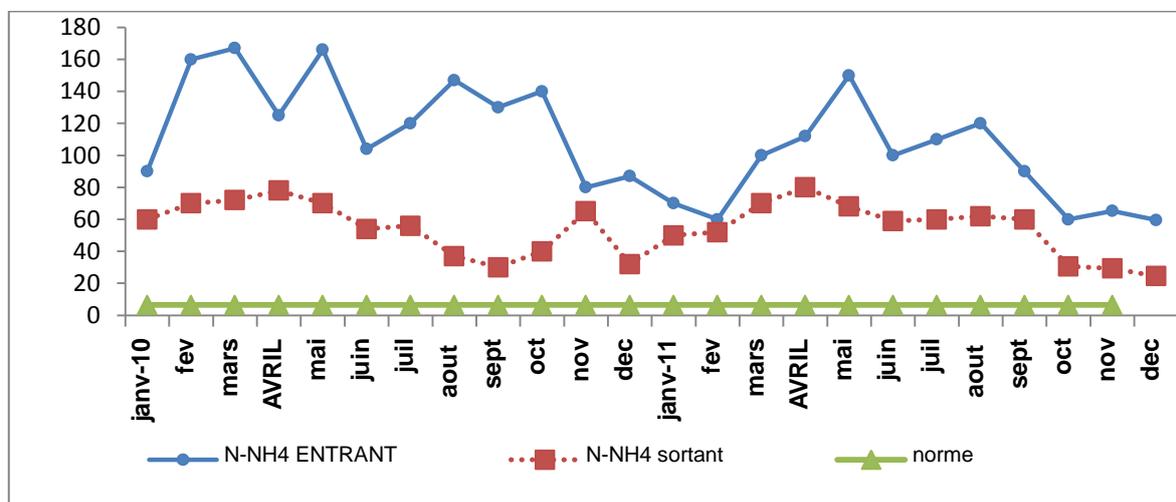
(b)

Figure 4 : variation des concentrations DCO des deux lagunes (a) lagune Sidi Senoussi (2010-2011) et (b) lagune d'EMIR Abdel Kader (2010-2012)

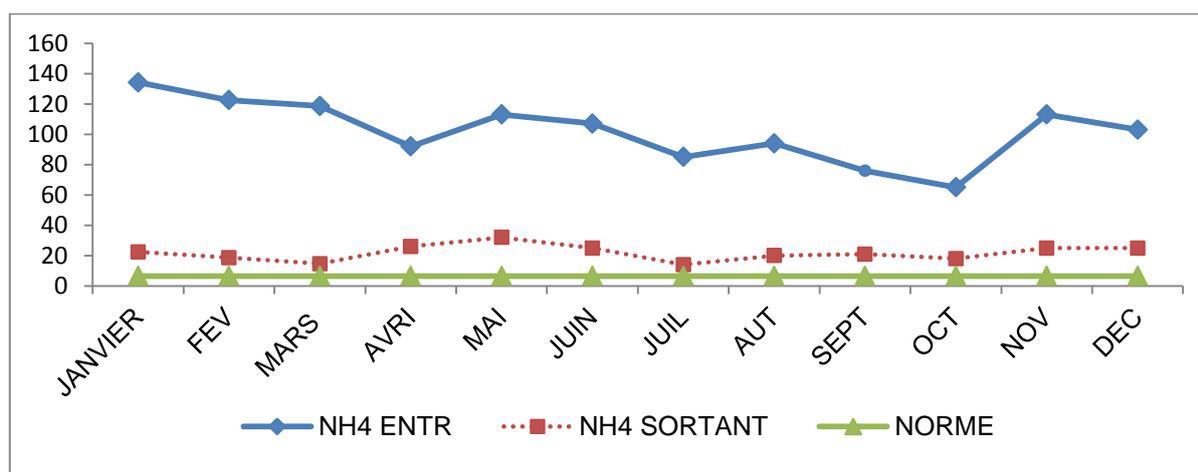
D'après la **Figure 4**, nous remarquons qu'il y a un bon abattement de DCO pour les deux lagunages, mais les concentrations sortantes sont au-dessus de la norme, sauf quelque mois. Les concentrations de DCO sortant sont confondues avec le graphe de la norme pendant quelque mois, nous pouvons expliquer cela par : les concentrations de DCO entrantes pendant cette période sont faibles. La valeur moyenne sortante est 132,24 mg/L pour Sidi Senoussi, et la concentration moyenne sortante est de 121.72 mg/L pour Emir Abdel Kader, les deux lagunes rejettent des concentrations supérieures à la norme (90 mg/L). On comparant les rendements moyens d'abattement de DCO des deux lagunages entre eux, nous constatons que le rendement

de Sidi Senoussi (80.46%) est plus grand que celle de Emir Abdel Kader (78.28%), nous pouvons expliquer cela par : le lagunage de Sidi Senoussi est plus récent et plus complet (le nombre des bassins est plus grande), en plus il y a une dilution causé par l'infiltration des eaux de nappes.

3-5. Interprétation des résultats de $N.NH_4^+$



(a)



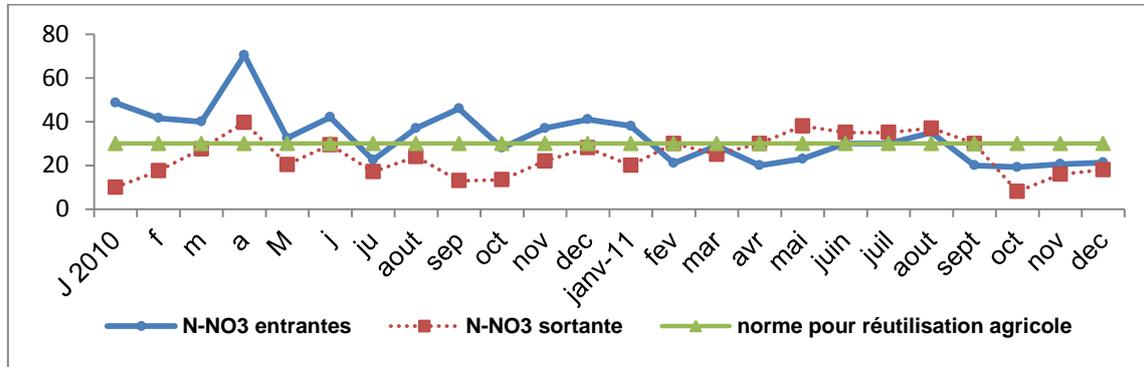
(b)

Figure 5 : variation des concentrations de l'ammoniaque pour les deux lagunes (a) Sidi Senoussi (2010-2011) et (b) Emir Abdel Kader (2010)

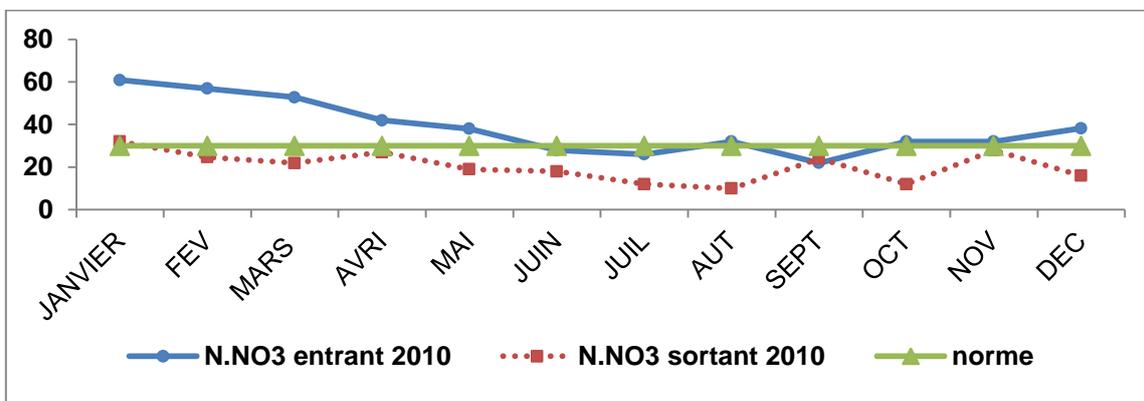
D'après la Figure 5, il y a une dégradation des concentrations de l'ammonium dans les deux lagunes Sidi Senoussi et Emir Abdel Kader. Mais les concentrations dans les eaux sortantes sont au-dessus de la courbe de la norme dans les deux lagunes. Le rendement moyen d'abattement de $N.NH_4^+$ de lagune de Sidi Senoussi est de 49.88 % et celle d'Emir Abdel Kader est de 78.61 %. La concentration moyenne entrante dans la station de Sidi Senoussi 108,86 mg/L et la concentration moyenne rejeté par la lagune est 54.55 mg/L. Pour le lagunage d'Emir la concentration moyenne entrante est de 101,93mg/L et la concentration sortantes est de 21.8 mg/L. donc la dégradation de l' $N.NH_4^+$ dans le lagunage d'Emir est meilleur que celle de Sidi Senoussi, parce que le débit annuel moyen traité par la station de Sidi Senoussi (883m³/j) est plus important que celle traité par le lagunage de AEK (314 m³/j). On compare les rendements de Sidi Senoussi celle de

2010(56,21%) avec celle de 2011 (41,15%), donc il est clair que la dégradation de l' N-NH_4^+ a diminué avec le temps.

3-6. Interprétation des résultats de N.NO3



(a)



(b)

Figure 6 : variation des concentrations de nitrate pour les deux lagunages (a) Sidi Senoussi (2010-2011) et (b) Emir Abdel Kader (2010)

Pour le lagunage de Sidi Senoussi nous avons enregistré une valeur moyenne dans les eaux entrantes de 32.74 mg/L et une valeur moyenne dans les eaux sortantes de 24.32 mg/L, et pour le lagunage d'Emir Abdel Kader nous avons une concentration moyenne entrante de 38.40 mg/L et une valeur moyenne dans les eaux sortantes 20.38 mg/L. D'après la **Figure 6**, nous remarquons que les concentrations en nitrate rejeté sont en dessous des concentrations entrantes, donc il y a une dégradation de nitrate c.-à-d. une dénitrification. Pour le lagunage d'Emir les concentrations sortantes sont tous inférieure à celle limités par les normes de réutilisation 30 mg/L et les normes de protection du milieu naturel (40 mg/L), mais pour la lagune de Sidi Senoussi il y a quelques valeurs qui sont au-dessus de la valeur limite pour l'irrigation, et tous les valeurs sortantes sont en dessous de la valeur limité pour la préservation du milieu naturel

Pour les rendements moyens de chaque lagunage nous avons obtenu pour le lagunage de Sidi Senoussi un rendement moyen d'abattement de 25.72 %, et 46.67 %. La lagune d'AEK présente un rendement de dégradation plus important que celle de Sidi Senoussi, pour le même raison, le débit traité par la station de lagunage de Sidi Senoussi est plus important. On comparant les rendements de Sidi Senoussi pour l'année 2010 (21,82%) et celle de l'année 2011 (-2.7-), nous remarquons que le rendement diminue avec le temps,

en plus le rendement de l'année de 2011 est négatif ce qui signifie que les concentrations dans les eaux sortantes est supérieur à celle des eaux entrantes ,ce qui est très claire dans *la figure 6*,cette augmentation indique qu'il y a une nitrification de l' $N-NH_4$, et que la dénitrification est absente ou bien très faible par rapport la nitrification.

4. Conclusion

D'après les résultats de nos analyses effectués sur les eaux usées entrantes et sortantes des deux lagunes Sidi Senoussi et Emir Abdel Kader nous avons conclu que :

Pour le paramètre PH, les concentrations dans les eaux épurées sont conformes avec les normes requises pour la réutilisation agricole. Pour le paramètre de $N-NO_3$, les concentrations oscillent autour de la valeur limitée par la norme de réutilisation. Pour les paramètres MES et DBO5 et la DCO, $N-NH_4^+$: les concentrations dans les eaux épurées ne sont pas conformes avec les normes de réutilisation et de préservation du milieu récepteur. Alors le système d'épuration nommé lagunage naturel ne suffit pas seul pour avoir des eaux épurées adéquate pour une réutilisation agricole et même pour une préservation du milieu naturel. Nous proposons d'ajouter à l'aval des bassins de lagunage naturel des bassins des filtre planté qui sont très efficace pour une épuration des eaux usées des milieux ruraux et donne des concentrations dans les eaux épurées très adéquates avec les normes de réutilisation agricole .

Références

- [1] - BOUALLA Nabila . « l'expérience algérienne en matière d'épuration des eaux usées », science libre , option environnement, volume 3 n° 111115 , (2011) 8 pages .
- [2] - T Hartani , « la réutilisation des eaux usées en irrigation : cas de la Mitidja en Algérie . » Séminaire sur la modernisation de l'agriculture irriguée, Rabat : Maroc (2004)
- [3] - M.MESSAHEL, M. S. BENHAFID « Aménagement hydro-agricole : situation actuelle et perspectives de développement en Algérie ». Options méditerranéennes -Séries B, n° 48 (2007) 13 pages.
- [4] - A.Gaid , épuration biologique des eaux usées urbaines tome1, offices des publications universitaires (1984)
- [5] - Y. Racault (Cemagref) « Le Lagunage naturel: les leçons tirées de 15 ans de pratique en France », 97 /0219 (1997), 1^{ère} Edition.