



## EVALUATION DE L'EFFICACITE DE LA STATION D'EPURATION DE MEDEA (ALGERIE)

### EVALUATING EFFECTIVENESS OF WASTEWATER TREATMENT PLANT OF MEDEA (ALGERIA)

*HAMAIDI-CHERGUI F.<sup>1</sup>, ZOUBIRI A.F.<sup>2</sup>, HAMAIDI M.S.<sup>1</sup>,  
DEBIB A<sup>2</sup>, KAIS H.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Laboratoire de biotechnologies, environnement et santé.  
Département de Biologie et Physiologie cellulaire.

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université Blida 1. Algérie.

<sup>2</sup> Département de Biologie et Physiologie cellulaire. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université Blida 1. Algérie.

*hamaidifella@yahoo.fr*

### RESUME

Les eaux résiduaires de la STEP de Médéa, située au Nord-Ouest de l'Algérie, traitées par boues activées, ont été caractérisées afin d'évaluer l'efficacité du traitement en vue de la protection du milieu récepteur oued Harbil et de la nappe phréatique de la partie sud de la région de Médéa.

L'échantillonnage a été effectué une fois par semaine sur une période de cinq mois (de Mars à Juillet 2012). Les résultats obtenus présentent des rendements épuratoires satisfaisants. Le taux d'abattement des MES, de la DCO et de la DBO<sub>5</sub> est respectivement de l'ordre de : 97,61%, 92,44% et 97,22%. L'élimination de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> et des PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> est respectivement de 97,67% et 76,06%. L'examen du rapport DCO/DBO<sub>5</sub> souligne bien le caractère biodégradable des eaux usées de cette station.

**Mots clés:** Eaux usées brutes, Eaux épurées, STP-Médéa, Boues activées, paramètres physico-chimiques, Taux d'abattement.

## **ABSTRACT**

The work of the present study is aimed at determining the physical and chemical parameters of the wastewater or the effluent, at inlet and outlet of the treatment plant from Médéa.

The values of some physico-chemical parameters were decreased in the ratio of biochemical oxygen demand 97.22%, chemical oxygen demand 92.44%, ammonia 97.67%, total suspended matter 97.61% and orthophosphates 76.06%. However, the results indicated that the treatment plants had a significant role in the control of pollution load from organic and inorganic pollution.

**Keywords:** wastewater, treated water, Médéa WWTP, physico-chemical parameters, removal.

## **INTRODUCTION**

En Algérie, les changements climatiques de ces dernières années, l'accroissement démographique et le développement de l'urbanisation ont conduit à des problèmes multiples et complexes. Au défi croissant que pose la demande en eau et sa gestion, s'ajoute les problèmes de rejet des eaux usées et leur influence directe ou indirecte à long ou à court terme sur l'environnement et la santé publique.

Pour répondre à cette situation d'épuisement des ressources naturelles et à la protection de l'environnement, le recours à l'épuration des eaux usées urbaines, souvent chargées en éléments nutritifs tels que l'azote et le phosphore, représenterait d'une part une source d'eau et d'engrais additionnelle renouvelable et fiable pour l'agriculture et d'autre part, elle permettrait la protection des milieux aquatiques récepteurs en plus de la préservation des ressources naturelles superficielles et souterraines pour une vocation plus noble qui est l'alimentation en eau potable (Boualla et al., 2011).

L'étude que nous présentons est une contribution à l'évaluation de l'efficacité du traitement biologique par boues activées dans la station d'épuration des eaux usées de Médéa, dans une perspective de réutilisation agricole et/ou de la protection des milieux naturels récepteurs.

## MATERIELS ET METHODES

### Description de la STEP et mode de prélèvement

La station d'épuration des eaux usées est située à 10 Km à l'est de la wilaya de Médéa, au bord de l'oued Lahrech, dans une zone relativement enclavée entre les collines. La station a été mise en service en 2007 et exploitée par l'ONA depuis Juin 2009. Cette station a été conçue pour traiter les eaux usées domestiques de la wilaya de Médéa et de ses environs.

D'une capacité de 26.000 m<sup>3</sup>/jour, la STEP est destinée à la protection des eaux de l'oued Harbil et de la nappe phréatique de la partie sud de la région de Médéa. La construction et la mise en place des équipements électromécaniques de cette station se feront en deux phases permettant ainsi de traiter les eaux d'une population équivalente à 162.500 Eq/habitants pour la première phase (phase actuelle) et à 195.000 Eq/habitants pour la deuxième phase (phase future) (Anonyme, 2006).

Les principales étapes du traitement de l'eau dans la station d'épuration de Médéa sont :

- Prétraitement mécanique
  - Dégrillage grossier
  - Dégrillage fin
  - Dessablage et déshuilage
- Traitement biologique
- Décantation et pompage des boues en excès

L'échantillonnage a été effectué du mois de Mars jusqu'au mois de Juillet 2012, à raison d'un prélèvement par semaine. Le choix du type d'échantillonnage est le suivant :

- Des prélèvements automatiques sont effectués directement à partir de l'échantillonneur et sont mesurés *in situ* comme la température, le pH et la conductivité électrique.
- Des prélèvements manuels instantanés sont conservés immédiatement dans une glacière (Température < à 4°C) jusqu'à l'arrivée au laboratoire.

Trois points de prélèvement ont été choisis à savoir :

- Un prélèvement de l'eau brute après l'étape de dégrillage.
- Un prélèvement de l'eau épurée à la sortie du décanteur

- Un prélèvement au niveau du bassin d'aération afin d'apprécier la qualité des boues.

### Méthodes d'analyses des paramètres physico-chimiques

Les méthodes d'analyses des différentes variables physico-chimiques sont consignées dans le tableau suivant :

**Tableau 1 : Méthodes d'analyses**

Paramètres analysés	Méthodes	Références
Température et pH	pH mètre Sensio (Hach)	NORME NF T90-008
Conductivité électrique (CE)	Conductimètre (Mettler Toledo MC226)	NF EN 27888/ ISO 7888
Matières en suspension (MES)	Méthode par filtration	NORME NFT 90-105
DBO5	Test DBO 5-jours	ISO 5815
DCO	Méthode titrimétrique	ISO 6060
Nitrates	Méthode NO3-N Salicylate Spectrophotomètre (HACH DR 2800-2400)	SEAAL (2009)
Nitrites	Méthode Spectrophotométrique	ISO 6777
Ammonium	Méthode Spectrophotométrique	ISO 7150/1
Orthophosphates	Méthode Spectrophotométrique	NF ISO 6878P)

### Contrôle de la boue activée

L'indice de MOHLMAN se définit comme le volume occupé après décantation de 30 minutes d'un échantillon de boue correspondant à 1 mg de matière sèche (Rodier et al., 2005).

On introduit dans une éprouvette 1 litre de boues provenant du bassin d'aération, prélevé après 15 à 20 minutes de fonctionnement du système d'aération. Puis, on détermine le volume (en ml) occupé par les boues après décantation d'une demi-heure. On recherche également la teneur en matières sèches d'un litre de boues à analyser (Rodier et al., 2005). L'indice de MOHLMAN est représenté par le rapport :

$$IM = \frac{\text{Indice de décantation (ml/l)}}{\text{Masse de la matière sèche (mg/l)}}$$

La valeur moyenne de l'indice de MOHLMAN est située entre 90 et 150 (ml/g) au-dessus de 150ml/g des problèmes de décantation peuvent apparaître.

### **Calcul du taux d'abattement**

Le calcul du taux d'abattement d'un paramètre R, exprimé en pourcentage est Calculé selon la formule suivante :

$$R = \frac{P_i - P_o}{P_i} \times 100$$

Où :

R : est le rendement pour un paramètre donné,

P<sub>i</sub> : est le chiffre du paramètre donné à l'entrée,

P<sub>o</sub> : est le chiffre du même paramètre à la sortie.

## **RESULTATS ET DISCUSSION**

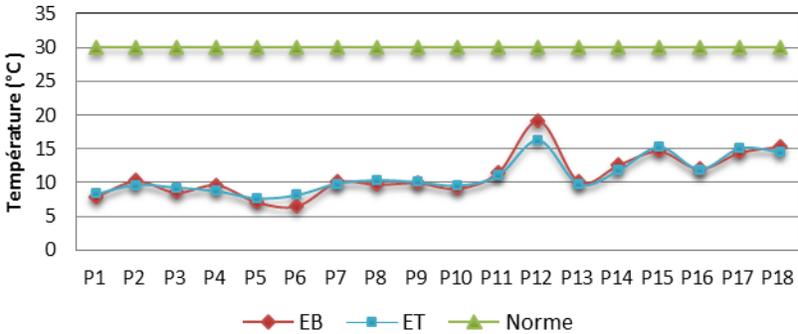
Les résultats des paramètres physico-chimiques des eaux usées brutes et traitées sont analysés et comparés aux normes recommandées par le JORA et par l'OMS afin d'évaluer le rendement épuratoire du traitement par boues activées au niveau de la station d'épuration de Médéa.

### **Température et pH**

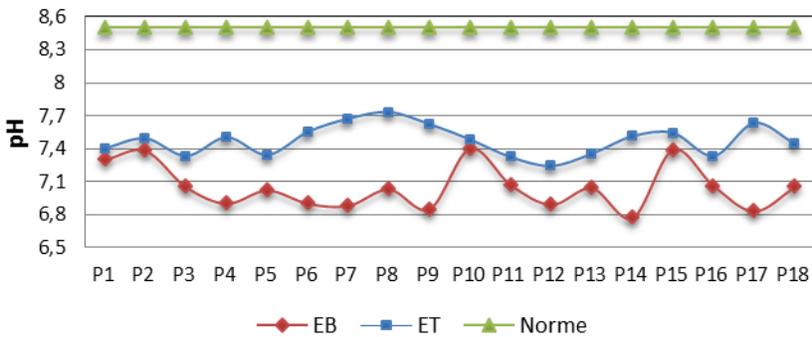
Les valeurs de la température des différents échantillons sont très proches. Elles oscillent entre un minimum de 6,5°C et un maximum de 19,1°C à l'entrée avec une moyenne de 11±3,21°C et entre 7,6°C et 16,2°C pour les eaux épurées avec une moyenne de 10,91±2,75°C (Figure 1). En Algérie, les normes de rejets des eaux usées admises dans la nature sont de l'ordre de 30°C (JORA, 2006).

Les valeurs du pH des eaux usées brutes sont comprises entre 6,77 et 7,39 avec 7,05±0,20 (Figure 2) comme étant la valeur moyenne qui est une caractéristique des eaux résiduaires dont le pH est plus favorable à l'action bactérienne pour les processus d'épuration aérobie et anaérobie (Franck, 2002). D'après Sevrin

Reyssac et al., (1995), un pH alcalin et une 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.



**Figure 1 : Variation de la température**



**Figure 2 : Variation du pH**

### Conductivité électrique (CE)

Dans les eaux usées brutes, la valeur maximale est de 4110  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et la valeur minimale est de l'ordre de 1341  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Au niveau des eaux traitées, la valeur maximale de la conductivité enregistrée est de 2960  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et la valeur minimale est de 1391  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Figure 3).

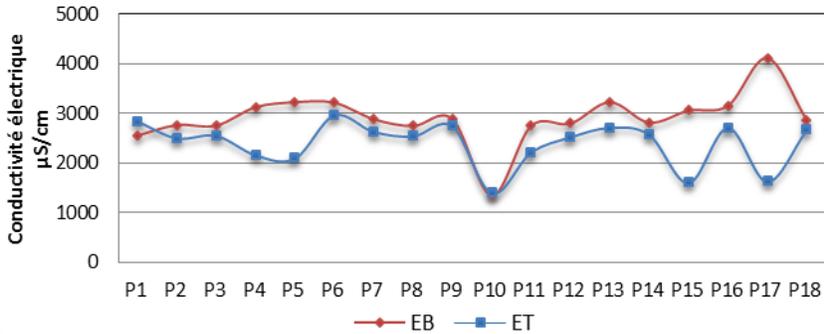


Figure 3 : Variation de la CE

Les valeurs enregistrées au cours de cette étude indiquent que la conductivité électrique des eaux usées se caractérise par des valeurs relativement élevées dues probablement aux charges polluantes. Selon Franck (2002), tout rejet polluant s'accompagne d'un accroissement de la conductivité.

### Matières en suspension (MES)

Les valeurs enregistrées révèlent une réduction importante des MES entre les eaux brutes et traitées (Figure 4). Elles se situent entre 312 mg/l et 950 mg/l avec une moyenne de  $529,67 \pm 190.13$  mg/l pour les eaux brutes. Pour les eaux épurées, le taux des MES varie entre 3,5 mg/l et 27 mg/l. Ces faibles valeurs sont dues à la décantation des matières décantables. Elles restent cependant inférieures à la norme de rejet de l'OMS (30 mg/l) et à celle du journal officiel algérien limitée à 35 mg/l (JORA, 2006).

Selon la FAO (2003), la présence de matière en suspension dans les eaux usées ne constitue pas, sauf cas très particulier, un obstacle à la réutilisation de ces eaux. Bien au contraire, elle contribue à la fertilité des sols.

Cependant, une présence excessive de matières en suspension peut entraîner des difficultés de transport et de distribution des effluents ainsi que l'obturation des systèmes d'irrigation (Belaid, 2010).

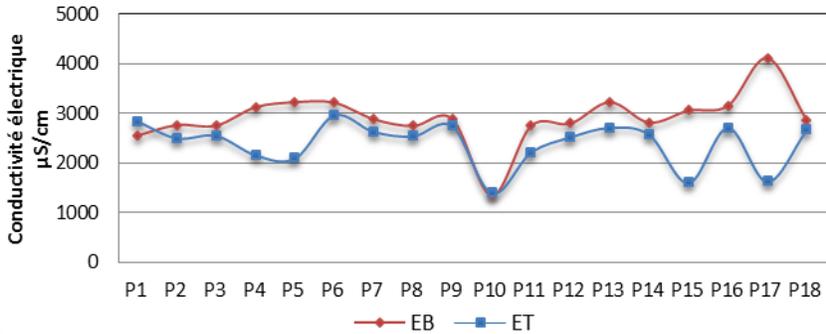


Figure 4 : Variation des MES

### Paramètres de pollution organique (DCO, DBO5)

#### *Demande chimique en oxygène (DCO)*

Les valeurs de la DCO de l'eau brute sont variables. Elles oscillent entre 365 mg O<sub>2</sub>/l et 1094,4 mg O<sub>2</sub>/l avec une moyenne de 672,02±215,20 mg O<sub>2</sub>/l (Figure 5).

Concernant l'effluent traité, les valeurs enregistrées varient entre 19,2 mg O<sub>2</sub>/l et 105,4 mg O<sub>2</sub>/l. Ces valeurs sont conformes aux normes algériennes de rejet (120 mg O<sub>2</sub>/l), ainsi que celles de l'OMS (< 90 mg O<sub>2</sub>/l).

#### *Demande biologique en oxygène (DBO5)*

La valeur moyenne de la charge polluante reçue par la station varie entre 70 mgO<sub>2</sub>/l et 750 mg O<sub>2</sub>/l. Les effluents traités s'appauvrissent et montrent des teneurs en DBO5 qui oscillent entre 1 mg O<sub>2</sub>/l et 14 mg O<sub>2</sub>/l (Figure 6) avec une moyenne de 5,89±3,91 mg O<sub>2</sub>/l.

Les valeurs de la DBO5 sont inférieures aux normes algériennes de rejet (40 mg O<sub>2</sub>/l) et à celles de l'OMS (<30 mg O<sub>2</sub>/l).

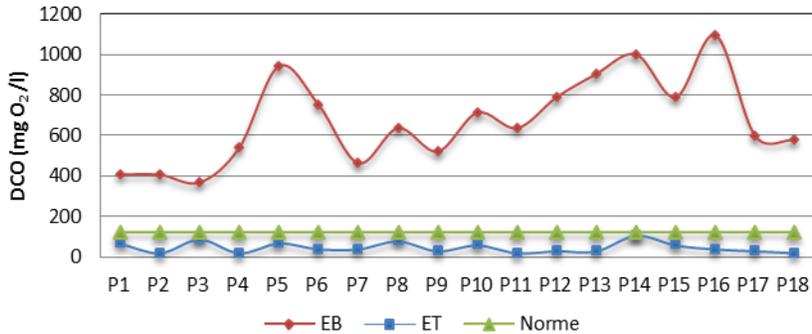


Figure 5 : Variation de la DCO

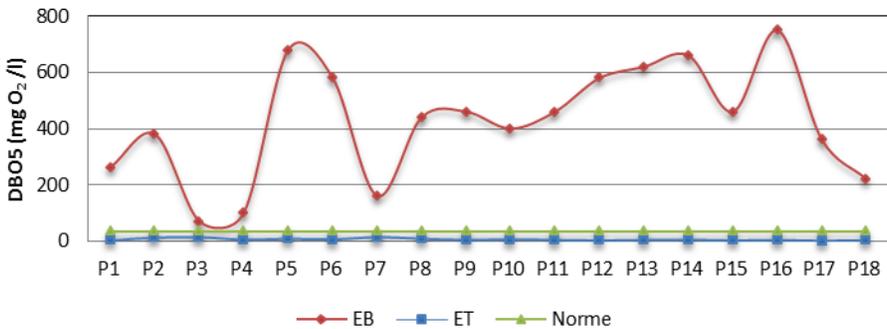


Figure 6 : Variations hebdomadaire de la DBO5

Le rapport entre la DCO et la DBO<sub>5</sub> permet de caractériser la nature de l'effluent. Il est en moyenne de 2,03. Cette valeur inférieure à 3 (Tableau 2), confère à l'effluent une bonne biodégradabilité (Cardot, 1999) et confirme que les eaux usées traitées au niveau de la STEP sont d'origine domestique (Rodier et al., 2005).

Fresenius et al., (1990) ont rapporté que lorsque le rapport BOD<sub>5</sub>/DCO est  $\geq 0,5$ , la dégradation biologique débute immédiatement. Lorsque le rapport DBO<sub>5</sub>/DCO est  $< 0,5$ , il existe une possibilité pour que les substances chimiques qui ont une mauvaise biodégradabilité retardent le processus biologique.

Sur la base de ces critères, une valeur seuil de 0,5 a été retenue pour étudier la biodégradabilité des substances organiques à la station d'épuration de Médéa. Le rapport DBO<sub>5</sub>/DCO oscille entre 0,19 et 0,94 ce qui indique que les polluants seraient parfois difficilement biodégradables.

**Tableau 2 : Variation hebdomadaire du rapport DCO/DBO5**

Prélèvements	Rapport DCO/DBO5
P1	1,6
P2	1,1
P3	5,2
P4	5,4
P5	1,4
P6	1,3
P7	2,9
P8	1,4
P9	1,1
P10	1,8
P11	1,4
P12	1,4
P13	1,5
P14	1,5
P15	1,7
P16	1,5
P17	1,7
P18	2,6

### **Matières azotées**

Dans cette étude, de faibles teneurs en nitrates sont notées au niveau des eaux brutes. Elles varient entre 0,1 mg/l et 4,52 mg/l. Dans les eaux épurées, ces valeurs oscillent entre 6,4 mg/l et 30,64 mg/l (Figure 7). Le taux des nitrates a augmenté considérablement au niveau des eaux traitées par rapport aux eaux brutes mais reste inférieur aux normes de l’OMS (50 mg/l).

On note une réduction des valeurs de l’azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ) dans les eaux traitées (Figure 8). En effet, l’azote ammoniacal est oxydé par nitrification en nitrite  $\text{NO}_2^-$  un état intermédiaire, puis ce dernier est rapidement oxydé en nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ). Cette transformation est effectuée en présence d’oxygène par des bactéries autotrophes nitrifiantes en deux étapes, la première étant assurée par des bactéries *Nitrosomonas* et la deuxième par des bactéries *Nitrobacter* (Aubry, 2003).

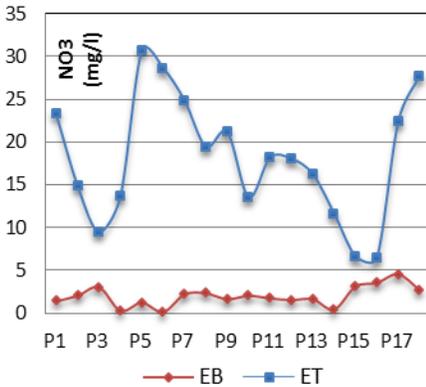


Figure 7 : Variation des nitrates

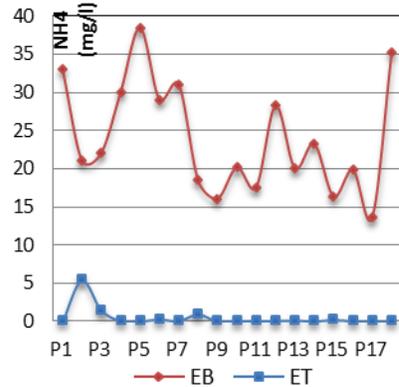


Figure 8 : Variation de  $\text{NH}_4^+$

### Pollution phosphorée

Les eaux usées brutes sont caractérisées par des teneurs faibles en orthophosphates qui varient entre 0,8 mg/l et 2,9 mg/l avec une moyenne de  $1,35 \pm 0,59 \text{ mg/l}$ . Dans les eaux épurées, les concentrations oscillent entre 0.1 mg/l à 0,87 mg/l (Figure 9). Ces valeurs sont conformes aux normes nationales et internationales ( $< 2 \text{ mg/l}$ ).

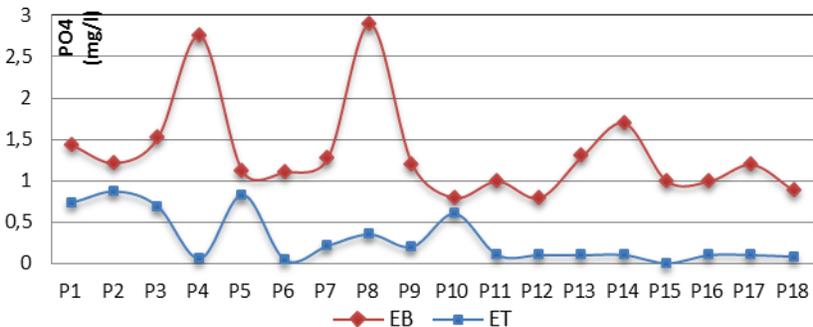


Figure 9 : Variation des orthophosphates

### Indice de MOHLMAN (IM)

L'indice de MOHLMAN permet de traduire la bonne disponibilité ou non, des boues à la décantation (Rejesk, 2002).

Si  $80 < IM < 150$  bonne décantation,

$IM < 50$  boue d'aspect granuleux, risque de former des dépôts,

$IM > 200$  boue en gonflement (foisonnement, bulking) développement exagéré des bactéries filamenteuses.

Les valeurs obtenues (Tableau 3) oscillent entre un minimum de 32ml/g et un maximum de 82ml/g avec une moyenne de  $55,22 \pm 11,16$  ml/g. Des valeurs inférieures à 80mg/l caractérisent selon Rejesk (2002), une boue qui décante trop rapidement d'où le risque d'avoir des dépôts dans les ouvrages et les canalisations.

**Tableau 3 : Résultats de l'indice de MOHLMAN**

Prélèvements	Indice de décantation (ml/l)	Masse de la Matière sèche (g/l)	Indice de MOHLMAN (ml/g)
P1 : 18/03/2012	90	2,8	32
P2 : 27/03/2012	120	2,24	54
P3 : 01/04/2012	105	2,50	42
P4 : 08/04/2012	90	2,19	41
P5 : 15/04/2012	100	1,98	50
P6 : 22/04/2012	100	1,94	51
P7 : 29/04/2012	120	2,17	55
P8 : 06/05/2012	90	1,77	51
P9 : 13/05/2012	110	2,15	51
P10 : 20/05/2012	130	2,15	60
P11 : 27/05/2012	135	2,30	59
P12 : 04/06/2012	150	2,51	60
P13 : 10/06/2012	160	2,79	57
P14 : 17/06/2012	170	2,62	65
P15 : 24/06/2012	140	2,33	60
P16 : 01/07/2012	130	2,40	54
P17 : 09/07/2012	190	2,73	70
P18 : 15/07/2012	130	1,58	82

## Rendements épuratoires

Les taux de réduction des différents paramètres obtenus au cours de cette étude sont représentés par les figures suivantes.

Les rendements moyens d'abattement de la pollution sont de 97,61% pour les MES, 92,44% pour la DCO et 97,22% pour la DBO<sub>5</sub>.

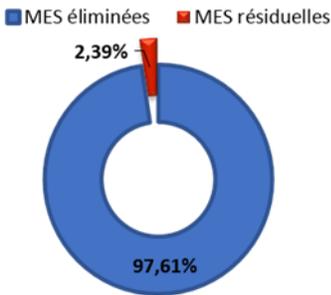


Figure 10 : Taux d'abattement des MES

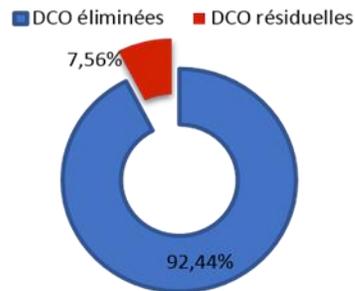


Figure 11 : Taux d'abattement de la DCO

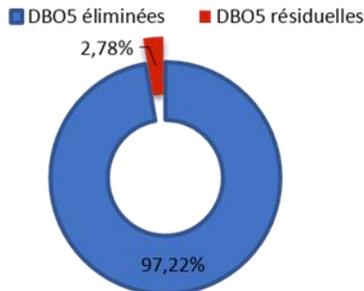


Figure 12 : Taux d'abattement de la DBO<sub>5</sub>

Ces rendements sont relativement constants durant toute la période d'étude. Ce résultat confirme la performance du système d'épuration des eaux usées dans la STEP de Médéa qui peut supporter des variations de charge organique tant que celle-ci reste dans la gamme d'une charge admissible.

Le rendement en azote ammoniacal obtenu pour l'ensemble de la filière de traitement est évalué à 97,67% (Figure 13) ce qui représente un abattement très satisfaisant par rapport aux résultats suggérés par différents auteurs (70% à 90%) (Canler et Perret, 2007; Choubert et al., 2011).

Le rendement d'élimination en orthophosphates est de l'ordre de 76,06% (Figure 14). Ce taux est supérieur au rendement théorique (60-70%) pour une eau résiduaire normalement concentrée (Choubert et al., 2011).

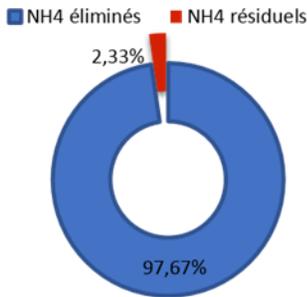


Figure 13 : Rendement de réduction de NH4+

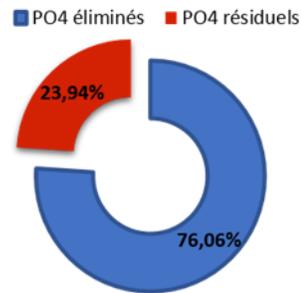


Figure 14 : Rendement de réduction de PO43-

## CONCLUSION

A travers ces mesures, il est clair que le traitement des eaux usées à la STEP de Médéa est suffisant pour permettre d'abaisser les concentrations en polluants et d'atténuer donc le risque sanitaire à un niveau très acceptable. Cependant, il est nécessaire, pour évaluer davantage sa qualité 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.
- Agrandir la STEP en la dotant d'un plus grand nombre de bassins d'aération afin de pallier l'impuissance du dispositif vis-à-vis de la grande charge polluante entrant quotidiennement dans la station.
- Suivre l'évolution des paramètres de l'eau rejetée par la station tout le long de son parcours au sein de l'Oued Harbil afin d'évaluer les conséquences de l'utilisation de ces eaux sur l'irrigation, sur l'environnement et la santé humaine et animale.

## **REMERCIEMENTS**

Les auteurs remercient sincèrement les membres de toute l'équipe travaillant dans la station d'épuration de Médéa.

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- AUBRY G. (2003). Enlèvement de l'azote des eaux usées par un procédé à culture fixée immergée. Université Laval. Québec.
- BELAID N. (2010). Evaluation des impacts de l'irrigation par les eaux usées traitées sur les plantes et les sols du périmètre irrigué d'El Hadjeb- Sfax : salinisation, accumulation et phytoabsorption des éléments métalliques. Thèse Doctorat. Université de Sfax.
- BOUALLA N., HADJ HASSAN B., BENZIANE A., DERRICH Z. (2011). L'expérience Algérienne en matière d'épuration des eaux usées. Science Lib Edition Mersenne : Volume 3, Issue 111115, 8p.
- CANLER J.P, PERRET J.M. (2007). Les Clari-floculateurs : Plus particulièrement utilisés en traitement tertiaire. Ministère de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement Durable. Document technique FNDAE N°35, 80 p.
- CARDOT C. (1999). Les Traitements de l'eau. Procédés physico-chimiques et biologiques. Ellipses, Paris, 247p.
- CHOUBERT J.M., MARTIN-RUEL S., BUDZINSKI H., MIEGE C., ESPERANZA M., SOULIER C., LAGARRIGUE C., COQUERY M. (2011). Evaluer les rendements des stations d'épuration, apports méthodologiques et résultats pour les micropolluants en filières conventionnelles et avancées. Extrait numérique de Techniques Sciences Méthodes n° 1/2 de 2011.
- FAO. (2003). Food and Agriculture Organisation. L'irrigation avec des eaux usées traitées : Manuel d'utilisation, 73 p.
- FRANCK R. (2002). Analyse des eaux, Aspects réglementaires et techniques. Edition Scérén CRDP AQUITAINE. Bordeaux, 165-239.
- FRESENIUS W., SCHNEIDER W., BOHNKE B., POPPINGHAUS K. (1990). Technologie des eaux résiduaires–Production, collecte traitement et analyse des eaux résiduaires, Springer–Verlag, Berlin, 1137 p.
- JORA. (2006). journal officiel de la république algérienne. Décret Exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 Avril 2006, section 1, article 3.
- REJSEK F. (2002). Analyse de l'eau : Aspects et règlementaire et technique .Ed CRDP d'Aquitaine. France, 358 p.

RODIER J., LEGUBE B., MERLET N., et BRUNET R. (2005). L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8ème édition. Paris: DUNOD, 1383p.

SEVRIN REYSSAC J., DE LA NOUE J., PROULX D. (1995). Le recyclage du lisier de porc par lagunage. Edition Technique et Documentation Lavoisier, 118p.