

Performance épuratoire de STEP de Dar El Gueddari (Lagunage naturel)

[STEP purifying performance of Dar El Gueddari (Natural lagoons)]

M. Allaoui¹, ELH. Mohati², M. Saadallah², and A. El Harfi¹

¹Department of Chemistry, Laboratory of Agro-resources, Polymers and Process Engineering (LAPPE), Team of Organic Chemistry and Polymers (TOCP), University Ibn Tofail, Faculty of Science, Kenitra, Morocco

²Quality Control Division of Waters, Purification Service Water Pollution, Branch Water, ONEE, Rabat, Morocco

Copyright © 2016 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Most domestic wastewater in urban and rural centers is dismissed without prior treatment or in the sewage system or directly into the aquatic environment. This often causes an alteration and a biological imbalance. In this study we will work on the natural lagoon treatment plant wastewater city of Dar ElGueddari with a nominal capacity of 700 m³/day.

The present work aims to:

Analyze the results of monitoring campaigns carried out at the entrance and exit of STEP in 2012-2013 for pollution parameters BOD₅, COD and TSS.

Analyze the purification performance of the station and offer recommendations to improve their treatment efficiency according to national standards or European.

Furthermore, we will also perform a qualitative analysis through:

The evaluation of the quality of the effluent based on domestic Moroccan discharge standards and compliance in terms of BOD₅, COD and TSS.

The confirmation of the characteristic of waste water by comparing the DCO reports/BOD₅ and TSS/BOD₅ with the usual ratios of urban wastewater.

Comparison of the abatement of pollution parameters compared to those set by the European directive.

KEYWORDS: Wastewater treatment plant, dejection, Nominal Flow, TSS, BOD₅, COD.

RESUME: La plupart des eaux usées domestiques des centres urbains et ruraux sont rejetés sans traitement préalable, soit dans le réseau d'assainissement, soit directement dans les milieux aquatiques. Ce qui provoque souvent une altération et un déséquilibre biologique. Dans la présente étude nous allons travailler sur le lagunage naturel de la station d'épuration des eaux usées de ville de Dar ElGueddari, d'une capacité nominale de 700 m³/j.

Le présent travail a pour objectifs de :

Analyser les résultats des campagnes de suivi réalisés à l'entrée et à la sortie de la STEP en 2012-2013 pour les paramètres de pollution MES, DBO₅ et DCO.

Analyser les performances épuratoires de la station et proposer des recommandations afin d'améliorer leur rendement épuratoire selon les normes nationales voire Européennes.

Par ailleurs, nous allons effectuer aussi une analyse qualitative à travers :

L'évaluation de la qualité de l'effluent en se basant sur les normes de rejet marocaines domestiques et leur conformité en termes de MES, DBO₅ et DCO.

La confirmation de la caractéristique des eaux usées, en comparant les rapports DCO/DBO₅ et MES/DBO₅ avec les ratios habituels des eaux usées urbaines.

La comparaison de l'abattement des paramètres de pollution par rapport à ceux fixés par la directive Européenne.

MOTS-CLEFS: Station d'épuration, Abatement, Débit nominale, MES, DBO₅, DCO.

1 INTRODUCTION

Depuis l'indépendance, la problématique de l'assainissement des eaux usées est un sujet qui demeure posé malgré les nombreuses initiatives entreprises jusqu'à ce jour [1]. La plupart des villes se sont construites sans un plan rigoureux d'assainissement. Ce qui rend désormais complexe la recherche de solution. En effet, les systèmes de collecte et de traitement d'eaux usées et d'excrétas sont très peu développés ou inexistantes. Ces eaux ayant été utilisées par l'homme. On distingue généralement les eaux usées d'origine domestique, industrielle, agricole ou pluviale [2]. Au Maroc, les volumes d'eaux usées rejetés ont été estimés à 470 Mm³ par an et atteindraient 900 Mm³ par an à l'horizon 2020. Le système de lagunage peut être considéré comme convenable pour le traitement des eaux usées au Maroc puisqu'il a montré de bonnes performances épuratoires de point de vue abatement des pollutions microbienne, parasitaire ou métallique [3]. L'épuration de ces eaux consiste à décarter les éléments polluants particuliers et à extraire les éléments dissous qui sont transformés en matière sédimentable suite à un traitement approprié. Ainsi, à la sortie de la station il en résulte une eau relativement épurée rejetée dans le milieu naturel [4], En effet il existe environ une centaine de stations d'épuration des eaux usées au Maroc [5]. Le traitement des eaux usées urbaines peut être effectué par divers procédés, tous ces procédés reposent sur des phénomènes physiques, chimiques et biologiques et se fait essentiellement par l'emploi de procédés dits conventuels (le prétraitement, le traitement primaire et le traitement secondaire), généralement le traitement tertiaire fait défaut [6], [7]. Les stations d'épuration ont l'avantage de s'adapter aux contraintes et au contexte socio-économique des pays en développement. Au Maroc les plus connues sont les bassins de stabilisation (lagunage) qui regroupent les bassins anaérobies, facultatifs et de maturation [8]. Le lagunage se caractérise essentiellement par un temps de séjour très élevé des effluents, plusieurs dizaines de jours, et par des mécanismes de fonctionnement biologique fortement liés à la température et aux saisons [9], ce procédé d'épuration connaît ces dernières années une croissance importante dans certains pays [10], avec un objectif complémentaire de réutilisation des eaux traitées dans différents domaines [11]. Malgré que la construction des stations de traitement des eaux usées a débuté au Maroc dès les années cinquante, l'épuration des eaux usées, stade ultime de la dépollution des eaux, reste la composante qui connaît le plus de retard [12].

2 MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1 PRÉSENTATION DE LA STEP DE DAR EL GUEDDARI



Fig. 1. Les bassins anaérobies de la STEP



Fig. 2. Les bassins facultatifs de la STEP

La STEP de Dar El Gueddari a été mise en service en 2006, le type de traitement est le lagunage naturel, consistant à recevoir particulièrement les eaux usées domestiques de la ville de Dar El Gueddari, dimensionnée pour un débit nominal de 700 m³/j (horizon 2010). La station est dotée actuellement d'un système de mesure de débit en continu, alimentée en électricité par le moyen d'un système d'énergie solaire. La station comprend deux bassins anaérobies identiques et deux bassins facultatifs. A noter que les bassins facultatifs disposent chacun d'une entrée et une sortie ce qui pourrait engendrer des zones mortes. Les eaux usées épurées sont déversées dans une conduite avant de rejoindre l'Oued R'Dem affluent de l'Oued Beht [13].

2.2 LE PROCÉDE D'ÉPURATION A LA STEP DAR EL GUEDDARI

- Station de pompage : Les eaux usées du centre de Dar El Gueddari sont acheminées moyennant 3 collecteurs vers un regard puis vers la station de pompage via une conduite de diamètre 500 mm. Cette station est composée de deux bâches qui sont juxtaposées. Au niveau de la première bêche existe 4 pompes, ces derniers sont destinés à fonctionner en totalité en temps pluvieux, pour pomper les eaux de la première bêche vers la 2ème bêche.
- Un prétraitement : Consiste en un dégrilleur à nettoyage manuel.

- Débitmètre à l'entrée : Un canal venturi pour mesurer un débit maximum de 100 l/s, ce venturi est muni des équipements nécessaires, un débitmètre ultrasonique pour la mesure du débit puis transmission des valeurs vers un afficheur pour la lecture dudit débit.



Fig. 3. Canal venturi de STEP Dar El Gueddari

- Un traitement primaire : Constitué de deux bassins anaérobies en parallèle.
- Un traitement secondaire : Constitué de deux bassins facultatifs en parallèle.

La station contient également :

- Deux répartiteurs : un à l'entrée des bassins anaérobies et l'autre à l'entrée des bassins facultatifs.
- Deux lits de séchage des boues de dimension unitaires 10×25 m avec une hauteur de boue de 0.35 à 0.60m.
- Ouvrage de rejet : les eaux épurées sont évacuées dans une canalisation avant de rejoindre l'Oued R'Dem.

2.3 CARACTERISATION ET METHODES D'ANALYSES DES EAUX USEES

La caractérisation des rejets liquides urbains et industriels nécessite la prise en considération d'un ensemble de précision dont le choix des stations d'échantillonnage, la fréquence des prélèvements, le mode d'échantillonnage, la durée de l'opération, la période d'intervention et les paramètres à déterminer. Ces éléments sont à la base de toute opération de caractérisation des eaux usées et du milieu récepteur. Les prélèvements d'échantillons des eaux usées destinée à l'analyse seront prélevée à de l'entrée et à la sortie de la station selon un mode d'échantillonnage composite sur 24 h en fonction de débit pour les paramètres physico-chimiques et parasitologiques et selon un mode d'échantillonnage ponctuel pour les paramètres bactériologiques. Enfin, la conservation des échantillons d'eaux usées se faisait à une température moins de 10°C [14, 15,16, 17].

Les paramètres mesurés sur site sont : pH, température, conductivité électrique ($\mu\text{s}/\text{cm}$), oxygène dissous, et les autres paramètres tel que DBO_5 , DCO, MES sont ramenés au laboratoire centrale pour analyse.

3 RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

3.1 ETUDE DES CARACTERISTIQUES DES EUB ENTRANTES A LA STEP DE DAR EL GUEDDARI DURANT 2012 - 2013

3.1.1 EVALUATION QUANTITATIVE DES EFFLUENTS DE LA STEP DE DAR EL GUEDDARI DURANT LES ANNEES 2012 - 2013

Les débits mesurés à l'entrée de la STEP durant les années 2012 - 2013 sont représentés dans la figure 4 :

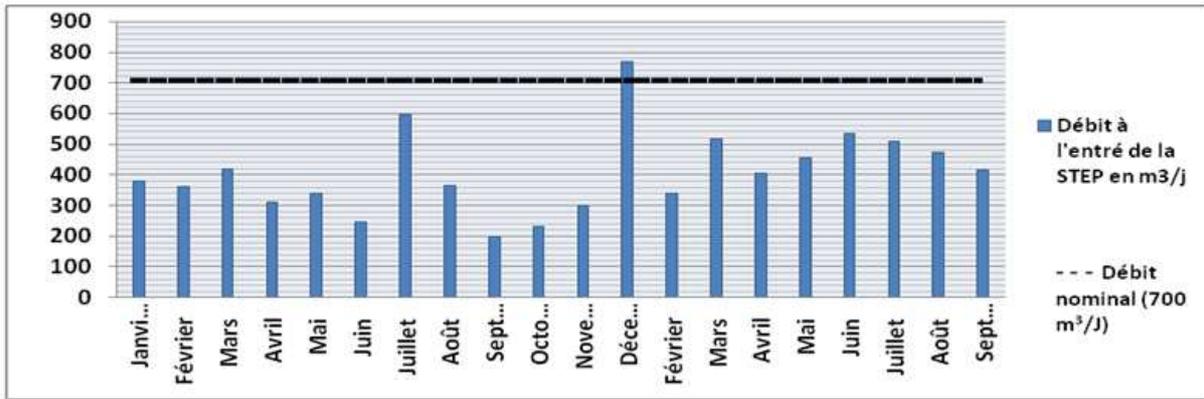


Fig. 4. Variation des débits à l'entrée de la STEP Dar El Gueddari durant les années (2012-2013)

Les débits enregistrés à l'entrée de la STEP durant les années 2012-2013 varient entre 200 m³/j enregistré en Septembre 2012 et 785 m³/j enregistré en Décembre. Ces débits sont inférieurs au débit nominal de la STEP à l'exception celui enregistré en Décembre de même année qui est supérieur au débit nominal, cette augmentation de débit est due essentiellement aux apports des eaux pluviales vu que le réseau d'assainissement est unitaire.

Résultat : Nous constatons que tous les valeurs des débits sont inférieures au débit nominal de la station, ceci montre que la STEP fonctionnant en sous charge hydraulique variant entre 15% et 71%.

3.1.2 EVALUATION QUALITATIVE DE L'EFFLUENT ENTRANTE A LA STEP DE DAR EL GUEDDARI DURANT LES ANNEES 2012 - 2013

3.1.2.1 EVALUATION DE LA CHARGE POLLUANTE ENTRANTE A LA STEP DAR EL GUEDDARI DURANT LES ANNEES 2012 - 2013

Le graphe présenté par la figure 5 présente la variation des charges polluantes des eaux usées brutes entrantes à la station de Dar ElGueddari année 2012-2013.

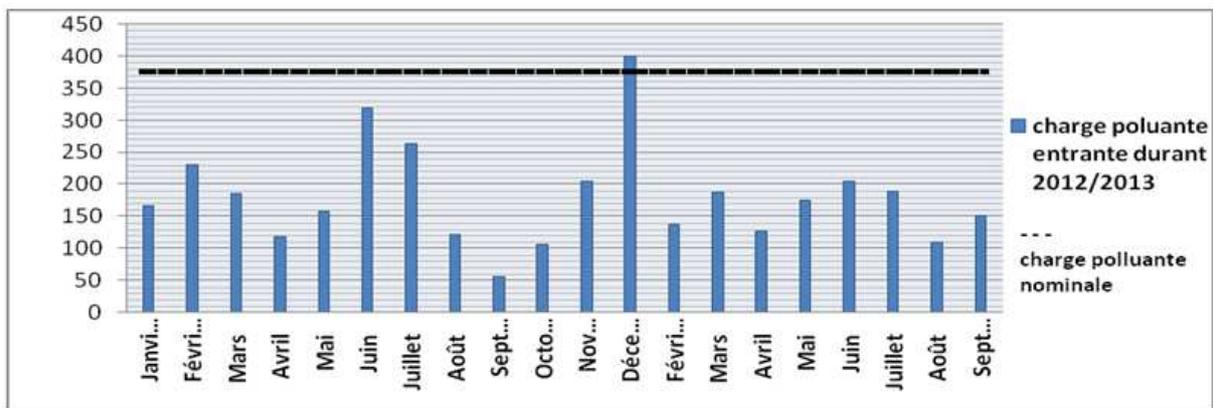


Fig. 5. Evolution de la charge polluante en Kg de DBO₅/j

Les charges polluantes entrantes à la STEP de Dar El Gueddari durant 2012-2013 varient entre 56 Kg de DBO₅/j enregistrée en Septembre 2012 et 400 Kg de DBO₅/j enregistrée en Décembre 2012. Ces charges sont toutes inférieures à la charge polluante nominale de la STEP (376 Kg de DBO₅ kg/j) à l'exception celle enregistrée en Décembre 2012 (période pluvieuse).

Pour évaluer la nature de la qualité des eaux brutes entrante à la STEP pour les paramètres MES, DBO₅ et DCO, on se réfère aux valeurs habituelles des eaux usées urbaines Marocaines [18,19].

Tableau 1. Gammes habituelles des eaux usées urbaines marocaines (SDNAL, 1998)

Paramètres	Gammes habituelles
MES totales (mg/l)	250 – 500
DBO5 brute (mg O ₂ /l)	200 – 400
DCO brute (mg O ₂ /l)	500 – 800
DCO/DBO ₅	2-2.5
MES/DBO ₅	1.2-1.5

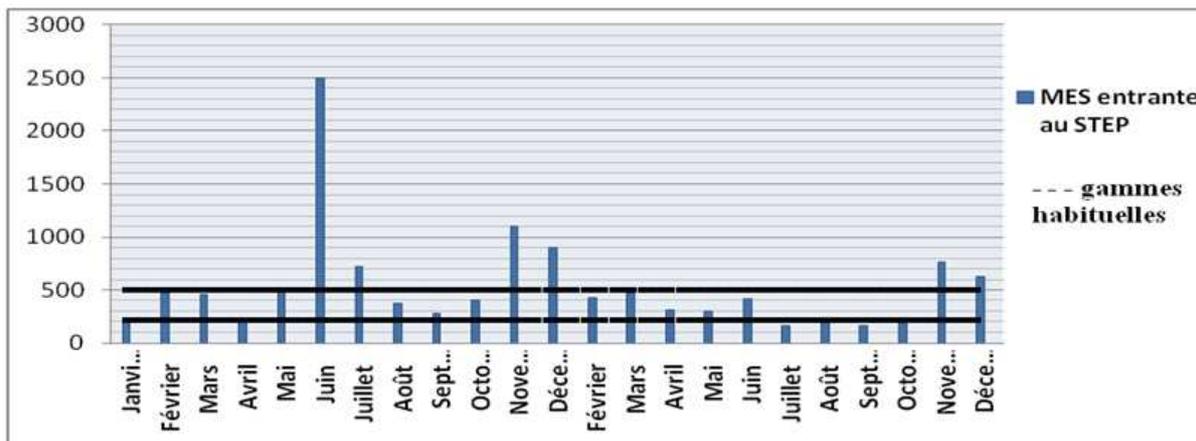


Fig. 6. Evolution des paramètres de pollution (MES) à l'entrée de la STEP Dar EL Gueddari durant 2012-2013

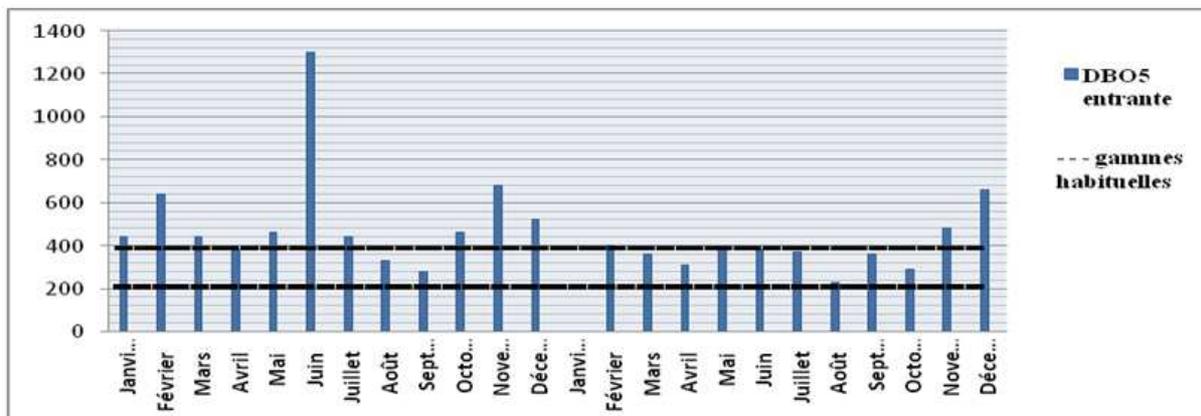


Fig. 7. Evolution des paramètres de pollution (DBO₅) à l'entrée de la STEP Dar EL Gueddari durant 2012-2013

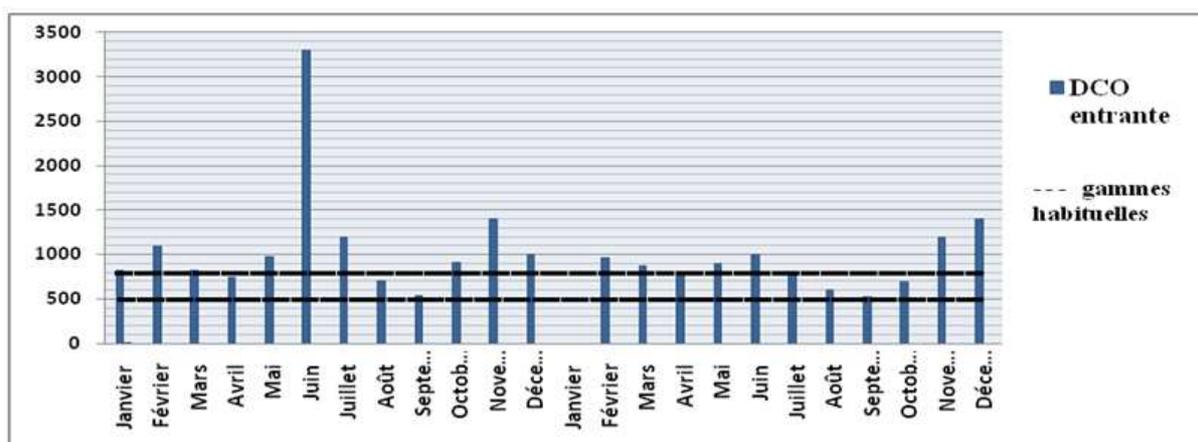


Fig. 8. Evolution des paramètres de pollution (DCO) à l'entrée de la STEP Dar EL Gueddari durant 2012-2013

Les figures (6,7 et 8) illustrent les concentrations des principaux paramètres globaux de pollution (MES, DBO₅ et DCO) mesurées à l'entrée de la station d'épuration de Dar El Gueddari durant les années 2012 et 2013 en comparaison avec les fourchettes habituelles des eaux usées urbaines marocaines.

- **Pour les MES :**

- 44 % des valeurs de MES sont inclus dans la gamme habituelle des eaux usées urbaines Marocaines.
- 31 % en MES sont supérieurs à la gamme habituelle des eaux usées urbaines Marocaines et 25% en MES sont inférieurs à cette gammes.

- **Pour la DBO₅ :**

- 52 % des valeurs de DBO₅ sont inclus dans la gamme habituelle des eaux usées urbaines Marocaines et 48 % en DBO₅ sont supérieur à cette gamme.

- **Pour la DCO :**

- 35 % des valeurs de DCO sont inclus dans la gamme habituelle des eaux usées urbaines Marocaines et 65 % sont supérieur à cette gamme.

Résultat : Les eaux usées à l'entrée de la STEP sont concentrées, ceci est en relation avec la nature du centre qui présente un aspect du centre rural (présence de l'élévation d'élevage).

3.1.2.2 RATIOS DCO/DBO₅ ET MES/DBO₅ DES EAUX USEES BRUTES ENTRANTES A LA STEP DE DAR EL GUEDDARI DURANT LES ANNEES 2012 – 2013

Les figures 9 et 10 présentent les valeurs des rapports DCO/DBO₅ et MES/DBO₅ des eaux usées brute entrante à la STEP de Dar El Gueddari durant les Années 2012 - 2013.

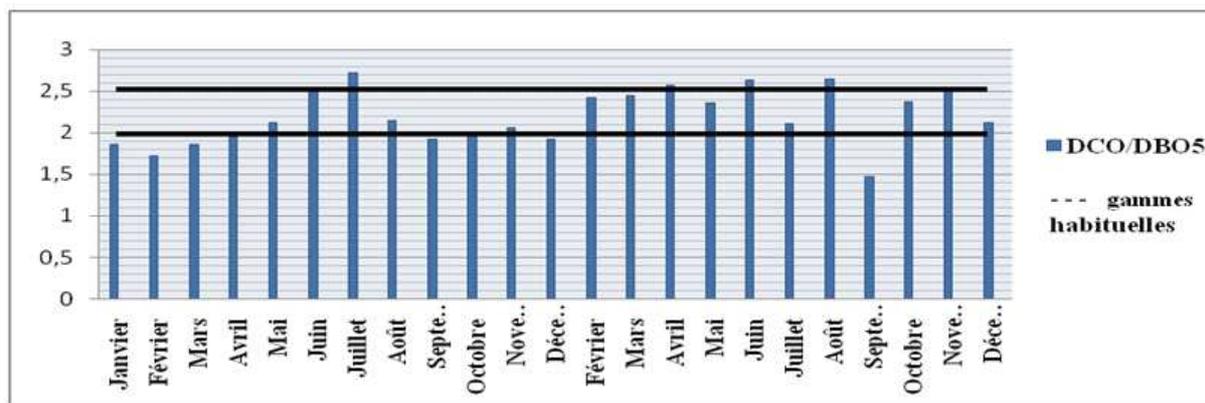


Fig. 9. Variation du rapport DCO/DBO₅ à l'entrée de la STEP Dar El Gueddari durant 2012-2013

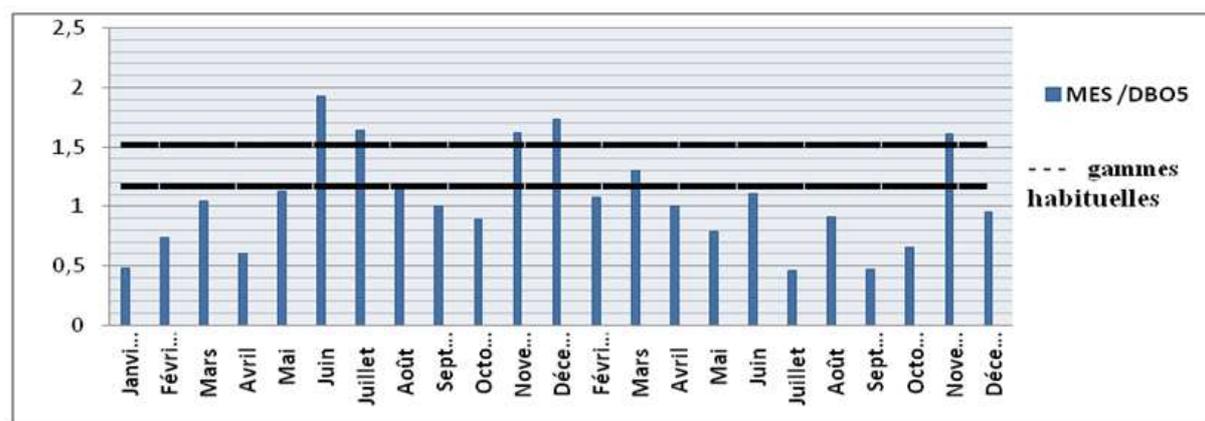


Fig. 10. Variation de rapport MES/DBO₅ à l'entrée de la STEP Dar El Gueddari durant 2012-2013

Les valeurs des rapports DCO/DBO₅ et MES/DBO₅ des eaux usées brutes à l'entrée de la STEP durant 2012-2013 montrent que :

- Pour DCO/DBO₅
 - 22 % des rapports DCO/DBO₅ sont supérieures à la gamme habituelle des eaux usées urbaines marocaines.
 - 34% des rapports DCO/DBO₅ sont inférieures à la gamme habituelle.
 - 44 % des rapports DCO/DBO₅ sont inclus à la même gamme habituelle.
- Pour MES /DBO₅
 - 74 % des rapports MES/DBO₅ sont inférieures à la gamme habituelle des eaux usées urbaines marocaines.
 - 22 % des rapports MES/DBO₅ sont supérieur à la même gamme habituelle des eaux usées urbaines marocaines.
 - 4 % des rapports MES/DBO₅ sont inclus à la même gamme habituelle.

Résultat : Les faibles rapports de DCO/DBO₅ et MES/BDO₅ sont directement liée à la valeur élevée de la DBO₅ dans les eaux usées brutes entrantes à la STEP et qui s'explique par la biodégradabilité élevée de ces dernières.

3.2 EVALUATION DES EFFLUENTS SORTANT DE LA STEP DAR EL GUEDDARI DURANT 2012-2013

Cette évaluation a pour objectif d'étudier la conformité des valeurs du MES, DBO₅ et de la DCO à la sortie de la STEP, par rapport aux valeurs limites spécifiques des rejets urbains fixées par [20].

Tableau 2. Valeurs limites spécifiques de rejet applicables aux déversements d'EU urbaines.

Paramètres	Valeurs limites spécifiques des rejets domestiques	
	Article 1	Article 2
MES (mg/l)	150	250
DBO5 (mg d'O ₂ /l)	120	300
DCO (mg d'O ₂ /l)	250	600

Les figures (11,12 et 13) présentent l'évolution de la qualité des eaux usées traitée dans la station de Dar El Gueddari par rapport aux valeurs limites spécifiques des rejets des agglomérations urbaines durant 2012-2013.

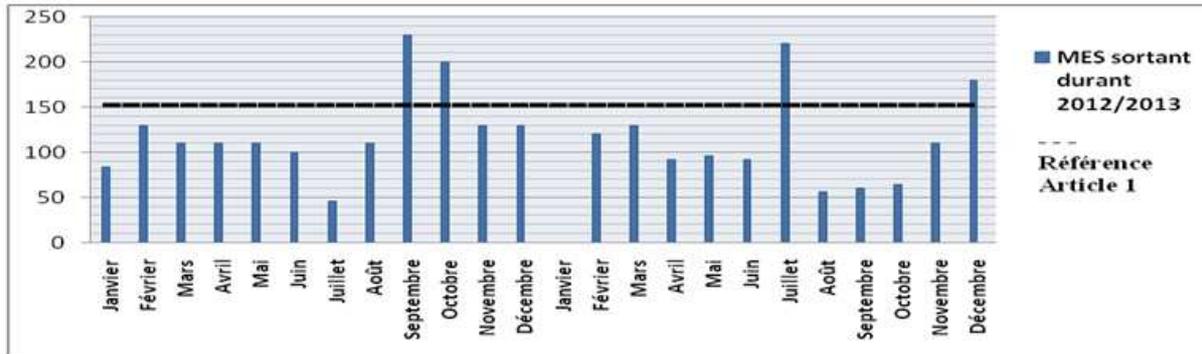


Fig. 11. Evolution de MES à la sortie de la STEP Dar EL Gueddari durant 2012-2013

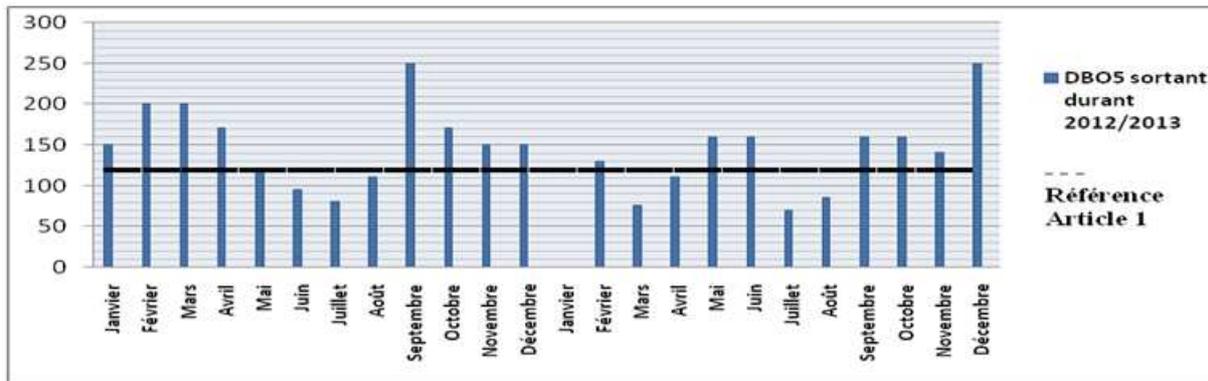


Fig. 12. Evolution de DBO₅ brute à la sortie de la STEP Dar EL Gueddari durant 2012-2013

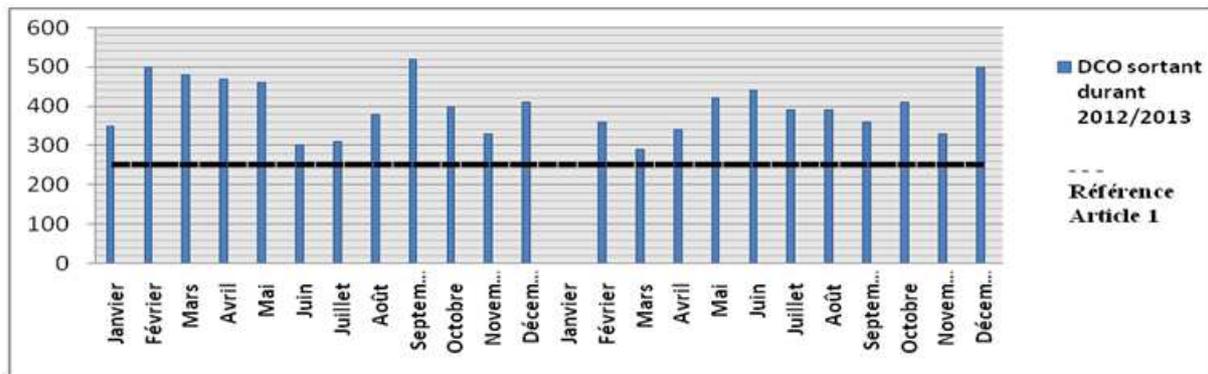


Fig. 13. Evolution de DCO brute à la sortie de la STEP Dar EL Gueddari durant 2012-2013

En référence à l'article 1 de l'arrêté n° 1607-06- du 25 juillet 2006 portant fixation des valeurs limites spécifiques de rejet applicables aux déversements des eaux usées des agglomérations urbaines, l'effluent de la STEP présente des concentrations des principaux paramètres de pollution (MES, DBO₅ DCO) à la sortie de la STEP durant l'année 2012-2013 comme suit :

• **Pour les MES**

- Durant 2012 les teneurs en MES sont toutes conformes excepte la campagne des mois de Septembre et Octobre, qui enregistre une concentration au-dessus de la limite 150 mg/L.
- Durant 2013 la majorité des résultats des MES sont conformes à la valeur limite à l'exception des campagnes des mois de juillet et Décembre qui ont enregistrées des concentrations équivalents de 220 et 180 mg/L.

• **Pour la DBO₅**

- La non-conformité pour la DBO₅ brute est marquée dans tous les prélèvements de l'année 2012 sauf les mois de juin, juillet et Aout.
- Durant 2013 les mesures de la concentration en DBO₅ de la campagne du mois Février, Mai, Juin, Septembre, Octobre et Décembre montre des non conformités par rapport aux normes.

• **Pour la DCO**

- La non-conformité durant 2012 pour la DCO brute est marquée dans tous les mois.
- les valeurs des DCO brutes enregistrées durant l'année 2013 sont tous non conformes à la valeur limite 250 mg d'O₂/L.

Résultat : Les résultats des campagnes réalisées durant l'exercice 2012-2013 de rejet de la STEP sont comme suite : une non conformité pour la DCO, 22% en MES et 56 % en DBO₅ .Ceci est en relation avec la prolifération algal et aux conditions climatiques.

En comparaison avec les limites spécifiques de rejet de l'article 1 de l'arrêté n° 1607-06- du 25 juillet 2006 applicables, l'effluent de la STEP présente des valeurs non-conformes aux valeurs limites spécifiques fixées pour les 3 principaux paramètres de pollution (MES, DBO₅ et DCO).

Tableau 3. Pourcentage moyenne de non-conformités pour les 3 paramètres de pollution

Paramètres	MES	DBO ₅ brute	DCO brute
% moyenne de Non-conformités	17	65	100

3.2.1 VERIFICATION DE LA FIABILITE DE LA FILTRATION POUR OPTIMISER LES CONCENTRATIONS EN DBO₅ ET DCO DE LA STEP DAR EL GUEDDARI

Dans les figures 14 et 15 nous avons représenté les valeurs de DBO₅ et DCO brutes et filtrées comme suites :

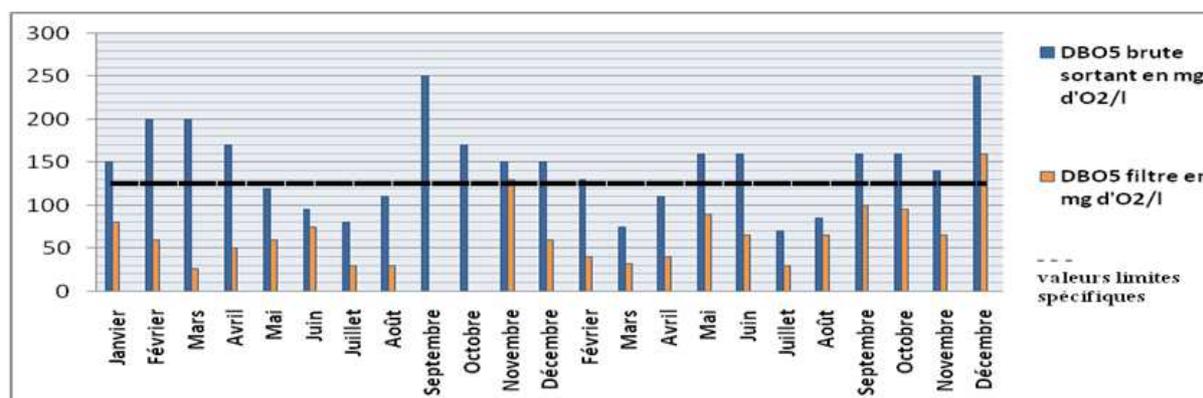


Fig. 14. Variation du DBO₅ brute et filtrée à la sortie de la STEP Dar El Gueddari durant l'année 2012-2013 avec les valeurs limites spécifiques

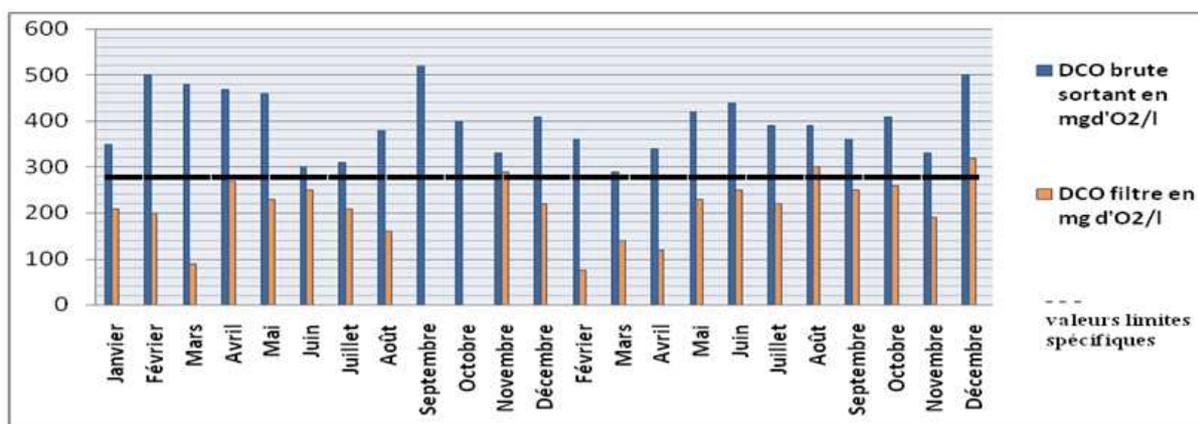


Fig. 15. Variation du DCO brute et filtrée à la sortie de la STEP Dar El Gueddari durant 2012-2013 avec les valeurs limites spécifiques

- **Pour DBO₅ brute et filtrée :**

- Durant 2012, la non-conformité pour la DBO₅ brute est marquée dans tous les prélèvements sauf les mois de juin, juillet et Aout.
- Concernant les concentrations des DBO₅ filtrées durant 2012 sont toutes conformes aux normes sauf la valeur du mois de Novembre qui enregistre une concentration de 130 mg d'O₂/L.
- Durant 2013, la mesure de la concentration en DBO₅ de la compagne du mois Février, Mai, Juin, Septembre, Octobre, Novembre et Décembre montre des non conformités par apport à la valeur limite spécifique des rejets (120 mg d'O₂/L).
- Concernant les concentrations des DBO₅ filtrées durant 2013 sont toutes conformes à la norme sauf la valeur du mois Décembre qui enregistre une concentration de 160 mg d'O₂/L.

- **Pour DCO brute et filtrée :**

Les résultats de DCO brute et DCO filtrée à la sortie de la STEP Dar El Gueddari présentés dans la figure ci-dessus montrent que :

- Une non-conformité pour la DCO brute pour toutes les campagnes réalisées en 2012-2013.
- Une conformité de la DCO filtrées pour toutes les campagnes réalisées durant 2012-2013 à l'exception celles des mois d'Avril, Novembre, Aout et Décembre qui enregistrent des concentrations de 270, 290, 300 et 320 mg d'O₂/L.

Le tableau 4 illustre le pourcentage de non conformité de la DBO₅ et DCO brutes et filtrées durant les campagnes réalisées en 2012-2013.

Tableau 4. Pourcentage moyenne de non-conformités de DBO₅ et DCO brutes et filtrées

Paramètres	DBO ₅ brute	DBO ₅ filtrée	DCO brute	DCO filtrée
% moyenne de non-conformités	65	10	100	23

Résultat : Les non-conformités des DCO et DBO₅ filtrées est en relation avec :

- Accumulation des boues au niveau des bassins anaérobies qui un impact négativement sur son rendement qui engendre le passage des boues vers les bassins facultatifs via les déversoirs des bassins anaérobies
- Les surcharges saisonnières
- Le développement algal au niveau des bassins facultatifs.

3.2.2 CALCUL DES RENDEMENTS EPURATOIRES DE LA STEP DE DAR EL GUEDDARI DURANT 2012-2013

Le tableau 5 représente les taux d'abattement de MES, DBO₅ et DCO en comparaison avec ceux fixés par la directive Européenne du 21 mai 1991.

Tableau 5. Directives Européenne relative au traitement des eaux résiduaires urbaines

Paramètres	Pourcentage minimale de réduction
MES	90 %
DBO ₅	70 – 90 %
DCO	75 %

Les figures (16,17 et 18) présentent l'évolution des rendements épuratoires durant 2012-2013.

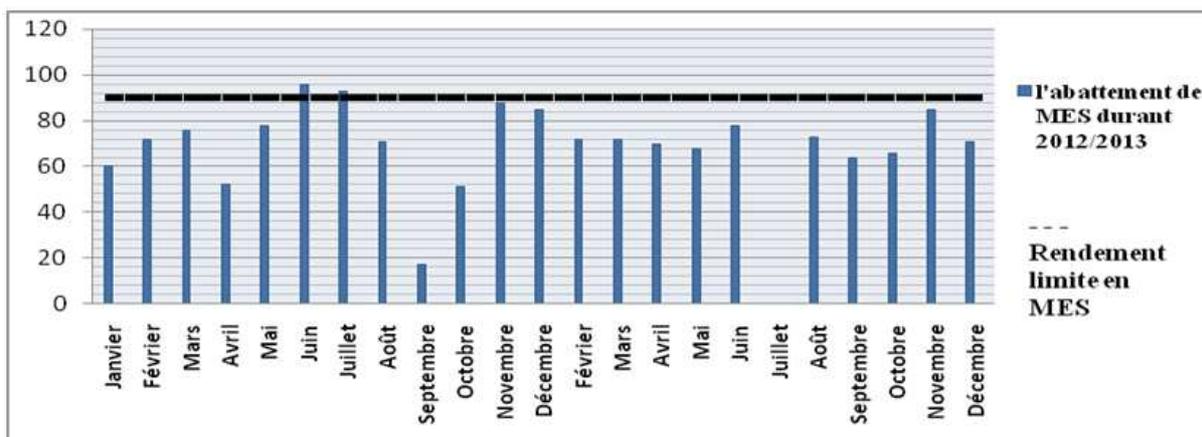


Fig. 16. Evolution du rendement épuratoire en MES à la sortie de la STEP durant les années 2012 - 2013

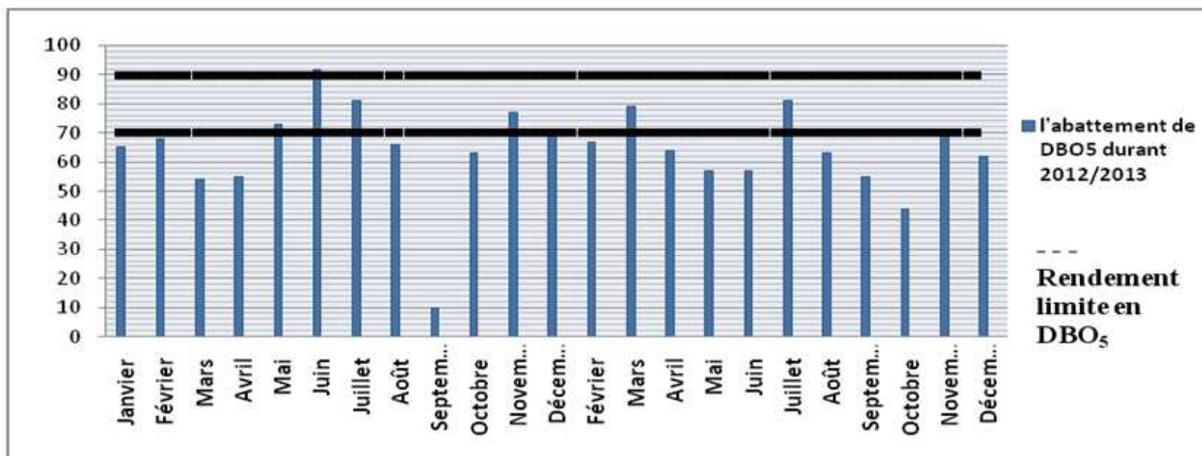


Fig.17. Evolution du rendement épuratoire en DBO₅ à la sortie de la STEP durant les années 2012-2013

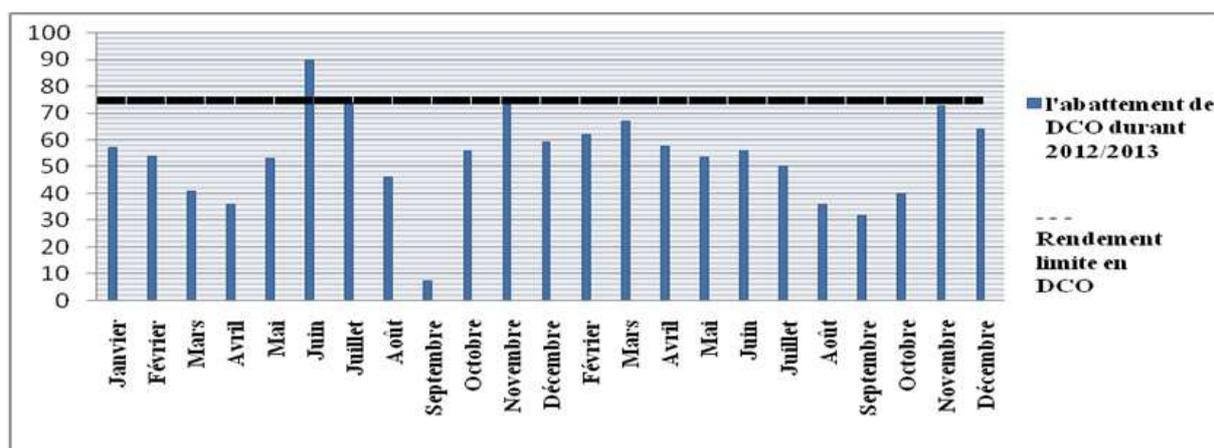


Fig. 18. Evolution du rendement épuratoire en DCO à la sortie de la STEP durant les années 2012 - 2013

Les abattements enregistrés des campagnes réalisées en 2012-2013 pour les trois paramètres MES, DBO₅ et DCO sont comme suite :

- 90 % des résultats obtenus sont inférieurs au pourcentage minimal de réduction pour les MES (90%).
- 86 % des résultats obtenus sont inférieurs au pourcentage minimal de réduction de DCO (75%).
- 26 % des résultats obtenus de l'abattement en DBO₅ sont dans les normes (75-90 %).

Résultat : Les rendements de la station de Dar ElGueddari sont faibles pour les MES, DBO₅ et DCO, ceux-ci est en relation avec :

- Prolifération algale excessive.
- Accumulation des boues au niveau des bassins anaérobies, qui influe sur le temps de séjour ; et provoque parfois passage des boues des bassins anaérobies vers les bassins facultatifs.

Selon la directive Européenne relative au traitement des eaux résiduaires urbaines, fixant les pourcentages minimaux d'abattement des paramètres MES, DBO₅ et DCO, les rendements de la station de Dar El Gueddari durant la période de suivi 2012-2013 sont faibles pour une station qui dispose d'un traitement secondaire. Ainsi les performances épuratoires pour la pollution carbonée, azotée, et phosphorée ne sont pas atteintes au niveau de la STEP de Dar El Gueddari pendant la période de suivi. Ce qui est normale pour ce type de STEP.

4 CONCLUSION

A la lumière de l'étude des performances épuratoires de la station d'épuration de type lagunage naturel de Dar El Gueddari et les analyses effectuées sur les eaux usées brutes et épurées filtrées pour ce STEP, on peut conclure que :

- Les performances épuratoire de la station d'épuration, varie selon la typologie et la charge hydraulique des EU brutes à l'entrées de ces ouvrages de traitement, comme il peut être influencé par différents facteurs et les conditions entourant ces eaux en passant dans les différents ouvrages du lagunage naturel avant de rejoindre le milieu naturel.
- Les données générées par l'étude des paramètres physico-chimiques et l'analyse des échantillons prélevés à l'entrée et à la sortie de la STEP, montrent que les rapports DCO/DBO₅ et MES/DBO₅ sont comparables avec les ratios habituels des eaux usées urbaines. Ainsi le diagnostic de l'évaluation de la qualité des eaux usées épurées sortantes est basé sur les normes marocaines et européennes du rejet domestique, ce qui nous permet de déduire une conformité de l'effluent en sortie de la STEP en termes de MES, DBO₅ et DCO.

Par ailleurs les résultats obtenus au niveau de la STEP de Dar El Gueddari montrent que :

- La STEP Fonctionnait en sous charge hydraulique durant les années 2012-2013.
- Les charges polluantes ne dépassent pas celles des valeurs nominales de la conception de la STEP.
- Les eaux usées brutes entrant à la STEP sont relativement concentrées par comparaison aux gammes habituelles.
- Les eaux usées épurées sont non conformes aux normes de rejets de STEP mises en service après publication de l'arrêté n° 1607-06 du 25 juillet 2006 (article 1) avec un pourcentage de dépassement de 17 % , 65 % et 100% respectivement pour les MES ,DBO₅ et DCO .

- Les résultats des rendements épuratoires en terme MES, DBO₅ et DCO sont moins satisfaisants par rapport aux pourcentages minimales de réduction fixées par le directive Européenne n° 91/271 du 21/05/1991.
- L'analyse effectuée sur des échantillons filtrés a donné de bons résultats.
- Les valeurs enregistrées après la filtration sont conformes pour 93% des échantillons analysés contre 42% pour les échantillons non filtrés (ou brutes). Pour faire fin à cette pollution résiduaire provoquée principalement par les algues une étape de filtration reste nécessaire dans le traitement des eaux usées épurées domestiques objet de ma thèse (première article).

Finalement, et d'après ces résultats, nous pouvons conclure que le lagunage naturel est un procédé d'épuration des eaux usées le plus efficace au Maroc, mais qui reste très sensible à divers facteurs influençant son rendement épuratoire de la STEP comme l'accumulation des boues au niveau des bassins anaérobies, les baisses de température, l'effet saisonnière, le temps de séjours, concentration élevé des eaux usées brutes.

REMERCIEMENTS

J'adresse mes très sincères remerciements à :

- Le directeur de ma thèse le professeur Ahmed ELHARFI pour Sa disponibilité, ses conseils ont permis la réalisation de cette projet d'article, Ces remerciements vont évidemment aussi au Chef de service Monsieur EL Hassan MOHATI pour son accueil et la confiance qu'il m'a accordé à l'Office national de l'eau et de l'Electricité - Rabat, sans oublier sa participation au cheminement de cette projet d'article.
- Toutes les chercheurs de laboratoire des Agro-ressources, Polymères et Génie des Procédés (LAPGP) - Equipe de la Chimie Organique et Polymères (ECOP) à l'Université Ibn Tofail - Kénitra
- Ma famille pour les encouragements tout au long de ce projet

REFERENCES

- [1] Y. MAYSTREL, "L'assainissement urbain en Afrique : enjeux et attentes. In assainissement urbain en Afrique, " actes du séminaire international de Gorée, Dakar: Aquadev, pp. 17-22, 2000.
- [2] OMS, "l'exploitation et la maintenance des usines de traitement des eaux usées, Bureau régional de la Méditerranée orientale" centre régional pour des activités de santé l'environnement (AMMAN), Jordanie, p 212, 2004.
- [3] K. Bousselhaj, "Etude du potentiel fertilisant (N et P) de deux boues de stations d'épuration par lagunage anaérobie et par boues activées," Thèses de 3ème cycle, Univ. Cadi Ayyad, Fac. Sci. Semlalia, Marrakech, p. 171, 1996.
- [4] L. EL HAZZAT, "Etude comparative technico-économique de différents procédés d'épuration des eaux usées urbaines : Etude de cas de la ville de Taza," Projet de fin d'études en agronomie, option génie rural, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc, 2011.
- [5] J. Bahija and B. Soudi "Réutilisation des eaux usées épurées en agriculture aux Maroc : Bilan de plusieurs années de recherche. Optimisation Valorisation et Durability", Séminaire international: Tunis, 24-25 Septembre 2003.
- [6] CFPTH, "Guide canadien d'évaluation des incidences sur la santé : impacts sur la santé par secteur industriel, " Rapport du comité fédérale - provincial-territorial de l'hygiène du milieu et du travail, vol. 4, p.324, 2004.
- [7] ADEME, 2010. Organisation et fonctionnement d'une station d'épuration. <http://www.ademe.fr>.
- [8] H. Ziad and E.K. Lahdi, "Contamination parasitaire des cultures et du sol avec les eaux usées brutes dans la région des Doukkala Sidi Bennour,". In. Proceedings of International Workshop on « Sewage Treatment and Reuse for small communities: Mediterranean and European Experiences » Edited by R. Choukr Allah. pp. 387-397. Rabat, Maroc, 1998.
- [9] M. HADDOUDI, " Etude et amélioration des performances des STEPs ayant des débits moyens. Projet de fin d'études, option génie rural", Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc, 2013.
- [10] ARDAM, "L'épuration des eaux usées : le lagunage naturel - cas de la station de Mese-Loupian/Ecosite," 2007
- [11] A. RAMI, " Épuration des eaux usées dans un chenal à haut rendement : comparaison avec les bassins facultatifs et détermination des paramètres de dimensionnement et de conduite optimale ". Thèse de Doctorat, Univ. Mohamed V, Maroc, 21-102. (2001).
- [12] A. RASSAM, " Performances de la dégradation de la matière organique par lagunage aéré dans la station d'épuration des eaux usées de la ville d'Oujda - Maroc oriental), " Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège, Vol. 81, pp. 121-125, 2012.
- [13] Manuel de formation de l'ONEE, Assainissement, épuration des eaux usées : caractéristiques des eaux usées, 2011.
- [14] A. CAMARA and M. KPELI, "Station d'épuration de l'IAV Hassan II : Performance du Réacteur Anaérobie à Flux Ascendant et à Deux Etapes," Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc, 2010.

- [15] ONEP, "Caractérisation quantitative et qualitative des eaux usées : Guide de bonne pratique," Direction Laboratoire de la Qualité des eaux, Rabat, 1999.
- [16] F. EYMERY, J. CHOUBERT, and M. LEPOU, Pratiques d'échantillonnage et de conditionnement en vue de la recherche de micropolluants prioritaires et émergents en assainissement collectif et industriel, Guide technique AQUAREF, Première version, 85 p. 2012.
- [17] S. Oulkheir, "Caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques des eaux usées de la ville de Kénitra," Thèse de 3ème Cycle, Univ. Ibn Tofail, Fac. Sci. Kénitra, p. 79, 2002.
- [18] ONEP, "méthodes d'analyses physico-chimiques des eaux usées," Document de l'ONEP, 2011
- [19] Metcalf and Eddy, "Wastewater engineering: Treatment and Reuse", 4ème Edition Mc Graw-Hill New York, 2003.
- [20] L'article 1 de l'arrêté n° 1607-06 du 25 juillet, 2006.