



ISSN: 0976-3376

Available Online at <http://www.journalajst.com>

ASIAN JOURNAL OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Asian Journal of Science and Technology
Vol. 10, Issue, 06, pp.9706-9711, June, 2019

RESEARCH ARTICLE

ETUDE DES PERFORMANCES EPURATOIRES DES LAGUNES DE LA STATION D'EPURATION DES EAUX USEES DE THIES

*¹Seni TAMBA, ²Adolphe AZORA DJASSIRANGUE, ²Salif GAYE, ¹Baba NGOM
and ²Diadioly GASSAMA

¹Laboratoire des Sciences et Techniques de l'Eau et de l'Environnement (LaSTEE), Ecole Polytechnique de
Thiès BPA 10 Thiès, Sénégal

²Université de Thiès, UFR Sciences et Technologie, Cité Malick Sy, BP 967, Thiès, Sénégal

ARTICLE INFO

Article History:

Received 11th March, 2019

Received in revised form

03rd April, 2019

Accepted 26th May, 2019

Published online 28th June, 2019

Key words:

Nominal flow, Waste water plant,
rejection, TSS, BOD₅, COD.

ABSTRACT

Background: The mostly used type of waste water treatment plant in Senegal is the extensive ones. However, up today, they cannot satisfy the sanitation needs of the current population. Senegalese government, through its new developing program called "Plan Senegal Emergent", is making tremendous effort in achieving up to 80% of sanitation access rate by 2030.

Most waste water treatment plants in Senegal are activated sludge and lagoons, and treated waters are rejected in natural areas such as sea and soil, or used in agricultural activities. Most of these plants are similarly designed, since the effluents present almost the same physicochemical and biological characteristics in all Senegalese cities and regions. This Study aimed to assess the purification performance of waste water treatment plant of Thiès city, and particularly its lagoons by:

- Analyzing characteristics of the waste water getting into the plant from 2013 to 2017, such as TSS, BOD₅, COD.
- Assessing plant performance, especially the lagoons, and investigate how to optimize.

Results from this analysis show that the plant treatment, with regards to Senegalese waste water standards, is having good purifying performance. However, even with the current hydraulic load that is only half of the nominal flow, the plant already achieved its maximum in term of pollutant charge.

Citation: Seni TAMBA, Adolphe AZORA DJASSIRANGUE, Salif GAYE, Baba NGOM and Diadioly GASSAMA 2019. "Etude des performances epuratoires des lagunes de la station d'epuration des eaux usees de thies", *Asian Journal of Science and Technology*, 09, (06), 9706-9711.

Copyright © 2019, Seni TAMBA et al. 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.

INTRODUCTION

Le Sénégal comme beaucoup de pays d'Afrique Subsaharien est aujourd'hui confronté au problème d'évacuation et du traitement des eaux usées. Beaucoup d'efforts sont en cours dans la plupart des grandes villes du pays afin d'accroître l'accès à l'assainissement fut il collectif ou autonome. A ce jour, il existe 12 stations de traitement des eaux usées dont cinq se trouvent dans la région principale de Dakar et sept dans les régions secondaires (ONAS, 2014). Ces stations combinant un volume d'une valeur nominale de 32735m³/j traitent en grande partie des eaux usées d'origine domestique, agricole, industrielle et pluviale. Le Sénégal utilise en grandes parties les procédés classiques de traitement des eaux usées tels que les boues activées et le lagunage (lagunage naturel, lagunage aéré, lagunage à macrophytes). Ce dernier est parfois utilisé comme complément de traitement après la boue activée (Doulaye, 2002).

*Corresponding author : Seni TAMBA

Laboratoire des Sciences et Techniques de l'Eau et de l'Environnement (LaSTEE), Ecole Polytechnique de Thiès BPA 10 Thiès, Sénégal

Une enquête réalisée en 1992 par le CIEH (1993) sur les systèmes d'assainissement dans les 14 pays francophones de l'Afrique de l'Ouest et du centre montre que beaucoup d'investissements ont été consentis pour la construction de station d'épuration de type intensif (boues activées, chenal d'oxydation). Celles-ci représentent en nombre, 76 % des stations recensées sur les 14 Etats contre 10 % de stations de lagunage (Doulaye, 2002). Ces traitements sont faits pour permettre dans la plupart des cas de purifier l'eau et rendre sa qualité satisfaisante vis à vis des normes, avant leur rejet dans le milieu naturel (fleuve ou mer), et dans très peu de cas, ces eaux servent à faire de l'agriculture (Malick, 2002). Le traitement des eaux usées par lagunage a débuté au Sénégal depuis le début des années 1980 cependant, il reste toujours au stade primaire d'où sa maîtrise n'est pas encore absolue. Cette technique qui a l'avantage d'être écologique (Yves, Piétrasanta et Daniel, Bondon, 1994) car elle s'adapte au milieu et s'intègre dans l'écosystème dans la plupart des cas. Le traitement vulgarisé au Sénégal dans le cas du lagunage est le lagunage naturel, celui-ci est composé le plus souvent d'un bassin anaérobie dans laquelle la digestion se fait sans apport d'oxygène, d'un bassin facultatif et d'un autre bassin en queue

dite de maturation (ONAS, 2014). Cette technique est facile à mettre en œuvre et demande un investissement et des charges d'exploitation relativement faibles. Cependant, en termes d'efficacité et de performance, le temps de séjour est trop long, et elle atteint très vite sa saturation et dépasse quelques fois les normes de rejets voulues. Dans le cas de la Step de Thiès, le lagunage est couplé avec un procédé de boue activée, et sert de complément de traitement. Cette étude voudrait évaluer les performances épuratoires de la station d'épuration de Thiès, notamment celles des lagunes. Il s'agira d'une part de comparer les caractéristiques des eaux traitées à la norme sénégalaise; et d'autre part d'évaluer les taux abattements de la STEP en général, et des lagunes en particuliers. Ce travail constitue une contribution aux nombreuses études menées sur l'efficacité des lagunes en Afrique. Il servira de base sur les travaux ultérieurs d'optimisation et de vulgarisation des lagunes dans les pays africains, surtout ceux subsahariens.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Présentation de la zone d'étude : le contenu: Thiès est la capitale de la région du même nom et deuxième ville du Sénégal. Elle est distante de 70 kilomètres de Dakar vers l'Est, située à 14°46 de longitude Ouest et 16°55 de latitude Nord (www.wikipedia.com) Thiès est caractérisée par un relief accidenté à l'exception du plateau de Thiès, se caractérise par une topographie plus ou moins douce. Ce plateau, large de 10 à 20 kilomètres, s'étend du Nord au Sud sur une longueur de 60 kilomètres. La topographie offre une hauteur maximale de 135 mètres au Nord-Ouest. Les pentes maximales, retrouvées vers l'Ouest et le Sud, occasionnent des conditions de ruissellement qui font de la ville de Thiès un déversoir, et créent des situations pénibles pour l'assainissement en général.



Figure 1a. Localisation de Thiès

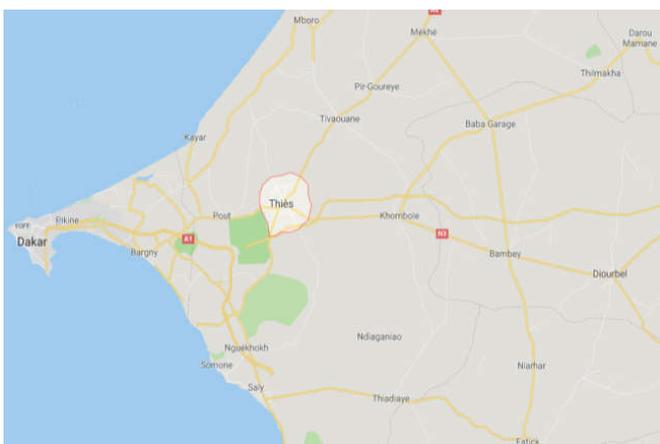


Figure 1b. Délimitation de Thiès

La station des eaux usées de Thiès

Description et caractéristique de la STEP de Thiès: Mise en service en Septembre 2007, la station d'épuration de Thiès se trouve à KEUR SAIB NDOYE sur la route de Tivaouane. Elle utilise la combinaison de deux types de traitement intensif (boue activée) et extensive (lagunage) pour traiter les eaux usées. Les eaux usées de Thiès sont en majeure partie d'origines domestiques, sauf quelques structures à caractères commerciale et industrielle (stations-services) sont connectées au réseau d'assainissement public. Ces eaux sont traitées et utilisées après traitement pour des fins d'irrigations et de maraichage (ONAS, 2014). La collecte des eaux usées s'effectue principalement de façon gravitaire en utilisant la pente du terrain naturel associé à des conduites pour la partie nord et pour le sud par une station de pompage située au quartier Sampathé. Elle est construite pour les critères ci-dessous:

- Une station d'épuration de 3 000 m³/j pour 45 000 équivalents/habitant ;
- Un débit de pointe de 550 m³/h ;
- Une charge en DBO₅ de 2220 kg/j ;
- Une charge en DCO de 5210 kg/j ;
- Une charge en MES de 2333 kg/j ;
- Un réseau de 75 km linéaire (40km à Thiès nord, 35km à Thiès sud) ;
- Une station de pompage sur laquelle est connecté le réseau de Thiès sud.

La STEP de Thiès rassemble une succession d'ouvrages et d'équipements, qui contribuent aux traitements des eaux usées (ONAS, 2014). Chaque installation est conçue pour extraire les polluants contenus dans ces eaux usées. Le traitement est composé de deux parties:

- Le traitement physique qui consiste à éliminer tout ce qui est matières solides contenues dans les eaux usées. Cette étape est appelée dans notre cas de figure le prétraitement et est constituée de :
 - D'une installation de relevage des eaux brutes à l'arrivée,
 - D'une installation de dégrillage pour la rétention des particules grossières de taille supérieure à 20 mm,
 - D'une installation de dessablage pour l'élimination du sable afin de protéger les équipements,
 - D'une installation de dégraissage-déshuilage pour enlever la graisse.
- Le traitement biologique qui consiste à éliminer la pollution organique soluble au moyen de micro-organismes, ou bactéries principalement est constitué des installations suivantes :
 - Quatre (04) bassins d'aération fonctionnant en série pour le traitement bactériologique ;
 - Un clarificateur pour la décantation des boues ;
 - Un épaisseur pour concentrer les boues ;
 - Des Lits de séchages pour le séchage des boues ;
 - Huit (08) bassins de lagunes de maturation pour le complément du traitement biologique.

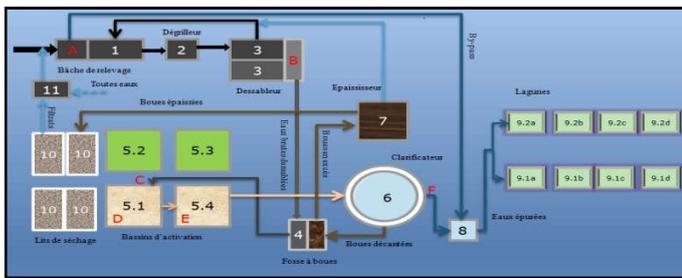


Figure 1. Vue d'ensemble de la STEP de Thiès

Le dimensionnement des lagunes à la STEP de Thiès s'est fait dans la logique des dimensionnements généralisés au Sénégal, bien qu'utilisés ici comme traitement tertiaire tel que:

- La consommation unitaire globale d'eau considérée est environ de 60litres par habitant.
- Les charges polluantes de DBO_5 sont considérées à 60g/h/jour sans études préalables.
- Le dimensionnement de ces lagunes a été fait par l'utilisation de la formule de Mc Gary et Pescod[7]. Ce modèle permet de fixer la charge organique maximale admissible dans un bassin en fonction de la température moyenne du mois le plus froid de l'année tel que:

$$\lambda_{app} = 20T - 120 \quad (1)$$

avec :

- λ_{app} : Charge maximale applicable sur le bassin (kg $DBO_5/ha/j$) ;
- T : température moyenne du mois le plus froid de l'année ($^{\circ}C$)

Ces modèles s'appuient sur la charge journalière de DBO_5 et de Coliformes fécaux à traiter (MAIGA, 2002). Le principe même de combiner la boue activée au lagunage naturel dans le cas de Thiès a été adopté avec pour objectif principal de réduire considérablement l'emprise au sol de la STEP. Les lagunes dans le cadre de la STEP de Thiès, communément appelées bassins de maturation, dans lesquelles s'effectuent le traitement final en enlevant les micro-organismes pathogènes et réduisant ainsi la présence de coliformes dans les eaux. Elles fonctionnent en aérobie et agissent selon un mécanisme commandé par l'activité d'algues en synergie avec la photosynthèse. Elles sont utilisées à Thiès pour le lagunage tertiaire avec l'objectif d'un traitement complémentaire situé en aval d'un système conventionnel de traitement et dont la conception varie avec l'objectif visé (rétention des MES, abattement de germes ...) (CEMAGREF, 1997). Elles sont au nombre de huit, agencées en deux lignes parallèles de quatre. Les lagunes servent aussi de bassins tampon. Après un séjour de quelques jours dans les lagunes notamment dans ce cas de 3 jours, les eaux traitées sont envoyées au milieu de rejet correspondant aux jardins de maraichage.

Acquisition des données: La Station de traitement des eaux usées de Thiès dispose en son sein un laboratoire qui permet de faire le prélèvement d'échantillonnage avec une fréquence des prélèvements hebdomadaires afin de quantifier la charge polluante et d'évaluer la performance épuratoire.

- Le laboratoire de la STEP de Thiès mesure sur site des paramètres qui sont : le pH, la température, les MES, la DBO_5 , DCO, l'ammonium et les CF.

- A côté de ce laboratoire, l'ONAS dispose d'un laboratoire centrale à Cambérène qui fait les campagnes de prélèvement et d'analyse trimestriels afin de s'assurer de la qualité des traitements, du rejet et de proposer des solutions à des problèmes observés.
- Ces deux laboratoires utilisent du matériels calibrés et respectant les standards de mesure et d'étude pour faire leurs travaux.
- Les données utilisées dans cette étude ont été fournies par ces deux laboratoires.

RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Etude des caractéristiques des eaux usées entrantes à la STEP de Thiès: Dans cette étude, les données prises en compte sont pour la période de 2013-2017 et sont fournies par l'ONAS de Thiès.

Evolution des effluents de la STEP de Thiès: Les eaux usées brutes qui constituent les effluents de la STEP de Thiès sont collectées par deux conduites principales celle du nord de la ville via une conduite fonctionnant en système gravitaire et une conduite venant du sud de la ville alimentée par une station de pompage.

Les débits annuels moyens mesurés de 2013 à 2017 sont transcrits sur la Figure 4.

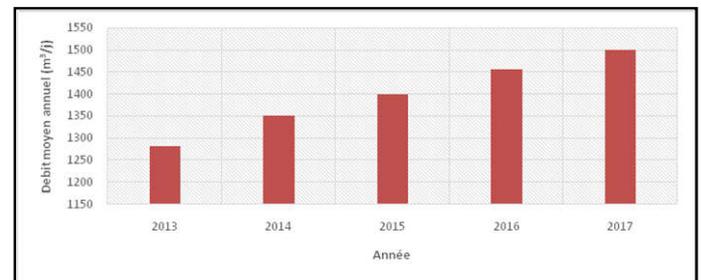


Figure 2. Débit moyen annuel des eaux usées brutes de la STEP de Thiès de 2013 -2017 (m3/j)

Les débits sont en croissances constantes depuis 2013 avec une croissance moyenne de 3%. Bien que loin du débit nominal de la station, il est aussi à prendre en compte que ces débits sont affectés des eaux de pluies lors de ladite saison.

En 2017, le taux de branchement était de 18% avec 5030 branchements alors que la capacité nominale de la station était prévue de 30000 branchements.

RESULTAT

Les valeurs des débits actuelles varient de 41% à 50% à la période de 2013 à 2017. Ces valeurs nous permettent de dire que si la croissance de la population reste constante avec le nombre de branchement constant lui aussi. Suivant une régression linéaire, le STEP atteindra son débit nominal seulement en 2045 avec un taux de branchement à 36%. Cela démontre que la STEP est en sous charge hydraulique, et que l'hypothèse de dimensionnement sur les charges par branchement est sous-estimée.

Etude qualitative des effluents de la STEP de Thiès Charge Polluante à l'entrée de la STEP et des lagunes de Thiès

Les données recueillies auprès du laboratoire de l'ONAS de Thiès nous ont permis d'établir les charges polluantes à l'entrée de ladite STEP comme le montre la figure 5 ci-dessous.

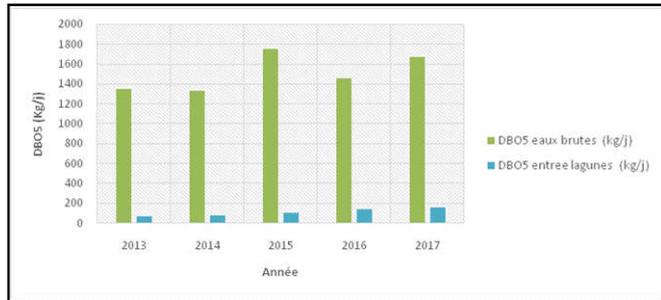


Figure 3. Charge polluante usées brutes à l'entrée de la STEP et de lagunes de 2013 -2017 (kg de DBO₅/j)

La DBO₅ est un paramètre indiquant la quantité d'oxygène nécessaire pour dégrader les matières organiques biodégradables par des processus biochimiques [10]. Elle est passée de 1330 Kg/jour en 2013 à 1750 kg/jour en 2017. Cette charge est largement supérieure aux hypothèses de conceptions des STEP aux Sénégal qui se basent sur une charge de 400-600kg/jr de DBO₅ [11].

Au niveau de la pollution à l'entrée des lagunes nous constatons qu'elle est proportionnelle à l'augmentation du débit suivant les années. Elle est passée de 70 à 164 kg/jour de DBO₅ entre 2013 et 2017.

La figure 6 situe les concentrations du paramètre de DCO avec son évolution dans le temps.

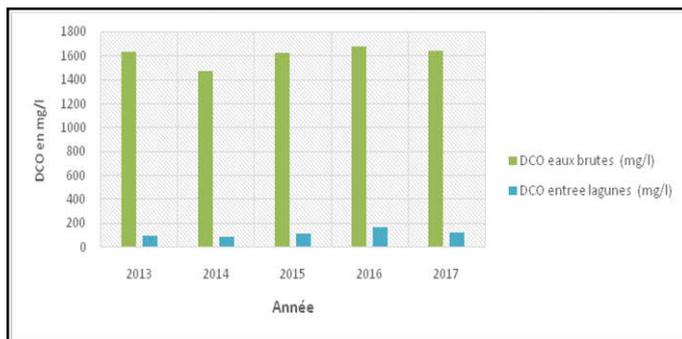


Figure 4. Evolution de la pollution de la DCO à l'entrée de la STEP et de lagunes de 2013 -2017 (mg/l)

La DCO permet d'apprécier la concentration en matières organiques ou minérales oxydables, dissoutes ou en suspension dans l'eau. Elle exprime la quantité d'oxygène nécessaire à leur oxydation chimique totale [10]. Au niveau de la DCO, les valeurs actuelles variant entre 1471 à 1672 sont inférieures à la limite sénégalaise de 2000mg/l à l'entrée d'une STEP [11]. La DCO évoluant avec le débit notamment, actuellement, elle se situe entre 74% à 84% de la valeur limite pour un débit de 50% de la valeur nominale

Les matières en suspension, représentent l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux usées et decantables au bout de deux (02) heures [10]. Elle

constitue un paramètre indispensable pour le dimensionnement et le suivi des performances d'une station d'épuration. La figure 7 représente La pollution par les MES est représentée par la figure 7 et permet de voir que celle-ci est croissante.

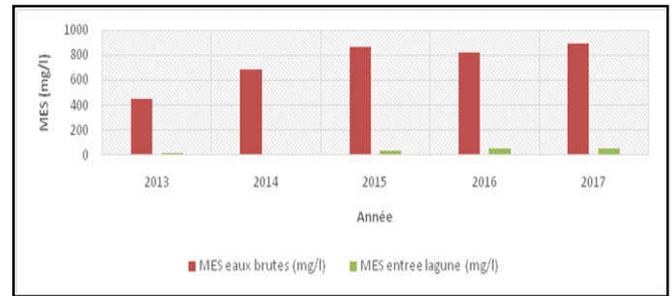


Figure 7. Evolution des MES à l'entrée de la STEP et des lagunes de 2013 -2017

Les MES a l'entrée de la STEP de Thiès varient de 75% à 150% de la valeur limite de 600mg/l fixée par la norme sénégalaise [11] pour un débit maximal courant de 50% du débit nominal. Le ratio DCO/DBO₅ renseigne sur la biodégradabilité des eaux usées. Elle permet non seulement de faire un choix de traitement mais aussi de déterminer l'origine des eaux [12]. La figure 8 montre que ce rapport varie entre 1.2 et 1.8, confirmant ainsi l'origine domestique des eaux usées traitées au niveau de la STEP de Thiès.



Figure 5. Rapport DCO/DBO₅ à l'entrée de la STEP et des lagunes de 2013 -2017

Résultat : Les valeurs de la pollution entrant sont largement au-dessus de la norme sénégalaise qui demande à ce que la pollution maximale à l'entrée des STEP soit de 800mg/l de débit. De 2013 à 2017 la pollution totale de DBO₅ a varié de 986 à 1252mg/l rendant alors cette charge avec les débits actuelles variant de 23% à 56% supérieure à la limite imposée par la norme Sénégalaise.

Les MES contenues dans les eaux brutes sont très élevés considérant l'annexe 2 [11].

La DCO actuelles est dans la limite cependant quand la station sera au débit nominal, celle-ci sera excédée.

Ces valeurs démontrent un sous dimensionnement à la base des ouvrages.

Au niveau de l'entrée des lagunes, les valeurs sont en dessous de la norme au vu du débit actuelle qui est à la moitié du débit nominale. Celle-ci excédera aussi la valeur de 250mg/l

considérée comme base de dimensionnement de ces lagunes lorsqu'elle atteindra le débit nominal.

Etude des performances épuratoires des lagunes de la STEP de Thiès: L'entrée des lagunes se fait après le clarificateur en fin du traitement par la méthode de boue activée. Ces lagunes comme dit plus haut sont justes des lagunes de maturation fonctionnant en deux bandes de 4 lagunes en parallèles avec une injection de chlore en tête de traitement. Nous prendrons en compte les dernières analyses des mois de Mars, Juin, Septembre et Décembre 2017 pour l'analyse des effluents entrant et sortant des lagunes. La figure 9 établie la performance épuratoire pour l'élimination des MES. Elle varie de 17% à 83% et n'est pas proportionnelle aux quantités entrantes.

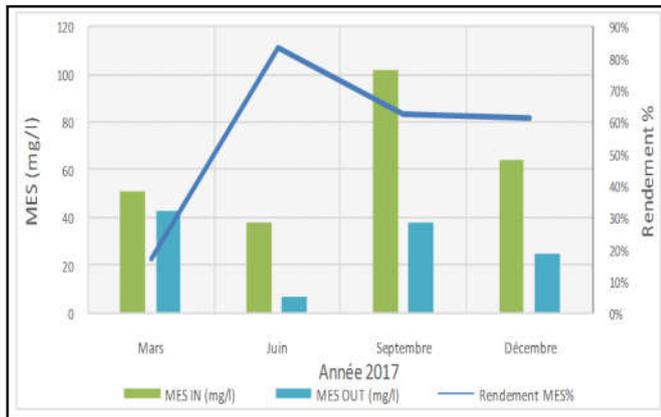


Figure 6. Performance épuratoire en MES des lagunes

La figure 10 établie la performance épuratoire pour l'élimination de la DBO₅. Elle varie de 13% à 46% et la quantité éliminée est presque proportionnellement aux quantités entrantes.

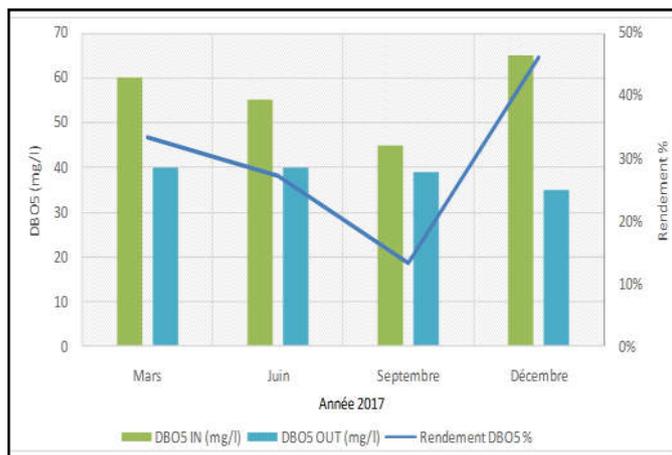


Figure 7. Performance épuratoire en DBO5 des lagunes

La Figure 11 illustre la performance épuratoire pour l'élimination de la DCO. Elle varie de 22% à 61% et la quantité éliminée est presque proportionnellement aux quantités entrantes. La figure 12 établie la performance épuratoire pour l'élimination des Coliformes Fécaux. Elle varie de 93% à 99% et la quantité éliminée est presque proportionnellement aux quantités entrantes. L'abattement du phosphore et de l'azote se trouvant dans les figures 13 and 14 démontrent une bonne performance épuratoire au niveau des lagunes. Nous constatons des abattements variant de 66,2% à

76,2% pour l'azote total N_T et de 56,5% à 68,8% pour le phosphore totale P_T.

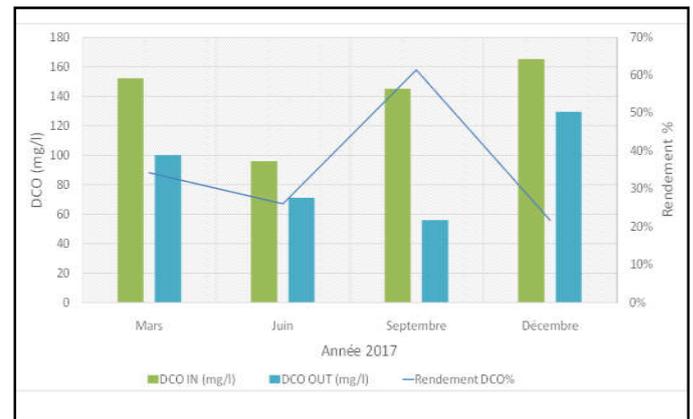


Figure 8. Performance épuratoire en DCO des lagunes

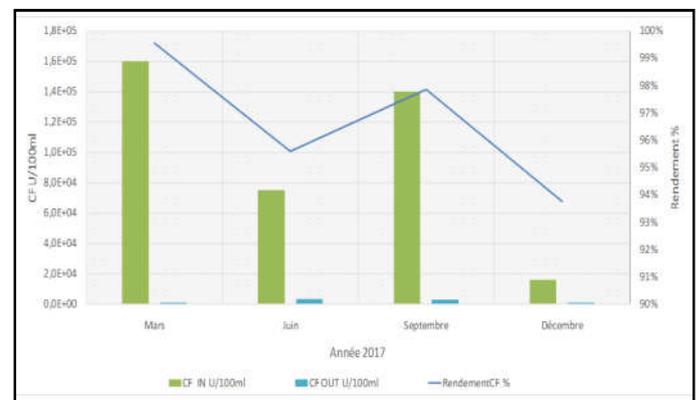


Figure 9. Performance épuratoire en CF des lagunes

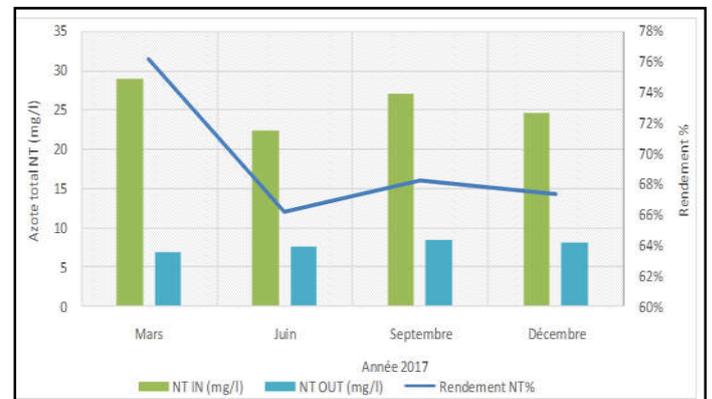


Figure 10. Performance épuratoire en Azote totale des lagunes

Résultat : Le traitement au niveau de la lagune avec la moitié du débit nominal de la STEP satisfait globalement à la norme sénégalaise excepté les CF et DCO qui ont débordé sur deux prélèvements. La lagune de maturation étant de fait pour l'élimination du composant pathogène tel que les CF [13], elle remplit ce rôle à la Step de Thiès avec une élimination de 93 à 99% des germes pathogènes. La lagune de Maturation dans le cas de cette étude réduit aussi la concentration de la DBO₅, DCO et MES pour les ramener au niveau de rejet de la norme Sénégalaise. Aussi, elles réussissent à jouer pleinement leurs rôles dans l'abattement microbien les ramenant à un niveau acceptable. L'intensité et la durée du rayonnement solaire sont des facteurs qui plaident en faveur du bon fonctionnement des bassins de lagunes en Afrique sub-saharienne.

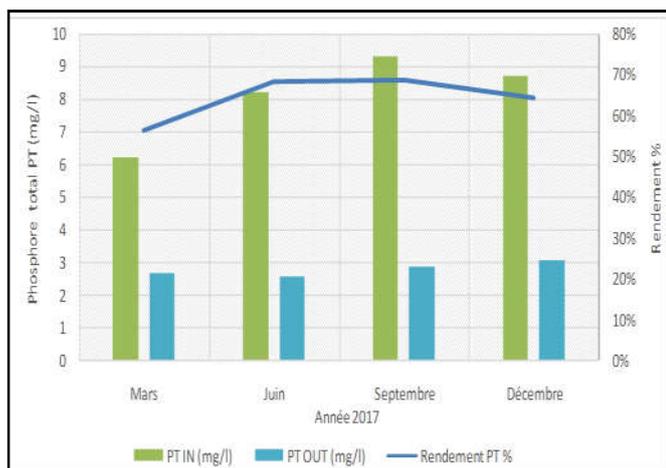


Figure 11. Performance épuratoire en Phosphore totale des lagunes

Elle favorise une intense activité photosynthèse algale qui peut contribuer à maintenir le pH à des valeurs supérieures à 8. Aussi les abattements faits au niveau de la lagune de maturation sont juste une finition car environ 93% de la pollution a été traitée par la boue activée durant la première phase de traitement. Cela est aussi démontré par le faible taux de pollution à l'entrée des lagunes qui est observée.

Conclusion

Cette étude a permis d'éclairer sur les performances épuratoires des lagunes de la STEP de Thiès ainsi que les problèmes liés à son dimensionnement. La STEP de Thiès reçoit à son arrivée des eaux beaucoup plus chargées que ce que la norme en vigueur malgré que le débit actuel n'est qu'à sa moitié. Les charges actuelles démontrent que la performance de la station sera affectée lorsque le débit atteindra sa valeur nominale. Elle nous permet aussi de démontrer l'importance de déterminer les charges exactes avant l'élaboration d'un projet de construction d'une STEP. Celle-ci étant à 18% de branchement des ménages prévues est déjà à 50% de sa capacité avec des charges de pollution au-dessus de la limite en vigueur en termes de DBO5 et dans certaines figures de la DCO. La lagune de maturation devant permettre de parfaire juste le traitement des germe pathogène, est aussi utilisée dans le cas de la STEP de Thiès de complément de traitement initiale afin de réduire les charges de DCO, DBO5 et MES. Nous concluons que les éléments cités ci haut, nous ont permis d'établir que la Station d'épuration de Thiès même si elle travaille qu'avec la moitié

de son débit nominal, celle-ci est déjà à son maximum en terme de charge polluante selon la norme sénégalaise et de ce fait, elle sera en sous dimensionnement avec un mauvais rendement épuratoire lorsqu'elle atteindra sa valeur de débit nominale.

REFERENCES

- CEIH. *Etude comparative des systèmes d'épuration collectifs dans le contexte Africain*. Ouagadougou : s.n., 1993.
- CEMAGREF. *LE LAGUNAGE NATUREL - LES LEÇONS TIRÉES DE 15 ANS DE PRATIQUE EN FRANCE*. CACHAN : Technique et Documentation LAVOISIERS, 1997. pp. 8-18, Rapport Scientifique. 97/0219.
- Driche, Mohamed. *Traitement des eaux usées par lagunage naturel*. 2014.
- Etat des lieux du lagunage en Afrique de l'ouest et du centre*. Doulaye, KONE, Chantal, SEIGNEZ et Christof, HOLLIGER. EPCOWM'2002, Tunis : s.n., 2002, Vol. Proceedings of International Symposium on Environmental Pollution Control and Waste Management.
- Étude des performances épuratoires de la technique du lagunage aéré appliquée à la station d'épuration de la ville d'Errachidia - Maroc*. Chaouki, HAMID, et al. s.l. : Afrique SCIENCE, 2014. ISSN 1813-548X.
- MAIGA, Amadou, et al. *Valorisation des eaux usées par lagunage dans les pays en voie de développement*. Ouagadougou : s.n., 2002. pp. 15-22, Rapport Scientifique.
- Malick, Gaye et Niang, Seydou. *Épuration des eaux usées et l'agriculture urbaine*. Dakar : ENDA éditions, 2002.
- ONAS. *Présentation de la station d'épuration de Thiès*. 2014.
- ONAS. *Revue annuelle sectorielle conjointe 2014*. Dakar : s.n., 2014.
- Performance épuratoire de STEP de Dar El Gueddari*. M, Allaoui, et al. Rabat : s.n., 2016, Vol. 16. ISSN 2028-9324.
- Republique du Senegal. *NORME SENEGALAISE NS 05-061. EAUX USEES : NORMES DE REJET*. Dakar : s.n., 2001. NS 05-061.
- Rodier, Jean. *L'analyse de l'eau*. s.l. : Dunod, 2009.
- Wikipedia. Wikipedia. www.wikipedia.com. [En ligne]
- Yves, Piétrasanta et Daniel, Bondon. *Le lagunage écologique*. s.l. : Economica, 1994.
