

Amélioration des Performances du Système de Traitement Tertiaire des Eaux de Rejet par Lagunage Naturel à la Station d'Épuration de Thiès (Sénégal)

Yaye Ndeu Thiao

Office National de l'Assainissement du Sénégal (ONAS), Dakar, Sénégal

Mamadou Faye

Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD), Dakar-Fann, Sénégal

Alpha Ousmane Toure

Modou Dieng

Falilou Mbacké Sambe

Laboratoire Eau, Énergie, Environnement et Procédés Industriels (LE3PI),
Ecole Supérieure Polytechnique (ESP), Dakar-Fann, Sénégal

[Doi:10.19044/esj.2022.v18n40p314](https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n40p314)

Submitted: 19 July 2022

Accepted: 23 December 2022

Published: 31 December 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Thiao Y.N., Faye M., Toure A.O., Dieng M. & Sambe F.M., (2022). *Amélioration des Performances du Système de Traitement Tertiaire des Eaux de Rejet par Lagunage Naturel à la Station d'Épuration de Thiès (Sénégal)*. European Scientific Journal, ESJ, 18 (40), 314. <https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n40p314>

Résumé

Ce présent article aborde la méthode utilisée pour corriger la non-conformité par rapport aux normes sénégalaises de rejet NS-05-061 des paramètres de pollution physico-chimiques des eaux en sortie de traitement de la station d'épuration des eaux usées (STEP) de Keur Saïb Ndoye à Thiès. La STEP de Keur Saïb Ndoye de Thiès (à proximité de Medina Fall et Thiès Nord), après onze (11) années de fonctionnement, est confrontée à une baisse de rendement d'épuration qui affecte les paramètres de pollution physiques et organiques en sortie de lagunage. Au début des expériences, pour l'année 2017, la station a obtenu des valeurs moyennes en sortie de 102 contre 50 mg/L pour les MES, 135 contre 40 mg/L pour la DBO₅ et 180 contre 100 mg/L pour la DCO. Pour observer à nouveau les normes sénégalaises de rejet, il a été préconisé l'isolement complet de l'une des deux séries de lagunes durant le second semestre de l'année 2018, afin de réduire le temps de séjour. Un suivi des paramètres de contrôle a été réalisé aux laboratoires de Thiès et de

Cambérène sur la période de 2018 à la fin de l'année 2019 sur des échantillons prélevés à l'entrée de la STEP et en sortie de traitement tertiaire avant, pendant et après isolement de l'une des séries de lagunes. Les résultats de l'année 2019, après un an et demi de fonctionnement avec une seule série de quatre lagunes ont été satisfaisants dans leur globalité avec des rendements moyens annuels tous supérieurs à 90 % pour les MES, la DBO₅ et la DCO. Des concentrations en sortie en MES, DBO₅ et DCO dans l'effluent rejeté, respectivement de l'ordre de 38 mg/L, 42,8 mg/L et 91,3 mg/L sont obtenues. Ces valeurs sont nettement inférieures, à l'exception près de la DBO₅, aux seuils fixés par la Norme sénégalaise.

Mots-clés: Traitement tertiaire, lagunage, paramètres de pollution, optimisation, performance épuratoire

Improving the performance of the tertiary treatment system for discharge water by natural lagooning at the Thiès waste water treatment plant (Senegal)

Yaye Ndew Thiao

Office National de l'Assainissement du Sénégal (ONAS), Dakar, Sénégal

Mamadou Faye

Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD), Dakar-Fann, Sénégal

Alpha Ousmane Toure

Modou Dieng

Falilou Mbacké Sambe

Laboratoire Eau, Énergie, Environnement et Procédés Industriels (LE3PI),
Ecole Supérieure Polytechnique (ESP), Dakar-Fann, Sénégal

Abstract

This paper discusses the method used to correct the non-compliance with Senegalese discharge standards NS-05-061 of the physical and chemical pollution parameters of water at the treatment outlet of the Keur Saïb Ndoye wastewater treatment plant in Thiès. Keur Saïb Ndoye wastewater treatment plant in Thies (near Medina Fall and North Thies), after eleven (11) years of operation, is facing a drop in treatment efficiency which affects the physical and organic pollution parameters at the lagoon outlet. At the beginning of the experiments, for the year 2017, the station obtained average output values of 102 against 50 mg/L for suspended solids, 135 against 40 mg/L for BOD₅ and 180 against 100 mg/L for COD. To observe Senegalese discharge standards again, it was recommended to completely isolate one of the two series of

lagoons during the second half of 2018, in order to reduce the residence time. Monitoring of the control parameters was carried out at Thiès and Cambéréne laboratories over the period from 2018 to the end of 2019 on samples taken at the entrance to the STEP and at the exit from tertiary treatment before, during and after isolation of one of the series of lagoons. The results for 2019, after a year and a half of operation with a single series of four lagoons, were satisfactory overall with average annual yields all above 90% for suspended solids, BOD₅ and COD. Output concentrations of SS, BOD₅ and COD in the discharged effluent, respectively around 38 mg/L, 42.8 mg/L and 91.3 mg/L are obtained. These values are significantly lower, with the exception of BOD₅, at the thresholds set by the Senegalese standard.

Keywords: Tertiary treatment, lagooning, pollution parameters, optimisation, purification performance

1. Introduction

Les stations d'épuration mettent en oeuvre des procédés artificiels qui permettent, à la fin du traitement, de préserver le milieu récepteur. Le traitement par lagunage naturel, qui fait l'objet de cette étude, fait partie des techniques dites extensives. Ces techniques nécessitent des surfaces importantes (de 0,5 à 4 m²/hab.) (Drogui et al., 2012; Gagnaire et al., 2008; Pronost et al., 2002). Elles se distinguent aussi par le fait que les charges surfaciques appliquées restent très faibles (Berland et al., 2009). Le traitement par lagunage tertiaire est en général défini comme une étape complémentaire à une épuration biologique secondaire (boues activées, lit bactérien, etc.) (Benoit et al., 2011; Boutin et al., 2009; Eme et Boutin, 2015).

La station d'épuration des eaux usées de Keur Saïb Ndoye est desservie par un réseau du type séparatif avec un linéaire de 75 km. La filière de traitement est composée d'une combinaison de deux types de traitement à savoir la méthode par boue activée comme filière principale et un système de lagunage naturel avec deux filières de lagunes pour le traitement tertiaire des eaux usées. Les lagunes au nombre de huit d'un volume total de 22 000 m³, sont agencées en deux lignes parallèles. Le fond est recouvert d'un tapis étanche, une géo membrane, qui empêche l'infiltration des eaux traitées. Après un séjour de 28 jours environ dans les lagunes, les eaux traitées sont envoyées au milieu de rejet (lac Fandène) pour des fins de maraichage.

Le lagunage est un procédé d'épuration des eaux usées qui consiste en un lent écoulement de l'eau préalablement traitée ou prétraitée, dans une succession de bassins plus ou moins profonds (entre 1 à 3 m environ, et même 5 m selon le type). Dans ces bassins, prolifèrent des bactéries en culture libre, des organismes vivants et des algues (Picot et al., 2005; Racault, 1997; Rami

et El Hamouri, 2001). La légère déclivité de l'installation dans le sens de la sortie permet l'écoulement gravitaire des eaux le long des bassins.

Ce procédé rencontre comme difficulté majeure le risque de dégradation de la qualité physico-chimique du rejet lié à la formation d'algues et de végétaux flottants. Ce dysfonctionnement biologique a été constaté à la station d'épuration de Thiès. Il se traduit par une hausse des paramètres en sortie de lagunage, deux à trois fois supérieurs aux normes préconisées (normes sénégalaises de rejet NS-05-061((ASN), 2001)). Les paramètres affectés sont les matières en suspensions (MES), la demande biochimique en oxygène (DBO₅) et la demande chimique en oxygène (DCO), ce qui a induit une baisse des performances de la station après 11 ans de fonctionnement à seulement la moitié de sa capacité nominale. L'action corrective mise en place a consisté en un isolement temporaire sur les deux filières de lagunes afin de réduire le temps de séjour ainsi qu'un suivi de l'évolution des paramètres de pollution.

Ainsi, l'objectif de cette étude porte exclusivement sur la description de la méthodologie utilisée pour l'amélioration des performances du système de traitement tertiaire des eaux de rejet par la technique de lagunage naturel ainsi que l'analyse détaillée des résultats obtenus.

2. Matériel et méthodes

2.1. Site d'étude

La station d'épuration des eaux usées (STEP) de Keur Saïb Ndoye (14.847655292401694, -16.900613679572807) est desservie par un réseau du type séparatif avec un linéaire de 75 km.

L'appréciation globale de la qualité d'une eau usée s'appuie sur la mesure normalisée de paramètres dits de pollution, qui caractérisent le degré de contamination des eaux usées. Des analyses sur les échantillons d'eaux usées ont permis de vérifier la justesse du diagnostic de l'état du traitement tertiaire par lagunage. Dans cette partie de l'étude, nous présentons la démarche méthodologique pour le choix et le suivi d'un système optimisé de traitement tertiaire des eaux clarifiées.

2.2 Mesure des paramètres de pollution

Seuls les paramètres de pollution affectés par la dégradation ont fait l'objet d'un suivi lors de cette étude. Les analyses sont réalisées selon les normes en vigueur (NS-05-061). Les analyses effectuées en laboratoire pour mesurer la pollution des eaux usées sont les MES, la DCO et la DBO₅.

2.2.1. Teneur des matières en suspension (MES)

Elle correspond à la pollution solide et permet de connaître la quantité de matières non dissoutes, qu'elles soient organiques ou minérales, présentes dans un échantillon (N'Diaye et al., 2013; Touré et al., 2016). La procédure est décrite comme suit : on rince le papier filtre en fibre de verre de diamètre 47mm et de porosité 2 µm avec de l'eau distillée et on le place dans une capsule en aluminium. On place l'ensemble dans une étuve à 105°C pendant au 1 heure, puis dans un dessiccateur pour le refroidir pendant quelques minutes. On pèse l'ensemble à l'aide d'une balance électronique de précision à masse maximale de 260 g et on note la masse M_0 . On agite l'échantillon pour homogénéiser et on filtre un volume connu (V) d'échantillon avec un dispositif de filtration sous vide. On met l'ensemble dans l'étuve de 103 à 105 °C pendant au 1 heure. Le papier filtre est placé dans un dessiccateur environ 15 minutes, puis peser la masse (M_1). La teneur en MES de l'échantillon est donnée en mg/L par l'expression suivante :

$$MES = 1000 \times \frac{M_1 - M_0}{V}$$

2.3. Pollution organique

Les matières organiques, sont des matières oxydables qui nécessitent pour leur décomposition une certaine quantité d'oxygène (Khamar et al., 2000). Elles vont appauvrir le milieu naturel en oxygène, c'est pourquoi elles sont considérées comme des matières polluantes. Deux paramètres majeurs permettent d'évaluer la teneur en matières organiques : la DBO₅ et la DCO.

2.3.1. Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

Elle correspond à la quantité d'oxygène consommée par les microorganismes épurateurs contenus dans un effluent dans des conditions expérimentales définies (obscurité, température de 20 °C) (Muller et al., 2015). Cette mesure s'effectue suivant un protocole normalisé en 5 jours d'où le terme de DBO₅, car au-delà peuvent entrer en jeu les phénomènes de nitrification-dénitrification. La valeur de cette mesure permet d'évaluer la quantité d'oxygène que le milieu récepteur devra pouvoir fournir pour assurer la dégradation aérobie de l'effluent qui y sera rejeté et indirectement la teneur en matières organiques biodégradables de l'échantillon. La DBO₅ est déterminée par la méthode instrumentale qui est la méthode des Oxytop avec des flacons en verre teinté pourvus de têtes Oxytop pour la lecture des valeurs obtenues et une enceinte DBO₅ adapté aux conditions de l'incubation et muni d'un agitateur. On introduit un volume connu d'échantillon dans un flacon à DBO contenant un barreau magnétique et on dépose 0,5 à 1 mL de potasse 20 à 45 % dans le bouchon prévu à cet effet. On place le flacon dans le DBO-

mètre, on ferme le flacon puis on introduit le DBO-mètre dans son enceinte. Après 30 mn, ajuster au zéro et noter l'heure. On lit la DBO_1 le lendemain à la même heure. Le résultat est lu directement en mg/L d'oxygène. Il en sera de même les 2^{ème}, 3^{ème}, 4^{ème} et 5^{ème} jours. On obtient alors la DBO_5 .

2.3.2. Demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène est la mesure de la quantité d'oxygène requise pour oxyder la matière organique et inorganique oxydable contenue dans un échantillon (Baba et Djelouahi, 2017). Ce paramètre donne une estimation de la quantité de polluants présents dans un effluent industriel ou une eau usée. L'oxydation est réalisée ici par un réactif ayant un pouvoir d'oxydation puissant (le dichromate de potassium à chaud en milieu acide). La quantité de réactif consommé pour l'oxydation des matières organiques présentes, rapportée en mg/L d'oxygène, correspond à la DCO. C'est une mesure globale des matières organiques et de certains sels minéraux oxydables (pollution organique totale), à la différence de la DBO_5 qui ne prend en compte que les matières organiques biodégradables. Pour la détermination de ce paramètre il est utilisé la méthode HACH. On introduit 2 mL d'eau distillée dans un tube DCO HACH qui constituera le blanc, et 2 mL d'échantillon dilué ou pas selon la concentration, dans un second tube DCO HACH. L'agitation du tube est effectué, puis chauffer dans un four à DCO à 150 °C, pendant deux heures. On laisse refroidir et lire au spectrophotomètre à 460 nm. La DCO est donnée directement en mg O_2/L .

2.4. Conditions d'échantillonnage et de mesure

2.4.1. Enregistrement des débits

La station est dépourvue de débitmètre à l'entrée. De ce fait, les relevés du débitmètre en sortie du clarificateur sont utilisés pour déterminer les volumes des affluents. Le débitmètre installé à la sortie de la STEP, en phase test, permettra de connaître le débit en sortie station.

2.4.2. Prélèvement des échantillons

Pour apprécier la qualité du traitement des eaux usées par la STEP, deux (2) types d'échantillons sont constitués pour les besoins d'analyses :

- Une eau brute dessablée à la sortie du dessableur-déshuileur prélevée toutes les heures et mélangée proportionnellement au débit pour constituer un échantillon composite ;
- Une eau traitée en sortie de lagunage prélevée instantanément.

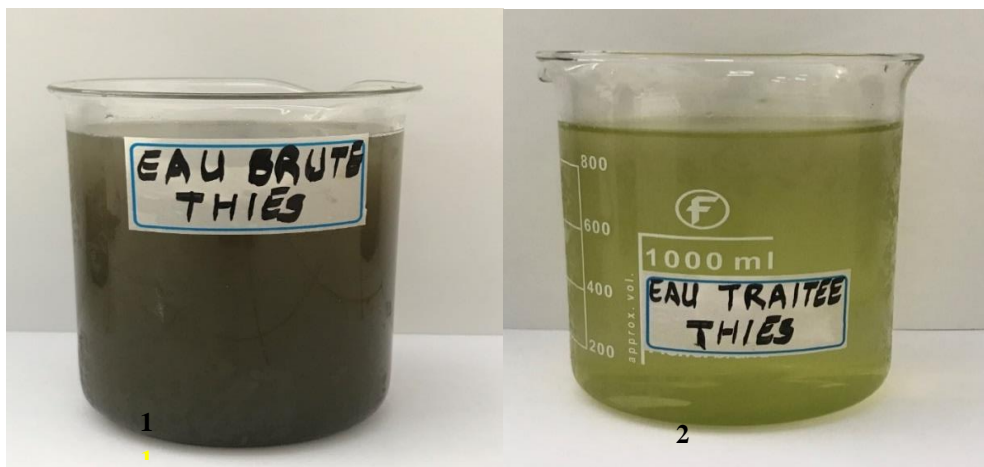


Figure 1. Echantillon d'eaux usées de la STEP de Thiès ; 1- Eau brute dessablée ; 2. Eau traitée en sortie de lagunage (la couleur verte est due à la présence plus ou moins prononcée d'algues microscopiques)

2.4.3. Conservation

Pour minimiser les erreurs d'analyse, il faut veiller à homogénéiser le prélèvement et à effectuer le transvasement sans aération. Les échantillons d'eaux usées prélevés sont conservés à 4°C et à une durée de conservation qui dépendra des paramètres à déterminer.

2.5. Conduite des expériences

2.5.1. Diagnostic de la non-conformité des paramètres de sortie

Cette étude se veut la réponse à la problématique énoncée par le questionnement central à savoir : « Qu'est-ce qui a induit la baisse de performance du système de lagunage de la STEP de Thiès et comment lever la non-conformité des paramètres de pollution au niveau du rejet ? ».

Or selon les données du concepteur, le temps de séjour des eaux traitées dans les lagunes est d'environ 28 jours pour un fonctionnement à 100 % de sa capacité nominale, soit un débit moyen journalier de 3000 m³ et une charge organique de 2220 kg de DBO₅ par jour. La station d'épuration fonctionne actuellement avec un débit moyen journalier de 1500 m³/jour, soit une charge hydraulique à un peu plus de 50 % de sa capacité nominale et une charge organique de 74,4 %. Elle n'a donc pas encore atteint sa capacité nominale de fonctionnement, ce qui explique la faiblesse de l'écoulement, combinée aux phénomènes d'évapotranspiration dans les lagunes.

La solution à cette problématique passe par les réponses apportées à la sous-question : « La durée initiale du temps de séjour (environ 28 jours) des eaux traitées dans les deux files de lagunes peut-elle être un facteur de la baisse du rendement d'épuration ? ». Deux hypothèses sont émises à partir des résultats des expériences menées :

- **Hypothèse 1** : La réduction du temps de séjour des eaux traitées dans les lagunes par la mise en isolement d'une des deux files de lagunage pourrait atténuer l'effet de stagnation des eaux et de ce fait la hausse du rendement épuratoire ;
- **Hypothèse 2** : La charge hydraulique peu importante (environ un peu plus de la moitié de la capacité nominale) de la STEP pourrait induire un faible débit d'écoulement, surtout en période sèche, d'où la plus grande hausse des paramètres de pollution en ces périodes de l'année. Ainsi pour la résolution de cette problématique la méthodologie suivante a été adoptée.

2.5.2. Action corrective : isolement d'une filière des lagunes

Un état des lieux du traitement tertiaire par des analyses régulières effectuées sur des échantillons d'eaux traitées prélevés sur les huit bassins du système de lagunage (lagunes de décantation, facultatives et de maturation) a montré que seuls les bassins de sortie, soit de finition présentaient des non-conformités au niveau de leurs paramètres de pollution. Donc durant ces expérimentations, seules les eaux traitées du dernier bassin de finition en service ont fait l'objet de prélèvements et d'analyses. Pour pallier ce phénomène de hausse des paramètres de pollution, nous avons adopté la démarche qui consiste à diminuer le temps de séjour des eaux dans les lagunes, initialement de 28 jours environ selon le concepteur, par isolement de l'une des deux séries tout en procédant au suivi de l'évolution des paramètres physico-chimiques avant, pendant et après isolement. L'isolement a consisté à éliminer temporairement une des deux files de lagunes, soit quatre bassins sur huit, et faire circuler toutes les eaux traitées dans une seule des séries de lagunes.

La station ayant fonctionné pendant au moins dix ans, il a été nécessaire de procéder au curage des bassins de tête. De ce fait il a été convenu d'effectuer ces travaux d'entretien sur la lagune de décantation de la filière choisie. Le choix de la filière s'étant fait de manière arbitraire car toutes deux présentaient des résultats assez proches. Un suivi de l'évolution des paramètres de pollution dans les eaux en sortie STEP Thiès, rejeté dans le lac Fandène, est effectué par les laboratoires des STEP de Thiès et Cambérène. Au deuxième trimestre de l'année, la première ligne des lagunes de maturation est isolée et mise hors service dans la semaine du 19 mars 2018. Ainsi il a été fait la mesure et le suivi des paramètres de pollution en sortie de traitement, avant, pendant et après isolement d'une des files.

2.5.3. Fréquence de prélèvement et détermination des paramètres de pollution

Pour un suivi plus fiable des principaux paramètres concernés, des prélèvements bihebdomadaires des eaux sont effectués à chaque étape du traitement ce qui a permis d'effectuer des bilans mensuels et annuels de ces résultats et déterminer leur évolution tout au long des opérations. Cela a aussi permis de déterminer le rendement épuratoire et apprécier l'évolution des performances du traitement tertiaire.

2.5.4. Évaluation des performances des lagunes

Cette évaluation s'effectue par calculs à partir des mesures réalisées sur les caractéristiques des eaux traitées à l'entrée et à la sortie des lagunes. Un taux d'abattement de la pollution sera déterminé pour chacun des paramètres que l'on aura à déterminer. Un bilan global à partir des rendements épuratoires permettra ensuite de dresser les performances de la STEP.

3. Résultats et discussions

Vu la durée du temps de séjour des eaux traitées au niveau des lagunes, les résultats des paramètres de pollution sont exprimés en moyennes mensuelles, et seulement pour les paramètres présentant des non-conformités. Les concentrations de référence sont celles de la norme sénégalaise de rejet : MES = 50 mg/L, DBO₅ = 40 mg/L et DCO = 100 mg/L.

3.1. Matières en suspension (MES)

Pour mieux apprécier l'efficacité de la réduction de la durée du temps de séjour sur l'abattement de la pollution, un suivi régulier des paramètres en sortie de traitement a permis d'obtenir le graphique ci-dessous. Il illustre l'évolution des MES en sortie de traitement durant l'expérimentation.

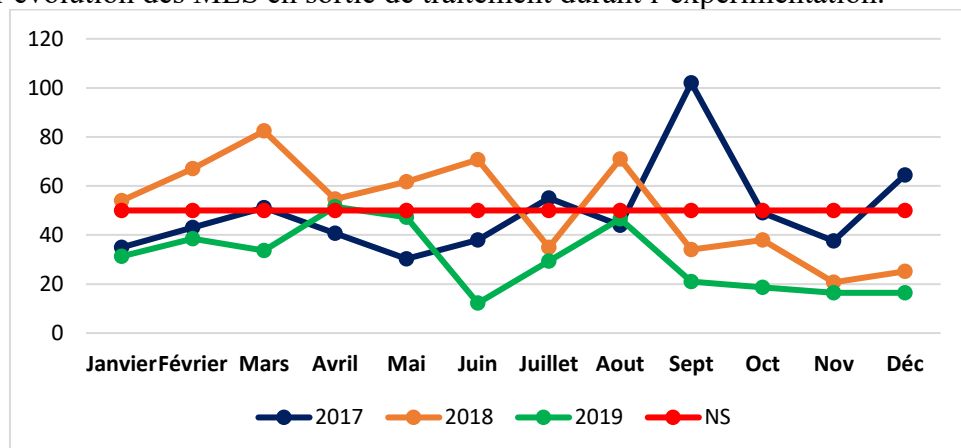


Figure 2. Evaluations mensuelles des bilans de pollution sur les MES des eaux en sortie de traitement de la STEP de Thiès pour les années 2017, 2018 et 2019

Au Sénégal, la norme recommande une concentration de matière en suspension de 50 mg/L pour les rejets. Par contre, l'effluent journalier présente des charges de matières en suspension (MES) assez élevées, surtout en période sèche et qui dépassent les données de conception de la STEP. Une évaluation de la qualité globale des eaux en sortie des bassins de lagunage sur l'année qui a précédé l'intervention a montré une tendance générale de non-respect des paramètres durant les mois les plus ensoleillés de l'année (Juin-Septembre). Le développement algal, favorisé par l'ensoleillement et un faible débit d'écoulement des eaux couplé aux phénomènes d'évapotranspiration dans les lagunes, entraîne une hausse de matières en suspension.

La présence d'algues vertes, caractéristiques des eaux de rejets de station de lagunage, n'a pas permis le respect des normes sénégalaises de rejet avec une dégradation de la qualité des eaux en sortie de traitement à partir du dernier trimestre de l'année 2017 jusqu'en début de trimestre de l'année 2018, d'où les faibles performances en sortie STEP avec une valeur maximale de concentration en sortie de 102 mg/L pour le mois de Septembre 2017.

L'isolement est effectif au cours du deuxième trimestre de l'année 2018, où une sur les deux files de quatre (4) lagunes en série fut mise hors service. Cependant des interventions sur les bassins de lagunage ont nécessité une déviation de la ligne des eaux vers les bassins hors-services, ce qui explique les fortes charges rejetées entre Juin et Août. La remise en eau est effectuée en Septembre, ce qui permet d'observer la conformité des rejets au cours du dernier trimestre. Les résultats de l'année 2019 sont conformes dans l'ensemble, avec de légères perturbations au cours du mois d'Avril pour cause de déversement de produits alimentaires périmés.

3.2. Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

L'évolution de la demande biochimique en oxygène présente une tendance similaire à celle des MES comme illustré sur la figure 3:

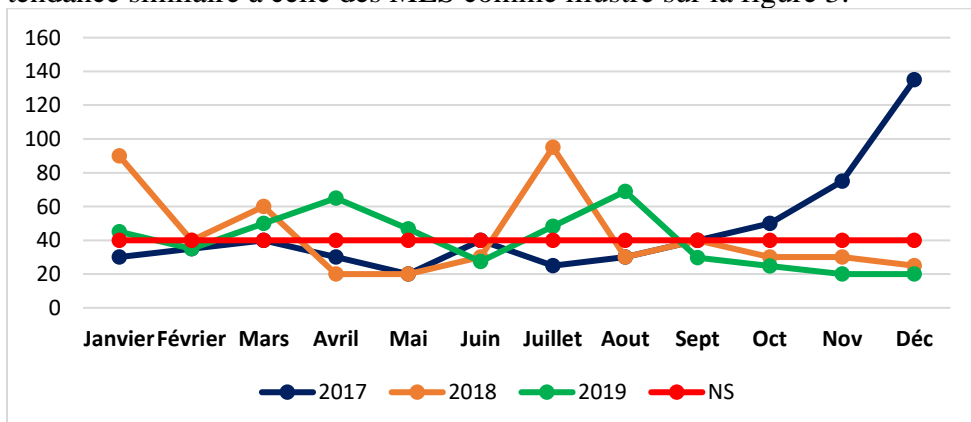


Figure 3. Variations de la DBO₅ des eaux en sortie de traitement de la STEP de Thiès pour les années 2017, 2018 et 2019

En ce qui concerne la DBO₅, la dégradation du traitement est nettement plus marquée pour cause de la hausse de la quantité de matière organique due à la présence d'algues, et de ce fait, une hausse de la demande en oxygène avec un large dépassement de la norme au cours du dernier trimestre de l'année 2017 (135 mg/L en Décembre). Cela est dû à la croissance des algues qui produisent des matières en suspension et s'ajoutent à la DBO₅ surtout en période d'ensoleillement (septembre-décembre). L'isolement d'une file, en faisant passer la totalité des eaux dans une seule filière, favorise la réduction de l'exposition solaire dans les lagunes tout en observant une durée favorable à l'élimination de la pollution par les bactéries et une bonne désinfection par les rayons solaires. L'amélioration de la qualité du rejet est constatée sur le dernier trimestre de l'année 2018. L'intoxication des bassins provoquée par le déversement de produits alimentaires périmés en Avril 2019 a affecté ce paramètre qui subit un autre pic en Août, en temps de fortes pluies où il a fallu faire un by-pass des eaux brutes directement dans les lagunes afin d'éviter une dilution des bassins d'aération. La tendance revient cependant de nouveau à la norme à partir de Septembre jusqu'en fin d'année.

3.3. Demande chimique en oxygène (DCO)

Les écarts de conformité sont plus marqués avec ce paramètre l'année d'avant l'isolement avec une seule valeur conforme comme l'indique la courbe ci-dessous.

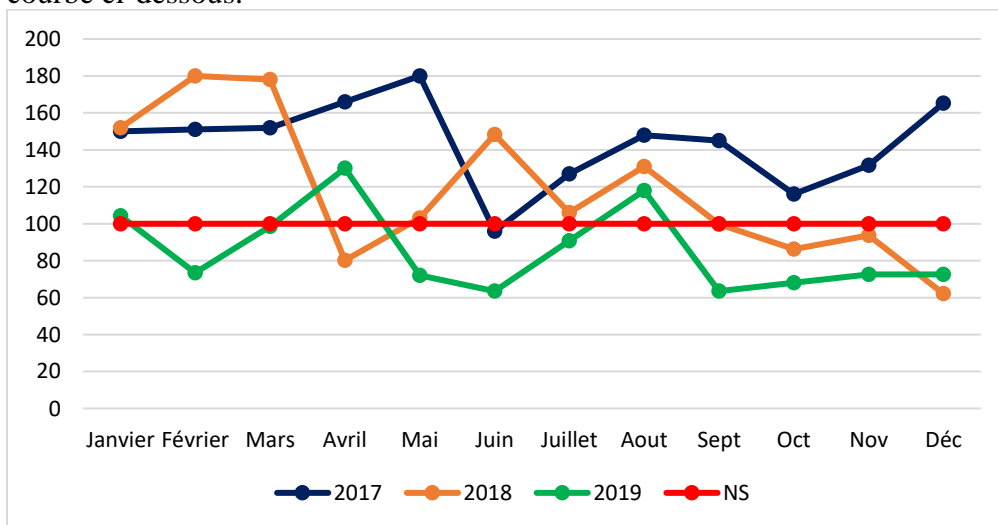


Figure 4. Variation de la DCO des eaux en sortie de traitement de la STEP de Thiès pour les années 2017, 2018 et 2019

Nous observons une tendance similaire à celle de la DBO₅ avec une non-conformité des concentrations en rejet qui persiste sur toute l'année 2017 jusqu'en début de trimestre 2018. Le fonctionnement normal des bassins qui

est rétabli au dernier trimestre de l'année 2018 connaît une perturbation suite à l'intoxication des bassins en Avril et au by-pass du mois d'Août 2019. Cependant la conformité des eaux de rejet pour ce paramètre est rétablie durant les derniers mois de l'année 2019.

Les résultats des analyses effectuées sur les échantillons d'eaux ont permis d'évaluer les performances épuratoires annuelles de la STEP. Elles sont résumées sur le tableau 1 :

Tableau 1. Performances épuratoires de la STEP de Thiès, résultats moyens de l'année 2019

Paramètres	Entrée STEP	Sortie STEP	Abattement STEP %	Données de conception à l'entrée	Normes Sénégalaises
pH	7,76	8,54	-	-	6-9
MES (mg/L)	679,8	38,0	94,4	778	50
DBO ₅ (mg/L)	1009,5	42,8	95,8	740	40
DCO (mg/L)	1748,3	91,3	94,8	1737	100
N _T (mg/L)	199,1	38,3	80,8	111	20
P _T (mg/L)	37,0	8,4	77,3	31	10
(UFC/100 mL)	9,7.10 ⁶	1,75.10 ³	99,9	1.10 ⁶	2.10 ³

3.4. Mesure de la charge polluante

Avec un débit moyen journalier pour l'année 2019 de 1594 m³/h à la station d'épuration de Thiès fonctionne normalement en dessous de ses charges : la charge hydraulique est à 53,1% soit un peu plus de la moitié de sa capacité nominale pour une charge organique entrante de 74,4 %. Les eaux reçues à la STEP de Thiès ont un rapport DCO/DBO₅ égal à 2,13 en moyenne, valeur indiquant des eaux usées domestiques biodégradables. Elles présentent un pH un peu alcalin en sortie de traitement, mais acceptable pour les eaux réceptrices.

Après onze (11) années de fonctionnement, les rendements épuratoires de la STEP de Keur Saïb Ndoye sont satisfaisants en sortie de traitement tertiaire sauf pour l'azote (38,3 mg/L) avec un léger dépassement au niveau de la DBO₅ (42,8 mg/L) dû à la présence d'algues. En ce qui concerne les aspects bactériologiques, l'abattement moyen est excellent et se situe autour de 4 unités log soit un rendement épuratoire de l'ordre de 99,9 %. Les objectifs de l'ONAS pour l'année 2019 (85 % en rendement épuratoire) ont pu être atteints avec des rendements supérieurs à 90 % pour les trois paramètres principaux (MES, DBO₅, DCO).

Conclusion

En définitive, la démarche corrective entreprise pour rétablir la conformité des paramètres des eaux en sortie de traitement tertiaire de la station d'épuration de Thiès a permis de faire un bilan global de l'état de la station après onze ans de fonctionnement. Elle a consisté en une réduction de moitié du temps de séjour des eaux dans les bassins de lagunage, initialement de 28 jours environ, par la mise en isolement d'une série de quatre bassins sur les huit en service. L'action corrective a permis d'atteindre l'objectif fixé à savoir la conformité des concentrations en sortie pour les trois paramètres principaux de la norme (MES, DBO₅ et DCO), affectés par le problème de dégradation. Le bilan des performances de la lagune de Thiès établi à partir d'échantillons représentatifs d'eaux avant et après traitement répartis sur l'année, montre que le procédé répond globalement aux objectifs de qualité qui lui ont été assignés. Ce travail de suivi du traitement tertiaire a cependant été confronté à certaines contraintes qui ont perturbé le fonctionnement général des bassins et influencé les résultats obtenus (déversement clandestin de produits périmés, fortes pluies, curage des lagunes).

D'après les résultats de cette étude, il a pu être établi le fait qu'un très long temps de séjour dans les lagunes, bien que favorable à une bonne décontamination microbiologique, peut provoquer l'effet inverse au niveau des paramètres physiques et organiques (MES, DBO₅ et DCO). Il convient de ce fait de jouer sur la durée et le débit d'écoulement pour une optimisation du traitement tertiaire.

References:

1. Association Sénégalaise de Normalisation (ASN), 2001. Rapport d'étude : Comité technique de normalisation dans le domaine de l'Environnement et des Ressources Naturelles. P-20.
2. Baba, L., Djelouahi, K., 2017. Etude comparative de la détermination de la demande chimique en oxygène par différentes méthodes. P-45.
3. Benoit, G., Dauphin, V., Ducrocq, T., Nougazol, S., Salva, E., 2011. Valorisation des eaux usées épurées pour l'irrigation. Actes du Séminaire Développement Durable par OIEau et Engees. P-35.
4. Boutin, C., Héduit, A., Helmer, J.-M., 2009. Technologies d'épuration en vue d'une réutilisation des eaux usées traitées (REUT). P-09.
5. Drogui, P., Seyhi, B., Buelna, G., 2012. Biotraitement à membrane; la technologie du futur pour l'épuration des eaux: résiduaires. Environnement & technique. P : 58-62.
6. Eme, C., Boutin, C., 2015. Composition des eaux usées domestiques par source d'émission à l'échelle de l'habitation. P-05.
7. Gagnaire, J., Moulin, P., Marrot, B., 2008. Bioréacteurs à membranes: un intérêt grandissant. L'Eau, l'industrie, les nuisances. P : 64-74.

8. Jean-Marc Berland, C.B., 2009. Guide de l'eau dans Office International de l'Eau (Éd.02), Procédés extensifs d'épuration des eaux adaptées aux petites et moyennes collectivités Luxembourg. P-40.
9. Khamar, M., Bouya, D., Ronneau, C., 2000. Pollution métallique et organique des eaux et des sédiments d'un cours d'eau marocain par les rejets liquides urbains. *Water Quality Research Journal* 35, 147-161.
10. Muller, M., Alison, Y., Guérin-Rechdaoui, S., Bellaton, S., Rocher, V., 2015. Développement et validation d'une méthode alternative pour la mesure rapide de la Demande Biochimique en oxygène des eaux résiduaires urbaines-Enverdi® DBO. *Innové dans les pratiques de monitoring et d'exploitation des stations d'épuration*. P-51.
11. N'Diaye, A.D., Thiam, O., Namr, K.I., 2013. Turbidité et matières en suspension dans l'eau: application à l'évaluation des métaux contenus dans l'eau de la rive droite du fleuve Sénégal. *LARHYSS Journal* P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782.
12. Picot, B., Sambuco, J., Brouillet, J., Riviere, Y., 2005. Wastewater stabilisation ponds: sludge accumulation, technical and financial study on desludging and sludge disposal case studies in France. *Water Science and Technology* 51, 227-234.
13. Pronost, J., 2002. Les réacteurs biologiques à membranes pour l'épuration des eaux usées urbaines. *Environnement & technique*, 27-30.
14. Racault, Y., 1997. Le lagunage naturel: les leçons tirées de 15 ans de pratique en France. Editions Quae.
15. Rami, A., El Hamouri, B., 2001. Performances physico-chimiques d'épuration des bassins de stabilisation et du lagunage à haut rendement dans les conditions marocaines. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires* 21, 65-73.
16. Touré, A.A., Tidjani, A., Guillon, R., Rajot, J., Petit, C., Garba, Z., Sebag, D., 2016. Teneur en matières en suspension des lacs sahéliens en liaison avec les variations piézométrique et pluviométrique: cas des lacs Bangou Kirey et Bangou Bi, Sud-Ouest Niger. *Afrique Science* 12, 384-392.