

Evaluation de la performance d'une station d'épuration de type lagunage à boues activées : Cas de la STEP Skhirat, Maroc

M. Lakhlifi, O. El Rhaouat, D. Belghyti, and K. El Kharrim

Laboratoire de Biotechnologie, Environnement et Qualité. Faculté des Sciences, Université Ibn Tofail, BP 133, Maroc

Copyright © 2017 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: This study aims to evaluate the performance of the sewage treatment plant of the lagunage type with activated sludge located in the town of Skhirat of the area Rabat-Sale-Kenitra in the vicinity of the Atlantic Ocean. Sampling was carried out monthly during the year 2013 follow-up by specific physicochemical analyses in terms of the chemical demand for oxygen (DCO), the biological request oxygenates of them (DBO₅) and suspended matter measures it (SM). These parameters are measured at the laboratory by the device DCOmètre, DBOmètre as well as SM by a cellulose membrane filter. On the level of this sewage treatment plant, the output acquired in terms of DCO, DBO₅ and SM is respectively of annual percentage average of about 87,26%, 88,35% and 68,37% what is very significant on the level downstream of this STEP and conforms to the national standards and international ; this is confirmed by the Test t unilateral for two matched samples represented by one p-value 0.0001 significant for the difference between the averages of entry and exit of the STEP. As well as the ratios of DCO/DBO₅ and DBO₅/DCO, indicate to us that the biodegradability is not difficult, represented respectively by values of about 2,05 and 0,49 what means that this station uses a kind of satisfactory biological treatment.

KEYWORDS: Waste waters, physicochemistry, performance, STEP Skhirat, Morocco.

RESUME: Cette étude a pour objectif d'évaluer la performance de la station d'épuration de type lagunage à boues activées située dans la ville de Skhirat de la région Rabat-Salé-Kenitra au voisinage de l'océan atlantique. L'échantillonnage a été réalisé mensuellement au cours de l'année 2013 suivi par des analyses physico-chimiques spécifiques en termes de la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biologique en oxygène (DBO₅) et la mesure de la matière en suspension (MES). Ces paramètres sont mesurés au laboratoire par l'appareil DCOmètre, le DBOmètre ainsi que la MES par un filtre membranaire cellulosique.

Au niveau de cette station d'épuration, le rendement acquis en termes de DCO, DBO₅ et MES est respectivement de pourcentage moyen annuel de l'ordre de 87,26 %, 88,35 % et 68,37 % ce qui est très significatif au niveau aval de cette STEP et conforme aux normes nationales et internationales ; ceci est confirmé par le Test t unilatéral pour deux échantillons appariés représenté par une p-value 0,0001 significative pour la différence entre les moyennes d'entrée et de sortie de la STEP. De plus les ratios de DCO/ DBO₅ et DBO₅/DCO, nous indiquent que la biodégradabilité n'est pas difficile, représentés respectivement par des valeurs de l'ordre de 2,05 et 0,49 ce qui signifie que cette station utilise un type de traitement biologique satisfaisant et plus performant.

MOTS-CLEFS: Eaux usées, physico-chimie, performance, STEP Skhirat, Maroc.

1 INTRODUCTION

Le Maroc a connu pendant ces deux dernières décennies une évolution remarquable dans la construction des stations d'épurations des eaux usées urbaines et industrielles, ce qui a abouti à une diminution de la pollution en matière des rejets

domestiques et industriels. Le nombre de station d'épuration ne cesse pas d'augmenter en raison du taux évolutif de la population urbaine et de la modernisation.

Dans la présente étude, la station d'épuration de la ville de Skhirat a été évaluée au niveau de sa performance en termes d'abattement de trois paramètres essentiels même dans le dimensionnement de STEP soient la DCO, la DBO5 et la MES.

En effet, la réutilisation des eaux usées épurées (REUE) présente l'avantage majeur d'assurer une ressource alternative à moindre coût en cas de sécheresse, de réduire les rejets de nutriments dans le milieu récepteur et de contribuer à la gestion intégrée de l'eau. Par définition, la REUE recouvre deux notions complémentaires : Le traitement puis la réutilisation pour différents usages afin de combler les déficits hydriques.

Cependant, la réutilisation des eaux usées, ou recyclage, consiste à récupérer les eaux usées après plusieurs traitements destinés à en éliminer les impuretés, afin de stocker et d'employer cette eau à nouveau. Le recyclage remplit donc un double objectif d'économie de la ressource : il permet à la fois d'économiser les ressources en amont en les réutilisant, mais aussi de diminuer le volume des rejets pollués mais l'entretien des réseaux de traitements en stations d'épuration génèrent plusieurs sortes de sous-produits. Parmi ce sous-produit, il y a les boues d'épuration qui sont principalement constituées de particules solides non retenues par les prétraitements en amont de la station d'épuration et qui peuvent faire l'objet d'un engrais en agriculture ainsi que le biogaz qui peut être valorisé en plusieurs voies avec une purification en amont.

2 MILIEU

La zone d'étude s'étale sur une superficie d'environ 600 ha et fait partie de la commune urbaine de Skhirat qui se situe à une vingtaine de kilomètre au sud-ouest de la ville de Rabat. Elle est limitée par les communes de Harhoura et Ain Atiq au nord et par les communes Essabah et Cherrat au sud.

La zone d'étude fait partie du plan d'aménagement urbain de la ville de Skhirat. Au Nord, on note une extension importante de la zone industrielle qui dépasse la surface délimitée par le plan d'aménagement.



Fig. 1. Situation géographique de la STEP de la municipalité de Skhirat

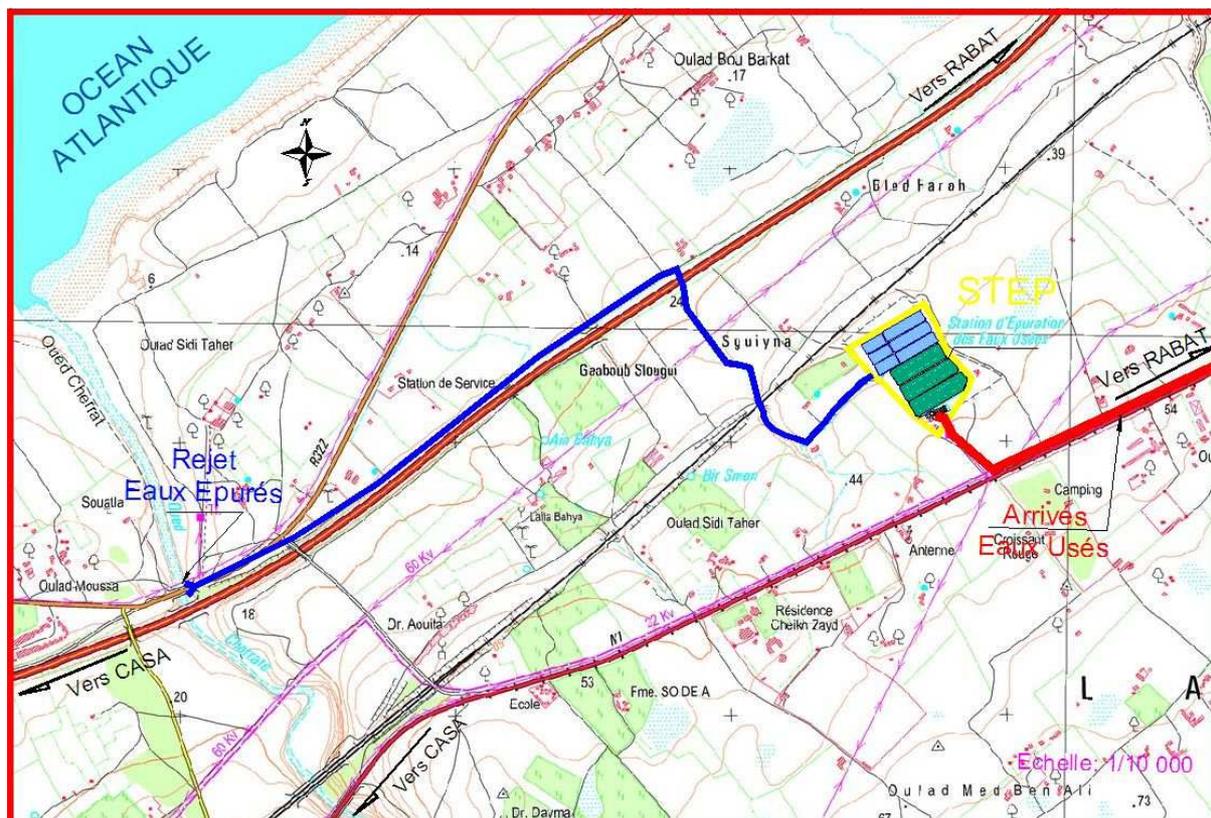


Fig. 2. Situation géographique de la STEP de la municipalité de Skhirat

La population de la commune urbaine de Skhirat, selon les derniers recensements de 1994, 2004 et 2014, comptait respectivement 29599, 43025 et 59598 habitants soit un taux d'accroissement moyen interannuel de 3,8 %. Le climat de la zone est de type subhumide avec une température moyenne annuelle de la région proche de 18°C et une pluviométrie annuelle moyenne qui est de l'ordre de 500 mm en variant d'une année à l'autre.

3 MATERIEL ET METHODES

L'échantillonnage a été effectué par des prélèvements mensuels pendant une année avec quatre prélèvements pour chaque mois ainsi que les sites d'étude ont été choisis significativement à l'entrée et à la sortie de la STEP de la ville Skhirat (région Rabat-Salé-Kenitra). Par la suite la conservation des prélèvements des eaux usées a été faite selon le guide général pour la conservation et la manipulation des échantillons d'après [1].

La mesure de la MES a été réalisée par un filtre membranaire cellulosique de diamètre de 0,45 µm [2], de plus la DBO₅ a été mesurée par un oxytop à température 20°C pendant cinq jours d'incubation ainsi la DCO par un spectrophotomètre. L'analyse statistique faite dans cette étude est le Test t pour deux échantillons appariés / Test unilatéral à droite par le logiciel Xlstat version 2014 pour essai gratuit.

4 RESULTATS ET DISCUSSION

La valeur moyenne annuelle de la MES (342,5 mg/l) de la station de Skhirat au Maroc est inférieure à celle enregistrée (658,45 mg/l) à l'entrée de la station d'épuration de Nouakchott [3] ainsi que celles [4, 5].

La valeur moyenne annuelle de la DCO (345,5 mg d'O₂/l) enregistrée à l'entrée de la STEP de Skhirat est très inférieure à celle de Nouakchott (1806,76 mg d'O₂/l) ainsi que [4,5]. De plus, la valeur moyenne annuelle de la DBO₅ (184 mg d'O₂/l) est notée comme inférieure à celle de la STEP de Nouakchott (538,31 mg d'O₂/l) à son entrée [3] et celles [4, 5].

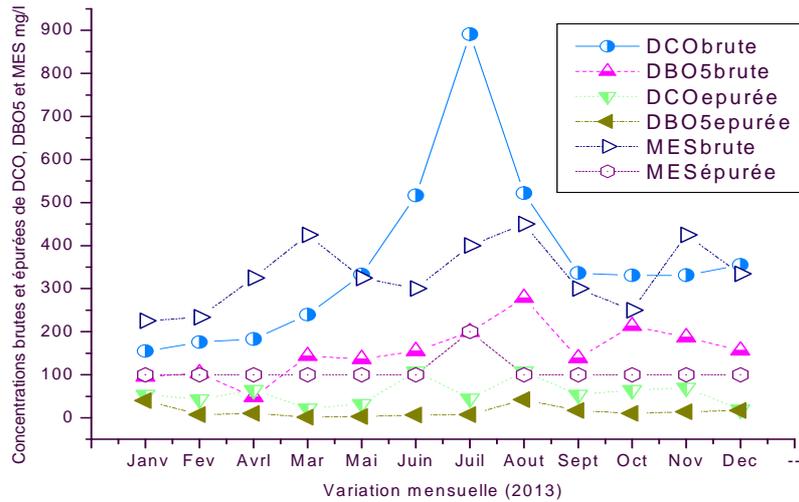


Fig. 3. Concentration brute et épurée de DCO, DBO5 et MES comparée aux normes

La biodégradabilité est la capacité des micro-organismes à dégrader la matière organique. Si $DCO/DBO_5 = 3$, ce rapport souligne une charge organique bien biodégradable. Le rapport DBO_5/DCO fournit des indications importantes sur l'origine de la pollution des eaux usées [6] et le traitement convenable à réaliser.

Si le rapport est supérieur à 3 la matière organique est considérée mal biodégradable et le traitement convenable est tout à fait chimique à l'inverse s'il est inférieur à 3 dans ce cas la charge organique est biodégradable avec un traitement biologique.

Cependant à des taux de DBO_5/DCO supérieures à 0,30, les procédés biologiques sont plus efficaces que les procédés physico-chimiques [7], c'est le cas des eaux usées de la ville de Skhirat à la sortie de la STEP avec un ratio DCO/DBO_5 de 2,05 et un ratio DBO_5/DCO de 0,49 soulignant une exigence d'appliquer un traitement biologique satisfaisant.

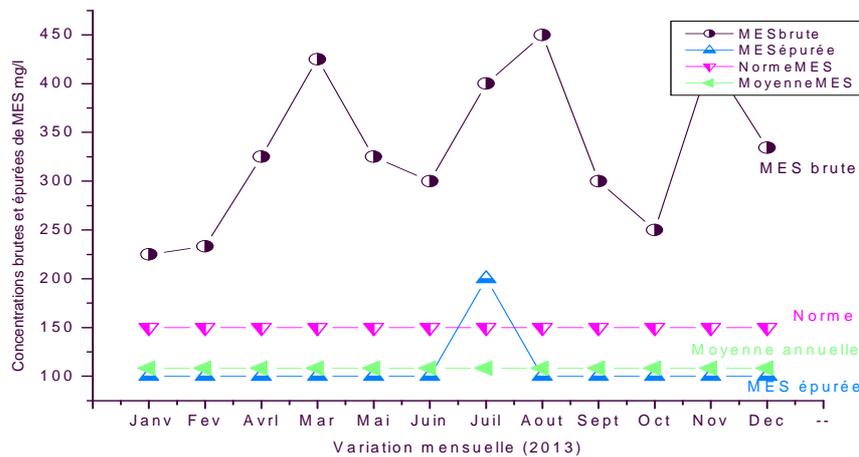


Fig. 4. Variation mensuelle de la MES brute et épurée comparée à la norme

La valeur de la MES est de l'ordre de 342,5 mg/l en perturbant l'écosystème et limite le phénomène de la photosynthèse avec un ratio de MES_e/DBO_5e de l'ordre 5,06 ; ce qui se traduit par une diminution de la demande biologique en oxygène en similarité avec un bon abattement de ces deux paramètres la MES et la DBO_5 respectivement de l'ordre de 68,37 % et 88,35 % qui est à son tour supérieur à celui de [8] (66 % en MES et 87 % en DBO_5) à l'inverse de [9] avec 86,4 % en MES et 90,99 % en DBO_5

Malgré le pic élevé en Juillet, cela peut être considéré comme un point aberrant et il est expliqué par la moyenne annuelle qui est en général inférieure à la norme imposée.

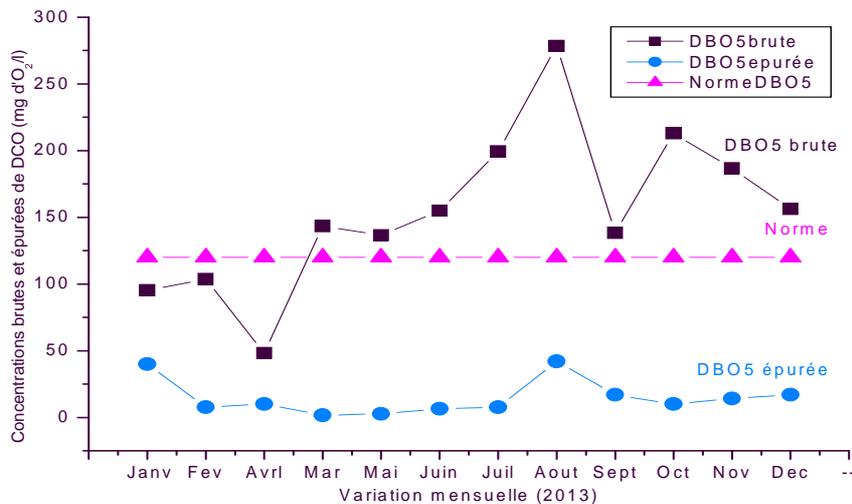


Fig. 5. Variation mensuelle de la DBO5 brute et épurée comparée à la norme

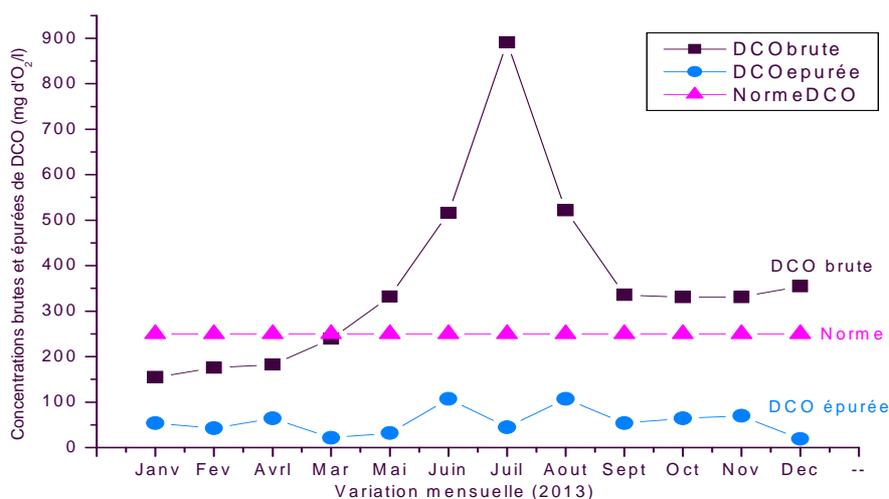


Fig. 6. Variation mensuelle de la DCO brute et épurée comparée à la norme

En plus, le rendement épuratoire de la station d'épuration de Skhirat en termes de la DCO est significatif avec de 87,26 % de réduction de la matière oxydable, presque supérieur au travail de [8] (81% en DCO) à l'inverse de celui [9] avec 89,99 % en DCO, qui est conforme aux normes de rejet de STEP, ce qui explique que l'état de fonctionnement de la station est efficace. Idem pour la demande biologique en oxygène (DBO₅).

APPLICATION DU TEST STATISTIQUE T DE STUDENT POUR DEUX ÉCHANTILLONS APPARIÉS (TEST UNILATÉRAL À DROITE)

Tableau 1 : Statistique descriptive de DCO_b et DCO_e

Variable	Observations	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
DCO _b	12	154,8900	890,7000	363,8183	203,8262
DCO _e	12	19,2000	107,5200	56,8575	28,6776

Test t pour deux échantillons appariés / Test unilatéral à droite :

L'intervalle de confiance à 95% autour de la différence des moyennes est : (204,04, +Inf)

Tableau 2 : Test t de Student

Différence	306,9608
t (Valeur observée)	5,3561
t (Valeur critique)	1,7959
DDL	11
p-value (unilatérale)	0,0001
alpha	0,05

H₀ : La différence entre les moyennes est égale à 0 et H_a : La différence entre les moyennes est supérieure à 0 (c.-à-d. moyenne (Eaux usées brutes) > moyenne (Eaux usées épurées)).

Etant donné que la p-value calculée est inférieure au niveau de signification alpha=0,05, on doit rejeter l'hypothèse nulle H₀, et retenir l'hypothèse alternative H_a. Donc Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H₀ alors qu'elle est vraie est inférieur à 0,01%.

Tableau 3 : Statistique descriptive de DBO_{5b} et DBO_{5e}

Variable	Observations	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
DBO _{5b}	12	48,2500	278,5000	154,5175	60,2605
DBO _{5e}	12	1,6000	42,0000	14,6667	13,2263

Test t pour deux échantillons appariés / Test unilatéral à droite :

L'intervalle de confiance à 95% autour de la différence des moyennes est : (109,79, +inf)

Tableau 4 : Test t de Student

Différence	139,8508
t (Valeur observée)	8,3574
t (Valeur critique)	1,7959
DDL	11
p-value (unilatérale)	< 0.0001
alpha	0,05

Interprétation du test :

H₀ : La différence entre les moyennes est égale à 0 et H_a : La différence entre les moyennes est supérieure à 0 (c.-à-d. moyenne (Eaux usées brutes) > moyenne (Eaux usées épurées)).

Etant donné que la p-value calculée est inférieure au niveau de signification alpha=0,05, on doit rejeter l'hypothèse nulle H₀, et retenir l'hypothèse alternative H_a. Donc le risque de rejeter l'hypothèse nulle H₀ alors qu'elle est vraie est inférieur à 0,01%.

En conclusion, l'analyse statistique réalisée sous forme de test t de soudent unilatéral à deux échantillons appariés, nous a donné une différence supérieure à 0 entre les moyennes des paramètres physico-chimiques de DCO, DBO5 et la MES à l'entrée et à la sortie de cette STEP de Skhirat. Ce test est significatif à p-value 0,0001 en rejetant l'hypothèse nulle en acceptant l'hypothèse alternative ; ce qui nous explique que l'abattement de cette station est efficace.

En parallèle, les ratios de DCO/DBO5 et DBO5/DCO enregistrés se concordent avec le fonctionnement continu et conforme au système de traitement biologique.

REFERENCES

- [1] ISO 5667/3., (1994). Qualité de l'eau - échantillonnage - guide pour la conservation et la manipulation des échantillons.
- [2] J. RODIER., (1996). L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eau de mer, 8^{ème} édition, *Denod*, Paris, 1383 p.
- [3] Ould Abdlkader C., Mohamed Vall M.A., Khyar O.D.T., Ould Mohamedou E., Ould Kankou M. O. S., Daha O.M., Mamadou D., Khadijetou M.M., El Rhaouat O., El Kharrim K and Belghyti D., (2015). Caractérisation physico - chimique des eaux usées brutes de la ville de Nouakchott (Mauritanie), *International Journal of Innovation and Applied Studies*, ISSN 2028-9324 Vol. 11 No. 1, pp. 96-102.
- [4] Belghyti D., Elguamri Y., Ztit G., Ouahidi My. L., Joti My b., Harchrass A., Amghar H., Bouchouata O., El kharrim K et Bounouira H., (2009). Caractérisation physico-chimique des eaux usées d'abattoir en vue de la mise en oeuvre d'un traitement adéquat : cas de Kénitra au Maroc, *Afrique Science* 05(2), pp 153 – 216.
- [5] El Rhaouat O., El Kherrati I., El khayyat F., Chiguer H., Ezziani K., Ibeda A., Fareh M., Saidi Y., El Kharrim K., Belghyti D., (2014). Physic-Chemical Evaluation of Urban Wastewater of the Town of Sidi Kacem. *Computational Water, Energy, and Environmental Engineering*, 3, 30.
- [6] Suschka J., Ferreira E., (1986). Activated sludge respirometric measurements. *Water Reserch*, 20, 2, 137-144.
- [7] Alvarez-Vazquez H., Jefferson B., Judd SJ., (2004). Membrane bioreactors vs. Conventiennel biological. *Chem. technical, Biotechnol*, 79: 1043-1049.
- [8] Maiga A.H., Konate Y., Wethe J., Denyigba K., Zoungrana D., Togola L., (2006). Performances épuratoires d'une filière de trois étages de bassins de lagunage à microphytes sous climat sahélien : cas de la station de traitement des eaux usées de l'EIER. *Sud Sciences & Technologies* ; N°14.12 p.
- [9] Raweh S., Belghyti D., Al-zaemey A.B., El guamri Y et Elkharrim K (2011). Qualité physico-chimique des eaux usées de la station d'épuration de la ville de S'anaa. (Yémen) *Int. J. Biol.Chem. Sci.* ISSN 1991-8631. 5(1) : pp 1-10.