

## CARACTÉRISATION PHYSICO - CHIMIQUE DES EAUX USÉES BRUTES DE LA VILLE DE NOUAKCHOTT (MAURITANIE)

### [ CHARACTERIZATION PHYSIC - CHEMICAL WASTEWATER GROSS NOUAKCHOTT CITY (MAURITANIA) ]

*Cheikhna Ould Abdlkader<sup>1</sup>, Mohamed Abdellah Mohamed Vall<sup>2</sup>, Ould Djeh Talib Khyar<sup>3</sup>, Eby Ould Mohamedou<sup>3</sup>, Mohamed Ould Sid'Ahmed Ould Kankou<sup>4</sup>, Ould Mohamed Daha<sup>2</sup>, Dieng Mamadou<sup>2</sup>, Mint Mohamed Khadjetou<sup>2</sup>, Omar El Rhaouat<sup>1</sup>, Khadija El Kharrim<sup>1</sup>, and Driss Belghyti<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Laboratoire Environnement et Energies Renouvelables,  
Faculté des Sciences, Université Ibn Tofail, B.P: 133, 14000 Kénitra, Maroc

<sup>2</sup>Université de Nouakchott, Faculté des Sciences et Techniques, BP 5026 Nouakchott, Mauritanie

<sup>3</sup>UR-Génomés et milieux, Faculté des Sciences et Techniques,  
Université des Sciences, de Technologies et de Médecine, BP 5026, Nouakchott, Mauritanie

<sup>4</sup>Université de Nouakchott, Faculté des Sciences et Techniques, Département de Chimie, BP 5026 Nouakchott, Mauritanie

Copyright © 2015 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:** The objective of this study is to evaluate the degree of pollution of wastewater from the city of Nouakchott, Mauritania, including the entry of the wastewater treatment plant (WWTP) with a physic-chemical characterization of the raw water. The average values of the pollution load in terms of organic matter BOD<sub>5</sub>, COD, nitrogen material of ammonium NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, suspended matter and ortho-phosphate PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> are 538.71 mg / l, respectively, 1806.76 mg / l 110.8 mg / l, 658.45 mg / l and 111.47 mg / l.

The pH and temperature were determined by a pH meter type HANNA Instruments HI 9622. The conductivity was measured by a type of portable conductivity meter Hanna, COD by a spectrophotometer and a model 45600 COD reactor and the BOD<sub>5</sub> a OxiTop and ammonium ions, orthophosphates are analyzed by colorimetric methods using a UV spectrophotometer Visible type 722 S Beijing.

The results achieved show that these raw sewage at the entrance to the WWTP are too loaded pollutants exceeding the standards. A principal component analysis (PCA) was applied showing an inertia of 69.61% of F1 and F2 axes exploring the most polluted month.

Due to the ancient of the treatment plant in the city of Nouakchott in Mauritania and the increasing rate of the population of this city so far, it requires renewal and reconstruction of a WWTP that meets the requirements international.

**KEYWORDS:** Wastewater, physical-chemistry, ACP, Nouakchott, Mauritania.

**RESUME:** L'objectif de cette étude est d'évaluer le degré de la pollution des eaux usées de la ville de Nouakchott en Mauritanie notamment à l'entrée de la station d'épuration (STEP) par une caractérisation physico-chimique de ces eaux brutes.

Le pH et la température ont été déterminés par un pH-mètre de type HANNA Instruments, HI 9622. La conductivité a été mesurée par un conductimètre portable de type Hanna, la DCO par un spectrophotomètre et un réacteur DCO modèle 45600 ainsi que la DBO<sub>5</sub> par un oxitop et les ions ammonium, orthophosphates sont analysés par des méthodes colorimétriques à l'aide d'un spectrophotomètre UV Visible de type 722 S Beijing. Les valeurs moyennes de la charge polluante en termes de

matière organique de  $\text{DBO}_5$ , DCO, la matière azotée de l'ammonium  $\text{NH}_4^+$ , la matière en suspension et l'ortho- phosphate  $\text{PO}_4^{3-}$  sont respectivement 538,71 mg/l, 1806,76 mg/l, 110,8 mg/l, 658,45 mg/l et 111,47 mg/l.

Les résultats enregistrés montrent que ces eaux usées brutes à l'entrée de la STEP sont trop chargées en matières polluantes en dépassant les normes. Une analyse en composante principale (ACP) a été appliquée montrant une inertie de 69,61 % des axes F1 et F2 en explorant le mois le plus pollué.

Du fait de l'ancienneté de la station d'épuration de la ville de Nouakchott au Mauritanie et l'augmentation du taux de la population de cette ville jusqu'à présent, cela demande un renouvellement et reconstruction d'une STEP qui répond aux exigences internationales.

**MOTS-CLEFS:** Eaux usées, physico-chimie, ACP, Nouakchott, Mauritanie.

## INTRODUCTION

1. Nouakchott est une ville portuaire située sur la côte atlantique au niveau de la nappe de Trarza. La nappe de Trarza s'étend le long de la côte atlantique de Nouadhibou au sud du Sénégal. Nouakchott est alimenté en eau potable par le champ captant d'Idini, situé sur la route de l'espoir à environ 60 km de la ville.

2. Le maraicher du site de sebkha utilise les eaux usées de la station de Traitement des eaux polluée (STEP). La station a été dimensionné pour un débit moyen de référence de 2000 m<sup>3</sup>/jours. Quelques unité industrielles sont connecte aussi à la STEP. Cette station d'épuration applique un traitement par boue activée. Actuellement la STEP ne fonctionne pas correctement et les eaux usées brutes arrivant à la station subissent une décantation et rejetées directement dans le périmètre maraîcher de Sebkha. Un programme de recherche sur l'utilisation des eaux usées en agriculture urbaine a été conduit à Nouakchott de 1995 à 1999. Ce programme a impliqué des institutions d'enseignement supérieur et de recherche (EIER et EPFL) des organismes multilatéraux (OMS, UNICEF), des consultants privés et des ONG. Beaucoup d'études ont été effectuées sur les périmètres maraîchers de la ville de Nouakchott [1] [2].

3. Il est intéressant de présenter les caractéristiques physico-chimiques des eaux usées brutes de la ville de Nouakchott, avec application de statistique d'analyse en composante principale (ACP) sous l'évaluation de logiciel XLSTAT, v.2014.

## ZONE D'ETUDE

1. Nouakchott est situé dans la zone sub-canarienne, représentant une zone tampon entre le climat saharien au Nord et le sahélien au Sud. Le climat y est généralement sec toute l'année avec des pluies faibles et très irrégulières durant l'été. Les températures oscillent entre 28,4 °C et 36,4 °C pour les maxima et 14,6 °C et 25,7 °C pour les minima. L'alternance des Alizés maritimes et de la mousson a des conséquences sur l'hygrométrie qui est importante en toute saison (influencée par la brise de mer). Les précipitations sont faibles (en moyenne 150 mm/an) et restent concentrées sur une période courte de deux à trois mois d'été.

2. Pour la présente étude on a choisi comme site du prélèvement la STEP afin d'obtenir une mesure représentative sur l'ensemble des eaux usées drainées par certains quartiers de la ville de Nouakchott et de quelques unités industrielles. Des prélèvements d'eaux usées ont été effectués au niveau de l'entrée de la STEP.



Figure.1 Localisation de zone d'étude la ville de Nouakchott, Mauritanie

## METHODES

1. Le pH et la température ont été déterminés par un pH-mètre de type HANNA Instruments, HI 9622. La conductivité a été mesurée par un conductimètre portable de type Hanna. Les chlorures sont mesurés par méthode volumétrique de Mohr en présence de nitrates d'argent selon Rodier [3] et la MES [3]. Les ions ammonium, orthophosphates sont analysés par des méthodes colorimétriques à l'aide d'un spectrophotomètre UV Visible de type 722 S Beijing. 2. Les ions ammonium par le réactif Nessler à une longueur d'onde de 420 nm. Pour le dosage des orthophosphates on utilise un réactif molybdique susceptible d'un dosage colorimétrique à une longueur d'onde de 700 nm. La DBO<sub>5</sub> est mesurée par un oxytop à température 20°C pendant cinq jours d'incubation ainsi la DCO par un spectrophotomètre et un réacteur DCO modèle 45600. La conservation des prélèvements des eaux usées a été faite selon le guide général pour la conservation et la manipulation des échantillons d'après [4].

## RESULTATS

1. Les eaux usées de la ville de Nouakchott sont caractérisées par quelques paramètres physico-chimiques au cours de six mois de prélèvement et analyse à l'entrée de la station d'épuration avec application d'une étude statistique de type ACP (analyse en composante principale).

**Tableau.1 Moyenne générale des variations mensuelles de la composition physico-chimique des eaux usées brutes à l'entrée de la STEP de Nouakchott.**

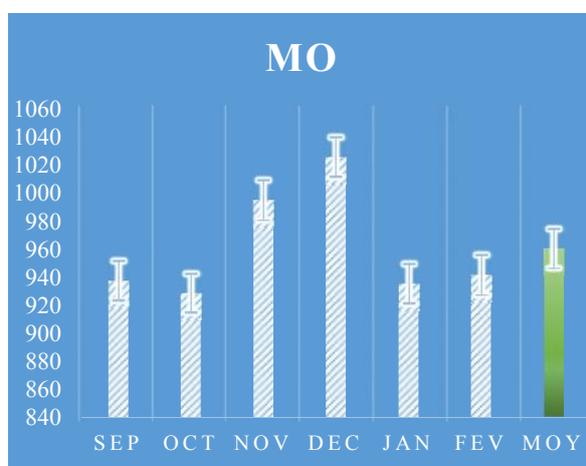
	T	PH	CE	MES	DCO	DBO5	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>
SEP	27,83	7,27	2451,9	695	1732,5	539	107,6	116
OCT	25,76	7,81	1681	859	1743,5	520,6	107,89	144
NOV	26,06	7,53	2374	472	1916,5	533,3	155,65	111,8
DEC	22,29	10,26	1989	486	1914,3	581	122,32	121,5
JAN	23,5	10,52	1944,8	650,15	1727	539	85,37	121
FEV	23,81	9,59	2080,5	788,6	1830	497	97,5	54,5
MOY	24,87	8,83	2086,86	658,45	1810,63	534,98	110,8	111,47
E.T	2,03	1,46	286,43	156,88	89,371	27,57	26,7	30,053

T : température (°C) ; pH : potentiel d'Hydrogène ; CE : conductivité électrique (μS/cm) ; MES : matière en suspension (mg/l) ; DCO : demande chimique en oxygène (mg d'O<sub>2</sub>/l) ; DBO<sub>5</sub> : demande biologique en oxygène (mg O<sub>2</sub>/l) ; NH<sub>4</sub><sup>+</sup> : ammonium (mg/l) ; PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> : orthophosphate (mg/l).

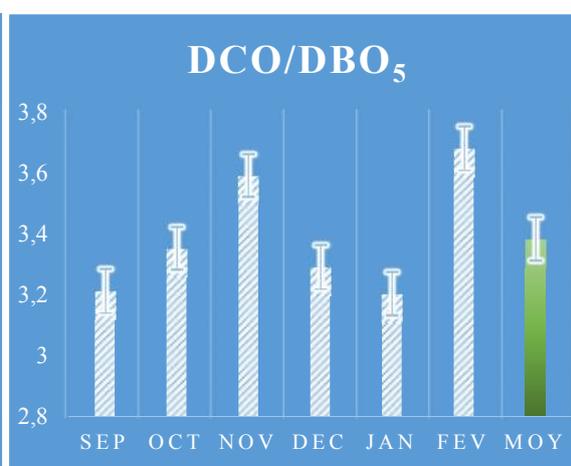
SEP (Septembre) ; OCT (Octobre) ; NOV(Novembre) ; DEC(Décembre) ; JAN (Janvier) ; FEV(Février) ; MOY(Moyenne) ; ET (Ecart-type).

**Tableau.2 Variation mensuelle de la matière oxydable (MO), les ratios DCO/DBO<sub>5</sub>, DBO<sub>5</sub>/DCO et MES/DBO<sub>5</sub> des eaux usées brutes à l'entrée de la STEP de Nouakchott.**

	MO	DCO/DBO <sub>5</sub>	DBO <sub>5</sub> /DCO	MES/DBO <sub>5</sub>
SEP	936,8	3,21	0,31	1,29
OCT	928,2	3,35	0,29	1,65
NOV	994,4	3,59	0,28	0,88
DEC	1025,4	3,29	0,30	0,84
JAN	935	3,20	0,31	1,20
FEV	941,3	3,68	0,27	1,58
MOY	960,2	3,38	0,29	1,23



**Figure.2 Variation mensuelle de la matière oxydable**



**Figure.3 Ratios mensuels de DCO/DBO<sub>5</sub>**

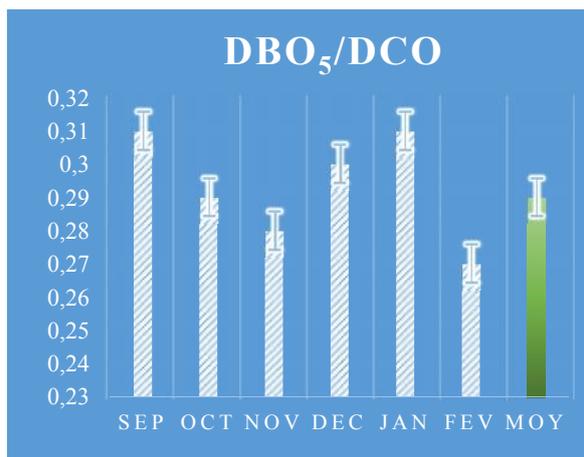


Figure.4 Ratios mensuels de DBO<sub>5</sub>/DCO



Figure.5 Ratios mensuels de MES/DBO<sub>5</sub>

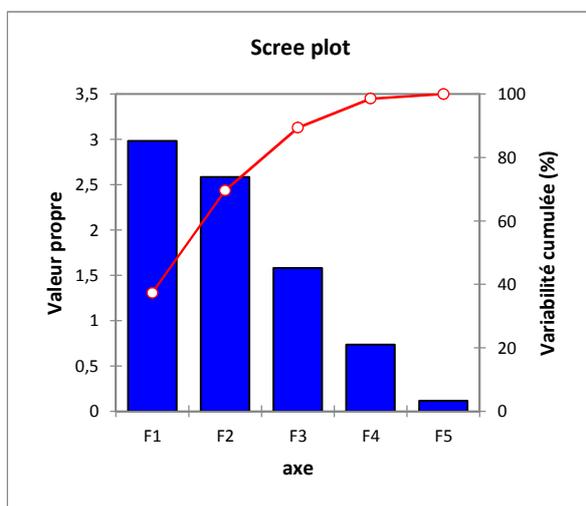


Figure.6 valeurs propres en variabilité cumulée (%)

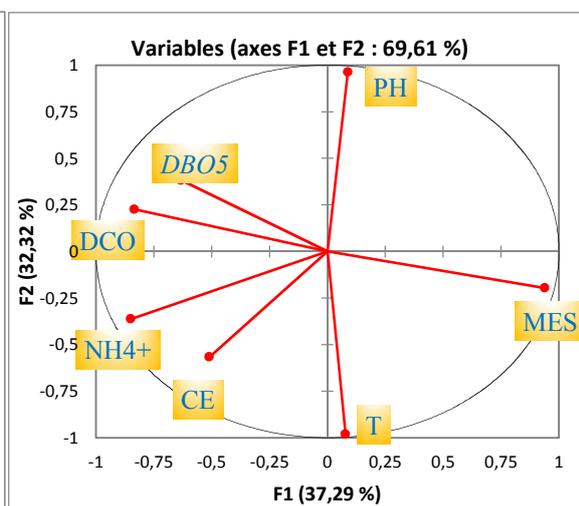


Figure.7 Projections des variables (F1xF2 : 69,61 %)

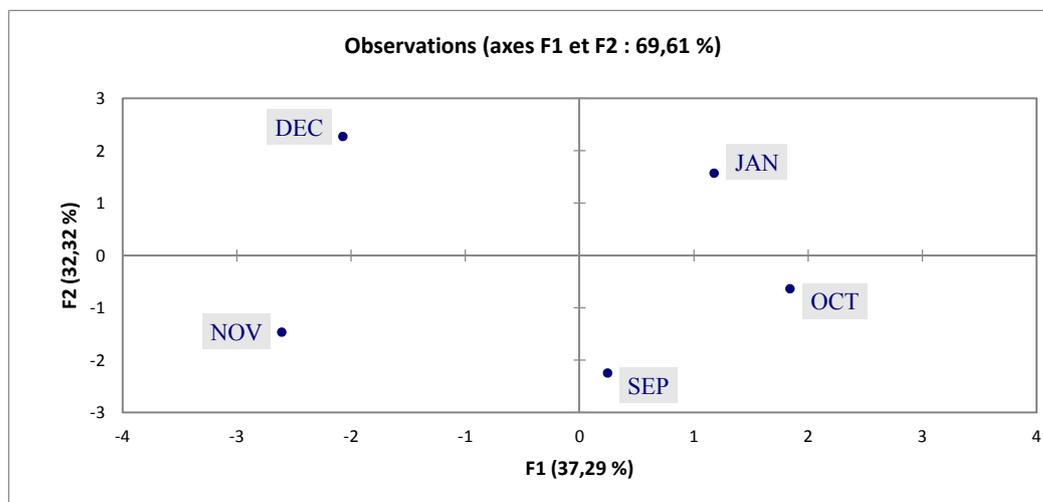


Figure.8 Mapping des individus sur le plan factoriel (F1xF2 : 69,61 %)

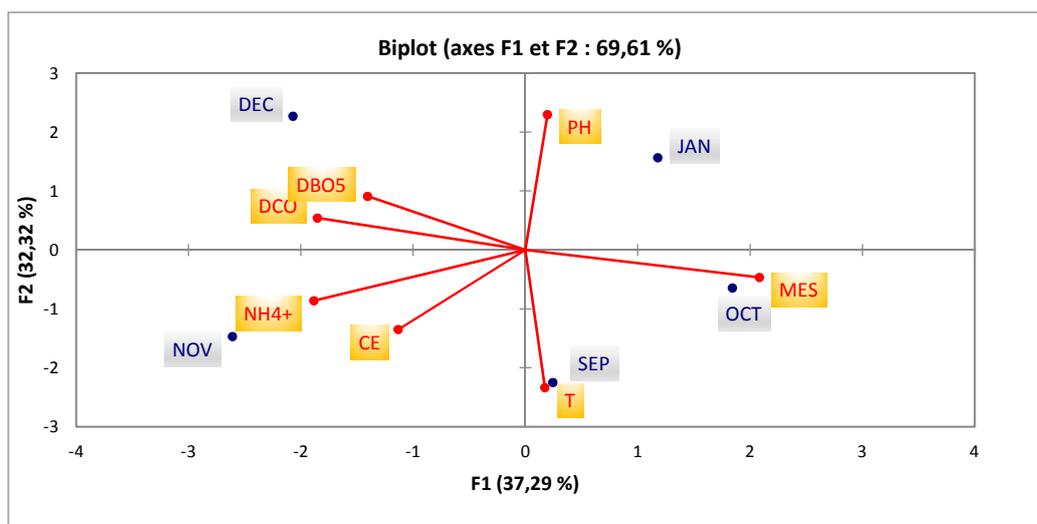


Figure.9 Projections des variables et individus sur le plan factoriel (F1xF2 :69,61 %)

## DISCUSSION

1. Le pH a oscillé entre des valeurs voisines de la neutralité vers des valeurs très basiques. Les résultats de pH trouvés sont similaires à ceux trouvés par Hamsatou [5], [6]. La température est de l'ordre de 24,87 °C est inférieure aux normes 30 °C des rejets directs et les eaux destinées à l'irrigation à 35 °C. La valeur moyenne de la conductivité est de l'ordre de 2086,86  $\mu\text{S}/\text{cm}$  inférieure à [8].

2. La valeur moyenne de  $\text{DBO}_5$  enregistrée à l'entrée de la STEP de Nouakchott (538,31  $\text{mg d'O}_2/\text{l}$ ) est supérieure à celle [7], [8] ainsi que la MES de l'ordre de 658,45  $\text{mg/l}$  est supérieure à [7], [8] ; la DCO marque une valeur très élevée de 1806,76  $\text{mg d'O}_2/\text{l}$  qui pose un vrai problème. Les valeurs de l'ammonium et l'orthophosphate sont respectivement de l'ordre de 123,71  $\text{mg/l}$  et 115,96  $\text{mg/l}$ , de même la valeur de la MES est de l'ordre de 658,45  $\text{mg/l}$  ce qui perturbe l'écosystème et limite le phénomène de la photosynthèse.

3. La biodégradabilité est la capacité des micro-organismes à dégrader la matière organique. Si  $\text{DCO}/\text{DBO}_5 = 3$ , ce rapport souligne une charge organique bien biodégradable. Le rapport  $\text{DBO}_5/\text{DCO}$  fournit des indications importantes sur l'origine de la pollution des eaux usées et le traitement convenable à réaliser.

4. 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  $\text{DBO}_5/\text{DCO}$  inférieurs à 0,30, les procédés physico-chimiques sont plus efficaces que les procédés biologiques [9], c'est le cas des eaux usées de la ville de Nouakchott à l'entrée de la STEP avec un ratio  $\text{DCO}/\text{DBO}_5$  de 3,38 et un ratio  $\text{DBO}_5/\text{DCO}$  de 0,29 soulignant une exigence d'appliquer un traitement chimique satisfaisant.

5. L'ACP permet spécialement la mise d'association entre variables, donc de réduire le dimensionnement de la table des données. Cela est accompli par la diagonalisation de la matrice de corrélation des données qui transforment un grand nombre de variables à un plus petit nombre de facteurs sous-jacents (principaux composants (PCs)) sans perdre beaucoup d'information [10][11][12]. L'analyse en composantes principales représente une corrélation négative entre les variables DCO,  $\text{DBO}_5$  et  $\text{NH}_4^+$  sur l'axe F1 à l'inverse de la MES perturbant l'écosystème, le pH est corrélé négativement avec la température et la conductivité électrique sur l'axe F2 quand la température est élevée le pH devient plus acide et augmentation de la conductivité électrique du milieu liquide.

6. De ce fait, il y a une évolution de la pollution de la matière organique (DCO et  $\text{DBO}_5$ ) et azotée ( $\text{NH}_4^+$ ) sur l'axe F1 de droite à gauche du mois Octobre au mois Novembre inversement la MES est importante au mois Octobre au mois Novembre de l'année; la température est importante au mois Septembre en diminuant de bas en haut jusqu'au mois Décembre et Janvier ainsi que la conductivité électrique ; le pH aussi décroît de haut en bas du mois Janvier au mois Septembre sur l'axe F2. En effet, cette évolution temporelle de la pollution est issue de plusieurs facteurs à savoir climatique, socio-économique.

**CONCLUSION**

1. Du fait de l'ancienneté de la station d'épuration de la ville de Nouakchott au Mauritanie et l'augmentation du taux de la population de cette ville jusqu'à présent cela demande un renouvellement et reconstruction d'une STEP qui répond aux exigences internationales.

**REFERENCES**

- [1] A. AZANDOSSESSI., M. L. OULD SELMANE., L. OULD BABA., E. H. BENZEROUG., G. CISSE et M. TANNER., (1999). Projet de préservation de l'unique espace vert de Nouakchott : le site de Sebkhia « Nouakchott El Khadra ». Document de projet. OMS, Nouakchott.
- [2] C. SCHNEIDER., et S. GAGNEUX., (1997). Impact sanitaire de l'utilisation d'eaux usées et polluées en agriculture urbaine: Cas du maraîchage à Nouakchott, République. Islamique de Mauritanie. Travail de Diplôme, Institut Tropical Suisse, Université de Bâle.
- [3] J. RODIER., (1996). L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eau de mer, 8ème édition, Denod, Paris, 1383 p.
- [4] ISO 5667/3., (1994). Qualité de l'eau - échantillonnage - guide pour la conservation et la manipulation des échantillons.
- [5] M.M.D. HAMSATOU., (2005). Thèse de pharmacie : « les eaux résiduaires des tanneries et des teintureries : caractéristiques physicochimiques, bactériologiques et impact sur les eaux de surface et les eaux souterraines » Bamako.
- [6] C.R.LOEZ et A. SALIBIAN., (1990). Premières données sur le phytoplancton et les caractéristiques physicochimiques du Rio Reconquista (Buenos Aires, Argentine), Rev Hydrobiol.Trop. 23(4) 283-296.
- [7] 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
- [8] 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.
- [9] Alvares-Vazquez H., Jefferson B., Judd SJ., (2004). Membrane bioreactors vs. Conventiennel biological. Chem. technical, Biotechnol, 79: 1043-1049
- [10] Jackson J. E., (1991). A User's Guide to Principal Components. wiley, New York.
- [11] Meglener R., (1992). Examining large databases: à chemo-metric approach using Principal Component Analysis. Mar. Chem. 39, 217-237.
- [12] Beatriz H., Rafael P., Marisol V., Enrique B., Jose M., Luis F, (2000). Temporal evolution of groundwater composition in an alluvial aquifer (pisuerga river, Spain) by principal component analysis. Wat. Res. Vol. (34), 3, 807-816.