

## **EVALUATION DE LA QUALITÉ DES EAUX USÉES BRUTES DE NOUAKCHOTT REJETÉES DANS LE PÉRIMÈTRE MARAÎCHER DE SEBKHA**

**Abdoulaye Demba N'DIAYE<sup>1\*</sup>, Mohamed Sid'Ahmed Ould KANKOU<sup>2</sup>,  
Aminata Diasse SARR<sup>3</sup> et Baidy LO<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Laboratoire de Chimie de l'Eau, Institut National de Recherches en Santé Publique de Nouakchott, BP 690, Mauritanie.*

<sup>2</sup>*Laboratoire de Chimie de l'Eau et Environnement, Faculté des Sciences et Techniques de l'université de Nouakchott- BP 5026, Mauritanie.*

<sup>3</sup>*Laboratoire de Chimie inorganique, Faculté des Sciences et Techniques de l'université de Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal.*

(Reçu le 25 Février 2010, accepté le 01 Juin 2010)

---

\* Correspondance et tirés à part, e-mail : *abdoul demba@yahoo.fr*

### **RÉSUMÉ**

L'évaluation de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux usées brutes de la ville de Nouakchott rejetées dans le périmètre maraîcher de Sebkha s'est déroulée entre février 2008 et juillet 2009. Les paramètres étudiés sont la température, le pH, la conductivité, des ions chlorures, sodium, potassium, nitrates, ammonium, orthophosphates, fer, coliformes fécaux et streptocoques fécaux.

Les résultats des analyses présentés dans ce travail ont montré que ces eaux usées brutes ont des températures pouvant atteindre 32,2 °C. Le pH oscillant entre 6,5 et 10,7. La salinité de ces eaux usées a été observée par les valeurs élevées de la conductivité, des ions chlorures et des ions sodium. Les ions nitrates, ammonium, orthophosphates et potassium présentent des teneurs moyennes maximales respectives de 2,7 mg/litre, 227,2 mg/litre 36,9 mg/litre et 42 mg/litre. La charge microbienne est très importante: les teneurs moyennes en coliformes fécaux et streptocoques fécaux sont respectivement de l'ordre  $9,0310^4$  UFC/100 ml et  $9,2410^4$  UFC/100 mL.

Tous nos résultats nous poussent à émettre l'hypothèse fort plausible que l'utilisation des eaux usées brutes à des fins agricoles peut entraîner une toxicité chez le consommateur.

**Mots-clés :** évaluation, eau usée, Sebkha, Nouakchott, Mauritanie

**ABSTRACT****Quality Assessment of raw sewage discharged from Nouakchott in the area of vegetable Sebkha**

The evaluation of physico-chemical and bacteriological quality of raw sewage from the city of Nouakchott in the rejected area gardener Sebkha took place between February 2008 and July 2009. The parameters studied are temperature, pH, conductivity, chloride ions, sodium, potassium, nitrate, ammonium, orthophosphate, iron, fecal coliforms and fecal streptococci.

The test results presented in this work have shown that raw sewage have temperatures up to 32.2 ° C. The pH of between 6.5 and 10.7. The salinity of the wastewater has been observed by high values of conductivity, chloride ions and sodium ions. The nitrate ions, ammonium, orthophosphate and potassium levels have respective average maximum of 2.7 mg / liter, 227.2 mg / liter, 36.9 mg / liter and 42 mg / liter. The microbial load is very important: the mean levels of fecal coliforms and fecal streptococci are respectively about  $9.0310^4$  CFU/100 ml and  $9.2410^4$  ml CFU/100ml.

All our results lead us to hypothesize plausible that the use of raw wastewater for agricultural purposes can cause toxicity to the consumer.

**Keywords :** *Assessment, wastewater, Sebkha, Nouakchott, Mauritania.*

**I - INTRODUCTION**

Une étude mondiale sur la pratique cachée de l'irrigation par les eaux usées révèle que les eaux des égouts, souvent non traitées, sont utilisées pour la production de 10% des récoltes dans le monde, surtout dans les zones urbaines [1]. Quoique proscrite dans plusieurs pays, cette pratique constitue un moyen de subsistance et génère des revenus considérables en agriculture urbaine et périurbaine, malgré les risques sanitaires et environnementaux liés à l'usage des eaux usées en irrigation.

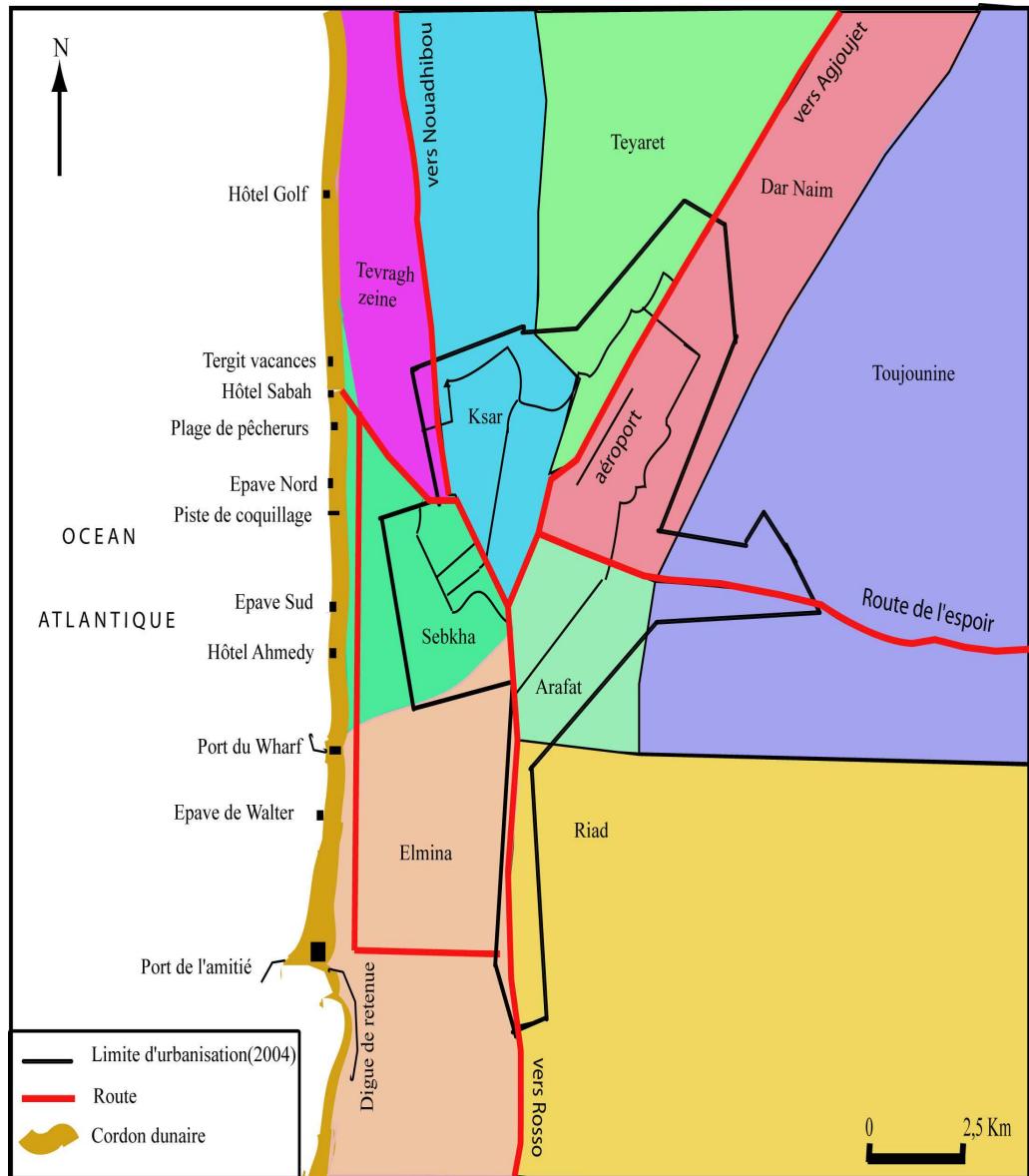
La Mauritanie est un pays déficitaire en eau et ce problème est particulièrement important à cause du climat. En effet la faible pluviométrie, la nature géologique du pays et l'importance de l'évaporation font que le pays est pauvre en ressources hydriques. Les ressources en eau de la Mauritanie sont limitées alors que ses besoins en eau augmentent.

Ce travail a pour objectif d'évaluer : la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux utilisées en agriculture et l'impact de la pollution générée par le rejet des eaux usées brutes sur le milieu récepteur qui est le périmètre maraîcher de Sebkha.

## II - MATÉRIEL ET MÉTHODES

### II-1. Milieu d'étude

La ville de Nouakchott est une ville côtière (superficie de 400km<sup>2</sup>) située vers 18° 07 de latitude nord et 16° 01 de longitude ouest et présente la partie la plus régulière et la plus monotone du littoral mauritanien, aride et ventée. Nouakchott, géographiquement, est ouverte sur la façade atlantique (**Figure 1**).



**Figure 1.** : Présentation générale de la ville de Nouakchott

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 de Nouakchott. 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.

Le premier site maraîcher de la ville de Nouakchott, "Sebkha" a été créé en 1965. Les maraîchers du site de Sebkha utilisent les eaux usées de la STEP. Le débit actuellement traité par la station est de 458 m<sup>3</sup>/jour. Le réseau fonctionnel est d'une longueur de 38 km environ, desservant le centre ville (environ 1800 ménages). Le traitement subi par les eaux usées brutes arrivant à la STEP (Station de Traitement des Eaux Polluées) est un traitement par boue activée. Actuellement la STEP ne fonctionne pas et les eaux usées brutes arrivant à la station subissent une décantation et rejetées directement dans le périmètre maraîcher de Sebkha.

On a choisi comme site du prélèvement la STEP à fin d'obtenir une mesure représentative sur l'ensemble des eaux usées brutes drainées par certains quartiers de la ville de Nouakchott et de quelques unités industrielles connectées aussi à la STEP.

## II-2 Méthodes d'analyse

Les paramètres physicochimiques et bactériologiques sont déterminés à partir de prélèvements mensuels effectués au niveau de la STEP entre février 2008 et juillet 2009.

Les paramètres physicochimiques étudiés sont: la température, le pH, la conductivité, des ions chlorures, sodium, potassium, nitrates, ammonium, orthophosphates et fer. Le pH et la température ont été déterminés par un pH-mètre de type Hanna muni d'une sonde mesurant la température. La conductivité a été mesurée par un conductimètre de type Hanna. Les chlorures sont mesurés par méthode de Mohr. Les ions nitrates, ammonium, orthophosphates et fer sont analysés par des méthodes colorimétriques à l'aide d'un spectrophotomètre UV Visible de type 722 S Beijing. Les nitrates en présence de salicylate de sodium. Les ions ammonium par le réactif Nessler. Les ions orthophosphates on utilise un réactif molybdique. Le fer est dosé par la méthode colorimétrique à l'orthophénantroline. Pour les ions sodium et potassium nous avons utilisé un photomètre à émission atomique à flamme de type Corning.

Les paramètres bactériologiques étudiés sont les streptocoques fécaux et les coliformes fécaux. Filtration de l'eau à analyser sur membrane filtrante puis culture sur les différents milieux sélectifs c'est-à-dire le milieu de Slanetz et le milieu de Mac Conkey ; incubation à 37 °C pour la recherche des

streptocoques fécaux et 44 °C pour le coliformes fécaux et après le dénombrement selon la méthode du nombre le plus probable (NNP). Les résultats sont exprimés en unités formatrices de colonies (UFC) par 100 ml (UFC/100 ml).

### III – RÉSULTATS ET DISCUSSION

#### III-1. Caractéristiques physico-chimiques des eaux usées brutes de la ville de Nouakchott

Les résultats détaillés des analyses physico-chimiques des eaux usées brutes de la ville de Nouakchott sont illustrés par le **Tableau 1**.

**Tableau 1** : *Résultats physicochimiques des eaux usées brutes de la ville de Nouakchott*

Paramètres physicochimiques	Unités	Maximale	Minimale	Moyenne
T	(°C)	32,2	23,1	27,3
pH	---	10,7	6,5	7,5
Conductivité	mS/cm	4,9	1,2	2,2
Cl <sup>-</sup>	mg/litre	1284	241	680,2
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/litre	2,7	1,2	2
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/litre	227,2	2,9	122,7
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	mg/litre	36,9	2,4	17,8
Na <sup>+</sup>	mg/litre	275,7	231,3	250
K <sup>+</sup>	mg/litre	42	27,7	32,8
Fer	µg /l	542	108	217

#### *Température*

Il est primordial de connaître la température d'une eau. En effet elle joue un rôle très important dans la solubilité des sels et surtout des gaz. Elle agit comme un facteur physiologique agissant sur le métabolisme de croissance des microorganismes vivant dans l'eau. La température des eaux usées brutes

de la ville de Nouakchott rejetées dans le périmètre maraîcher de Sebkha est comprise entre 23,1°C et 32,2°C comme valeurs extrêmes minimales et maximales et 27,3°C comme valeur moyenne (**Tableau 1**). Les valeurs de la température des eaux usées enregistrées sont proches de 30°C considérée comme valeur limite de rejet direct dans le milieu récepteur [2]. De même, ces valeurs sont inférieures à 35°C, considérée comme valeur limite indicative pour les eaux destinées à l'irrigation [2].

### **pH**

Le pH indique l'alcalinité des eaux usées, son rôle est capital pour la croissance des microorganismes qui ont généralement un pH optimum variant de 6,5 à 7,5. En outre, le pH est un élément important pour l'interprétation de la corrosion dans les canalisations des installations de l'épuration. Les valeurs moyennes minimales et maximales de pH des eaux usées brutes de la station varient respectivement de 6,5 à 10,7 (**Tableau 1**). Les résultats de pH trouvés sont similaires à ceux trouvés par Loez et al. [3].

### **Conductivité électrique**

La conductivité électrique est probablement l'une des plus simples et des plus importantes pour le contrôle de la qualité des eaux usées. Elle traduit le degré de minéralisation globale, elle nous renseigne sur le taux de salinité. Les résultats obtenus mettent en évidence une variation plus importante de la minéralisation exprimée en conductivité moyenne. La valeur maximale de la conductivité enregistrée au niveau des eaux usées de la STEP est de 4,9 mS/cm et la valeur minimale est de 1,2 mS/cm (**Tableau 1**). Ces résultats pourraient être expliqués d'une part par le rejet des eaux usées résiduaires de quelques unités industrielles connectées aussi à la STEP (société de boisson gazeuse et une société de pêche). Les valeurs moyennes de la conductivité trouvées au niveau de la STEP sont supérieures à celles qui sont rencontrées sur le lac de Fouarat à Kenitra au Maroc par EL Gouamri et al. [4]. Par contre les valeurs de la conductivité enregistrées sont sensiblement proches à celles trouvées à Chabat Roba, Messdour et Wadi Z'ommor en Algérie par Lynda et al. [5]. Les valeurs de la conductivité enregistrées dépassent la norme algérienne égale à 2 mS/cm [6].

### **Chlorures**

Les chlorures existent dans la quasi-totalité des eaux à des concentrations très variables. La valeur maximale en chlorures atteinte est de 1284 mg/litre et la valeur minimale est de 241 mg/litre (**Tableau 1**). Les eaux potables dans les différents quartiers de la ville de Nouakchott sont caractérisées par des teneurs en chlorures oscillant entre 106,5 mg/litre et 127,8 mg/litre. On note une forte pollution par les chlorures apportée par société de pêche utilisant en

grande partie de l'eau de mer pour le traitement des céphalopodes (poulpes et seiches). Ces concentrations trouvées au niveau des eaux usées de la ville de Nouakchott dépassent largement la concentration limite de rejet direct (50 mg/l) selon les normes [7].

### ***Sodium***

Le sodium est l'un des éléments les plus indésirables dans l'eau d'irrigation. Le problème principal avec une grande quantité de sodium est son effet sur la perméabilité du sol et sur l'infiltration de l'eau. Le sodium remplace le calcium et le magnésium adsorbés sur les particules d'argile et provoque la dispersion des particules du sol. Le sodium contribue aussi directement à la salinité totale de l'eau. La concentration moyenne en sodium au niveau des eaux usées brutes la ville de Nouakchott rejetées dans le périmètre maraîcher de Sebkha est de 250 mg /litre (valeurs maximales et minimales oscillent respectivement de 275,7 mg /litre et 231,3 mg /litre) (**Tableau 1**). Les eaux potables dans les différents quartiers de la ville de Nouakchott sont caractérisées par des teneurs en sodium oscillant entre 59 mg/l et 62 mg/l.

### ***Nitrates et ammonium***

Le nitrate est un élément minéral nutritif pour les végétaux et les microorganismes. En effet, apportés en excès, ils peuvent avoir plusieurs impacts négatifs sur les cultures: ils entraînent des retards de maturation, une altération de la qualité, etc. Les concentrations des nitrates sont très faibles et elles varient respectivement de 1,2 mg/litre à 2,7 mg/litre (**Tableau 1**).

La présence des ions ammonium est à rapprocher de celle des autres éléments azotés identifiés dans l'eau (nitrate, nitrite) et des résultats de l'analyse bactériologique [8]. L'urine est la principale source d'ammonium dans les eaux usées domestiques [9 ; 10]. La valeur moyenne maximale atteint 227,15 mg/litre et la valeur moyenne minimale est 2,96 mg/litre (**Tableau 1**).

### ***Orthophosphates***

La présence de phosphates dans les eaux naturelles est liée à la nature des terrains traversés, à la décomposition des matières organiques et à l'utilisation des détergents. La grande partie du phosphore organique provient également des déchets du métabolisme des protéines et de son élimination sous forme de phosphates dans les urines par l'homme [11]. Le phosphore n'est pas toxique intrinsèquement pour la faune et la flore terrestres et aquatiques. Par contre, l'« eutrophisation », conséquence directe majeure d'un excès de phosphore dans le milieu, a des effets très préoccupants à de nombreux niveaux [12]. Les eaux usées brutes de la ville de Nouakchott rejetées dans le périmètre maraîcher de Sebkha sont caractérisées par des teneurs moyennes en orthophosphates oscillant entre 2,41 mg/litre et 36,92 mg /litre (**Tableau 1**).

Les concentrations en orthophosphates trouvées sont légèrement supérieures à celles obtenues par Otokunefor [13]. La concentration de 10 mg / litre en orthophosphates est une valeur limite acceptable d'un rejet direct dans le milieu récepteur [7].

### **Potassium**

La présence du potassium dans les eaux usées peut avoir un impact négatif sur la santé humaine et dans une moindre mesure un impact bénéfique sur les cultures dans le cas d'une réutilisation agricole. L'analyse des résultats trouvés (**Tableau 1**) montre que la concentration moyenne en potassium est de 32,8 mg /litre, elle varie entre un maximum de 42 mg /litre et un minimum de 27,7 mg /litre. Les eaux potables dans les différents quartiers de la ville de Nouakchott sont caractérisées par des teneurs en potassium oscillant entre 10 mg/litre et 12 mg/litre.

### **Fer**

Le fer est indispensable au bon développement des végétaux, et son utilisation en agriculture ne pose pas de problème pour la santé. En effet, il est déjà naturellement présent en forte proportion dans les sols. La présence de fer dans l'eau peut favoriser la prolifération de certaines souches de bactéries qui précipitent le fer ou corrodent les canalisations. Les eaux usées sont caractérisées par une concentration moyenne en fer de 217 µg/litre. La teneur maximale en fer est de 542 µg/litre et la teneur minimale est de 108 µg/litre.

## **III-2. Qualité bactériologique des eaux usées brutes de la ville de Nouakchott**

L'utilisation des eaux usées brutes pour l'irrigation peut être à l'origine de la contamination des légumes, des agriculteurs ou des consommateurs [14 ; 15].

### ***Coliformes fécaux et Streptocoques fécaux***

Dans les eaux usées brutes de la ville de Nouakchott rejetées dans le périmètre maraîcher de Sebkha, la charge microbienne en coliformes fécaux et streptocoques fécaux est très importante : Les concentrations notées (**Tableau 2**) varient respectivement entre  $8,87 \cdot 10^4$  /100 mL et  $9,30 \cdot 10^4$  /100 mL pour les coliformes fécaux et entre  $8,9 \cdot 10^4$  /100 mL et  $9,55 \cdot 10^4$  /100 mL pour les streptocoques fécaux. Ces valeurs sont inférieures et parfois sensiblement proches à celles rencontrées dans les effluents urbains à Dakar par Niang [14]. Aussi, cette charge bactérienne dépasse celle préconisée par l'OMS pour les eaux d'irrigation et qui est de l'ordre de  $10^3$  CFU /100mL [16].

**Tableau 2 : Résultats bactériologiques des eaux usées brutes de la ville de Nouakchott**

Paramètres bactériologiques	Unités	Maximale	Minimale	Moyenne
Coliformes fécaux (CF)	UFC/100 ml	$9,30 \cdot 10^4$	$8,87 \cdot 10^4$	$9,03 \cdot 10^4$
Streptocoques Fécaux (SF)	UFC/100 ml	$9,55 \cdot 10^4$	$8,9 \cdot 10^4$	$9,24 \cdot 10^4$

#### ***Rapport coliformes fécaux/streptocoques fécaux***

Selon Bricha et al. [17] ont noté qu'un rapport coliformes fécaux/streptocoques fécaux élevé peut être considéré comme un bon indice d'une origine humaine de la pollution et un rapport faible (inférieur à 0,7) montre une origine animale de la pollution. Nous avons appliqué cette hypothèse à nos résultats bactériologiques. D'après les calculs on obtient le rapport coliformes fécaux / streptocoques fécaux a une valeur égale à 0,98 supérieure à 0,7. Ce qui pourrait confirmer une origine humaine de cette pollution.

Considérant les rapports des moyennes de coliformes fécaux / streptocoques fécaux, l'origine probable des souillures fécales a été établie d'après les critères de l'Agence américaine de Protection de l'Environnement [18]. Ainsi, l'origine fort probable de la pollution selon ces critères est humaine si ce rapport est supérieur à 4, animale si le rapport est inférieur à 0,7 ; mixte si le rapport est compris entre 1 et 2. La pollution a donc une cause essentiellement mixte.

## **IV - CONCLUSION**

L'évaluation de la qualité physicochimique des eaux usées brutes de la ville de Nouakchott a montré l'existence d'une pollution se traduisant par une forte salinité pouvant avoir un impact négatif sur les sols et les cultures. La présence des substances nutritives: potassium, phosphates et nitrates dans les eaux usées peut avoir un impact bénéfique sur les cultures dans le cas d'une réutilisation agricole.

Les niveaux de pollutions bactériologiques sont plus élevés que les seuils recommandés par l'O.M.S pour l'arrosage des légumes susceptibles d'être consommés crus. Ces bactéries, indicateurs de la pollution fécale, sont présentes à des concentrations élevées et sont documentées dans des études épidémiologiques comme étant associées à un grand risque de contracter des

maladies gastro-intestinales et respiratoires après contact avec de l'eau polluée [19-21]. Les risques sanitaires de la réutilisation des eaux usées sont liés essentiellement à deux éléments, la contamination de l'environnement et le comportement des personnes à risques, les exploitants maraîchers, les enfants des exploitants, les revendeurs et les consommateurs [20].

Il apparaît clairement que le principe d'une interdiction d'une réutilisation des eaux usées n'est pas la solution adéquate. Dès alors, il s'impose d'assujettir l'utilisation des eaux usées à des mesures d'accompagnement en vue du respect des normes de qualité des produits. Ces mesures tournent autour de l'épuration des eaux usées avant leur réutilisation.

### ***Remerciements***

*Nos vifs remerciements au Professeur Barry Alioune, au Docteur Al Housseiny M'Bodj, à la direction de l'assainissement, au laboratoire de chimie de l'eau et du laboratoire bactériologique alimentaire de l'Institut National de Recherches en Santé Publique de Nouakchott.*

### **RÉFÉRENCES**

- [1] - C.A. SCOTT, N. I. FARUQUI and R. L. SALLY, Wastewater use in irrigated agriculture management challenge in developing countries, IWMI, CRDI (2004) 9 pp;
- [2] - [2] MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU MAROC, Normes marocaines, Bulletin officiel du Maroc. N° 5062 du 30 ramadan Rabat, Maroc (2002)1423;
- [3] - C.R. LOEZ et A. SALIBAN, *Rev.Hydrobiol.Trop.* 23(4) (1990) 283-296;
- [4] - Y. EL GOUAMRI et D. BELGHYTI, *Journal Africain des Sciences de l'environnement*, 1 (2006) 53-60;
- [5] - S. LYNDA, R. RACHID, B. HOURIA and D. MOHAMMED-REDA, *African Journal of Environmental Science and Technology* Vol. 2 (8) (2008) 231-238;
- [6] - JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE, Normes de rejets dans le milieu récepteur. 46 (1993) 7-12;
- [7] - COMITE NORMES et STANDARDS, Ministère de l'environnement du Maroc. Rabat (1994);
- [8] - J. RODIER, L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eau de mer, 8<sup>ème</sup> éd. Denod, Paris (1996)1383 p;
- [9] - K. M. UDERT, T. A. LARSEN, M. BIEBOW et W. GUJER, *Water Res.*, 37 (2003) 2571" 2582;

- [10] - S. L. BONTE, M. PONS, O. POTIER et P. ROCKLIN, *Journal of Water Science*, vol. 21, n° 4, (2008) 429- 438;
- [11] - P. DU CHAUFOUR, Abrégé de pédologie: sol, végétation et environnement. 5è édition, Masson (1997);
- [12] - C. LEMERCIER, G. LEGUBE, C. CARON, M. LOUWAGE, J.GARIN, D. TROUCHE and S. KHOCHBIN, *Biological Chemistry*, Vol 278, N° 7 (2003) 4713- 4718;
- [13] - T.V OTOKUNEFOR and C. OBIUKWU, *Applied Ecology and Environmental Research* 3(1) (2005) 61-72;
- [14] - [14] S. NIANG, *Sécheresse* n° 3, vol 7 (1996) 212-223;
- [15] - E. STOVER, CH. HAAS, K. RAKNESS and O. SCHEIBLE, Design Manuel Municipal Wastewater Disinfection. EPA/625/1-86/021. Cincinnati. OH45268 (1986) 171-174;
- [16] - OMS, Directives de qualité pour l'eau de boisson. 2<sup>e</sup> Edition, volume 1, Recommandation. Organisation Mondiale de la Santé (1994);
- [17] - S. BRICHA, K. OUNINE, S. OUIKHEIR et N. B. ATTRASSI, *Afrique Science* 03(3) (2007) 391 – 404;
- [18] - M. NOLA, T. NJINE, A. MONKIEDGE, F.V. SIKATI, E. DJUIKOM et R. TAILLIEZ, *Cahiers Santé* 8(5) (1998) 330 – 336.
- [19] - V. CABELLI, Health Effects Criteria for Recreational Waters Research Triangle Park, EPA, EPA- 600/ (1983) 1-80-031.
- [20] - G. CISSE, Impact sanitaire de l'utilisation d'eau polluée en agriculture urbaine, Cas de maraîchage d'Ouagadougou (Burkina Faso) Thèse N°1639 Ecole Polytechnique Fédérale Lausanne (1997) ;
- [21] - A. PRUSS, *Int. J. Epidemiol.* 27 (1998) pp: 1-9.