

*Article original**Water management*

## Typologie physicochimique des eaux usées dans le périmètre maraîcher irrigué de Sebkh, Nouakchott

Abdoulaye Demba N'DIAYE<sup>1\*</sup>, Mohamed Ould Sid'Ahmed Ould KANKOU<sup>2</sup>, Baidy LO<sup>1</sup> & Khalid Ibno NAMR<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de Chimie de l'Eau, Institut National de Recherches en Santé Publique de Nouakchott, BP 690, Tél. (222) 525 31 75, Mauritanie.

<sup>2</sup> Laboratoire de Chimie de l'Eau et Environnement, Faculté des Sciences et Techniques de l'Université de Nouakchott- BP 5026, Tél. (222) 525 13 82, Mauritanie.

<sup>3</sup> Laboratoire des Sciences du Sol et Environnement, Département de Géologie, Faculté des Sciences BP. 20 - Université d'El Jadida 24 000, Tél : 212 (0) 523 342 325 / 343 003, Maroc.

\*Correspondance: [abdouldemba@yahoo.fr](mailto:abdouldemba@yahoo.fr)

---

### RESUME

Ce travail a pour objectif d'élucider la typologie physicochimique des eaux usées utilisées en irrigation dans le périmètre maraîcher de Sebkh. Les prélèvements ont été effectués hebdomadairement au cours des mois de mars et d'avril 2009. Les paramètres physicochimiques et chimiques étudiés sont: la température, le pH, la conductivité électrique, les matières en suspension, les chlorures, les bicarbonates, le calcium, le magnésium, le sodium, le potassium, les nitrates, les nitrites, l'ammonium, les orthophosphates, le fer et le chrome.

Les résultats des analyses présentés dans ce travail ont montré que ces eaux usées ont des températures pouvant atteindre 26,3 °C. Le pH oscillant entre 6,91 et 7,76. La salinité de ces eaux usées a été évaluée par la mesure de la conductivité électrique, des ions chlorures, des ions sodium et le Rapport d'Adsorption du Sodium (SAR) présentant des valeurs maximales respectives de 3,98 mS/cm, 1633 mg/L, 390 mg/L et 6,3. Cette forte salinité est apportée en grande partie par les unités industrielles connectées au niveau de réseau d'assainissement. L'azote ammoniacal est la forme d'azote la plus abondante. Les ions bicarbonates, les orthophosphates, les sulfates, le potassium, le calcium, le magnésium, le fer et le chrome à des concentrations moyennes respectives de 1537,2 mg/L, 39,15 mg/L, 53,29 mg/L, 39 mg/L, 226,69 mg/L, 94,28 mg/L, 542 µg/L et 368 µg/L.

L'analyse en composante principale avec utilisation d'un Logiciel XLSTAT 2010 fait apparaître, globalement, deux sortes d'effluents : un effluent industriel présentant une forte salinité et un effluent domestique caractérisé par des teneurs élevées en azote ammoniacal.

Mots clés : *Typologie, eau usée, Sebkh, Nouakchott, Mauritanie.*

### ABSTRACT

The aim of this work was to elucidate the physicochemical typology of wastewater used for irrigation in the scope of market-garden in Sebkh. The samples were taken weekly during the months of March and April 2009. Chemical and physicochemical parameters studied are: temperature, pH, electrical conductivity, suspended solids, chlorides, bicarbonates, calcium, magnesium, sodium, potassium, nitrates, nitrites, ammonium, orthophosphate, iron and chromium. The test results presented in this work showed that the wastewater temperatures could reach 26.3 °C. The pH ranged from 6.91 and 7.76. The salinity of the wastewater was assessed by measuring electrical conductivity, chloride ions, sodium ions and the Sodium Adsorption Ratio (SAR) with respective maximum values of 3.98 mS / cm, 1633 mg / L, 390 mg / L and 6.3. This high salinity is provided largely by the industrial units connected to the sewage network. Ammonia nitrogen was the most abundant form of nitrogen compound found in the sewage; Bicarbonate ions, orthophosphates, sulfates, potassium, calcium, magnesium, iron and chromium concentrations showed respective average of 1537.2 mg / L, 39.15 mg / L, 53.29 mg / L, 39 mg / L, 226.69 mg / L, 94.28 mg / L and 542 µg/L and 368 µg/L. The principal component analysis with XLSTAT software 2010 showed, globally, two kinds of effluents: an industrial effluent with high salinity and a domestic effluent characterized by high levels of ammonia nitrogen.

Key words: *Typology, wastewater, Sebkh, Nouakchott, Mauritanie*

### 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. 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 réutilisation des eaux usées non traitées dans l'irrigation assure pour les plantes une source de nutriments ce qui permet de réduire l'achat de fertilisants et de matières organiques [1]. Mais elle pose de sérieux risques pour la santé car ces eaux usées non traitées représentent un facteur véhiculant des microorganismes pathogènes et des substances chimiques dangereuses pour l'organisme humain. Devant l'augmentation des besoins en eau, la croissance démographique et l'amélioration du niveau de vie des populations ; la réutilisation des eaux usées est la meilleure solution pour faire face à la pénurie en eau. Cette réutilisation connaît une grande extension dans les pays à climat aride et semi aride même dans les pays industrialisés [2].

Des études ont été effectuées sur les périmètres maraîchers de la ville de Nouakchott. Il s'agit notamment des analyses microbiologiques des eaux et des sols, les études hydrogéologiques en saison sèche et en saison des pluies pour évaluer les potentialités hydriques, des études sur des techniques agricoles et des pratiques culturales et des études de réseau d'irrigation [3-5].

Ce travail a pour objectif d'élucider la typologie physicochimique des eaux usées utilisées en irrigation dans le périmètre maraîcher de Sebkh.

## MATERIELS ET METHODES

### Milieu d'étude

Nouakchott est une ville côtière (superficie de 400 km<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. 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. Nouakchott est alimentée en eau potable par le champ captant d'Idini, situé sur la route de l'espoir à environ 60 km [6].

### Site d'étude

La Station de Traitement des Eaux Polluées (STEP) a été choisie comme site de prélèvement, à fin d'obtenir une mesure représentative sur l'ensemble des eaux usées brutes drainées par

certaines quartiers de la ville de Nouakchott et de quelques unités industrielles connectées aussi à la STEP (une Société de mise en bouteille et une société de pêche spécialisée dans le domaine de vente de céphalopodes poulpes et seiches).

Les maraîchers du site de Sebkh utilisent les eaux usées de la STEP. La station a été dimensionnée pour un débit moyen de référence de 2000 m<sup>3</sup>/jour, alors que le débit actuellement traité par la station est de 458 m<sup>3</sup>/jour estimé à partir des mesures disponibles auprès du service d'exploitation de la SNDE (Société Nationale De l'Eau).

## METHODES D'ANALYSES

Les paramètres physicochimiques sont déterminés à partir de prélèvements hebdomadaires effectués au niveau de la STEP entre mars et avril 2009. Les paramètres étudiés sont: la température, le pH, la conductivité, les matières en suspension, les chlorures, les bicarbonates, le calcium, le magnésium, le sodium, le potassium, les nitrates, les nitrites, l'ammonium, les orthophosphates, le fer et le chrome. 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 matières en suspension sont déterminées par filtration d'un volume d'eau usée sur filtre cellulosique (0,45 microns mètre) selon Rodier [7]. Les chlorures sont mesurés par méthode de Mohr. Les bicarbonates sont analysés par dosage volumétrique avec du HCl 0,1 N. les ions calcium et magnésium sont dosés par la méthode volumétrique avec EDTA 0,02 N. Les ions nitrates, nitrites, ammonium, sulfates, orthophosphates, fer et chrome sont analysés par des méthodes colorimétriques à l'aide d'un spectrophotomètre UV Visible de type 722 S Beijing. Les ions nitrates sont dosés par la méthode de salicylate. Les ions nitrites par la diazotation de l'acide sulfanilique et sa complexation avec  $\alpha$ -naphtylamine. Les ions ammonium par le réactif Nessler. Les ions sulfates sont précipités en milieu aqueux par le baryum en présence de thymol et de gélatine. Pour le dosage des orthophosphates on utilise un réactif molybdique. Le fer est dosé par la méthode colorimétrique à l'orthophénantroline. Le chrome total est dosé par la méthode colorimétrique dans le milieu acide en présence de diphényle carbazone. Les ions sodium et potassium sont

dosés par un photomètre à émission atomique de flamme de type Corning.

L'étude statistique a été basée sur l'ACP (Analyse en Composantes Principales). Les matrices de corrélations intermédiaires, les corrélations entre les variables et les axes et la projection des variables dans l'espace des axes F1 et F2 ont été obtenus avec un Logiciel XLSTAT 2010.

## RESULTATS ET DISCUSSION

### Paramètres physiques

#### 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. La température des eaux usées utilisées pour l'irrigation dans le périmètre maraîcher de Sebkh est comprise entre 23°C et 26,3°C comme valeurs extrêmes minimales et maximales et 24,3°C comme valeur moyenne (Tableau 1). Les températures enregistrées sont inférieures à 30 °C qui est la norme du rejet industriel [8] et très inférieure à 35 °C considérée comme valeur limite de rejet direct dans le milieu récepteur [9].

#### 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 effluents de la STEP varient respectivement entre 6,91 et 7,76 (Tableau 1). La valeur moyenne du pH au niveau des effluents de la STEP est de 7,41. Le pH enregistré est similaire à celui trouvé par El Gouramis *et al.* [10] au niveau des eaux usées brutes de la ville de Sana rejetées dans le lac Fouarat.

#### 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. La valeur maximale de la conductivité enregistrée au niveau des eaux usées de la STEP est de 5,3 mS/cm et la valeur minimale est de 2,1mS/cm. La valeur moyenne de la conductivité est de 3,98 mS/cm (Tableau 1). Ces résultats pourraient être expliqués en partie par le rejet des eaux usées résiduelles de quelques unités industrielles

connectées aussi à la STEP (une société de pêche et une société de mise en bouteilles). L'effluent de la Société de pêche est caractérisé par une conductivité électrique variant entre 29,7 mS/cm et 30,2 mS/cm et celui de la Société de mise en bouteille est caractérisé par une conductivité électrique oscillant entre 4,4 mS/cm et 5 mS/cm. Cependant l'eau potable de la ville de Nouakchott est caractérisée par une conductivité variant entre 0,53 mS/cm et 0,65 mS/cm. Les valeurs de la conductivité enregistrées au niveau de l'effluent de la STEP dépassent largement 2 mS/cm [8].

#### Matières en suspension

Les particules fines en suspension dans une eau sont soit d'origine naturelle, en liaison avec les rejets urbains et industriels. Les matières en suspension représentent l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux usées. Leurs effets sur les caractéristiques physicochimiques de l'eau sont très néfastes (modification de la turbidité des eaux, réduction de la pénétration de la lumière mettant en péril photosynthèse) [10]. Les effluents de la STEP sont caractérisés par une concentration moyenne de 31,10 mg/L avec une concentration maximale de 40,50 mg/L et une concentration minimale de 19,72 mg/L (Tableau 1). Ces teneurs enregistrées en matières en suspension sont inférieures à la concentration limite de rejet direct (50 mg/L) et les eaux destinées à l'irrigation (2000 mg/L) [9].

### Paramètres chimiques

#### Chlorures

Les chlorures existent dans la quasi-totalité des eaux à des concentrations très variables. La valeur maximale en chlorures atteinte est de 1633 mg /L et la valeur minimale est de 397,6 mg/L (Tableau 1). L'analyse des prélèvements effectués au niveau de la Société de mise en bouteilles et de la Société de pêche montre que leurs effluents sont caractérisés par des valeurs des ions chlorures oscillant respectivement de 355 mg/L à 532,5 mg/L et de 4437,5 mg/L à 5325 mg/L. On note une forte teneur en chlorures apportée par société de pêche connectée à la STEP utilisant en grande partie de l'eau de mer pour le traitement des céphalopodes (poules et seiches). Ces concentrations enregistrées en chlorures dépassent largement la concentration limite de rejet direct (50 mg/L) [9].

### Calcium et Magnésium

Les ions calcium et magnésium ont des rôles importants pour le développement des plantes et sont considérés comme des éléments fertilisants majeurs. Les effluents de la STEP présentent des teneurs moyennes en calcium et en magnésium variant respectivement de 64,2 mg/L à 226,69 mg/L (Tableau 1) et de 11,10 mg/L à 94,28 mg/L (Tableau 1).

### Sodium et Rapport d'adsorption du sodium

La présence des ions  $\text{Na}^+$  a des effets néfastes sur la structure des sols par défloculation de l'argile [11]. Le sodium exerce une action néfaste sur la végétation, de façon indirecte, en dégradant les propriétés physiques du sol. 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 [12]. La concentration moyenne en sodium au niveau de l'effluent de la STEP est de 296,58 mg/L (valeurs maximales et minimales oscillent respectives de 390 mg/L et 191 mg/L) (Tableau 1). Les risques de sodisation relatifs à une eau d'irrigation sont caractérisés par le Sodium Adsorption Ratio (SAR) qui rend compte du rapport entre les concentrations en sodium et en alcalino-terreux des effluents irrigués au niveau du périmètre maraîcher de Sebkha. Le SAR utilisé par Jiménez et al, [13] est défini par la relation suivante :

$\text{SAR} = [\text{Na}^{2+}] / [\sqrt{(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})/2}]$ , les concentrations des ions  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  sont exprimées en milliequivalent par litre. Le SAR enregistré au niveau des effluents de la STEP a une valeur maximale de 7,09 et une valeur minimale de 3,1 ; la moyenne du SAR est de 5,3 (Tableau 1). La totalité des prélèvements ont un rapport d'adsorption de sodium inférieur à 10 donc un risque minimal d'accumulation du sodium [14].

### Bicarbonates

Les variations de l'alcalinité des eaux usées sont rapprochées de celles du degré de minéralisation (conductivité électrique, dureté totale, pH) qui donne aussi une indication sur le degré d'oxydation des composés organiques (cas des eaux résiduaires) [12]. Les effluents de la STEP sont caractérisés par des teneurs moyennes maximales et minimales respectives en bicarbonates de 1537,2 mg/L et de 951,6 mg/L (Tableau 1). Les normes marocaines recommandent une concentration en  $\text{HCO}_3^-$  de 250 mg/L pour les eaux destinées à l'irrigation

des cultures [9].

Tableau 1. Résultats des paramètres physicochimiques et chimiques étudiés

Paramètres	Unités	Maximale	Minimale	Moyenne
T	°C	26,3	23	24,3
pH		7,76	6,91	7,41
CE	mS/cm	5,3	2,1	3,98
MES	mg/L	40,50	19,72	31,10
$\text{Cl}^-$	mg/L	1633	397,6	954,4
$\text{Na}^+$	mg/L	390	191	290,7
$\text{Ca}^{2+}$	mg/L	226,69	64,2	133,23
$\text{Mg}^{2+}$	mg/L	94,28	11,10	58,8
SAR		6,3	5,6	5,9
$\text{HCO}_3^-$	mg/L	1537,2	951,6	1124,7

### Ammonium

Les ions ammonium proviennent de la dégradation des protéines animales (cycle de l'azote), la principale source d'ammoniaque est anthropique. Les effluents domestiques (urée) représentent la plus importante source de pollution. L'azote ammoniacal peut aussi provenir de ruissellements urbains, de l'agriculture (engrais) ou de l'industrie (pharmaceutique, alimentaire, pâte à papier, textile) [15 ; 16]. Les teneurs en ammonium enregistrées au niveau de la STEP sont très variables. La valeur moyenne maximale atteinte est de 292,05 mg/L et la valeur moyenne minimale est de 119,14 mg/L (Tableau 2).

### Nitrates

Les nitrates sont les principaux responsables de l'eutrophisation des milieux aquatiques [17]. Les concentrations des nitrates au niveau des effluents de la STEP varient entre une valeur minimale de 0,74 mg/L et une valeur maximale de 3,50 mg/L (Tableau 2). La comparaison des concentrations enregistrées au niveau de la STEP avec la norme de qualité des eaux destinées à l'irrigation montre que, ces concentrations sont très inférieures à 50 mg/L [9].

### Nitrites

Les concentrations des nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) au niveau des effluents de la STEP sont très faibles et elles varient entre une valeur minimale de 0,020 mg/L et une valeur maximale de 0,038 mg/L (Tableau 2). Les faibles concentrations en Nitrites rencontrées au niveau des eaux usées de l'effluent étudié, pourraient être expliquées par le fait que cet ion est un composé intermédiaire, instable en présence de l'oxygène, dont la

concentration est généralement très inférieure à celle des deux formes qui lui sont liées, les ions nitrates et ammonium [17].

#### Orthophosphates

Les composés phosphorés existent dans les eaux naturelles et les eaux usées sous différentes formes à savoir les orthophosphates solubles, les phosphates hydrosolubles et les dérivés organophosphorés [7]. 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 [18]. 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 [19]. Les effluents de la STEP sont caractérisés par des teneurs moyennes maximales et minimales respectives en orthophosphates de 39,15 mg /L et de 20,78 mg/L (Tableau 2). La concentration de 10 mg /L en orthophosphates est une valeur limite acceptable d'un rejet direct dans le milieu récepteur [9].

#### 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 [20]. La concentration moyenne en potassium, égale à 30,53 mg /L avec des valeurs extrêmes de 21 mg /L et 39 mg/L (Tableau 2).

#### Sulfates

La concentration moyenne en sulfates obtenue au niveau des effluents de la STEP est de 44,96 mg/L (valeurs maximales et minimales oscillent respectivement entre 53,29 mg /L et 30,64 mg /L) (Tableau 2).

#### 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 [21]. Les effluents de la STEP sont caractérisés par une concentration moyenne en

fer de 197,43 µg/litre. La teneur maximale en fer est de 542 µg/L et la teneur minimale est de 72 µg/L (Tableau 2). La teneur moyenne en fer enregistrée au niveau des effluents de la STEP est très inférieure à 5 mg/litre considérée comme valeur limite pour les eaux destinées à l'irrigation [22].

#### Chrome

La présence du chrome est le plus souvent liée aux rejets industriels (ateliers de galvanoplastie, de tannage, etc.) [23]. Les effluents de la STEP sont caractérisés par une concentration moyenne de 196,3 µg/L La valeur maximale est de 368 µg/L et une valeur minimale de 108 µg/L (Tableau 2). La teneur moyenne en chrome enregistrée au niveau des effluents de la ville de Nouakchott est inférieure à 5 mg/L qui est la valeur limite du rejet du chrome dans le milieu récepteur [8] et aussi inférieure à 1 mg/L considérée comme valeur limite à des eaux destinées à l'irrigation [9].

Tableau 2. Résultats des paramètres physicochimiques étudiés

Paramètres	Unités	Maximale	Minimale	Moyenne
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg /L	3,5	0,74	1,57
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg /L	0,078	0,020	0,026
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg /L	292,05	119,14	212,5
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	mg /L	39,15	20,78	28,16
K <sup>+</sup>	mg /L	39	21	58,8
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg /L	53,29	30,64	43,85
Fer	µg/L	542	72	197,43
Chrome	µg/L	368	108	196,3

#### ANALYSE STATISTIQUE

L'ACP est un outil d'analyse de données qui permet d'expliquer la structure des corrélations ou des covariances en utilisant des combinaisons linéaires des données originelles. Son utilisation permet de réduire et d'interpréter les données sur un espace réduit [24]. L'ACP a pour objectif de présenter, sous une forme graphique le maximum de l'information contenue dans une table de données, basées sur le principe de double projection sur les axes factoriels [25]. Le traitement des données par l'analyse en composante principale, en utilisant comme variables la température, le pH, la conductivité, matières en suspension, les ions chlorures, bicarbonates, nitrates, ammonium, sulfates, orthophosphates, fer et chrome et comme individus les 9 prélèvements effectués entre les mois de mars et d'avril 2009.

On donne dans le Tableau 3 les coefficients de corrélations entre les variables et les deux premiers axes. Ces axes montrent une bonne répartition et représentation des variables étudiés. L'axe F1 est exprimé par son pôle positif par la conductivité, les ions chlorures, matières en suspension, bicarbonates, sulfates et orthophosphates qui présentent des corrélations entre eux et son pôle négatif par le fer et le chrome total (Tableau 4). L'axe F2 est constitué par la température, les ions nitrates et ammonium dans le sens positif et le pH dans le sens négatif.

Tableau 3 : Corrélations entre les variables et les facteurs

	F1	F2
T	-0,480	0,510
pH	-0,066	-0,783
CE	0,877	-0,361
Cl <sup>-</sup>	0,874	-0,203
MES	0,627	-0,012
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,893	0,109
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,388	-0,509
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,140	0,885
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,324	0,834
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	0,642	0,520
Fer	-0,478	-0,209
Cr	-0,754	0,042

Tableau 4 : Matrice des corrélations inter élémentaire

Variables	T	pH	CE	Cl <sup>-</sup>	MES	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Fer	Cr
T	1											
pH	-0,587	1										
CE	-0,449	0,095	1									
Cl <sup>-</sup>	-0,288	0,029	0,955	1								
MES	-0,260	0,125	0,443	0,406	1							
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-0,285	0,176	0,845	0,875	0,272	1						
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	-0,748	0,628	0,398	0,235	0,071	0,295	1					
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,261	0,498	-0,272	0,132	0,035	0,216	-0,089	1				
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,003	0,441	-0,117	0,012	0,086	0,351	-0,057	0,932	1			
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	-0,274	0,144	0,254	0,331	0,320	0,627	0,306	0,739	0,840	1		
Fer	0,254	0,466	-0,403	0,385	0,400	-0,415	0,318	0,048	-0,236	-0,155	1	
Cr	0,103	0,127	-0,672	0,700	0,785	-0,516	-0,189	-0,050	-0,069	-0,303	0,18	1

l'ACP des variables fait apparaître, globalement, deux groupes d'effluents (Figure 1): un effluent bicarbonaté, sulfaté, phosphaté, présentant une forte salinité avec une composition métallique variable d'une part et un effluent azoté dont la forme ammoniacale est la plus abondante avec une température élevée d'autre part. Les rejets industriels sont constitués par une forte salinité due à l'utilisation de l'eau de mer pour le

traitement des céphalopodes en ce qui concerne la Société de pêche et une forte alcalinité due à l'utilisation de la soude caustique pour le rinçage des bouteilles dans le cas de la Société de mise en bouteilles. Ces rejets sont caractéristiques de l'axe F1.

Les rejets domestiques proviennent des différents usages domestiques de l'eau et se répartissent en eaux ménagères, qui ont pour origine les salles

de bains et les cuisines et sont généralement chargées de détergents, les rejets des toilettes, chargés de diverses matières organiques azotées

et de germes fécaux. Ces rejets sont caractéristiques de l'axe F2.

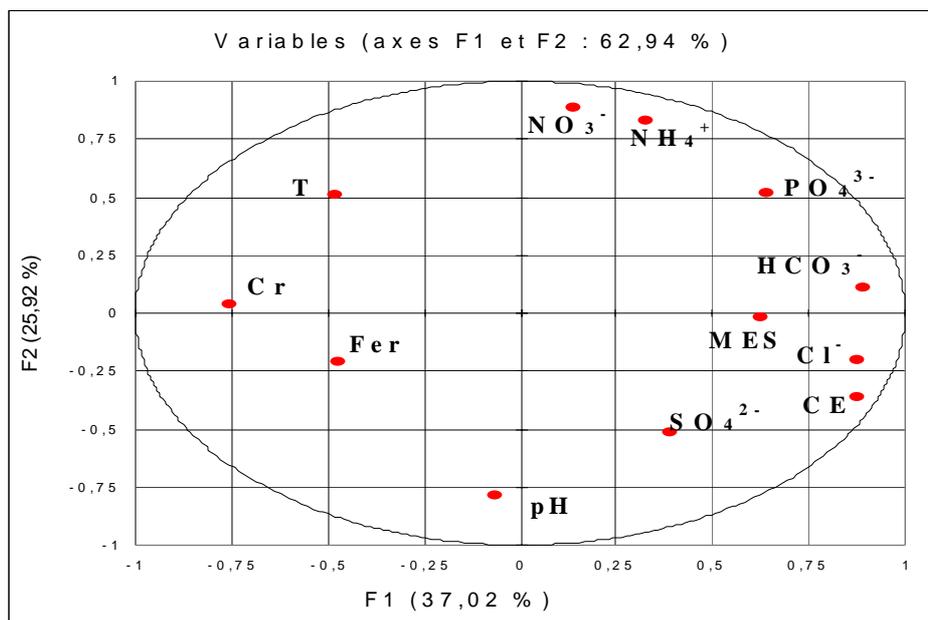


Figure 1 : Projection des variables dans l'espace des axes F1 et F2

#### CONCLUSION

Les campagnes d'analyses physico-chimiques réalisées au cours du mois de mars et avril 2009, ont montré que le pH varie entre 6,91 et 7,76 à des températures oscillant entre 23 °C et 26,3 °C. La salinité de ces eaux usées a été observée par les valeurs élevées de la conductivité électrique, des ions chlorures, des ions sodium et le Rapport d'Adsorption du Sodium (SAR). La présence des composés azotés dont la forme ammoniacale est la plus abondante. La présence des ions bicarbonates, les matières en suspension, les orthophosphates, les sulfates, le potassium, le calcium, le magnésium, le fer et le chrome à des concentrations moyennes maximales respectives sont de 1537,2 mg/L, 40,5 mg/L, 39,15 mg/L, 53,29 mg/L, 39 mg/L, 226,69 mg/L, 94,28 mg/L et 542 µg/L et 368 µg/L.

L'application de l'analyse en composante principale sur ces résultats fait apparaître, globalement, deux sortes d'effluents : un effluent industriel présentant une forte salinité et un effluent domestique présentant des teneurs élevées en ammonium.

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.

#### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Scott C. A., Faruqi N. I. et Raschid- Sally L. 2004, Wastewater use in irrigated agriculture management challenge in developing countries, IWMI, CRDI, p. 9.
2. Mara D.D. et Cairncross S. 1989, Guideline for the safe use of wastewater and excreta in agriculture and aquaculture; OMS et PNUE, Genève, 202p.
3. Azandosessi A., M. L. Ould Selmane, L. Ould Baba, E. H. Benzeroug, G. Cissé et Tanner, M. 1999, Projet de préservation de l'unique espace vert de Nouakchott : le site de Sebkh « Nouakchott El Khadra ». Document de projet. OMS, Nouakchott;

4. Gagneux S., Schneider C., Matt P., Cissé G., Ould Samane M. L., Ould Cheikh D., Touré A. et Tanner M. 1999. La diarrhée chez les agriculteurs urbains de Nouakchott en Mauritanie. *Médecine Tropicale*, 53 : 253-258.
5. Schneider C. et Gagneux S. 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.
6. Mint EL Bezeid F. 2007. Evaluation de risques Environnement qui menacent la zone côtière de Nouakchott et les solutions possibles (Mauritanie) Mémoire DESA Faculté des Sciences EL Jadida Université Chouaib Doukkali Maroc;
7. Rodier J. 1996. L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eau de mer, 8<sup>ème</sup> éd. Denod, Paris, 1, 1383p;
8. Journal Officiel de la République Algérienne. 1993. Normes de rejets dans le milieu récepteur, 46, 7-12.
9. Ministère de L'Environnement du Maroc. 2002. «Normes marocaines, Bulletin officiel du Maroc», N° 5062 du 30 ramadan 1423. Rabat.
10. EL Gouamri Y. et Belghyti D. 2006. Etude de la qualité physicochimique des eaux usées brutes de la ville de Saknia rejetées dans le lac Fouarat. *Journal Africain des Sciences de l'environnement*, 1, 53-60.
11. Rouabhia A & Djabri L. 2010. L'irrigation et le risque de pollution saline. Exemple des eaux souterraines de l'aquifère Miocène de la plaine d'El Ma El Aboid. *Larhyss Journal*, 8, 55-67.
12. Todd K. 1980. Groundwater hydrology, J. Wiley & Sons, 2<sup>nd</sup> Edition, New York, USA.
13. Jiminez C.B. & Chavez MA. 1997. Treatment of Mexico for irrigation purposes. *Environ. Technol.*, 18 : 721-729.
14. Goula BTN, Kouamé IK, Coulibaly L, Gnagne T, Savane I & Djoman PD. 2007. Caractérisation des effluents de boues activées d'une usine agroalimentaire en vue de son utilisation comme eau d'arrosage de pelouses en zone tropicale humide. *Revue des Sciences de l'Eau*, 20 (3) : 299-307.
15. Bonté S. L., Pons M., Potier O. & Rocklin P. 2008. Relation between conductivity and ion content in urban wastewater. *Journal of Water Science*, 21 (4), 429- 438.
16. Udert K. M., Larsen T. A., Biebow M. & Gujer W. 2003. Urea hydrolysis and precipitation dynamics in a urine-collecting system. *Water Res.*, 37 : 2571-2582.
17. Thomas O. 1995. Métrologie des eaux résiduaire. Ed. Cebedoc / Tec. et Doc. 11, Liège -75384, Paris.
18. Lemerrier C., Legube G., Caron C., Louwagie M., Garin J., Trouche D. & S. Khochbin S. 2003. Acetyltransferase activity is controlled by phosphorylation. *Biological Chemistry*, 278 (7): 4713-4718.
19. DU Chauffour P. 1997. Abrégé de pédologie: sol, végétation et environnement. 5<sup>e</sup> édition, Masson.
20. Durand JH. 1983. Les sols irrigables. Agence de coopération culturelle et technique. Presses universitaires de France.
21. Tully T.J. 1958. Waste acid neutralisation. *Sew. Ind. Waste*, 30, 385.
22. Ayers R, Westcott D. 1985. Qualité de l'eau en agriculture. Bull. FAO. *Irrigation et drainage*, 29, 80p.
23. Nemerow N. 1991. Industrial and hazardous waste treatment, VNR, Network 409-415
24. Maliki A. M. 2000. Etude hydrologique hydrochimique et isotopique de la nappe profonde de Sfax (Tunisie). Thèse de Doctorat Fac. Sci. Sfax, 301p.
25. Lagarde J. 1995. Initiation à l'analyse des données. Ed. Dunod. Paris, 157p.