



## **CONTRIBUTION DE L'ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES A L'EVALUATION DE LA COULEUR DES EFFLUENTS DE LA VILLE DE NOUAKCHOTT**

**ABDOULAYE DEMBA N'DIAYE<sup>1\*</sup>, MOHAMED OULD 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, 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 de Chimie inorganique, Faculté des Sciences et Techniques de l'université de Cheikh Anta Diop de Dakar Tél. (221) 6509217, Sénégal.

abdouldemba@yahoo.fr

### **RESUME**

Les campagnes d'analyses physico-chimiques réalisées au niveau des effluents de la ville de Nouakchott ont démontré l'existence d'une assez forte couleur apparente. La valeur maximale atteinte est de 146 uca.

L'application de l'analyse en composante principale nous renseigne que le fer, le chrome et les matières oxydables contribuent en grande partie à la coloration de l'eau.

**Mots clés :** Analyse en composante principales, Couleur, Nouakchott, Mauritanie.

### **ABSTRACT**

The campaigns of physical-chemical carried in the effluent from the city of Nouakchott have demonstrated the existence of a relatively high apparent color. The maximum value is 146 uca.

The application of principal component analysis tells us that the iron, chromium and oxidizable contribute largely to the color of the water.

**Keywords:** principal component Analysis, Color, Nouakchott, Mauritania.

## INTRODUCTION

La couleur de l'eau peut être causée par la présence des minéraux naturels comme le fer et le manganèse. Les effluents industriels et des eaux de ruissellement des terres agricoles, peuvent aussi teinter l'eau (*Jérôme, 1996*). Deux mesures de couleur sont possibles : la vraie couleur dépend seulement des composés colorants dissous, alors que la couleur apparente est influencée par les matières en suspension dans l'échantillon. On peut mesurer la couleur réelle par la méthode colorimétrique (*Hongvie et Adesson, 1996*).

Il est intéressant de présenter les paramètres physico-chimiques responsables de la couleur des effluents de la ville de Nouakchott. Pour mieux évaluer cette couleur, nous avons utilisé une méthode statistique dite Analyse en Composante Principale (ACP).

## 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 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 (*Mint EL Bezeid, 2008*).

### Site d'étude

On a choisi comme site du prélèvement de la Station de Traitement des Eaux Polluées (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 (une Société de mise en bouteille et une société de pêche spécialisée dans le domaine de vente de céphalopodes poulpes et seiches). La station a été dimensionnée pour un débit moyen de 458 m<sup>3</sup>/jour.

## Méthodes d'analyses

Les prélèvements effectués hebdomadairement au cours du mois de mars et le mois d'avril 2009. Les paramètres physicochimiques étudiés sont: la couleur, la température, le pH, la conductivité, les matières en suspension, matières oxydables, ammonium, orthophosphates, fer et 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 (1996). L'oxydabilité (les matières oxydables: MO) est déterminée par oxydation à chaud en milieu acide. Les ions ammonium, orthophosphates, fer, chrome et la couleur sont analysés par des méthodes colorimétriques à l'aide d'un spectrophotomètre UV Visible de type 722 S Beijing. Les ions ammonium par le réactif Nessler. Pour le dosage des orthophosphates on utilise un réactif molybdique. Le fer est dosé par à l'orthophénantroline. Le chrome total est dosé dans le milieu acide en présence de diphényle carbazone. La couleur par le platino-cobalt.

Nous avons utilisé une méthode statistique dite Analyse en Composante Principale (A.C.P) et ceci en utilisant le logiciel XLSTAT 2010.

## RESULTATS ET DISCUSSION

### Evolution physicochimique des paramètres étudiés

Les résultats détaillés des analyses physico-chimiques des effluents de la ville de Nouakchott sont illustrés par le Tableau 1.

**Tableau 1** : Résultats des paramètres physicochimiques étudiés

Variable	Unités	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
<b>Couleur</b>	uca	87,50	146	109,31	18,31
<b>T</b>	°C	23,1	25,7	24,30	1,01
<b>pH</b>	---	7,06	7,7	7,47	0,25
<b>CE</b>	mS/cm	2,27	5,4	4,08	1,23
<b>MES</b>	mg/L	22,77	46	33,84	8,17
<b>MO</b>	mg/L	10,25	29,25	16,98	5,75
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	mg/L	132,47	287,52	223,04	59,75
<b>PO<sub>4</sub><sup>3-</sup></b>	mg/L	22,22	37,04	28,84	4,85
<b>Fer</b>	µg/L	84	264	130,75	64,59
<b>Cr</b>	µg/L	124,7	339,3	196,3	74,9

### *Couleur apparente*

La couleur apparente est mesurée sur l'échantillon qui n'a subi aucune filtration ou centrifugation. La valeur maximale de la couleur est de 146 uca et une valeur minimale est de 87,5 uca (Tableau 1).

### *Matières en suspension*

Les matières en suspension représentent l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux usées (El Guamri et al, 2006). Les effluents de la ville de Nouakchott sont caractérisés par une concentration moyenne est de 33,84 mg/L avec une concentration maximale est de 46 mg/L et une concentration minimale de 22,77 mg/L (Tableau 1). La norme marocaine du rejet dans le milieu récepteur en matières en suspension est de 50 mg/L (Comité Normes Standards, 1994).

### *Matières oxydables*

La valeur moyenne maximale atteinte en matières oxydables au niveau de la STEP est de 29,25 mg/litre et la valeur moyenne minimale est de 10,25 mg/litre (Tableau 1).

### *Température*

La température des eaux usées irriguées au niveau du périmètre maraîcher de Sebka est comprise entre 23,1°C et 25,7°C comme valeurs extrêmes minimales et maximales et 24,3°C comme valeur moyenne (Tableau 1). *pH*

Les températures enregistrées sont inférieures à 30 °C qui est la norme algérienne du rejet industriel (*Journal Officiel Algérien, 2003*) et 35 °C considérée comme valeur limite de rejet direct dans le milieu récepteur selon les normes marocaines (*Comité Normes et Standards, 1994*). Les valeurs moyennes minimales et maximales de pH des eaux usées de la STEP varient respectivement de 7,06 à 7,7 (Tableau 1).

### *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. La valeur maximale de la conductivité enregistrée au niveau des eaux usées de la STEP est de 5,4 mS/cm et la valeur minimale est de 2,27 mS/cm (Tableau 1). Ces résultats

pourraient être expliqués d'une part par le rejet des eaux usées résiduelles de quelques unités industrielles connectées aussi à la STEP (une société de mise en bouteilles et une société de pêche). Les valeurs de la conductivité enregistrées au niveau de la STEP dépassent la norme algérienne égale à 2 mS/cm (*Journal Officiel Algérien, 2003*).

#### *Ammonium*

L'urine est la principale source d'ammonium dans les eaux usées domestiques (Bonté et al. 2008 ; Udert et al. 2003). Les teneurs en ammonium sont très variables. La valeur moyenne maximale atteinte en ammonium au niveau de la STEP est de 287,52 mg/litre et la valeur moyenne minimale est de 132,47 mg/litre (Tableau 1).

#### *Orthophosphates*

La grande partie du phosphore organique provient des détergents, des déchets du métabolisme des protéines et de son élimination sous forme de phosphates dans les urines par l'homme (*Lemercier et al. 2003*). Les effluents de la ville de Nouakchott sont caractérisés par des teneurs moyennes en orthophosphates oscillant entre 22,22 mg/L et 37,04 mg /L (Tableau 1). La concentration de 10 mg /L en orthophosphates est une valeur limite acceptable d'un rejet direct dans le milieu récepteur (*Comité Normes et Standards, 1994*).

#### *Fer*

Les eaux usées peuvent être chargées en fer du fait des phénomènes de corrosion dans les conduites ou du matériel de fabrication (*Hem, 1972 ; Olivier et al. 1975*). Les eaux usées sont caractérisées par une concentration moyenne en fer de 130,75 µg/L. La teneur maximale en fer enregistrée au niveau de la STEP est de 264 µg/L et la teneur minimale est de 64 µg/L (Tableau 1).

#### *Chrome*

Le chrome existe dans la nature sous forme de dérivés en état d'oxydation varié. La présence du chrome est le plus souvent liée aux rejets industriels (ateliers de galvanoplastie, de tannage, etc.) (*Bremond et al. 1973 ; Nemerow ; 1991*). Les valeurs maximales et minimales en chrome enregistrées au niveau de la STEP sont respectivement 339,3 µg/L et 124,7 µg/L (Tableau 1).

**Etude statistique**

L'analyse en composantes principales (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 (Maliki, 2000). 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 (Lagarde, 1995).

Le traitement des données par l'analyse en composante principale, en utilisant comme variables la couleur apparente, la température, le pH, la conductivité, les matières en suspension, les matières oxydables, des ions ammonium, orthophosphates, fer et chrome et comme individus les 9 prélèvements effectués au niveau de la STEP.

**Tableau 2** : Matrice des corrélations inter élémentaires

Variables	Couleur	T	pH	CE	MES	MO	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Fer	Cr
<b>Couleur</b>	<b>1</b>									
<b>T</b>	0,009	<b>1</b>								
<b>pH</b>	0,088	-0,587	<b>1</b>							
<b>CE</b>	0,108	-0,656	0,859	<b>1</b>						
<b>MES</b>	-0,748	-0,258	-0,125	0,016	<b>1</b>					
<b>MO</b>	0,846	0,072	0,076	0,087	-0,465	<b>1</b>				
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	-0,137	-0,836	0,109	0,344	0,563	-0,150	<b>1</b>			
<b>PO<sub>4</sub><sup>3-</sup></b>	-0,077	-0,441	-0,190	-0,045	0,148	-0,373	0,603	<b>1</b>		
<b>Fer</b>	0,922	-0,138	0,434	0,385	-0,768	0,811	-0,179	-0,239	<b>1</b>	
<b>Cr</b>	0,834	0,102	0,127	-0,138	-0,785	0,733	-0,352	-0,219	0,817	<b>1</b>

La couleur apparente est en bonne corrélation positive avec le fer, le chrome et les matières oxydables elle est en corrélation faible positive avec la conductivité, le pH et la température (Tableau 2).

On donne dans le Tableau3 les corrélations entre les variables et les deux premiers axes F1 et F2.

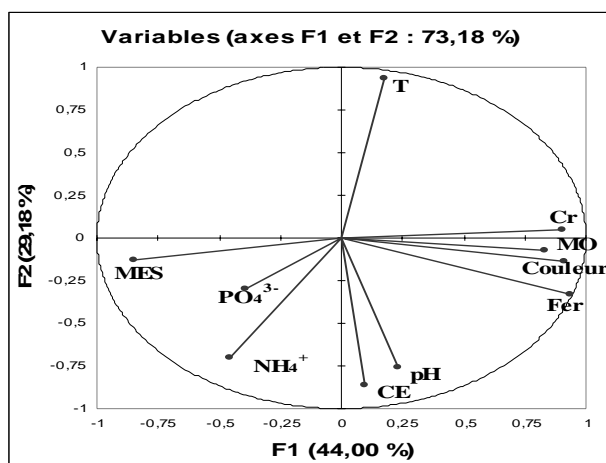
**Tableau 3 :** Corrélations entre les variables et les axes principaux

	F1 (44%)	F2 (29,18%)
<b>Couleur</b>	0,908	-0,136
<b>T</b>	0,177	0,938
<b>pH</b>	0,229	-0,755
<b>CE</b>	0,099	-0,859
<b>MES</b>	-0,849	-0,129
<b>MO</b>	0,836	-0,071
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	-0,453	-0,699
<b>PO<sub>4</sub><sup>3-</sup></b>	-0,391	-0,296
<b>Fer</b>	0,940	-0,331
<b>Cr</b>	0,906	0,049

Ces axes montrent une bonne répartition et représentation des variables étudiés. L'axe F1 est exprimé par son pôle positif par la couleur, le pH, la conductivité, les matières oxydables, le fer et le chrome dans le sens positif et les matières en suspension et les ions orthophosphates dans le sens négatif. L'axe F2 est constitué par la température dans le sens négatif et les ions ammonium dans le sens positif.

D'après ces résultats nous pouvons dire que la couleur de l'eau, de loin ou de près, est en relation avec les matières oxydables, le fer et le chrome. Donc chacun de ces paramètres contribue à sa part à la coloration des eaux usées de la ville de Nouakchott.

Nous pouvons dire qu'un effluent coloré est un effluent riche en matières oxydables, présentant des teneurs élevées en chrome et fer (Figure 1).



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

## CONCLUSION

Les campagnes d'analyses physico-chimiques réalisées ont démontré l'existence d'une assez forte couleur apparente.

L'application de l'analyse en composante principale nous renseigne que le fer, le chrome et les matières oxydables contribuent en grande partie à la coloration de l'eau.

## REMERCIEMENTS

Nos vifs remerciements au Laboratoire de chimie de l'Eau de L'Institut National de Recherches en Santé Publique de Nouakchott.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BONTE S. L, PONS M, POTIER O , ROCKLIN P. (2008) Relation between Conductivity and Ion Content in Urban Wastewater, *Journal of Water Science*, vol. 21, n° 4429- 438
- BREMOND R., VUICHARD R. (1973) Paramètres de la qualité des eaux, Ministère de la protection de la nature et de l'environnement, SPEPE, Paris 179
- COMITE NORMES et STANDARDS. (1994) Ministère de l'environnement du Maroc. Rabat
- EL GOUAMRI Y., BELGHYTI D., (2006) Etude de la qualité physicochimique des eaux usées brutes rejetées dans le lac Fouarat, *Journal Africain des Sciences de l'environnement*, 1 53-60
- HEM JD. (1972) Chemical factors that influence the availability of iron and manganese in aqueous systems. *Geol. Soc. Am. Spec. Pap.*, 140, 17
- HONGVE D., AKESSON G. (1996) Spectrophotometer determination of water color in hazen units, *Water Res.*, 30 2771-2775
- JEROME J.H., BUKATA R.P., WHITFIELD P.H., ROUSSEAU N. (1996) Colours of natural waters: 2. observations of spectral variations in British Columbia Rivers. *Northwest Sci.*, 68: 43-52
- JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE, (1993) Normes de rejets dans le milieu récepteur 46 7-12
- LAGARDE J. (1995), *Initiation à l'analyse des données*. Ed. Dunod. Paris 157
- LEMERCIER, G. LEGUBE, C. CARON, M.E. LOUWAGIE, GARIN J., TROUCHE D., KHOCHBIN S. (2003) Acetyltransferase activity is controlled by phosphorylation. *Biological Chemistry*, 278, 7, 4713- 4718
- MALIKI AM. (2000), *Etude hydrologique hydro chimique et isotopique de la nappe profonde de Sfax (Tunisie)*. Thèse de Doctorat Fac. Sci. Sfax 301



- 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;
- NEMEROW N. (1991) Industrial and hazardous waste treatment, VNR, Network 409-415
- OLIVER BG and COSGROOVE E.G. (1975) Metal concentrations in the sewage, effluents and sludges of some southern Ontario wastewater treatment plants, Environ. Lett. 9 75
- RODIER J., L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eau de mer, 8<sup>ème</sup> éd. Denod, Paris, 1, 1996,1383
- 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