



**CONTRIBUTION A L'ETUDE DE L'ORIGINE DU PLOMB
CONTENU DANS LES EFFLUENTS DE LA STEP UTILISES EN
AGRICULTURE DANS LE PERIMETRE MARAICHER DU
SEBKHA (NOUAKCHOTT, MAURITANIE)**

**ABDOULAYE DEMBA N'DIAYE^{1,2,*}, MOHAMED OULD SID' AHMED
OULD KANKOU³, KHALID IBNO NAMR¹**

¹ Unité Sciences du Sol & Environnement (LGMSS - URAC45) Département de Géologie,
Faculté des Sciences, Université Chouaib Doukkali, BP. 20 - El Jadida 24 000, Maroc.

² Laboratoire de Chimie de l'Eau, Service de Toxicologie et de contrôle Qualité, Institut
National de Recherches en Santé Publique de Nouakchott, BP 695, Mauritanie.

³ Laboratoire de Chimie de l'Eau et Environnement, Faculté des Sciences et Techniques,
université de Nouakchott- BP 5026, Mauritanie.

* abdouldemba@yahoo.fr

RESUME

Dans le but d'étudier l'origine du plomb contenu dans les effluents de la STEP utilisés en agriculture dans le périmètre maraîcher du Sebkha, des prélèvements ont été effectués au niveau de la STEP entre octobre et Décembre 2011. En plus de l'étude de l'évolution du plomb, de la conductivité électrique, des chlorures, du sodium et de la Demande Chimique en Oxygène ont été étudiés, des méthodes d'Analyses Statistiques ont été appliquées sur les résultats obtenus.

Les résultats montrent que les teneurs en plomb enregistrées au niveau des effluents de la STEP oscillant entre 104,5 µg/L et 176,5 µg/L. l'analyse statistique des résultats obtenus montre que le plomb est en corrélation forte et positive avec la conductivité électrique, les chlorures et le sodium et en corrélation positive et moyennement significative avec la Demande Chimique en Oxygène.

Mots clés : plomb, effluent, Aftout Es Sahli, Sebkha, Nouakchott, Mauritanie.

ABSTRACT

In order to study the origin of lead content in the effluent of the WWTP used in agriculture in the scope of Sebkhia gardener, the samples were taken at the WWTP between October and December 2011. In addition to studying the evolution of lead, electrical conductivity, chlorides, sodium and chemical oxygen demand were studied; statistical analysis methods were applied to the results obtained.

The results show that lead levels recorded at the effluent of the WWTP ranging from 104.5 mg / L and 176.5 mg / L.

The statistical analysis of results shows that lead is strong and positive correlation with electrical conductivity, chloride and sodium and positively moderately correlated and significant with the Chemical Oxygen Demand.

Keywords: lead, effluent, Aftout Es Sahli, Sebkhia, Nouakchott, Mauritania.

INTRODUCTION

Les métaux sont utilisés par l'homme comme matériaux mais également comme réactifs dans l'industrie (traitement de surface, intermédiaire réactionnel...) et l'agriculture (phytosanitaires). Les activités industrielles, ainsi que le trafic automobile émettent de fines particules métalliques dans l'atmosphère, principalement dans les zones urbaines (Azimi et al., 2005). Les métaux ainsi disséminés se déposent dans les divers compartiments environnementaux tels que les plans d'eau et les sols. Les métaux déposés sur les sols peuvent cependant atteindre les cours d'eau par ruissellement au cours des événements pluvieux. Dans le cas du réseau unitaire de collecte des eaux usées, les eaux usées urbaines sont composées d'un mélange, d'eaux usées domestiques, d'eaux usées industrielles et d'eaux de ruissellement. Les métaux contenus dans les eaux de ruissellement proviennent des dépôts atmosphériques mais également de la corrosion des surfaces de ruissellement (ex : toitures, gouttières) (Gromaire et al., 2001). En effet, la plupart des métaux dans les eaux de ruissellement sont majoritairement associés aux matières en suspension ou aux colloïdes (Makepeace et al., 1995). Dans les eaux industrielles, les métaux découlent directement de leur utilisation dans les procédés industriels. Ces eaux usées sont caractérisées par une importante variabilité de leur charge polluante. La charge en métaux des eaux domestiques est au contraire cyclique car elle découle de l'activité journalière des ménages. Les métaux contenus dans les eaux domestiques ont pour origine, d'une part, la corrosion des canalisations d'eau potable et, d'autre part, de l'usage des métaux dans les activités domestiques et dans des produits ménagers. Dans certaines régions, les rejets

miniers constituent, également, une source ponctuelle importante de métaux lourds (Braungardt et al., 2003; Figuiera et Roberto, 2005).

Le plomb existe majoritairement sous forme inorganique, par opposition à sa forme organique notamment le plomb tétraéthyl qui provient le plus souvent de la combustion des carburants et dont la toxicité est plus importante pour les organismes aquatiques (Body et al., 1991). Le plomb est en effet responsable de nombreuses atteintes néfastes chez l'homme (troubles de cerveau, de reproduction et de métabolisme...). Le plomb s'accumule dans le tissu des jambes. Le type d'empoisonnement au plomb le plus sévère entraîne une encéphalopathie. La toxicité du plomb est induite par les ions de plomb réagissant avec certains groupes de protéines, telles que les enzymes. Celles-ci sont alors désactivées. Le plomb peut également interagir avec d'autres ions métalliques.

Les eaux usées urbaines de Nouakchott irriguées dans le périmètre maraîcher de Sebkh ont fait l'objet de plusieurs études: des analyses microbiologiques, physicochimiques (Cissé et Tanner, 2000 ; N'diaye et al., 2010). Ces travaux ont montré d'une part l'existence de deux groupes d'effluents : un effluent domestique et un effluent industriel provenant de quelques unités industrielles connectées au réseau d'assainissement. D'autre part, la présence de deux types de pollution : une pollution saline et organique provenant des unités industrielles connectées à la STEP (Station de Traitement des Eaux Polluées) et une pollution azotée et phosphatée provenant des rejets domestiques de quelques quartiers connectés au réseau d'assainissement de la ville. La présente étude, qui s'inscrit dans la suite de ces travaux, se propose de contribuer modestement à la caractérisation du plomb contenu dans les effluents de la STEP du périmètre maraîcher du Sebkh.

MATERIELS ET METHODES

Milieu et Site d'étude

La ville de Nouakchott est une ville côtière, située vers 18° 07 de latitude nord et 16° 01 de longitude ouest. Nouakchott se situe dans la partie méridionale de la sebkh de Ndrancha où se localise une nappe sub-affleurante et son niveau est en relation directe avec celui de l'océan (Figure 1).

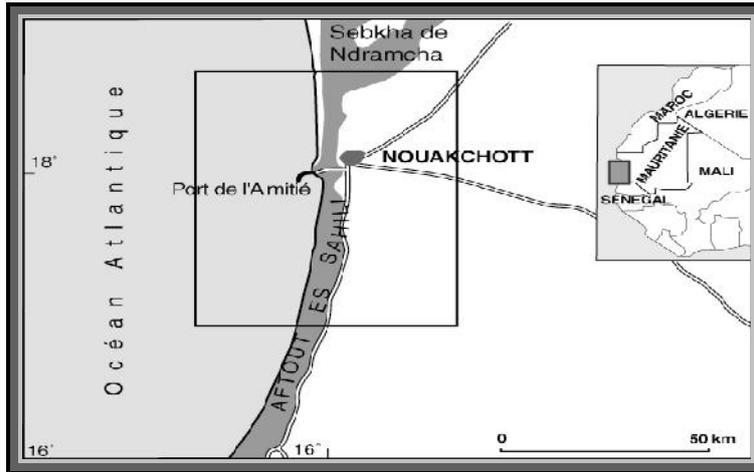


Figure 1 : Carte de localisation de la ville de Nouakchott

La ville de Nouakchott était alimentée en eau potable par le champ captant d'Idini, situé sur la route de l'espoir à environ 60 km de la ville (Mint El Bezeid, 2006). Le réseau d'approvisionnement en eau potable de la ville de Nouakchott ne couvre pas la totalité des zones urbaines. Quatre-vingts pour cent de la population s'approvisionnent depuis les bornes fontaines où achète l'eau aux âniers ou à des camions-citernes (Ould, 2007). Ces méthodes sont adéquates avec une utilisation parcimonieuse de l'eau. L'essor démographique et économique que subit la ville depuis quelques années et les futurs plans de développement PIP (Plan d'Investissement Prioritaire) vont entraîner un changement de mode de vie et l'apparition d'habitudes citadines plus gourmandes en eau. Ces éléments augurent donc d'une consommation plus élevée. Enfin, l'ultime cause qui plaide pour une hypothèse pessimiste est à mettre en rapport avec le réchauffement climatique qui se confirme dans cette partie de l'Afrique de l'Ouest (Nouaceur, 2008).

Afin de pallier ce problème majeur, les autorités locales n'ont plus le choix et, face à une demande croissante et une offre de plus en plus limitée, ils envisagent de recourir à une option très coûteuse (220 millions d'euros) mais déjà avancée par le passé, et qui consiste à puiser l'eau depuis le fleuve Sénégal (le projet Aftout consiste en la construction d'une canalisation de près de 200 kilomètres, qui permettra d'acheminer l'eau du fleuve vers la ville). Notons actuellement que la ville de Nouakchott est alimentée en eau potable par le champ captant d'Idini, situé sur la route de l'espoir à environ 60 km de la ville et la plus grande quantité provient du fleuve Sénégal (Aftout ES Sahli). L'eau provenant du fleuve Sénégal subit du prétraitement à Béni Nagi et des traitements au niveau de la Station située à PK 17 sur la route Nouakchott-Rosso. La ville de Nouakchott ne bénéficie qu'à hauteur de 4% du système

d'évacuation des eaux usées par le biais des égouts. Ces eaux usées sont acheminées jusqu'à la STEP. Le reste de la population a recours à des latrines, des fosses et puits perdus, des fosses septiques ou n'a pas de système d'évacuation du tout (STUDI, 2000). Le site du prélèvement est la STEP où l'ensemble des eaux usées brutes drainées par certains quartiers de la ville de Nouakchott et de quelques unités industrielles et hospitalières connectées aussi à la STEP.

Prélèvements et analyses des eaux usées

Les prélèvements ont été effectués au niveau de la STEP entre Octobre et Décembre 2011. Les échantillons d'eau usée sont prélevés dans des flacons en polyéthylène de 1 litre. Les analyses ont lieu immédiatement après prélèvement, au laboratoire de chimie de l'eau de l'INRSP (Institut National de Recherches en Santé Publique) de Nouakchott. Les paramètres étudiés sont le plomb, la conductivité électrique, les chlorures, le sodium et la Demande Chimique en Oxygène (DCO).

La conductivité électrique a été mesurée par un conductimètre de type Hanna HI 8733. Les chlorures sont mesurés par méthode volumétrique de Mohr en présence du nitrate d'argent. Pour les ions sodium nous avons utilisé un photomètre à émission atomique à flamme de type Corning. Le plomb a été dosé par la méthode à génération d'hydrures à l'aide d'un Spectrophotomètre d'Absorption Atomique à Fluorescence AFS 9130 Beijing Titan Instruments Co. Ltd. La DCO a été déterminée avec un Spectrophotomètre DR 5000 de modèle HACH. Les matrices de corrélations intermédiaires ont été obtenues avec un Logiciel XLSTAT 2010.

RESULTATS ET DISCUSSION

La Figure 2 donne l'évolution temporelle du plomb contenu dans les effluents de la STEP. Les effluents de la STEP sont caractérisés par des teneurs en plomb oscillant entre 104,5 µg/L et 176,5 µg/L (Figure 2). Les teneurs en plomb enregistrées au niveau des effluents de la STEP sont très inférieures à 5 mg/L considéré comme étant la concentration limite pour les eaux destinées à l'irrigation (Ministère de l'Environnement du Maroc, 2002).

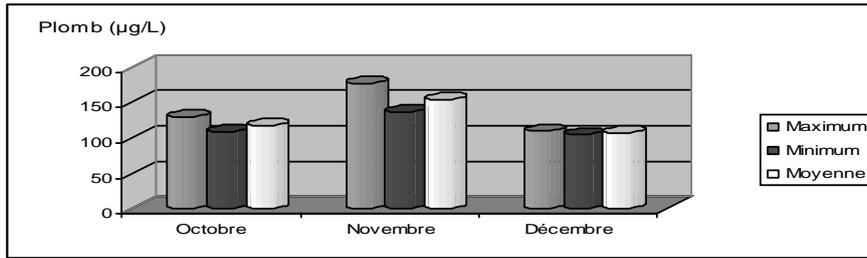


Figure 2 : Évolution temporelle des valeurs du plomb

Le Tableau 2 donne les valeurs maximales, minimales, moyennes et écart-types des autres paramètres physicochimiques que sont la conductivité électrique, les chlorures, le sodium et la DCO enregistrés à partir des prélèvements effectués entre Octobre et Décembre 2011. La valeur moyenne maximale de la conductivité enregistrée au niveau des effluents de la STEP est de 1560 µS/cm et la valeur moyenne minimale est de 1050 µS/cm (Tableau 1). La valeur maximale en chlorures atteinte enregistrée au niveau de la STEP est de 248 mg/L et la valeur minimale est de 158 mg/L avec une moyenne de 200,1 mg/L (Tableau 1). Cependant les concentrations maximales et minimales en sodium au niveau des effluents de la STEP sont respectivement de 61 mg /L et de 74 mg /L (Tableau 2). Les valeurs de la DCO varient entre 11,2 mg/L et 21,2 mg/L avec une moyenne de 16,6 mg/L (Tableau 2).

Tableau 1 : Résultats physicochimiques

Variable	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
CE (µS/cm)	1050	1560	1333,1	188,3
Na ⁺ (mg/L)	61	74	66,6	5,15
Cl ⁻ (mg/L)	158	248	200,1	30
DCO (mg/L)	11,2	21,2	16,6	3

Le traitement des données des 5 paramètres par l'analyse en composante principale, en utilisant comme variables la conductivité électrique, le plomb, les chlorures, le sodium, et la DCO et comme individus les 9 prélèvements effectués entre Octobre et Décembre 2011. Les matrices de corrélations intermédiaires sont données par le Tableau 2.

Tableau 2 : Matrice de corrélations intermédiaires

Variab les	CE	Na⁺	Cl⁻	Pb	DCO
CE	1				
Na⁺	0,930	1			
Cl⁻	0,733	0,594	1		
Pb	0,826	0,815	0,886	1	
DCO	0,234	0,460	0,323	0,580	1

Le plomb présente une forte corrélation positive avec les chlorures (0,886), la conductivité électrique (0,825) et le sodium (0,815) (Tableau 1). Les corrélations observées entre le plomb et les minéraux Na⁺, Cl⁻ et de la conductivité électrique nous permettent de dire que le plomb contenu dans les effluents de la STEP a un comportement inorganique sous forme de sels de plomb. Le plomb est présent dans de très nombreuses sources : vieilles canalisations (donc eau courante dans ce cas), anciennes peintures, batteries au plomb, câblages, plombages, munitions, anciennement essence, plastiques PVC, stylos, pesticides, encre d'imprimerie, engrais, cosmétiques, colorants de cheveux, etc. Nous pouvons dire, probablement, que tout procédé visant à éliminer le plomb dans les effluents de la STEP doit passer par désalinisation, de déminéralisation, ...

Le plomb présente une corrélation positive et moyenne avec la DCO (0,580) (Tableau 1). La DCO représente la quantité d'oxygène consommée par les matières oxydables chimiquement contenues dans l'eau. Elle est représentative de la majeure partie des composés organiques mais également des sels minéraux oxydables (sulfures, chlorures, etc.). La DCO permet d'apprécier la concentration en matières organiques ou minérales, dissoutes ou en suspension dans l'eau, au travers de la quantité d'oxygène nécessaire à leur oxydation chimique totale (Rodier, 1996). La corrélation positive observée entre le plomb et la DCO nous informe une étroite liaison entre le plomb et les composés organiques contenus dans les effluents de la STEP surtout les dérivées organiques telles que le tétraéthyl de plomb provenant des hydrocarbures des voitures urbaines et de stations de vente d'hydrocarbures. Sachant que le plomb organique est utilisé dans la production de pétrole. La plupart du plomb industriellement utilisé est appliqué à la fabrication d'ordinateur et d'écran de télévision. Le composé de plomb tétra-éthyle est utilisé comme additif dans les carburants. Très tôt les constructeurs ont souhaité disposer de carburants performants à indice d'octane élevé. C'est la raison pour laquelle, dès 1930, des corps antioxydants tels que le tétraméthylplomb (Pb (CH₃)₄) ont été introduits dans l'essence. Retardant l'explosion du mélange carburant air, leur emploi

permet d'accroître l'indice d'octane de près de 20 %. Malheureusement le plomb provoque une maladie grave le saturnisme.

CONCLUSION

Dans l'ensemble, l'analyse des effluents de la STEP utilisés en agriculture dans le périmètre maraîcher du Sebkhah a montré la présence du plomb à des concentrations variables mais ne dépassent pas les teneurs limites pour les eaux destinées à l'irrigation (Ministère de l'Environnement du Maroc, 2002). L'irrigation, à partir d'eaux usées, va apporter ces éléments, mais aussi d'autres oligo-éléments, non indispensables à la plante tels que le plomb, le mercure, le cadmium, le brome, le fluor, l'aluminium, le nickel, le chrome, le sélénium et l'étain. La biodisponibilité de ces éléments dans le sol peut engendrer leur accumulation dans les tissus des plantes et dans certains cas, les teneurs en ces éléments peuvent atteindre des seuils de phytotoxicité (Faby et Brissaud, 1997). Cependant, Yadav et al. (2002) ont constaté que les teneurs en métaux lourds au niveau des plantes irriguées par des eaux usées depuis 30 ans sont au dessous de seuil de toxicité pour les plantes. Par rapport à ces deux constats, l'étude de la mobilité du plomb dans le sol du périmètre maraîcher du Sebkhah devient un impératif.

Dans cette étude, on voit qu'il existe une relation étroite entre les activités humaines dans la ville, les produits de consommation au sens large et les composés retrouvés dans l'eau.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AZIMI S., ROCHER V., MULLER M., MOILLERON R., THEVENOT D.R. Sources, distribution and variability of hydrocarbons and metals in atmospheric deposition in an urban area (Paris, France). *Science of the Total Environment* 337(1-3): (2005), 223-239.
- BODY P. E., INGLIS G., DOLAN P.R., MULCAHY D.E. *Critical Reviews in Environmental Control*, 20, (1991), 299-310
- BRAUNGARDT C.B., ACHTERBERG E.P., ELBAZ-POULICHET F., MORLEY N.H. Metal geochemistry in a mine-polluted estuarine system in Spain. *Applied Geochemistry* 18(11): (2003), 1757-1771.
- CISSE G., TANNER M. Analyse de la situation de l'agriculture à Nouakchott (Mauritanie) et à Ouagadougou (Burkina Faso), Conférence électronique RUAF, 2000.
- FABY J.A., BRISSAUD F. L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation. *Office International de l'Eau*, (1997), 76 pages.

Contribution à l'étude de l'origine du plomb contenu dans les effluents de la Step utilisés en agriculture dans le périmètre maraîcher du Sebkhha (Nouakchott, Mauritanie)

- FIGUIERA R., RIBEIRO T. (2005). Transplants of aquatic mosses as biomonitors of metals released by a mine effluent. *Environmental Pollution* 136(2): 293-301.
- GROMAIRE M.C., GARNAUD S., SAAD M., CHEBBO G. Contribution of different sources to the pollution of wet weather flows in combined sewers. *Water Research* 35(2): (2001), 521-533.
- MAKEPEACE D.K., SMITH D.W., STANLEY S.J. urban stormwater quality: summary of contaminant data. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology* 25(2): (1995), 93-139.
- MINISTER DE L'ENVIRONNEMENT DU MAROC. « Normes marocaines, Bulletin officiel du Maroc », N° 5062 du 30 ramadan 1423. Rabat, (2002).
- MINT EL BEZEID F. 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, 2007.
- 'DIAYE A.D., MOSAO A.D., KANKOU A.D., SARR, L. BAIDYL, K. NAMR. Typologie physicochimique des eaux usées dans le périmètre maraîcher irrigué du Sebkhha, *Cameroon Journal Experimental Biology*, 6,2, (2010), 109-116.
- NOUACEUR Z. Evolution des températures depuis plus d'un demi-siècle en Mauritanie. Publications de l'Association Internationale de Climatologie; 21, (2008), 489-96.
- OULD A.L. Développement du système de qualité' environnementale et sanitaire de la distribution de l'eau potable a' Nouakchott (Mauritanie). Thèse de doctorat, université de Savoie, Chambéry, 2007.
- RODIER J. L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eau de mer, 8^{ème} éd. Dunod, Paris, (1996) ,1383
- STUDI. L'assainissement de la ville de Nouakchott : étude d'impacts, (2000), 44 p.
- YADAV RK, GOYAL B, SHARMA RK, DUBEY SK, MINHAS PS. Post-irrigation impact of domestic sewage effluent on composition of soils, crops and groundwater—A case study. *Environnemental International* 28: (2002), 481–486.