

CARACTERISATION DE LA CHARGE METALLIQUE DE LA REGION DU GHARB, MAROC

Fatima Benel Harkati, Sanae Sadek, Fatiha El Khayyat, Khadija Elkharrim, Mina Elmarkhi, Driss Belghyti

Laboratoire d'Environnement et Energies Renouvelables, Université Ibn Tofaïl, Faculté des Sciences,
BP. 133, code 14000, Kenitra, Maroc

Copyright © 2014 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: Heavy metals are micro likely to cause nuisance even when they are released in very small quantities (toxicity develops through bioaccumulation). Moreover, small amounts are often offset by a volume effect into account the importance of water flow. The industry is responsible for almost all releases of heavy metals in water. In effect, water rivers, streams, canals, the sea has long been "outlet" that allowed to evacuate waste. This work focuses on the analysis and evaluation of metal contamination of raw sewage drained by three main collectors Oued R'dom (Morocco) through the spatio-temporal monitoring of the levels of some metals (Pb, iron, Zn, Cd, Cu and Cr). Sampling was conducted for one year from January to December 2013. Analysis of Fe, Zn, Cd, Pb, Cr and Cu revealed the presence of metal contamination from the Fe exceeded the threshold of acceptability, other metallic trace element exist in quantity accepted, they could be classified in order of abundance in the following manner: Fe> Zn> Cd> Pb> Cu> Cr. The average concentrations of metals Oued R'dom level in water are 3.11 mg / l for Fe, 2.17 mg / l for Zn, 0.046 mg / l for Pb, 0.01 mg / l for Cr, 0.043 mg / l for Cu and 0.083 mg / l for Cd.

KEYWORDS: sewage, heavy metals, wadi R'dom, Sidi Kacem, Morocco.

RESUME: Les métaux lourds sont des micropolluants de nature à entraîner les nuisances, leur toxicité se développe par bioaccumulation même quand ils sont rejetés en quantités très faibles. D'ailleurs, de petites quantités sont souvent compensées par un effet volume compte tenu de l'importance des débits d'eau. L'industrie est responsable du quasi totalité des rejets de métaux lourds dans l'eau. En effet, l'eau des fleuves, des rivières, des canaux, de la mer a longtemps été « l'exutoire » qui permettait d'évacuer ces déchets. Ce travail porte sur l'analyse et l'évaluation de la contamination métallique des eaux usées brutes drainées par les trois principaux collecteurs d'Oued R'dom (Maroc) à travers le suivi spatio-temporel des teneurs de certains éléments métalliques (Pb, Fer, Zn, Cd, Cu et Cr). L'échantillonnage a été effectué pendant une année depuis janvier à décembre 2013. L'analyse en Fe, Zn, Cd, Pb, Cr et Cu révèlent la présence d'une contamination métallique à part le Fe qui a dépassé le seuil d'acceptabilité, les autres éléments trace métalliques existent en quantité admise, ils pourraient être classés par ordre d'abondance de la manière suivante : Fe > Zn > Cd >Pb> Cu > Cr. Les concentrations moyennes de métaux au niveau d'Oued R'dom dans l'eau sont de 3,11 mg/l pour le Fe ; 2,17mg /l pour le Zn ; 0,046mg/l pour le Pb ; 0,01mg/l pour le Cr ; 0,043 mg/l pour le Cu et 0,083 mg/l pour le Cd.

MOTS-CLEFS: eaux usées, métaux lourds, oued R'dom, Sidi Kacem, Maroc.

1 INTRODUCTION

Actuellement, la pollution métallique des eaux est une préoccupation mondiale. Au Maroc plusieurs recherches ont essayé de déterminer le degré de pollution métallique dans les eaux superficielles et souterraines [13]. La contamination métallique des écosystèmes aquatiques constitue l'un des aspects de la pollution la plus menaçante pour l'environnement. Par ses effets néfastes, elle pourrait engendrer des situations critiques voire dangereuses affectant parfois l'équilibre écologique de ces écosystèmes. Les métaux lourds ne sont pas éliminés par voie biologique, ce qui favorise leur effet

cumulatif dans les divers compartiments de l'écosystème (eau, faune et flore). Une grande partie des eaux usées est rejetée soit directement en mer, soit dans le réseau hydrographique souvent sans épuration. Les eaux de surface, qui servent de milieu récepteur pour les agglomérations urbaines et les unités industrielles éloignées du littoral souffrent de cette pratique.

Par ailleurs, la réutilisation des eaux usées brutes comporte de sérieux risques pour la santé et pour l'environnement en raison de leur charge en matière organique, en espèces pathogènes et en particulier en métaux lourds. Par conséquent les procédés de traitements des eaux usées s'imposent préalablement à leur réutilisation ou à leur déversement dans le milieu récepteur.

Pour se faire, nous avons réalisé un suivi spatio-temporel de la teneur de six éléments métalliques; Fe, Zn, Cd, Cr, Pb et Cu dans les eaux usées de Oued R'dom et leur impact sur la santé publique, les usagers et l'environnement.

2 MATERIEL ET METHODES D'ETUDE

Milieu d'étude

Sidi kacem est située à 84Km à l'Est de la ville de Kenitra, à 82Km au Nord Ouest de la ville de Fès et à 46Km au Nord de la ville de Meknès Selon le recensement 2004, la population de Sidi Kacem était de 74.062 habitants s'étend sur une superficie géographique de 199.909ha.comprenant les cercles de Sidi Kacem et de Machràa bel ksiri et commune rurale de Khénichat qui relève le cercle de Had kourt . Par ailleurs un réseau important d'Oueds sillonne la province : Oued R'dom- Oued Ourgha- Oued Sebou.

La ville de Sidi Kacem est caractérisée par un climat de type continental semi aride à hiver tempéré. Les températures maxima varient de 16 à 38 °C. Quant aux températures minima, elles oscillent entre 4 et 20 °C. La pluviométrie annuelle moyenne est de 420 mm environ. La période sèche est relativement longue et s'étale généralement de Mai à Septembre.

Les prélèvements d'eaux usées brutes ont été effectués sur une période d'une année de janvier à décembre 2012, à la sortie des collecteurs A, B et C ils ont eu lieu dans la zone d'écoulement de l'égout où la circulation de l'eau est la plus active [11].

Nous nous sommes intéressés aux trois collecteurs de la ville.

- Collecteur A : Il draine l'amont d'Oued R'dom ;
- Collecteur B: Il draine les eaux usées de l'usine de lavage et remplissage des bouteilles de gaz et des citernes.
- Collecteur C: Il draine l'aval d'Oued R'dom;

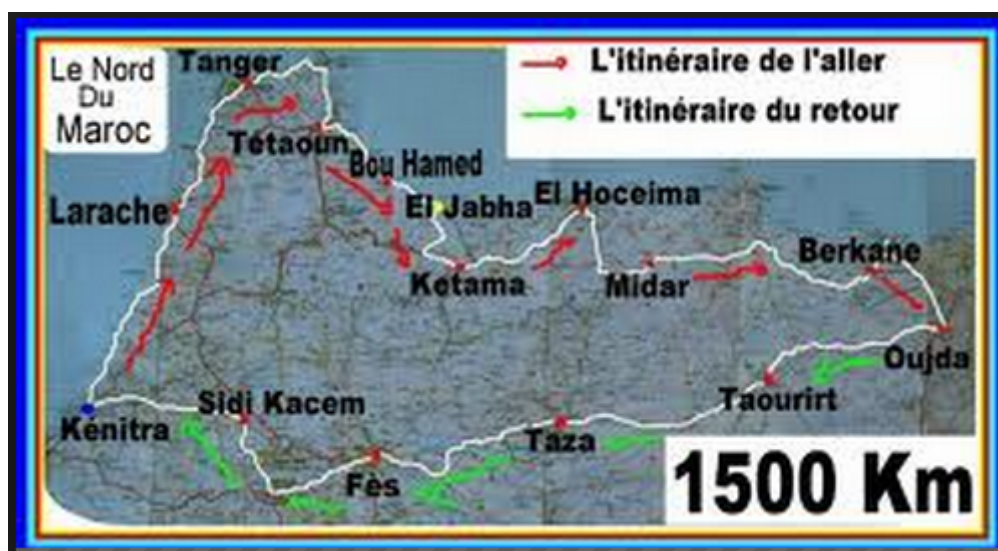


Figure 1 : Localisation des stations de prélèvement à Sidi Kacem [10]

Méthodes d'étude

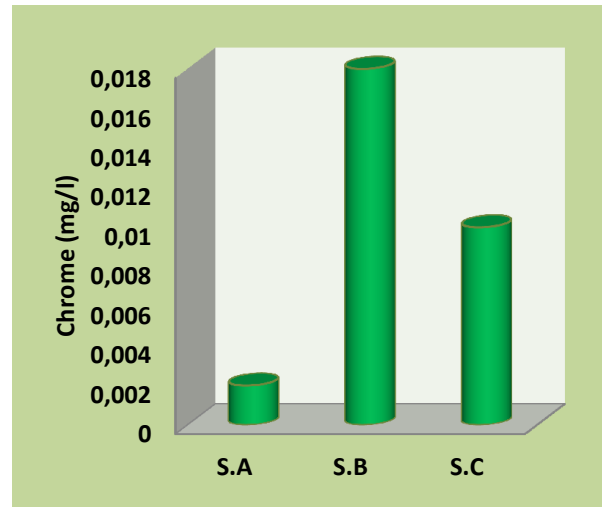
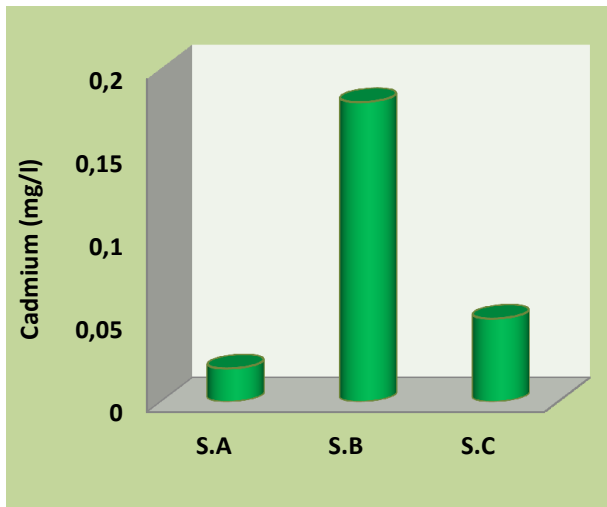
Les prélèvements d'eaux usées brutes ont été effectués sur une période d'une année de janvier à décembre 2012, à la sortie des collecteurs A, B, et C. Les prélèvements ont eu lieu dans la zone d'écoulement de l'égout où la circulation de l'eau est la plus active. Et à quelques centimètres au dessus de la surface du collecteur [2]. La méthode adoptée pour l'analyse des métaux lourds est la spectrométrie d'émission atomique c'est une technique utilisée pour la détermination des concentrations à l'état de traces dans des échantillons elle permet de quantifier les éléments métalliques en solutions. Les échantillons d'eaux usées ont fait l'objet de dosage en éléments suivants : Fe, Zn, Cd, Pb, Cr et Cu.

L'échantillonnage a été effectué dans des flacons en polyéthylène spécialement lavés à l'acide chlorhydrique (10 %) puis rincés à l'eau distillée. Les échantillons sont par la suite fixés par l'acide nitrique à 2 % et transportés à basse température (4 °C) jusqu'au laboratoire Environnement et Energies Renouvelables. L'ajout de 3ml d'acide nitrique à environ 27 ml d'eaux usées est nécessaire pour stabiliser les éléments à doser.

3 RESULTATS

Tableau1: Résultat de l'analyse métallique des eaux usées de la ville Sidi Kacem (mg/l)

	Cd	Pb	Zn	Cu	Fe	Cr
Amont industriel	0,02	0,02	1,05	0,015	1,8	0,002
Aval	0,18	0,08	3,23	0,08	4,67	0,018
min	0,05	0,04	2,24	0,035	2,86	0,01
max	0,02	0,02	1,05	0,015	1,8	0,002
Moyenne±Ecart type	0,018	0,08	3,23	0,08	4,67	0,018
	0,0833±0,	0,0466 ±0,0	2,1733 ±1,3	0,0433 ±0,0	3,11±2,6	0,01±0,0



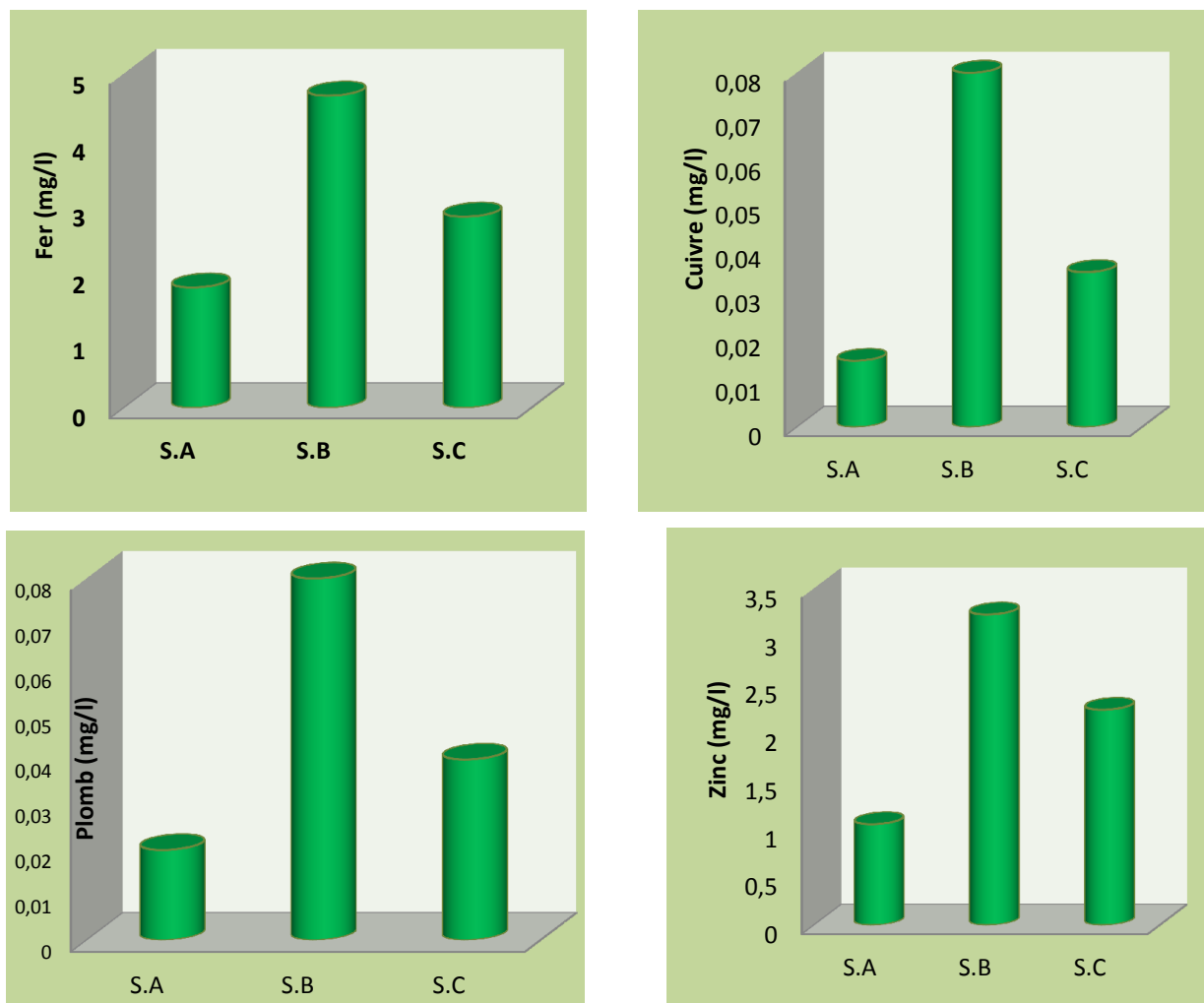


Figure2 : Variation spatiale de la teneur moyenne en Métaux lourds en fonction des stations de prélèvement.

4 DISCUSSION ET CONCLUSION

Les résultats montrent une faible contamination par le Cadmium dans toutes les stations. La valeur maximale est notée dans la station B (0,18 mg /l) et C en aval d'Oued R'dom qui peut s'expliquer par l'utilisation massive des engrais et des pesticides et des rejets déversés de certaines unités industrielles qui utilisent le Cadmium dans leurs activités notamment la métallurgie, la fabrication de céramique, l'industrie des colorants. La contamination par le chrome est réponde dans les trois stations, Ces stations reçoivent les rejets urbains et industriels de la ville qui sont à l'origine de cette contamination. La pollution par le fer est bien exprimée au niveau de la station B et C, avec des concentrations 4,67 et 2,86mg/l ; la contamination de l'aval indique une origine anthropique de ce métal, ainsi l'utilisation du fer par les installations industrielles dans les alliages et la métallurgie est en faveur de la pollution par ce métal, de même la pollution du plomb est bien exprimée dans les stations B et C avec des teneurs respectivement de 0,08 et 0,04mg /l qui reçoivent les rejets urbains et industriels (la fabrication des batteries électriques, la céramique, les alliages, la soudure et les tuyaux). La pollution des eaux par le cuivre est généralisée, Cette pollution peut être attribuée aux activités de la ville. La pollution par le zinc est bien marquée dans les stations étudiées, cette pollution peut s'expliquer par l'utilisation du zinc et ses composés dans quelques applications industrielles De même on trouve la pollution du zinc à l'aval qui peut s'expliquer par une utilisation excessive des pesticides en agriculture, l'emploi de ces produits dont leur préparation nécessite les sels de zinc et sont utilisés dans les zones agricoles modernes en aval dont les résidus sont drainés par les affluents dans Oued R'dom.

Les métaux lourds sont présents dans tous les compartiments de l'environnement, mais en général en quantité très faibles. On dit que les métaux sont présents « en traces ». Ils sont aussi « la trace » du passé géologique et de l'activité de l'homme.

Dans les eaux analysées, à part le Fe qui a dépassé le seuil d'acceptabilité, les autres éléments trace métalliques existent en quantité admise. Nos travaux concordent avec ceux de [3] et ceux réalisés au Nigéria concernant des études sur la pollution sur 26 cours d'eau de certains des Etats du sud et du nord du Nigéria[1], sur des cours d'eau du delta du Niger[5], sur la zone cacaoyère de l'Etat de Ondo dans le sud-ouest du Nigéria[8] et dans les eaux de Lagos[9] et ont montré que, à l'exception du fer, les concentrations de la plupart des métaux lourds présents dans les eaux de surface sont généralement inférieures à la moyenne mondiale des eaux de surface et aux normes internationales concernant l'eau potable.

En effet en absence de secteurs industriels très polluants raccordés directement au réseau d'assainissement, les concentrations en métaux lourds dans les effluents domestiques sont constantes et sous formes de traces dont l'essentiel est retenu dans les boues résiduelles. Ces éléments traces, immobilisés dans les zones superficielles du sol, peuvent provoquer des troubles de métabolisme des végétaux et animaux et donc contaminer les chaînes trophiques.

Les métaux lourds étudiés pourraient être classés par ordre d'abondance de la manière suivante : Fe > Zn > Cd > Pb > Cu > Cr.

L'enrichissement en fer est dû au contexte géologique régional. La même étude a montré que le sol de cette région est plus ou moins hydromorphe, la roche mère est constituée par la formation rouge (argile sableuse rouge), elle est surmontée par un horizon d'accumulation argilo-férrique provenant du lessivage de l'horizon supérieur. D'autre part, les sols cultivés peuvent contribuer dans l'apport en Zn. En effet, les fertilisants utilisés sont responsables de cet apport. Les travaux de [7] ont montré que les fertilisants à base azotée-phosphatée peuvent contenir jusqu'à 83,3 mg de Zn/Kg de fertilisants. En revanche, les sites de prélèvements étant localisés à proximité des zones d'habitation, ne témoignent d'aucune pollution importante par ces métaux.

L'absence, dans la quasi-totalité des cas, de traitement préalable des rejets industriels serait en grande partie responsable de la contamination des eaux souterraines de la région de Sidi Kacem, par les métaux lourds analysés. Nos résultats concordent avec ceux de [12] réalisées à Mohammedia et les travaux de [6], Ils sont arrivés à la conclusion que les concentrations de métaux ne constituaient pas un risque pour le biotope du lac Nakuru. Six ans plus tard, [4] ont étudié l'eau, le sédiment, le benthos et les poissons et ont mentionné des concentrations légèrement en hausse par rapport aux valeurs trouvées par [6].

L'activité industrielle est la principale responsable de la dégradation de cet écosystème, La présence de contaminants métalliques dans les eaux usées urbaines non traitées représente des dangers pour les organismes aquatiques et peut grandement affecter l'équilibre de l'écosystème. Cependant, si les concentrations enregistrées n'incitent pas à des inquiétudes immédiates et ne peuvent être à l'origine de toxicité aiguë, il faut souligner que le risque écotoxicologique réside dans le caractère cumulatif des métaux lourds qui interviennent dans des phénomènes de bioaccumulation, voire de bioamplification d'où la nécessité d'installer une station d'épuration dans la ville de Sidi Kacem et plus précisément au sein de chaque unité industrielle.

REFERENCES

- [1] Ajayi S.O. and Osibanjo O. (1981). Pollution studies on Nigerian rivers. 2. Water quality of some Nigerian rivers. *Environ.Pollut. (B)*, 2:87–95.
- [2] Bontoux J. (1983). Introduction à l'étude des eaux douces, eaux naturelles, eaux usées, eaux de boisson, Partie IV, La Tribune de Cebedeau, Liège, 36, p. 381-398.
- [3] Faby J.A. (1997). Office international de l'eau, direction de la documentation et des données (France).
- [4] Greichus Y.A. et al., (1978). Insecticides, polychlorinated biphenyls and metals in African lake ecosystems. 3. Lake Nakuru, Kenya. *Bull.Environ.Contam.Toxicol.*, 19:454–61.
- [5] Kakulu S.E. and Osibanjo O. (1992). Pollution studies of Nigerian rivers: Trace metal levels of surface waters in the Niger Delta area. *Int.J.Environ.Stud.*, 41:287–92.
- [6] Koeman, J.H. (1972). A preliminary survey of the possible contamination of Lake Nakuru in Kenya with some metals and chlorinated hydrocarbon pesticides. *J.Appl.Ecol.*, 9:411–6
- [7] Mermut A.R, Jain J.C., Song L., Kerrich R., Kozak L., and Jana S. (1996). «Trace element concentrations of select soils and fertilizers in Saskatchewan », Canada. *Environ. Qual.* 25 (1996) 845-853
- [8] Ogunlowo S.O. (1991). Priority chemical pollutants in some rivers along the cocoa growing area of Ondo State. MSc. Thesis, Department of Chemistry, University of Ibadan, Nigeria.
- [9] Okoye B.C.O. (1991). Heavy metals and organisms in the Lagos Lagoon. *Int. J. Environ. Stud.*, 37:285–92
- [10] O.N.E.P. (2005). Etude d'assainissement de la ville de Sidi Kacem. Avant Projet
- [11] ONEP,(1999): Caractérisation quantitative et qualitative des eaux usées. Guide de bonne pratique. Direction Laboratoire de la Qualité des Eaux, Rabat.
- [12] Serghini A., Fekhaoui M., El Abidi A., Tahri L., Bouissi M., Zaid El H. (2003). Contamination métallique des eaux souterraines à Mohammedia. *Cahiers d'études et de recherches francophones/ Santé.* Vol. 13, N°3, 177-82.
- [13] M. Fekhaoui, H. Aou Zaid et A.Foutlane (1993).