

CU ET ZN DANS LE BASSIN VERSANT DU SEBOU SOURCES DE POLLUTION ET IMPACT SUR LA QUALITÉ DES EAUX DE SURFACES

S. AZZAOUÏ, M. EL HANBALI

Université Ibn Tofail, Faculté des Sciences, UFR Environnement, B.P. 133, Kénitra, Maroc
(s-azzaoui@caramail.com)

(Soumis en mai 2000, accepté en janvier 2001)

RESUME : Des échantillons d'eau et de matières en suspension (MES) ont été prélevés le long du Sebou et de ses affluents. Ces échantillons ont fait l'objet d'une analyse de deux métaux : Cu et Zn au niveau de la phase dissoute et particulaire. L'analyse de la variation spatio-temporelle a permis de mettre en évidence une zone de pollution maximale : oued Fès. La comparaison des résultats obtenus avec les normes marocaines a permis de déterminer la qualité des eaux de surface de ce bassin, notamment en usage : potabilité et irrigation. Les sources d'apport sont diverses mais, en majorité, anthropiques : industrie, agriculture et déchets solides.

Mots clés- Cu et Zn, Sebou, pollution, eau, MES, sources de pollution, qualité.

ABSTRACT : Water samples and suspended matter were collected the long of the Sebou river and its tributaries. These samples were analysed for two metals : Cu and Zn to the level of dissolved and particulate. The analysis of the spatio-temporal variation show a maximal pollution zone : oued Fès. The comparison of results obtained with Moroccan norms has allowed to determine the quality of surface waters of this drainage basin, notably in usage : drinkability and irrigation. Sources of contribution are various but, in majority, anthropiques : industry, agriculture and solid wastes.

Key words - Cu and Zn, Sebou drainage basin, pollution, water, particulate matters, sources of pollution, water quality.

INTRODUCTION

Le Sebou constitue avec le Moulouya et l'Oum-er-Rbiâ les trois principaux réseaux fluviaux du Maroc. Son bassin versant occupe une superficie de 40 000 km² et compte plus de 4 450 000 habitants (statistique de 1990). Les précipitations moyennes sont de l'ordre de 750 mm/an. Ses principaux affluents approvisionneurs en eau sont l'Ouergha et L'Innaouène. D'autres affluents apportent plus d'eaux usées urbaines et industrielles que d'eaux naturelles : R'dom, Beht, oued Fès, ...ect. Ces derniers reçoivent les rejets industriels des grandes unités installées dans les plus importantes villes du bassin : Fès, Meknès et Kénitra. Les eaux du drainage des grandes surfaces cultivées ainsi que les eaux du lessivage des ordures ménagères placées à proximité des cours d'eau dans la majorité des villes du bassin (cas de la décharge de Fès placée dans un tronçon de l'oued Fès) sont aussi déversées dans le cours d'eau.

Devant cette situation critique, et en vue de l'établissement d'un plan d'aménagement global de ce système vital, le Ministère de l'Environnement a entrepris un programme de surveillance continue du bassin versant du Sebou. Ce programme comporte un diagnostic détaillé de la pollution par ses divers types. Dans ce cadre, des échantillons d'eau et de matières en suspension ont été

prélevés le long du cours d'eau principal et de ses affluents. Nous présenterons dans cette note les résultats d'analyses du cuivre et du zinc sous deux états : dissous et particulaire.

MATERIEL ET METHODES

Les échantillons d'eau ont été prélevés le long du Sebou et de ses affluents : oued Fès, Innaouène, Ouergha, et Boufekrane (fig. 1). Les missions d'échantillonnage ont été réparties sur deux années : 1995 (année de sécheresse maximale) et 1996 (année extrêmement pluvieuse).

Les échantillons d'eau, prélevés à partir du lit de l'oued, ont été immédiatement centrifugés et conservés (HNO₃ à 4%, à froid). Les suspensions ont été séchées, broyées puis conservées jusqu'au moment de la minéralisation. Les cinq premiers centimètres du sol ont été prélevés dans trois points différents de chaque zone de prélèvement. Ces points sont espacés de 500 à 1000 m environs les uns des autres. L'étude a porté sur la fraction totale du sol.

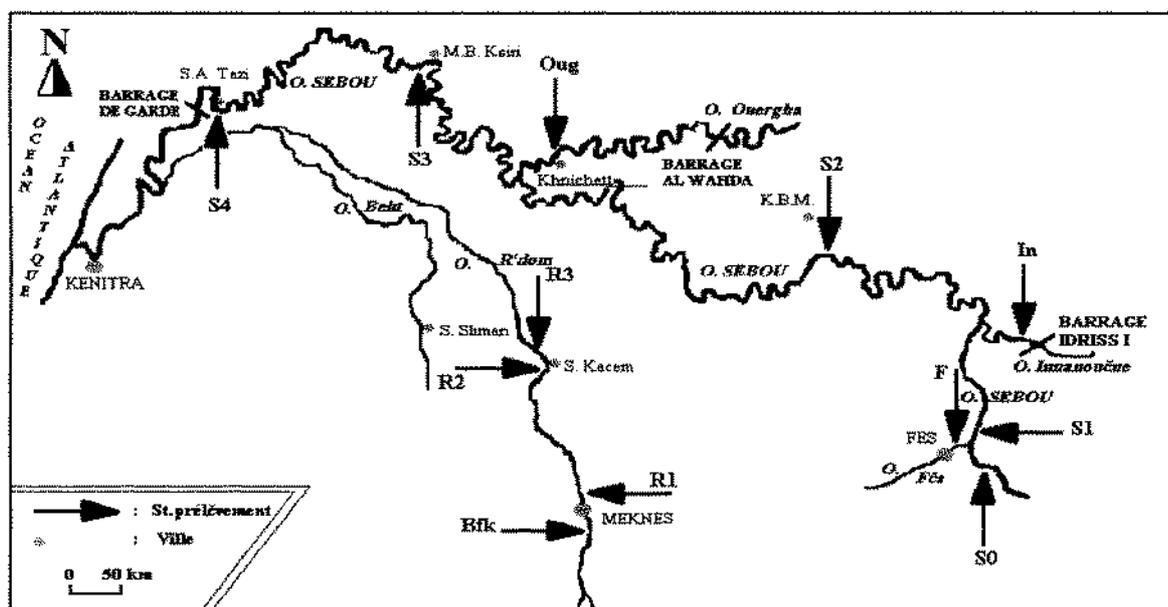


Fig. 1 : Carte de répartition des points de prélèvement dans le bassin versant du Sebou

La minéralisation des eaux a été effectuée selon les normes ISO (1994) [1] par un mélange d'eau régale et d'eau oxygénée dans un four à micro-ondes. La digestion des MES et des sols a été réalisée par un mélange d'acides forts : nitrique, fluorhydrique et perchlorique [2]. La digestion est faite dans un four à micro-ondes.

Tableau 1 : Teneurs (mg/kg P.S.) des métaux certifiés et celles détectées dans les matériaux de référence (Résultats du contrôle de la qualité analytique dans les sédiments).

Référence	Ech. Réf.	Lecture	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
NRC-CNRC 1993	SD-Medpol 2/TM	v. observée	18.8 +/- 0.99	130 +/- 10
		v. certifiée	18 +/- 3	138 +/- 6
	CRM-BCSS-1	v. observée	18.2 +/- 1.4	110 +/- 10
		v. certifiée	18.5 +/- 2.7	119 +/- 12
	MESS-2	v. observée	37.8 +/- 3.5	168 +/- 10
		v. certifiée	39.3 +/- 2	172 +/- 16
PACS-1	v. observée	455 +/- 8	819 +/- 19	
	v. certifiée	452 +/- 16	821 +/- 22	
1994	IAEA-356	v. observée	355 +/- 19	970 +/- 32
		v. certifiée	365 +/- 15	977 +/- 42

Les solutions obtenues ont été analysées par spectrophotométrie d'absorption atomique à four et à flamme. Des échantillons de références internationales élaborés dans le cadre du programme 'contrôle de la qualité analytique' dirigé par l'Agence Internationale de l'Energie Atomique (A.I.E.A) à Monaco, ont été analysés en parallèle (Tableau 1).

RESULTATS ET DISCUSSIONS

1- Cuivre

Le maximum de Cu est noté à l'oued Fès (F) aussi bien pour l'état dissous ($275\mu\text{g/l}$) que pour le particulaire ($545\mu\text{g/g}$) (fig. 2 et 3) durant tout le cycle (crue et étiage). De plus, la variation des teneurs en Cu dissous est caractérisée par une très nette décroissance en aval de Fès (F).

L'important apport en Cu au niveau de l'oued Fès est le résultat du déversement des rejets de la ville, notamment les déchets de l'industrie artisanale (tanneries). En effet, une étude établie par El Haïte [3] a montré que les rejets de l'ancienne Médina sont les plus chargés en Cu. Par ailleurs, les principales unités soupçonnées sont : le textile (plus de 6 unités rejettent dans l'oued Fès) et les tanneries dont le nombre est très important au niveau de Fès et Meknès.

D'un autre côté, le lessivage des ordures ménagères apporte une part non négligeable de Cu surtout que la décharge urbaine de Fès se situe dans un tronçon de l'oued Fès, nommé pour cette raison, oued Zbel. En fait, des études menées sur les déchets solides dans plusieurs pays ont présenté des concentrations de l'ordre de 700mg/kg de Cu dans les ordures ménagères [4] [5].

A côté de ces deux sources de pollution, se place l'origine agricole. Le sol contribue aussi à cet apport, surtout à S1 (fig. 1) où 40mg/kg de Cu sont détectés dans les terrains cultivés de la région. Cette même origine est le responsable des apports en Cu dans le bas Sebou (oug, S3, S4) surtout avec l'utilisation excessive des engrais dans les terrains de la plaine du Gharb (bas Sebou). Des analyses de métaux sur les fertilisants [6] ont permis de déceler des teneurs allant jusqu'à 5.05mg/kg de Cu dans ces produits (selon la composition).

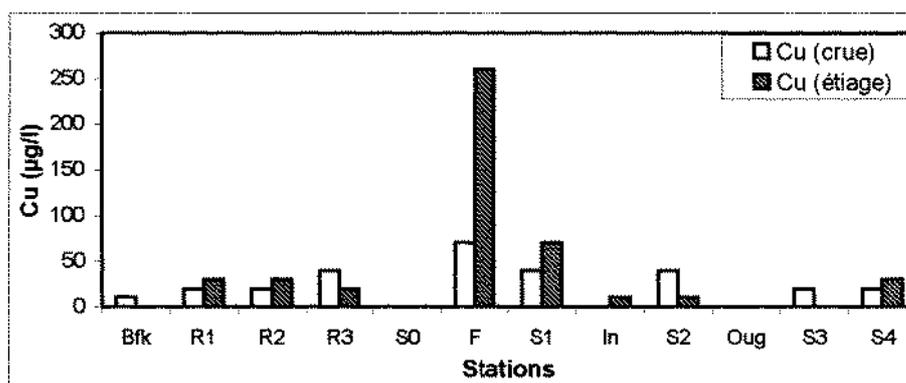


Fig. 2 : Variation spatio-temporelle des teneurs en Cu dissous.

Ainsi, ces apports, par leurs différentes sources, placent le Sebou parmi les systèmes les plus pollués : les teneurs en Cu dans les eaux du bassin du Sebou dépassent (dans la majorité des stations) celles enregistrées dans les eaux de la Seine [7]. Citons aussi que la teneur naturelle des eaux douces est limitée à $1.8\mu\text{g/l}$ [8] [9]; teneurs largement inférieure à celles des eaux du Sebou.

Néanmoins, de point de vue qualité, la comparaison des teneurs en Cu avec les normes marocaines qualifie les eaux de 'favorables à l'irrigation ($<200\mu\text{g/l}$). Ces eaux sont aussi 'potables' puisque les teneurs sont inférieures à la norme de potabilité (1mg/l).

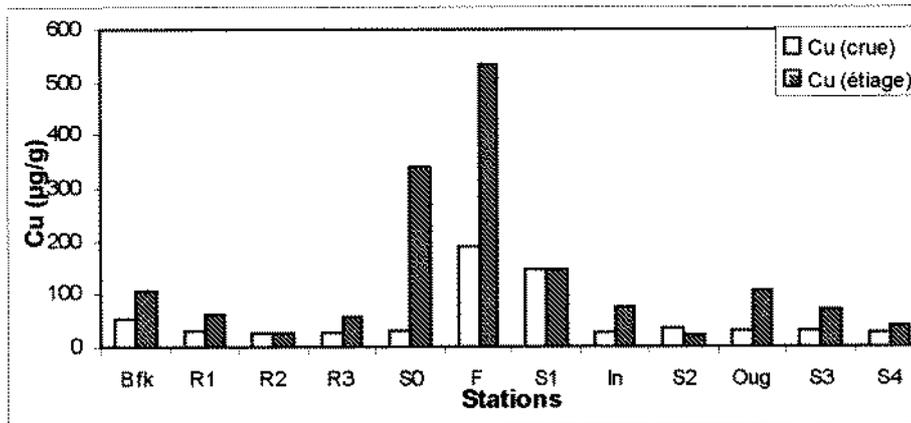


Fig. 3 : Variation spatio-temporelle des teneurs en Cu particulaire.

2- Zinc

Comme pour Cu, le maximum de Zn dissous et particulaire durant tout le cycle annuel est détecté à oued Fès (F) (fig. 4 et 5). Cependant, dans le cas de Zn, les teneurs sont plus ou moins rapprochées dans tout le bassin versant aussi bien pour la phase dissoute que pour la phase particulaire. La décroissance en aval de Fès est toujours notable. Les teneurs en période de crue sont plus importantes qu'en étiage ; ce qui impliquerait un apport naturel ou 'pédologique'.

Néanmoins, l'apport industriel et/ou domestique est dominant surtout à F, R1, et R3. En effet, Zn serait rejeté par les industries chimiques et parachimiques (plastique, métallurgie, ... ect) existant en grand nombre au niveau des villes : Fès, Menkès et S. Kacem.

De plus, le lessivage des déchets solides contribue aussi à cet enrichissement, notamment à oued Fès vue l'emplacement de la décharge. En effet, des études sur les ordures ménagères dans de nombreux pays [4] [5] ont révélé des teneurs de l'ordre de 2600mg/kg de Zn.

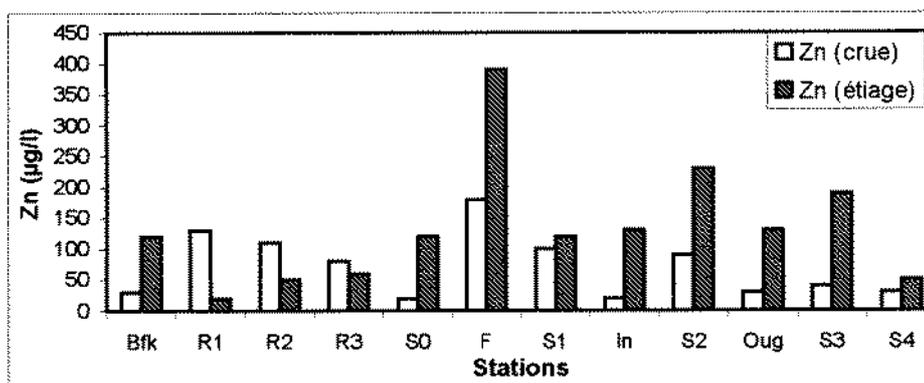


Fig. 4 : Variation spatio-temporelle des teneurs en Zn dissous.

D'autre part, les sols apportent aussi leur contribution dans l'apport en Zn ; et ce par le biais du lessivage : les sols cultivés de l'Ouergha (Oug) contiennent 56mg/kg de Zn, ceux de Bel Ksiri (S3) renferment 50mg/kg de Zn. Dans le bassin de R'dom, les analyses de sols ont révélé des teneurs de l'ordre de 40mg/kg à Bfk. Dans le moyen Sebou, les sols de l'aval de la jonction Sebou-Oued Fès (S1) contiennent 40.5mg/kg de Zn. En effet, les fertilisants utilisés sont les responsables de cet apport ; Mermut et al. [6] ont montré que les fertilisants azotés renferment jusqu'à 0.25 mg/kg de Zn, alors que ceux à base azotée-phosphatée peuvent contenir jusqu'à 83.3mg/kg de Zn. Notons à ce sujet qu'au niveau du bas Sebou, les fertilisants azotés-phosphatés sont utilisés en

grande quantité. A titre d'exemple, la quantité d'engrais utilisée dans la plaine du Gharb uniquement atteint une moyenne de 300kg/ha [10].

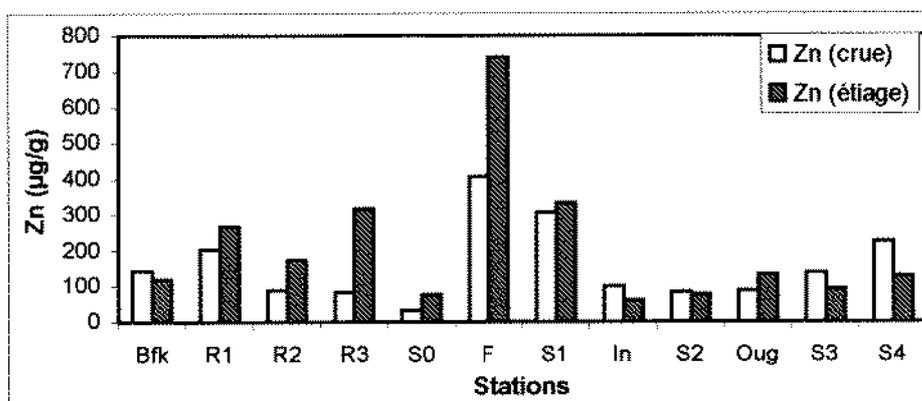


Fig. 5 : Variation spatio-temporelle des teneurs en Zn particulaire.

Ces diverses sources d'apport du métal place notre système parmi les bassins les plus pollués. En effet, les eaux du Sebou sont beaucoup plus riches en Zn que celles de la Seine [7]. Les teneurs enregistrées dépassent aussi la valeur limite des eaux douces estimée à 10µg/l [11].

Néanmoins, la comparaison des teneurs en Zn avec les normes marocaines permet de qualifier ces eaux de potables (<5mg/l) et favorables à l'irrigation (<2mg/l).

CONCLUSION

Les résultats d'analyses de Cu et Zn dans les eaux du bassin versant du Sebou ont permis de mettre en exergue une zone de pollution extrême: oued Fès où le maximum des teneurs dissoutes et particulaires a été enregistré durant tout le cycle annuel (crue et étiage).

La phase dissoute ainsi que celle particulaire présentent la même variation spatio-temporelle avec, cependant, une importance des teneurs particulaires.

Par ailleurs, une certaine différence au niveau de la variation spatiale des deux métaux est à noter, le cuivre présente un pic très apparent au niveau de l'oued Fès et une décroissance en aval très distincte alors que les teneurs en Zn sont plus ou moins importantes et rapprochées dans toutes les stations. L'origine d'apport de Cu est ainsi, en majeure partie, industriel (artisanat et textile) sans négliger la contribution des décharges et des sols (fertilisants). Par opposition, l'apport en Zn est, essentiellement, 'pédologique' (sols et fertilisants) mais, toutefois, sans mettre de côté l'influence industrielle et domestique.

La situation du bassin du sebou est donc critique. Néanmoins, la comparaison des teneurs avec les normes marocaines qualifient ces eaux de potables et favorables à l'irrigation.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Normes ISO- Environnement-qualité de l'eau. *Tome 2, méthodes chimiques*. Première édition. 1994.
- [2] H.D. Fielder, J.F., Lopez-Sanchez, R., Rubio, G., Rauret, Ph., Quevauviller, A.M., Ure et H., Muntau, *Analyst*, 1994, 119,1109-1114.
- [3] H., El Haite. *Thèse de 3ème cycle*, Univ. Moulay Ismaïl, Meknès, Maroc, 1991, p.158.
- [4] B., Berggren et S., Odén 1974. In U., Förstner et G.W.T., Wittman, *Metal pollution in aquatic environment*, ed. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, New York, 1979, p.475.

- [5] P.A., Blakeslee 1974. In B. Lothenbach, G., Furrer et R., Schulin, *Environ. Sci. technol.* **1997**, *31*, 1452-1462.
- [6] A.R., Mermut, J.C., Jain, Li Song, R. Kerrich, L., Kozak et S. Jana, *J. Environ. Qual.*, **1996**, *25*, 845-853.
- [7] Z, Idlafkih, D., Cossa et M., Meybecks, *Hydro. Ecol. Appl.*, **1995**, *T. 7, 1-2*, 127-150.
- [8] R.J., Gibbs. *Geol. Soc. Of Ammer. Bull.*, **1977**, *88*, 829-843.
- [9] E.A., Boyle, *Trace element geochemistry of the Amazone and tributaries*. Spring Meeting AGU, EOS 59, **1978**, p.276.
- [10] Projet de Protection de l'Environnement du Bassin de Sebou – Etude pour un programme d'action visant à minimiser et à contrôler l'impact des engrais et des pesticides sur l'environnement du bassin du Sebou. *Rapport synthétique*, Mai 2000, p 51.
- [11] K.H., Wedepohl, *Zinc- abundance in natural waters and in atmosphere*. In Handbook of geochemistry. Ed. Berlin, Heidelberg, **1972**, p.430.