



Evaluation des polluants métalliques dans le bassin de Martil (Maroc nord occidental). Mobilité et impact des activités anthropiques

**Ahmed RAISSOUNI¹, Mohammed RAISSOUNI¹,
Zakariyae DJEBARY TAHIRI¹, Saïda BOUZID²,
Abdelkrim EL ARRIM¹, Hassan ER-RAIOUI²**

1. Laboratoire d'Océanologie, Environnement et Risques Naturels. Département des Sciences de la Terre ; FST de Tanger. BP 416 Tanger, Maroc.
ah_raissouni@hotmail.com
2. Laboratoire de Biologie Appliquée et Sciences de l'Environnement. Département des Sciences de la Terre, FST de Tanger, BP 416 Tanger, Maroc.

Résumé :

La présente étude s'inscrit dans le cadre d'un suivi de l'évolution des variations dans le temps et dans l'espace des teneurs en éléments métalliques des eaux de surface de l'oued Martil entre deux campagnes d'échantillonnage (mai 2010 et mai 2011).

La comparaison des résultats des analyses métalliques des deux campagnes montre des variations différentes des teneurs des éléments métalliques. Ainsi la teneur en magnésium a augmenté presque 10 fois plus, ce qui met en évidence l'intensité des activités qui a provoqué cette augmentation pendant seulement une année.

Les concentrations du nickel et du plomb ont diminué en dessous des normes établies par le Projet Marocain de Valeurs Limites (CNS, 1994) et indiquent une eau de qualité moyenne à bonne, comme pour les concentrations en aluminium, en zinc et en cuivre, qui ont été diminuées par rapport à la campagne de 2010 et qui sont toujours très faibles et ne constituent pas de menace de manière générale. La concentration du cadmium a connu aussi une légère diminution mais elle reste toujours élevée dépassant la norme établie qui est de 5 µg/l, ce qui suscite une certaine inquiétude concernant cet élément et ses sources possibles.

Concernant le fer, sa concentration a été doublée, ce qui explique qu'il y a un début de contamination des eaux car les valeurs enregistrées sont comprises entre 1 et 2, indiquant une eau de qualité moyenne.

Mots clés :

Eaux superficielles – Contamination – Oued Martil – Eléments majeurs – Eléments traces – Maroc – Méditerranée

1. Introduction

Les activités domestiques et industrielles génèrent des charges polluantes importantes et diversifiées (micro-organismes, substances organiques et minérales, produits toxiques, etc.) qui affectent plus ou moins profondément la qualité des eaux fluviales et côtières.

Dans un contexte de forte croissance démographique et de développement touristique et industriel dans la région, l'objectif de notre étude est de suivre l'évolution de la qualité des eaux de surface de l'oued Martil, qui constitue le principal réceptacle des eaux usées domestiques et industrielles des centres de Tétouan et Martil, à partir de l'étude de leurs teneurs en métaux, ainsi de déterminer l'impact de ces rejets sur l'environnement fluvial. On s'est basé sur des analyses des éléments majeurs (Fe, Al, Mg) et des éléments traces (Cr, Zn, Pb, Ni, Cu et Cd) effectuées sur les eaux de surface de cinq points positionnés non aléatoirement sur le cours de l'oued Martil et ses affluents principaux. C'est une étude comparative de deux campagnes d'échantillonnage effectuées au mois de mai 2010 et au mois de mai 2011 respectivement.

2. Le secteur d'étude

Le bassin versant de Martil, qui couvre une superficie de 1170 km², se situe dans la partie nord occidentale du Maroc entre les latitudes nord 35°10' et 35°45' et les longitudes ouest 5°17' et 5°38' dans la région Tanger-Tétouan. La zone d'étude s'étend sur une aire géographique caractérisée par un paysage essentiellement montagneux à topographie accidentée à l'exception de certaines zones à relief peu élevé et de la plaine de Martil. Toutefois, l'ossature montagneuse est interrompue localement par des bassins intérieurs, des couloirs et des vallées où la topographie est plutôt de type collinaire ou semi plane.

La climatologie de la région comporte une diversité comparable à celle du relief. Mais en général, l'existence de deux saisons différentes, une saison pluvieuse et humide du mois d'Octobre au mois d'Avril et une autre sèche du mois de Mai au mois de Septembre, permet de classer la zone parmi les régions à climat de type méditerranéen.

De point de vue hydrologique, les trois quarts des oueds de ce bassin passent par la cluse de Tétouan, le cours d'eau principal reçoit ces eaux de trois grands affluents puis il traverse la ville avant de se déverser dans la Méditerranée au niveau du centre de la ville de Martil avec un débit minimal en périodes d'étiage de 0,23 m³/s.

De point de vue géologique, le bassin est localisé dans la partie occidentale de la chaîne montagneuse du Rif. Ce dernier appartient à la terminaison occidentale de la chaîne alpine péri-méditerranéenne. La bande orientale du bassin est constituée au Nord, par des terrains anciens métamorphiques (micaschistes, gneiss, péridotites, ...) appartenant à l'unité des Sebtides et de roches paléozoïques (grès micacés, pélites et calcaires noirs) vers l'extérieur au Sud qui forment les unités Ghomarides (DURAND DELGA, 1960, 1962, 1963 ; CHALOUAN, 1986), auxquels sont adossées les écaillés plus consistantes du secondaire et tertiaire de la chaîne calcaire et qui prennent place en une bande

continue de long de part et d'autre de la cluse de Tétouan. Cette ossature appartient au domaine interne. A l'ouest, se développent des dépôts détritiques, alternance de bancs de grès et de pélites à épaisseurs variables horizontalement et verticalement, et qui appartiennent au domaine des nappes de flyschs représenté dans le bassin essentiellement par la nappe de Bni Ider. Ces différentes nappes d'âge alpin et à origine tectonique reposent sur l'unité de Tanger essentiellement marno-argileuse. Les formations post-nappes plio-quadernaires sont représentées par des dépôts fluviaux essentiellement limoneux et argileux et de terrasses quadernaires composées essentiellement de grès, de sables et de limons.

Les sols de la région sont représentés essentiellement par des sols peu évolués occupant surtout les zones de basse altitude, des sols calcimagnésiques, des sols à sesquioxydes de fer et de manganèse, des sols brunifiés, des sols minéraux bruts ainsi que des complexes des différents types de sols (SANOUSI MANZO, 2011).

Ces sols sont généralement occupés par des terrains agricoles dans les plaines alluviales et les basses altitudes. Les terrains d'altitudes moyennes et de reliefs non accidentés sont généralement occupés par des pratiques culturelles traditionnelles et relativement limitées. Les zones hautes sont occupées par une couverture forestière relativement dense. Le reste représente des terrains nus ou à faible couvert végétal.

De point de vue démographique, les deux centres urbains principaux de ce bassin versant sont les villes de Tétouan et de Martil. Tétouan connaît une forte croissance démographique alors que Martil est une station balnéaire dont la population augmente considérablement pendant la saison estivale. La province de Tétouan compte plus de 534.000 habitants en 2006 dont 143.412 en milieu rural, avec une augmentation de 30% en nombre de ménages entre 1994 et 2004 (D.R.T.T., 2008).

Les statistiques émanant du Ministère du Commerce et de l'Industrie font apparaître un relatif accroissement de l'industrie caractérisé par une certaine diversité. Le nombre d'unités industrielles recensées en 2005 (enquête annuelle sur les industries de transformation) s'élève à 261, réparties comme suit : 83 unités d'industrie agro-alimentaire (32%), 20 unités d'industrie textiles et de cuir (8%), 97 unités de chimie et parachimie (37%), 56 unités d'industrie métallique et mécanique (21%) et 5 unités d'industrie électrique et électronique (2%).

3. Matériels et méthodes

Le choix des points a été basé d'abord sur la notion amont – aval et sur la position des principaux rejets (figure 1).

L'échantillonnage a été fait en utilisant des bouteilles en plastique, préalablement préparées (acide nitrique 1/10 pendant 24h, acide nitrique 1/3 et rinçage avec de l'eau distillé trois fois). Au moment d'échantillonnage, les bouteilles ont été rincées trois fois avec de l'eau de l'oued avant le prélèvement. Pour les éléments métalliques, les échantillons ont été prélevés dans des flacons de 100 ml et fixés directement après le

prélèvement avec de l'acide nitrique (1 ml/l). On a également effectué un processus de filtration afin de supprimer toute suspension susceptible de contenir des contaminants organiques hydrophobes. Les échantillons ont été ensuite transportés au laboratoire dans une glacière à 4°C et ils ont été transportés au Centre Nationale de Recherche Scientifique et Technique (CNRST) à Rabat pour les analyser par la méthode d'ICP.

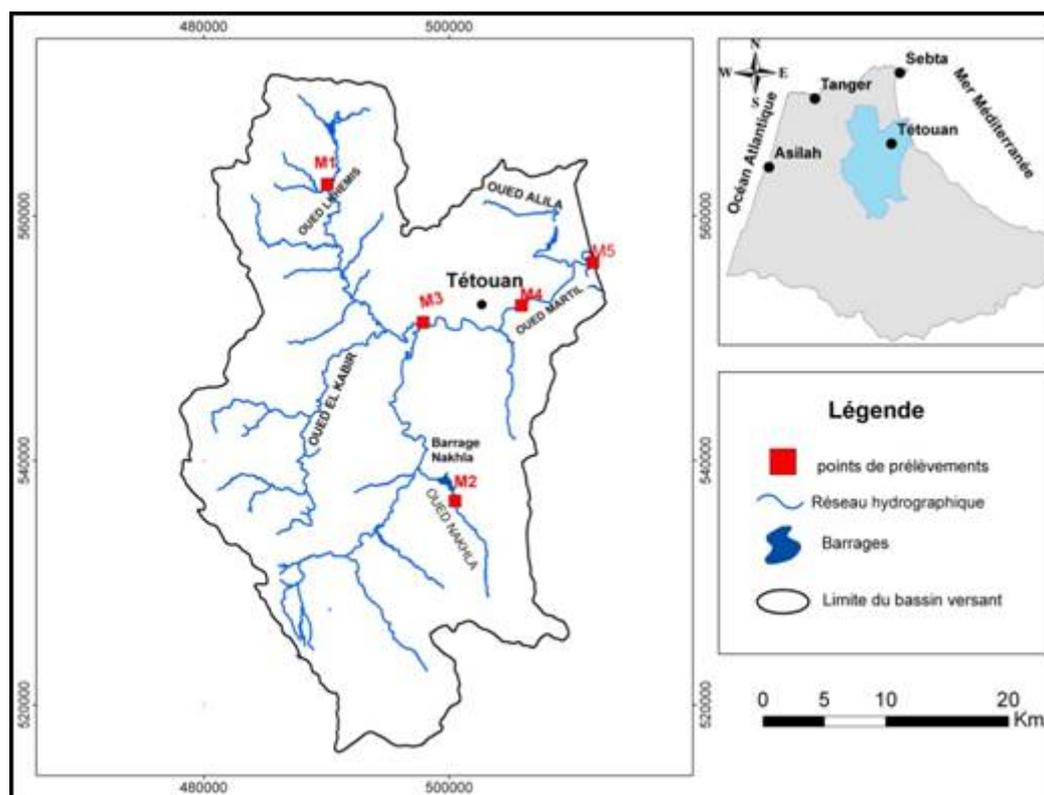


Figure 1. Localisation des points choisis pour le prélèvement.

4. Résultats et discussions (tableau 1)

Le magnésium a des concentrations très élevées, dépassant beaucoup les normes établies (1 mg/l), avec un maximum de 153,992 mg/l enregistré à l'embouchure de l'oued. Ce pic de magnésium, même s'il reste toujours un point d'interrogation, pourrait être attribué d'une part aux rejets de différentes activités urbaines et industrielles qui se rassemblent en aval et d'autre part, au lessivage des sols calci-magnésiques et des sols à sesquioxides de fer et de manganèse occupant de vastes parties du bassin versant.

Pour l'aluminium et le fer, ils affichent des concentrations qui augmentent en allant de l'amont du bassin vers l'aval, (1,534 mg/l) en aval pour le fer, et 0,573 mg/l pour l'Al. L'étude des relations entre ces deux éléments métalliques a fait apparaitre une corrélation positive ce qui permet de conclure qu'ils ont une origine commune, attribué aux déchets d'utilisation d'aluminium et de fer et les diverses activités industrielles présentes dans la zone.

Concernant les éléments traces, les concentrations en cadmium, dépassent les normes établies, (>5 µg/l) presque dans tous les points. En effet, ce métal, provient des effluents industriels, des eaux usées domestiques, aussi des industries des alliages métalliques. Dans la nature, le Cd est l'un des rares éléments de la biosphère. Sa concentration moyenne dans la croûte terrestre est de l'ordre de 0,15 µg/g (LEVESQUE, 1980).

Les concentrations en chrome, zinc et en cuivre sont très faibles, ils ne constituent pas de menace de manière général. Pour le chrome, les concentrations sont très faibles. Dans les eaux des rivières et des lacs, la concentration du chrome est comprise entre 1 et 10 µg/l, alors que dans les mers et les océans, elle n'atteint pas 0,5 µg/l. Les eaux destinées à la consommation contiennent entre 1 et 40 µg/l (BLINDA, 2007). Les minerais de chrome sont utilisés essentiellement par l'industrie métallurgique, l'industrie des pierres réfractaires et l'industrie chimique, constituent les principales sources de pollution des eaux continentales par le Cr.

Bien qu'inférieures aux normes admises, les concentrations en plomb enregistrées sont plus élevées que celles du Cr, Zn et Cu au niveau de l'ensemble des sites étudiés. Les résultats montrent également que les variations spatio-temporelles sont irrégulières, ce qui rend difficile l'interprétation des tendances.

Le nickel et le plomb en concentration dans la zone affichent des valeurs qui ne dépassent pas les normes (50 µg/l).

Tableau I. Résultats des analyses des éléments métalliques dans les eaux superficielles de l'oued Martil (mg/l).

| | <i>Cette étude</i> | | | | | <i>RAISSOUNI (2010)</i> |
|-----------|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------------------|
| | <i>M1</i> | <i>M2</i> | <i>M3</i> | <i>M4</i> | <i>M5</i> | <i>Martil</i> |
| <i>Al</i> | 0,087 | 0,115 | 0,142 | 0,097 | 0,537 | 0,694-1,026 |
| <i>Fe</i> | 0,113 | 0,064 | 0,163 | 0,268 | 1,534 | 0,083-0,516 |
| <i>Mg</i> | 25,755 | 18,039 | 24,292 | 24,69 | 153,992 | 16,326- 240,833 |
| <i>Pb</i> | 0,017 | 0,015 | ≤ 0,004 | 0,007 | 0,016 | 0,008- 0,14 |
| <i>Cd</i> | 0,006 | 0,005 | 0,006 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| <i>Cr</i> | ≤ 0,002 | ≤ 0,002 | ≤ 0,002 | ≤ 0,002 | ≤ 0,002 | 0,001- 0,002 |
| <i>Zn</i> | ≤ 0,002 | 0,004 | ≤ 0,002 | 0,003 | 0,003 | 0,001- 0,053 |
| <i>Ni</i> | 0,015 | 0,015 | 0,022 | 0,015 | 0,017 | 0,002- 0,105 |
| <i>Cu</i> | ≤ 0,002 | ≤ 0,002 | ≤ 0,002 | ≤ 0,002 | ≤ 0,002 | 0,008 - 0,02 |

5. Conclusion

L'Oued Martil montre une qualité bonne à moyenne en amont de la ville de Tétouan, à l'instar des autres oueds de la région ; mais en aval de cette grande ville, il devient très dégradé par les rejets urbains et industriels, qu'il véhicule sans traitement jusqu'à la mer.

Si les concentrations enregistrées n'incitent pas à des inquiétudes immédiates et ne peuvent pas être à l'origine de toxicité aiguë, il faudra souligner que le risque écotoxicologique réside dans le caractère cumulatif des métaux lourds qui interviennent dans des phénomènes de bioaccumulation et de bioamplification.

6. Références bibliographiques

- BLINDA M. (2007). *Pollution tellurique du littoral nord-ouest du Maroc entre Tanger et Tétouan : caractérisation, impact sur l'environnement et proposition de solutions*. Thèse de Doctorat, Univ. Mohammed V, Rabat, Maroc, 194 p.
- CHALOUAN A. (1986). *Les nappes ghomarides (Rif septentrional, Maroc): Un terrain varisque dans la chaîne alpine*. Thèse d'Etat, Univ. Strasbourg, 317 p.
- CNS -Comité Normes et Standards- (1994). *Projet marocain de valeurs limites générales de rejets directs industriels*. Ministère de l'environnement du Maroc. Rabat.
- D.R.T.T. -Direction Régionale de Tanger Tétouan- (2008). *Monographie de la région Tanger-Tétouan*. Rapport du Haut Commissariat au Plan du Maroc, 178 p.
- DURAND DELGA M. 1960. *Sur l'origine ultra-rifaine de certaines nappes du Rif septentrional*. C. R. Somm. Soc. Géol. France., Vol. 2, pp 22-23.
- DURAND DELGA M., 1962. *Données actuelles sur la structure du Rif*. Mém. h. sér. Soc. géol. Fr., I, pp 399-422
- DURAND-DELGA M. 1963. *Essai sur la structure des domaines émergés autour de la Méditerranée occidentale*. Geol. Rundsch., Stuttgart, 53, pp 534-535.
- LEVESQUE L. (1980). *Les rejets d'eaux chaudes des centrales thermiques. I : Etudes sur sites des effets sur la vie aquatique*. Association Française pour l'Etude des Eaux, Paris, 177 p.
- RAISSOUNI M. (2010). *Etude géochimique et métallique des eaux des principaux oueds débouchant dans la méditerranée occidentale marocaine*. Mémoire de Master, Tanger, Maroc, 80 p.
- SANOUSI MANZO L.M. (2011). *Utilisation de la géomatique pour la contribution à la cartographie des sols de la région de Tétouan*. Mémoire IAV Hassan II. 198 p.