

Metallic pollution of ground water in Tyikomiyne town (Eastern Morocco). Pollution métallique des eaux souterraines de Tyikomiyne (Maroc oriental)

H. Taouil¹, A. El Assyry^{2}, S. Ibn Ahmed¹*

(¹) Laboratoire de Synthèse Organique et Procédés d'Extraction, Université Ibn Tofail, Département de Chimie, BP 133, 14000 Kénitra, Maroc.

(²) Laboratoire d'Optoélectronique et de Physico-chimie des Matériaux, Université Ibn Tofail, Département de Physique, B.P. 133, Kénitra, Maroc.

**Corresponding author. E-mail: abdeslam_elassyry@yahoo.fr*

Received 14 May 2014, Revised 02 June 2014, Accepted 06 June 2014.

Abstract

Nine sources of the Tyikomiyne region of the Talsint municipality of oriental Morocco were analyzed for their metal content. They all exceeded the Moroccan standards of drinkability for lead and nickel, probably because of the geologic nature of the crossed grounds. The contents in Zn, Al and Fe were lower than the standards fixed for food and irrigation.

Keywords: *Lead, Nickel, Ground water, Tyikomiyne, Morocco*

Résumé

Neuf sources de la région Tyikomiyne de la commune de Talsint de la côte orientale du Maroc ont été analysées pour leur teneur en éléments-traces métalliques. Elles dépassent toutes les normes de potabilité marocaines pour le plomb et le nickel, probablement à cause de la nature géologique des terrains traversés. Les teneurs en Zn, Al et Fe sont inférieures aux normes fixées pour l'alimentation et l'irrigation.

Mots clés : *Plomb, Nickel, Eau souterraine. Tyikomiyne, Maroc*

1. Introduction

Le centre de Talsint est le chef lieu de la commune rurale de Talsint, relevant de caïdat du même nom et du cercle de Beni-Tadjit, qui fait partie de la province de Figuig, région du Maroc oriental [1]. La pluviométrie annuelle moyenne se situait autour de 244,9 mm pour la période 1983/2007 et de 500 mm pour la période 2008/2010, avec d'importants écarts interannuels, avec des extrêmes de 61 mm en 1998/99 et 684,5 mm en 2009/2010. La région se caractérise par des ambiances présahariennes et sahariennes. Les températures sont élevées en été et très froides en hiver. La moyenne des minimas du mois le plus froid (janvier) est de -5°C et celle des maximas du mois le plus chaud (juillet) de 47°C. Le centre de Talsint au versant sud du haut Atlas appartient au bassin de Guir qui renferme de nombreuses

nappes phréatiques discontinues et des nappes profondes [1]. La région de Talsint est un centre économique et une destinée appréciée des populations rurales dont une partie est nomade. L'exode rural renforce son développement démographique.

Dans la zone de Tyikomiyne (6 habitants), on utilise les eaux de sources et de puits pour la consommation et l'irrigation. Mais la nature géologique du sol de la région risque d'entraîner une contamination métallique par des éléments-traces métalliques, plus particulièrement le plomb, le zinc et le cuivre, qui peuvent migrer et atteindre les eaux souterraines, s'accumuler dans la chaîne alimentaire et présenter des risques pour la santé humaine [2, 3]. Un diagnostic complet de la situation actuelle de la pollution métallique et un suivi rigoureux de son évolution sont nécessaires pour juger de la qualité de ces eaux et de son impact sur l'environnement. Dans ce travail, nous avons analysé la teneur en éléments-traces métalliques des eaux de source de Tyikomiyne qui n'ont à notre connaissance jamais été étudiées.

2. Matériel et méthodes

La zone de Tyikomiyne est limitée par le douar [village] Ezzaouia au sud, le quartier Affia au nord, la route régionale RP601 vers 'Beni-Tadjit à l'ouest et Jbal Alaajra à l'est. Neuf sources ont été retenues sur la zone d'étude (Figure 1) : Annakhla (S1), Aghram (S2), Almou (S3), Albour (S4), Akboub (S5), Moulay abdeallah (S6), Ouali oumoussa (S7), Moulay abdeallah (S8), l'Oued (S9).

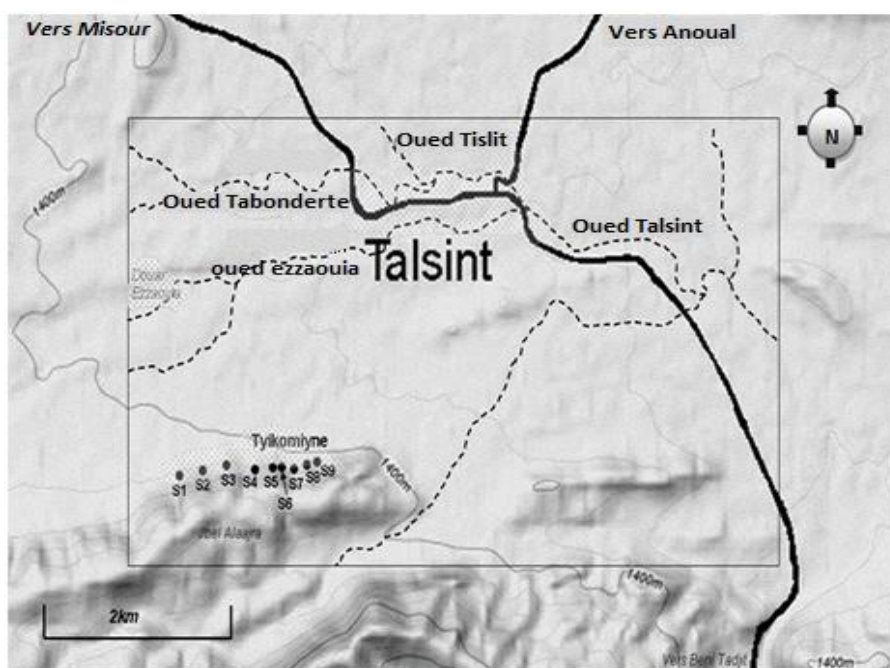


Fig. 1: Situation géographique des sources étudiées S1 à S9, qui sont de gauche à droite les sources Annakhla, Aghram, Almou, Albour, Akboub, Moulay abdeallah, Ouali oumoussa, Moulay abdeallah et l'Oued

Ces sources sont des résurgences naturelles alimentées par le jbel [montagne] Alaajra. À notre connaissance, on ne peut pas avoir une pollution en amont de ces sources. Les prélèvements ont été effectués en 2011 au cours de deux campagnes sur la même année pendant une période d'étiage (mai 2011). Les échantillons ont été stockés dans des flacons en polyéthylène lavés soigneusement au préalable par une solution légèrement acidifiée à l'acide nitrique, puis rincés plusieurs fois à l'eau

distillée [4]. Les échantillons ont été traités sur le terrain avec HNO_3 ultra pur puis acheminés dans une glacière en moins de 48 h au Laboratoire du Centre national des recherches scientifiques et techniques (CNRST) Maroc.

Les concentrations en Zn, Ni, Pb, Al, Fe, Mn, Cd et Cu ont été mesurées par spectrométrie par torche à plasma avec détection par spectrométrie de masse (ICP-MS, Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry). Les essais ont été répétés deux fois, soit donc deux mesures pour un même échantillon dans les conditions suivantes : colonne IonPac AS19 4 x 250 mm, éluant KOH à 1 ml/min, 25 μl injectés, détection par un suppresseur ASRS de 4 mm, cellule de conductimétrie.

3. Results

Les concentrations en zinc de tous les échantillons sont comprises entre 10 (S4) et 89 $\mu\text{g/l}$ (S5) et satisfont donc largement les normes de potabilité tunisienne et marocaines et d'irrigation (Tableau 1).

Tableau 1: Concentrations moyennes en $\mu\text{g/l}$ de huit éléments-traces métalliques dans les eaux de neuf sources de la zone de Tyikomyne en période d'été.

Source	Zn	Ni	Pb	Al	Fe	Mn	Cd	Cu
S1	40	23	40	254	100	23	<2	<2
S2	16	24	42	64	2	<2	<2	<2
S3	13	22	40	171	75	6	<2	<2
S4	10	23	54	236	26	<2	<2	<2
S5	89	24	41	177	4	<2	<2	<2
S6	26	22	39	114	7	<2	<2	<2
S7	19	22	52	99	9	<2	<2	<2
S8	50	23	38	364	267	< 2	<2	<2
S9	24	23	60	152	6	< 2	<2	<2
Moyenne S1 à S9	32	23	45	181	55	< 5	<2	<2
Norme eau potable	-							
marocaine	3000	20	25	1000	300	500	3	2000
tunisienne	1000	20	50	2000	1000	500	5	1000
européenne	5000	50	50	200	200	50	5	1000
Norme eau irrigation								
marocaine	2000	200	5000	5000	5000	200	200	2mg/l

Les concentrations en nickel fluctuent autour de 22 $\mu\text{g/l}$ et sont toutes supérieures à la norme de potabilité (20 $\mu\text{g/l}$), mais inférieures à la norme marocaine des eaux favorables à l'irrigation (0,2 mg/l). Le plomb est abondant pour toutes les sources et dépasse les normes de potabilité. Le maximum est enregistré pour S9 (60 $\mu\text{g/l}$). Les teneurs dépassent largement les teneurs moyennes des eaux naturelles douces non contaminées de 0,2 $\mu\text{g/l}$ [5]. Cependant, elles sont inférieures à la teneur limite de 5 mg/l pour l'irrigation.

Les concentrations en aluminium sont comprises entre 64 (S2) et 364 $\mu\text{g/l}$ (S8) et sont inférieures à la norme de potabilité marocaine (1 mg/l) et largement inférieures à la valeur limite des eaux favorables à

l'irrigation (5 mg/l). Les teneurs en fer oscillent de 2 à 267 µg/l et sont toutes inférieures aux normes de potabilité tunisienne et marocaine. La concentration de S8 (267 µg/l) dépasse la norme européenne (200 µg/l). Pour S1, S3 et S8, les teneurs dépassent la valeur naturelle des eaux douces (< 30 µg/l) [6]. Cependant, toutes les sources satisfont la norme marocaine (5 mg/l) pour l'irrigation. Selon la grille des eaux de surface et les normes marocaines, ces eaux sont considérées comme faisant partie de la classe excellente (< 500 µg/l). Le manganèse atteint 23 µg/l pour S1, 6 µg/l pour S3 et est inférieur ou égal à 2 µg/l pour les autres sources. Ces teneurs sont toutes largement inférieures aux valeurs limites des eaux destinées à la production de l'eau et à l'irrigation. Les teneurs en cuivre et cadmium sont très faibles.

4. Discussion et Conclusion

Le zinc est un constituant majeur des ordures ménagères. Il constitue 44 à 47 % des piles et des accumulateurs, 12 à 13 % des produits non ferreux, 11 à 13 % des caoutchoucs, 8 à 9 % des papiers-cartons [7]. Les localités étudiées ne disposent d'aucune décharge contrôlée ou sauvage de déchets solides mais les rejets de ce genre de métal ne sont pas fréquents. Les concentrations sont largement inférieures aux normes de potabilité.

Le nickel donne à de nombreux alliages des caractéristiques mécaniques et de résistance à la corrosion [8, 9]. Il entre dans la fabrication d'éléments de batteries. Les principales sources anthropiques de nickel sont le traitement de minerais, la combustion des fossiles ainsi que les traitements de surface, particulièrement le nickelage chimique, utilisé en artisanat. Certaines de ces sources rejettent le nickel dans les nappes d'eaux, d'autres dans l'atmosphère à partir de laquelle il regagne les systèmes aquatiques par les précipitations [10]. Les résultats obtenus peuvent être expliqués par la nature géologique des sols de la région étudiée. Ainsi nous avons observé [11] une concentration en nickel élevée dans les eaux de l'oued Tislit-Talssint au niveau de la station témoin S0.

Le plomb est une substance toxique qui s'accumule dans les squelettes de l'homme et des animaux. L'homme n'en absorbe toutefois que de petites quantités [8, 9]. Le plomb constitue l'un des métaux les plus dangereux pour les organismes aquatiques ; les composés solubles sont plus toxiques pour les poissons que les non solubles [12]. Une concentration de 0,5 mg/l dans une rivière minière du pays de Galles a entraîné la disparition de toutes les espèces de poissons en quelques années [13-15]. L'origine de la pollution par cet élément pourrait être anthropique et naturelle, en accord avec d'autres auteurs [16-18]. Le plateau de cette région contient en effet plusieurs vieilles mines de plomb non à ciel ouvert qui, même épuisées, peuvent contribuer à la pollution quand elles sont lessivées par les eaux.

L'anomalie constatée au niveau de la station 8 pour le fer peut être attribuée à une origine naturelle ou anthropique. La pollution pourrait provenir des oueds Tislit-Talsint contaminés par l'élément fer [19].

Les eaux des sources sont d'une qualité moyenne avec une certaine hétérogénéité dans leur concentration métallique. Les teneurs en manganèse, cuivre et cadmium ne sont pas susceptibles de perturber l'équilibre écologique ou de porter atteinte à la qualité de vie et la santé des riverains. Les concentrations en Zn, Al et Fe analysés en période d'étiage sont inférieures aux normes fixées pour la consommation humaine. Mais les teneurs en plomb et nickel dépassent les normes de potabilité. Elles sont donc impropres à la consommation humaine. Néanmoins, toutes les sources étudiées sont propices à l'irrigation.

L'origine de la contamination métallique par le nickel et le plomb semble liée à la nature géologique des sols. La proximité des eaux contaminées de l'oued Tislit-Talsint [16], pourrait aussi entraîner une pollution des nappes souterraines et avoir une influence sur les eaux des sources étudiées.

Acknowledgements

Thanks are due to the National Centre of Scientific and Technical Research (CNRST)-Morocco.

References

- [1] ONEP (Office National de l'Eau Potable), Direction Régionale de l'Oriental ; étude d'assainissement du centre de Talsint et quartiers périphériques (province de Figuig). Rapport provisoire Aout 2007.
- [2] B. Jourdan, P. Piantone, C. Lerouge, D. Guyonnet, Atténuation des métaux à l'aval de sites de stockage de déchets - Synthèse bibliographique, *BRGM*, (2005) 110 p.
- [3] L. Kengni, P. Tematio, K. Filali Rharrassi, J. Tepoule Ngueke, E.I. Tsafack, T.L. Mboumi, S. Mounier, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 6(4) (2012) 1838-1853.
- [4] AFNOR, (1972). Échantillonnage. Précaution à prendre pour effectuer, conserver et traiter les prélèvements. T90-100
- [5] Z. Idlafkih, D. Cossa, M. Meybeck, *Hydroécol. Appl.*, 7(1-2) (1995) 127-150.
- [6] V.C. Kennedy, G.W. Zellweger, B.F. Jones, *Water Resour. Res.*, 10(4) (1974) 785-790.
- [7] P. Rousseaux, A. Navarro, P. Vermande, *Tribune Eau*, 42(5) (1990) 17-25.
- [8] H. Benbouih, H. Nassali, M. Leblans, A. Srhiri, *Afrique Sciences*, 1(1) (2005) 109-125.
- [9] H. Ben Bouih, MZ. Benabdellah, A. Srhiri, *Africa. Geosc. Rev.*, 6 (1999) 283-289.
- [10] M. El morhit, M. Fekhaoui, A. Serghini, S. El blidi, A. El abidi, R. Bennaakam, A. Yahyaoui, M. Jbilou, *bulletin de l'institut scientifique*, 30 (2008) 39-47.
- [11] H. Taouil, S. Ibn Ahmed, N. Hajjaji, A. Srhiri, *Sci. Lib.*, 4 (120111) (2012) 11 p.
- [12] L. Levesque, Rapport n°3, Les micropolluants minéraux dans les eaux superficielles continentales, *AFEE (Association Française pour l'Étude des Eaux)*, Ed. 1985.
- [13] A. Poirrel, F. Lauters and B. Desaint, *Hydroécol. Appl.*, 16 (2008) 191-213.
- [14] M. Khalanski, G. Carrel, B. Desaint, J.F. Fruget, J.M. Olivier, A. Poirrel, Y. Souchon, *Hydroécol. Appl.*, 16 (2008) 53-108.
- [15] H. Taouil, S. Ibn Ahmed, A. El Assyry, N. Hajjaji, A. Srhiri, [*J. Mater. Envir. Sc.*](#), 5(1) (2014) 177-182.
- [16] A. Ouzair, A. Lebkiri, D. Belghyti, M. Fadli, E.H. Rifi, E.M. Hbaiz, E.M. Ouïhman, M. Lebkiri, *Sci. Lib.*, 3 (110403) (2011) 15 p.
- [17] H. Taouil, S. Ibn Ahmed, A. El Assyry, N. Hajjaji, A. Srhiri, [*J. Mater. Envir. Sc.*](#), 4(4) (2013) 502-509.
- [18] H. Taouil, S. Ibn Ahmed, A. El Assyry, N. Hajjaji, A. Srhiri, F. Elomari, A. Daagare, *Int. J. Agric. Policy. Res.*, 1(5) (2013) 150-155.
- [19] H. Taouil, S. Ibn Ahmed, N. Hajjaji, A. Srhiri, *Sci. Lib.*, 4 (120301) (2012) 11 p.