

CONTRIBUTION DES METHODES MAGNETIQUES A L'ETUDE DE LA POLLUTION METALLIQUE DES SOLS DE LA REGION DE BOUCAID (TISSEMSILT), ALGERIE.

Attoucheik Lynda¹, Bayou Boualem², Abdelhak Boutaleb¹

¹Département de géologie, /Laboratoire de Métallogénie et Magmatisme de l'Algérie - FSTGAT -USTHB

² Centre de Recherche en Astronomie, Astrophysique et Géophysique (C.R.A.A.G), Bouzaréah, Alger.

ABSTRACT

Le massif de Boucaid (Tissemsilt) renferme une ancienne mine de Zn-Pb qui a été exploitée depuis plus d'un siècle. Les éléments traces métalliques (ETMs) qui ont résultent se trouvent en grande quantité dans les sols environnant le site d'étude, provoquant ainsi une pollution métallique très importante.

Une étude des paramètres magnétiques et géochimiques a été menée sur des échantillons du site. L'objectif de cette étude étant de diagnostiquer l'ampleur de la pollution et de trouver une corrélation entre ces différents paramètres. En effet nous avons pu mettre en évidence la présence d'une pollution qui dépasse les seuils admis. En outre, une tentative de corrélation entre paramètres magnétique et géochimique a été entreprise. Usant de la minéralogie magnétique, nous avons montré que la magnétite peut être considérée comme un traceur minéralogique, reflétant la présence de la pollution métallique importante dans les sols de la région d'étude.

Mots clés : pollution métallique, paramètres magnétiques, magnétite, sols, Pb-Zn, Boucaïd.

1. Introduction

La détection de la pollution métallique des sols devient de plus en plus importante. La mesure des paramètres magnétiques est une technique simple, qui permet l'évaluation de la pollution anthropique, spécialement la pollution par les métaux lourds (Oldfield et al, 1979 Djerrab et al. 2007).

Les études antérieures (Georgeaud et al, 1997, Panaiotu et al. 2005) indiquent qu'il y a probablement une relation entre les paramètres magnétiques et la pollution métallique type Fe, Zn et Pb.

Dans cette étude, nous nous sommes intéressés à vérifier cette relation pour permettre d'évaluer les risques environnementaux.

2. Matériels et Méthodes.

2.1 Étude de site et prélèvement.

L'unité minière de Boucaïd est située à 250 km au sud ouest d'Alger dans la wilaya de Tissemsilt. La source principale de la pollution réside dans les rejets métalliques, issus particulièrement de l'ancienne mine de Pb-Zn. Les sols ont accumulé au cours des années d'exploitation une charge importante en métaux lourds particulièrement en (Zn-Pb).

Pour évaluer la charge polluante en (Pb-Zn), nous avons effectué des analyses géochimiques sur quarante neuf (49) échantillons de sol de Boucaïd dans un premier temps. Pour les mêmes échantillons les paramètres magnétiques ont été mesurés, en plus de la mesure de la susceptibilité magnétique in situ au site de prélèvement afin de les corréler avec les résultats des analyses géochimiques.

L'échantillonnage, a été fait suivant plusieurs profils (six) d'environ 3km de direction NW-SE, avec un intervalle de 200m. L'analyse chimique est effectuée par l'absorption atomique, qui est la méthode la plus adéquate pour la détection des métaux lourds (Pb, Zn).

L'analyse magnétique a consisté en la mesure de la susceptibilité magnétique in situ, avec un susceptibilimètre model MS2 'Bartington' de sensibilité 2×10^{-6} SI. En outre elle est mesurée au laboratoire en basse et haute fréquence. Les mesures magnétiques in situ ont été réalisées selon des profils (six) de 3 km, espacés de 100m, et avec des intervalles de 20 à 30m entre stations de mesure.

3. RESULTATS

3.1. Répartition géochimique spatiale de Zn et Pb dans les sols de Boucaid.

Pour suivre l'évolution des éléments Zn et Pb dans les sols de la région d'étude, des cartes de distribution géochimique spatiale ont été établies pour chaque élément. (fig.1. a et b).

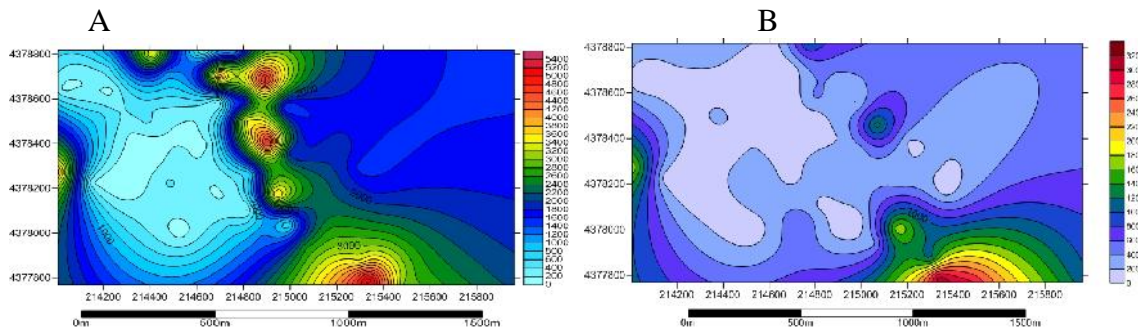


Fig.1 : Carte de répartition spatiale des teneurs en Zn (A) et Pb (B) dans la région d'étude.

A partir des deux cartes on remarque ce qui suit :

- on enregistre des fortes concentrations (3000-6000 ppm) pour le zinc partant de la source de pollution (mine) et se prolongeant suivant la direction NW-SE. Les valeurs modérées (1200-2200 ppm) se localisent du côté Est, par contre les faibles valeurs (0-800 ppm) se localisent du côté Ouest du terrain.
- pour le plomb, on enregistre des fortes teneurs (2200-3200 ppm) à proximité de la source de pollution (mine), les valeurs intermédiaires (600-2000 ppm) se localisent du côté Est du terrain, alors que les faibles valeurs (0-600 ppm) se concentrent du côté Ouest de terrain.

Cette distribution spatiale de Zn-Pb s'explique par la présence d'une pente qui est très forte du côté Ouest provoquant un transport vers l'aval (coté Est du terrain d'étude) des deux éléments métalliques. En outre il y'a une homogénéité spatiale dans la distribution pour les deux éléments.

3.2. Représentation spatiale de la susceptibilité magnétique.

La carte ci-dessus montre ce qui suit :

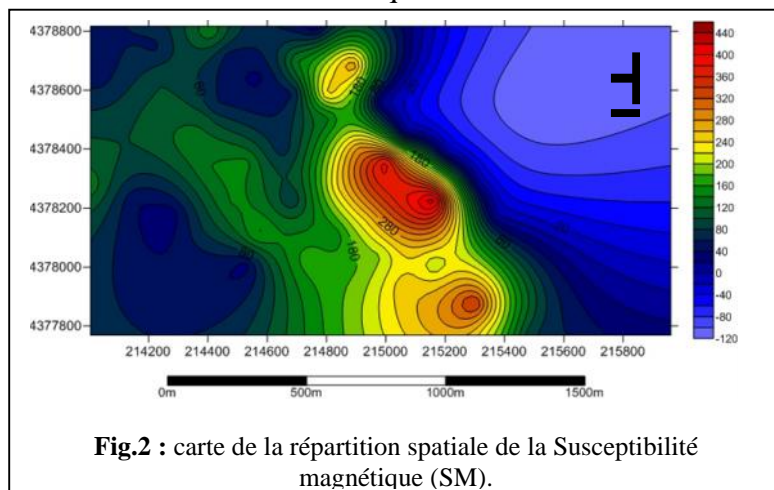
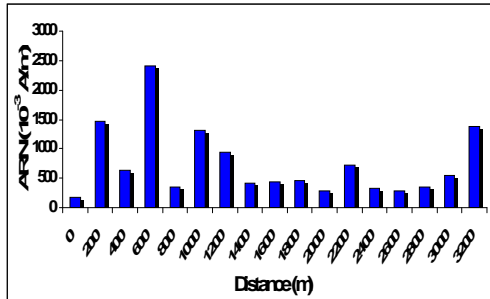


Fig.2 : carte de la répartition spatiale de la Susceptibilité magnétique (SM).

Les valeurs de susceptibilité magnétique s'étalent sur un intervalle allant du diamagnétisme (valeurs négatives) vers le paramagnétisme et le ferrimagnétisme (valeurs positives) (Richter et al. 1994). On constate que la direction des anomalies qui correspond avec le NW-SE épouse parfaitement

la direction des anomalies de concentration des éléments Zn-Pb (Fig. 2) Les éléments ferromagnétiques se localisent beaucoup plus au centre du terrain d'étude (Benech, 2000 ; Thiesson, 2007).

3.3. Aimantation rémanente naturelle (ARN).



La distribution des intensités des ARN (Fig. 3), reflet du ferromagnétisme) varie en fonction de l'éloignement de la source de pollution (mine). De façon générale, les valeurs de l'ARN diminuent selon la distance tout en remarquant des augmentations locales importantes représentées par les échantillons (10, 12, 28, 26, 21 et 24), cela est du probablement à l'augmentation de ses concentrations dans les rejets après extraction de Pb-Zn.

Fig3 : Histogramme des Aimantation Rémanente Naturelle.

3.4. Aimantation Rémanente Isotherme et courbe thermomagnétique.

L'analyse des courbes de l'ARI montre des saturations à faible champ magnétique (Fig. 4a). Ces saturations sont compatibles avec les aimantations de saturation des minéraux magnétiques type magnétite ($\text{-Fe}_3\text{O}_4$) ou maghémite ($\text{-Fe}_2\text{O}_3$). Ces résultats sont en bon accord avec les conclusions obtenues à partir des courbes thermomagnétiques. En effet ces dernières montrent des températures de Curie de 580°C compatible avec un minéral type magnétite (Fig. 4b).

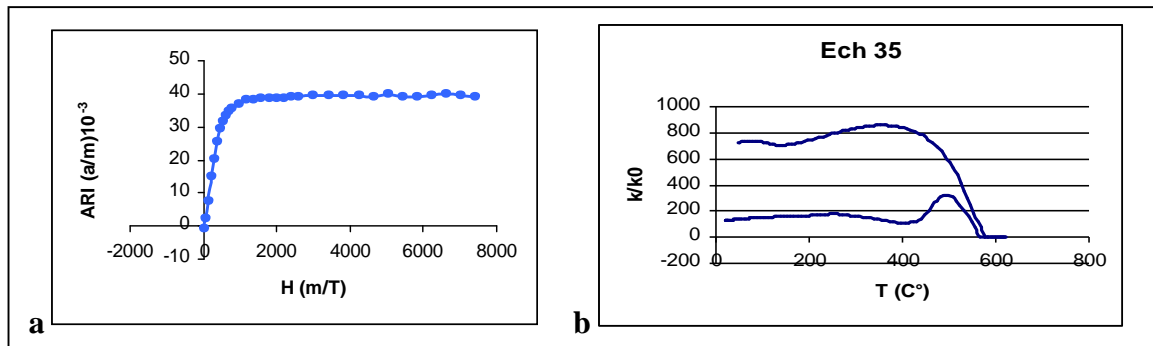
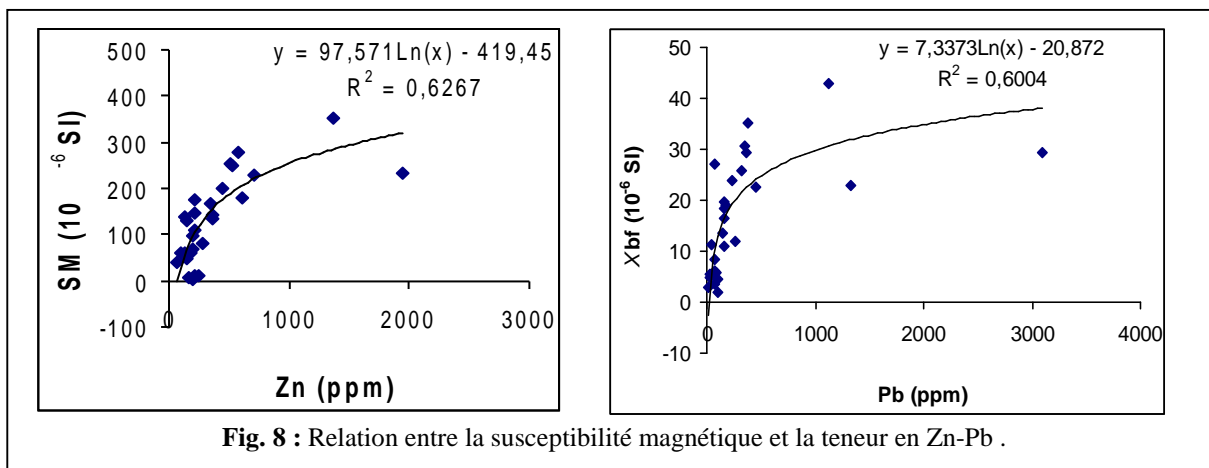


Fig. 4 : (a) Courbe d'acquisition de l'ARI et (b) courbe thermomagnétique

4. Corrélation entre teneurs en Zn-Pb et paramètres magnétiques.

Dans cette partie du travail on tentera de discuter les relations qui peuvent exister entre les concentrations en Pb-Zn et les paramètres magnétiques.

D'après les figures ci-dessous (Fig. 5), il semble apparaitre, dans une première approche, une corrélation positive acceptable entre les teneurs en Zn-Pb susceptibilité magnétique à basse fréquence. En effet les facteurs de corrélations respectifs au Pb et Zn (60% à 62 %) sont équivalents pour la même fonction d'interpolation.



5. Conclusions.

Les résultats obtenus dans cette étude montrent une bonne corrélation entre les teneurs en éléments métallique (Zn-Pb) et la susceptibilité magnétique (Yoshida et al., 2002 ; Caggiano et al., 2005). Les paramètres magnétiques ont montré qu'ils peuvent être un outil de diagnostic de la pollution en ETMs dans les sols. La présence d'un élément ferromagnétique est toujours associée à la présence de ces éléments de pollution à savoir plomb et zinc (Weiguo et al., 2007). Ce dernier est donc un bon indicateur de la pollution métallique et donc un outil de diagnostic.

Références

- Abderrezak DJERRAB, Ian HEDLEY, Roland NESPOULET et Laurent CHIOTTI 2007: contribution des méthodes magnétiques à l'étude du remplissage du site préhistorique de l'abri pataud (les eyzies-de-tayac, dordogne, france). *Paleo* – N° 19 – Décembre 2007 – Pages 281 à 302
- Carl Richter, Ben and A. Van Der Pluijm 1994: Separation of paramagnetic and ferrimagnetic susceptibilities using low temperature magnetic susceptibilities and comparison with high field methods. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 82 (1994) pp113—123.
- M. Christophe BENECH 2000: livre; Interprétation conjointe de cartographies magnétique et électromagnétique des propriétés magnétiques des sols anthropisés. <http://books.google.dz/books?id=TXhtXwAACAAJ>
- M. Julien THIESSON 2007: Mesure et cartographie de la viscosité magnétique des sols. books.google.dz/books?id=VIqrXwAACAAJ.
- Mitsuo YOSHIDA, Mirza Naseer AHMED and Ahmed GHRABI 2002 Environmental magnetism of contaminated lagoon-bottom sediments in Lake Tunis (South) and Lake Ariana, Mediterranean coastal lagoons, near Tunis City. *Proceedings of International Symposium on Environmental Pollution Control and Waste Management 7-10 January 2002, Tunis (EPCOWM'2002)*, p103-116.
- Panaiotu, C.G., Necula, C., Panaiotu, C.E., Axente, V. 2005 : A magnetic investigation of heavy metals pollution in Bucharest. *Scientific reunion of the special program of Alexander von Humboldt Foundation concerning the reconstruction of the South Eastern Europe*, Editura Politehnica, Timisoara, 2005 (ISBN 973.625-204-3).
- Oldfield, F. Rummery, T. A., Thompson, R., 1979: Identification of suspended sediment sources by means of magnetic measurements: Some preliminary results. *Water Resources Research*, Vol. 15, N°. 2, PP. 211-218.
- R. Caggiano , R. Coppola , M. D'Emilio, S: Di Leo , M. Macchiato, M. Ragosta , 2005: Comparison between in situ soil magnetic susceptibility measurement and heavy metal concentration: the case study of the AGRI valley Basilicata Italy. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 7, 09077, European Geosciences Union 2005.
- V. M. Georgeaud, P. Rochette, J. P. Ambrosi, D. Vandamme and D. Williamson, 1997: Relationship between heavy metals and magnetic properties in a large polluted catchment: The Etang de Berre (south of France). *Physics and Chemistry of The Earth*, Volume 22, Issues 1-2, , Pages 211-214 *Solid Earth*
- Weiguo Zhang, Lizhong Yu, Min Lu, Simon M. Hutchinson, Huan Feng 2007: Magnetic approach to normalizing heavy metal concentrations for particle size effects in intertidal sediments in the Yangtze Estuary, China. *Environmental Pollution*, Volume 147, Issue 1, *Pages 238-244*.