

STRUCTURE LITHOSPHERIQUE DE LA REGION DE SEROUENOUT (HOGGAR, SUD DE L'ALGERIE) OBTENUE A L'AIDE DE LA MAGNETOTELLURIQUE

**SAÏD SOFIANE BOUGCHICHE¹, ABDERREZAK BOUZID¹, WALID BOUKHLOUT¹, ABDELHAMID BENDEKKE²,
LEMGHARBI ABDENACER², BOUALEM BAYOU¹, ABDESLAM ABTOU¹, SEID BOUROUIS¹**

s.bougchiche@craag.dz

¹ Division Géophysique de Subsurface, CRAAG, BP 63 Route de l'Observatoire, Bouzaréah, Alger.

² Unité de recherche de Tamanrasset, CRAAG, BP 32, Tamanrasset.

RESUME

L'objectif de cette étude est de modéliser à partir des données magnétotellurique (MT) la structure lithosphérique de la région de Serouenout (Hoggar, sud de l'Algérie) localisée près du district volcanique le plus ancien du Hoggar dont l'âge atteint 35 Ma (fin de l'Eocène). Un modèle préliminaire de la distribution de la conductivité électrique a été calculé pour une profondeur de 60 km. L'analyse des données ainsi que l'interprétation sommaire de ce modèle seront présentées.

Mots Clefs: Magnétotellurique, Lithosphère, Hoggar, Serouenout.

1. Introduction :

Le massif du Hoggar (sud de l'Algérie) présente un vaste bombement de socle, recouvert dans plusieurs endroits par du volcanisme cénozoïque, dont l'origine est encore débattue. Aussi, les mouvements verticaux de la croûte terrestre dans cette région indiquent une dynamique lithosphérique qui fait actuellement l'objet de nombreux travaux de recherche (Aït-Hamou et al, 2000; Lesquer et al, 1988; Rougier et al, 2013; Rougier, 2012; Liégeois et al, 2005; Azzouni-Sekkal et al, 2007). La région de Serouenout (fig.1) située au nord-est du massif sur le sommet du bombement est localisée près de l'Anahef, qui est le district volcanique le plus ancien du Hoggar dont l'âge atteint 35 Ma (fin de l'Eocène). Le but de cette étude est de modéliser la structure lithosphérique de la région de Serouenout en utilisant la magnétotellurique (MT), méthode géophysique passive. La conductivité électrique, étant un marqueur géologique, permettra de modéliser la structure lithosphérique. Les résultats découlant de ce modèle pourraient apporter des éléments de réponse aux conditions de mise en place du volcanisme, et probablement le contexte géodynamique. En effet la MT, permet d'estimer la conductivité électrique des structures profondes à partir de la mesure en surface du champ électromagnétique naturel. Dans ce travail, nous présenterons les résultats préliminaires d'analyse et d'interprétation de ce profil.

2. Acquisition et analyse des données :

2.1. Collecte des Données:

Les mesures MT ont été collectées en mars 2014 au niveau de treize (13) sites dans la région de Serouenout. Les nouveaux sites viennent compléter un ancien profil de reconnaissance et permettent de ramener le pas de mesure à environ 10 km pour améliorer substantiellement la résolution latérale des données. L'ensemble des stations de mesure constituent un profil NE-SW (fig.1) de 140 km de long, traversant trois terranes (Egéré-Aleksod, Serouenout etTazat).

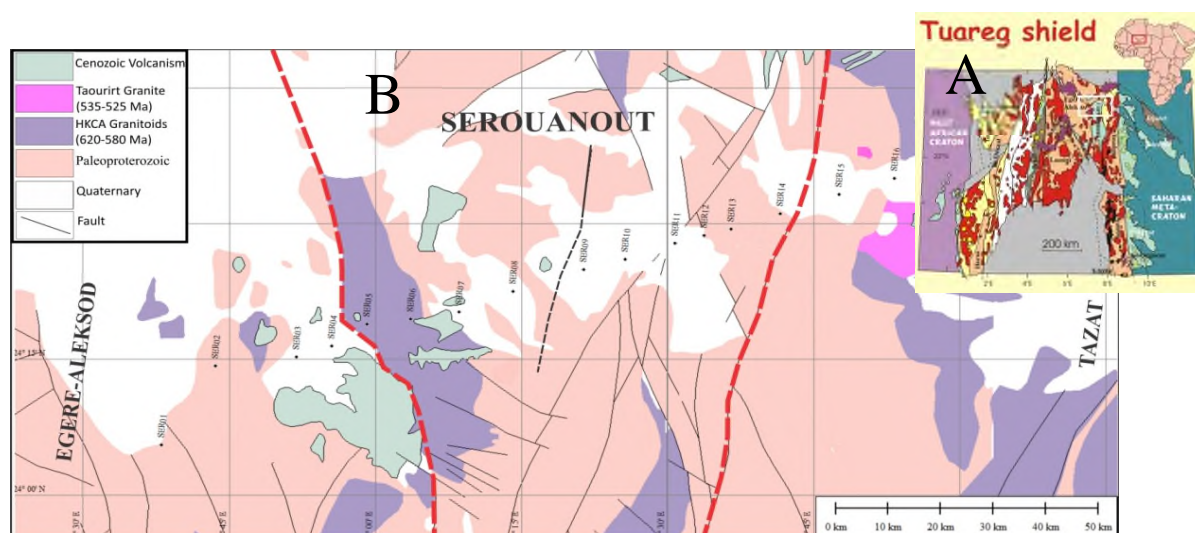


Fig. 1: A, carte géologique des terranes du Bouclier Touareg (tirée de Liégeois et al., 2005). B, situation des sites magnétotelluriques sur une carte géologique.

Aussi, pour atteindre une profondeur de l'ordre de 100 km, les séries temporelles du champ électromagnétique naturel ont été enregistrées durant une vingtaine d'heures. Les séries temporelles des cinq composantes magnétotelluriques ont été traitées à l'aide d'un code de calcul fourni par le constructeur pour extraire dans le domaine fréquentiel, les fonctions de transfert magnétotelluriques (tenseur d'impédance) et magnétiques (tipper).

2.2. Géométrie de la structure crustale :

La dimensionnalité sous le profil magnétotellurique, a été effectuée par l'analyse des paramètres de Bahr (1988, 1991). Le Skew de Bahr (1988) reste en dessous du seuil empirique de 0,3 pour la plupart des sondages MT (fig.2). D'autre part, le Skew de Swift (1967) est supérieure à la valeur seuil de 0,06 ce qui indique la présence d'hétérogénéités de surface 3-D de petite taille par rapport à la résolution MT (Marti et al., 2005). L'analyse du tenseur d'impédance de tous les sondages MT, montre que la structure géologique régionale est 2-D avec des hétérogénéités superficielles 3-D.

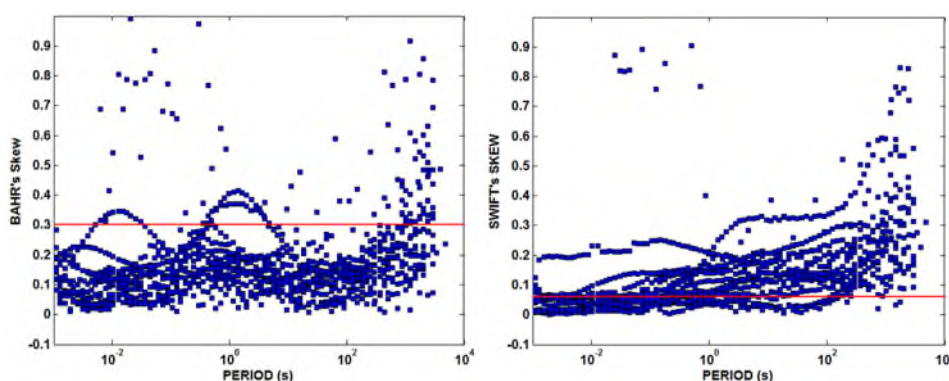


Fig.2 Représentation du Skew de Bahr (1988, 1991) et du Skew de Swift (1967) pour la totalité des sondages MT.

2.3. Détermination de la direction structurale (Strike) :

Le Strike a été calculé par trois méthodes, Groom & Bailey (1989), Bahr (1991) et Swift (1967) et ce fréquence par fréquence pour chaque sondage et pour des périodes inférieur à 100 s (fig.3). La

direction structurale obtenue est $N10^{\circ}E$ en accord avec les vecteurs d'induction et la géologie de surface (fig.4).

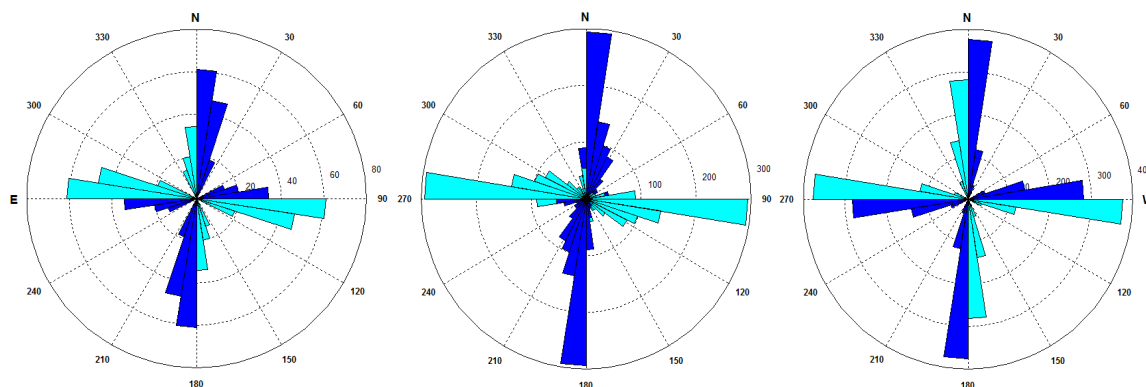


Fig.3 : Diagramme en rosace de l'angle du strike calculé pour des périodes inférieure à 100 s par la méthode de Groom & Bailey (1989) Bahr (1991) et Swift (1967) respectivement de gauche à droite montrant une direction structurale $N10^{\circ}E$ avec une ambiguïté de 90°

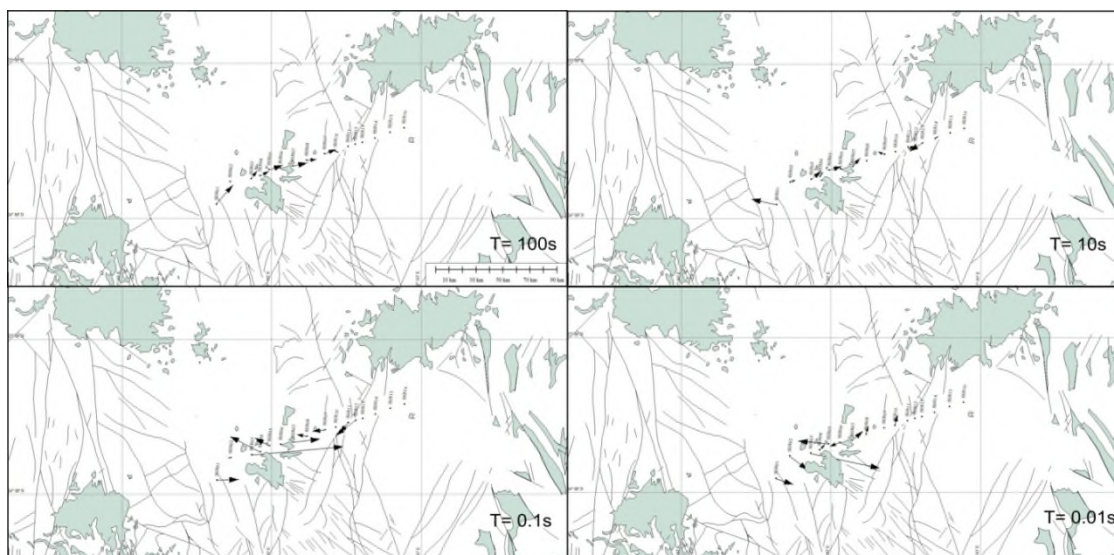


Fig.4 : Composante réelle des vecteurs d'induction tracée suivant Parkinson (1962) pour des périodes de 100s , 10s, 0.1s , 0.01s .

3. Interprétation préliminaire et Conclusion :

Les données de résistivité et de phase de la polarisation magnétique (TM) ont été inversées pour des périodes allant de 0,001 s à 100 s en utilisant l'algorithme d'inversion OCCAM (Constable et al., 1987), implémenté dans le logiciel ZondMT2d. Le processus itératif a été initiée avec un demi-espace de $100 \Omega.m$. Une solution a été obtenue avec un RMS de 0,7% (fig. 5). L'inversion des données magnétotelluriques ont permis de construire un modèle électrique à deux dimensions pour une profondeur de 60 km. Le modèle obtenu des données de la polarisation magnétique (Mode TM) montre une croûte supérieure résistante ($>5.000 \Omega.m$) qui repose sur une croûte inférieure conductrice ($50-100 \Omega.m$). Le modèle obtenu a une bonne corrélation avec la géologie de surface et révèle une croûte montrant dans nombreuses zones conductrices qui peuvent être liés à des failles affectant les différents terrains.

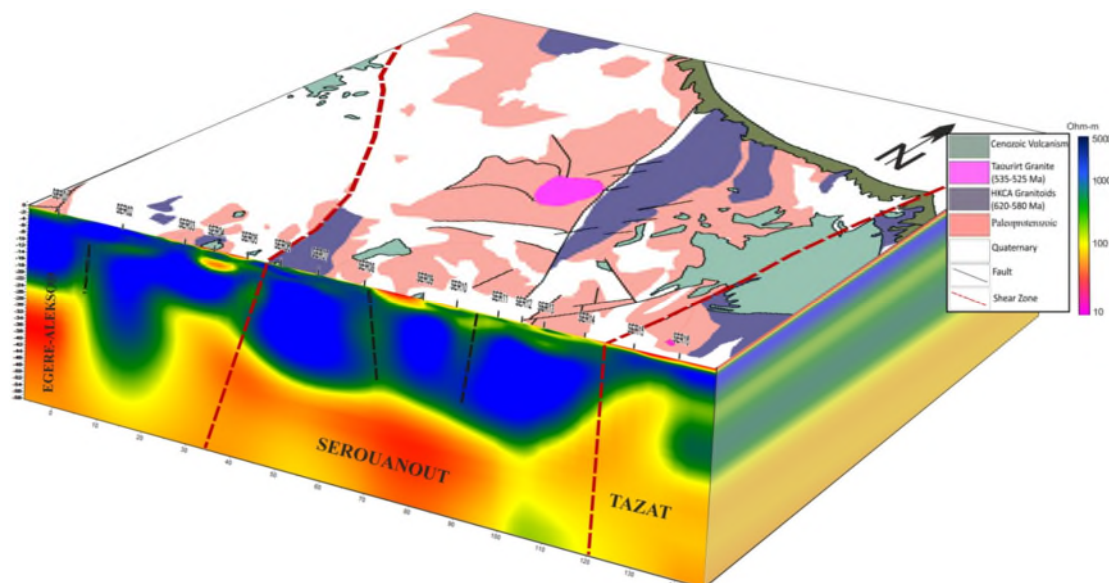


Fig.5 : Représentation du modèle 2-D obtenue par inversion des résistivités et phases pour le mode TM à l'aide de l'algorithme OCCAM avec la géologie de surface correspondante.

Références bibliographiques

- Aït-Hamou, F., Dautria, J.M., Cantagrel, J.M., Dostal, J., and Briquieu, L., 2000, Nouvelles données géochronologiques et isotopiques sur le volcanisme cénozoïque de l'Ahaggar (Sahara algérien): Des arguments en faveur d'un panache: Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris, v. 330, p. 829–836.
- Azzouni-Sekkal, A., B. Bonin, A. Benhallou, R. Yahiaoui, and J.-P. Liégeois (2007), Cenozoic alkaline volcanism of the Atakor massif, Hoggar, Algeria, in Cenozoic Volcanism in the Mediterranean Area, edited by L. Beccaluva, G. Bianchini, and M. Wilson, Spec. Pap. Geol. Soc. Am., 418, 321–340.
- Bahr K., 1988; Interpretation of the Magnetotelluric Impedance Tensor: Regional Induction and Local Telluric Distortion; Journal of Geophysics., 62, 119-127
- Bahr, K., 1991, Geological noise in magnetotelluric data: a classification of distortion types. Physics of the Earth and Planetary Interiors, 66, 24-38.
- Black, R., Latouche, L., Liégeois, J.P., Caby, R., and Bertrand, J.M., 1994, Pan-African displaced terranes in the Tuareg shield (central Sahara): Geology, v. 22, p. 641–644, doi: 10.1130/0091-7613(1994)0222.3.CO;2.
- Groom, R. W., and Bailey, R. C., 1989, Decomposition of magnetotelluric impedance tensor in the presence of local three-dimensional galvanic distortion. J. Geophys. Res., 94, 1913-1925.
- Lesquer, A., Bourmatte, A. & Dautria, J. M., 1988, Deep structure of the Hoggar domal uplift (Central Sahara, South Algeria) from gravity, thermal and petrological data, Tectonophysics, 152, 71-87.
- Liégeois, J.-P., Benhallou, A., Azzouni-Sekkal, A., Yahiaoui, R., and Bonin, B., 2005, The Hoggar swell and volcanism: Reactivation of the Precambrian Tuareg shield during Alpine convergence and West African Cenozoic volcanism, Spec. Pap. Geol. Soc. Am., 388, 379-400.
- Marti, A., Queralt, P., Jones, A. G., and Ledo, J., 2005, Improving Bahr's invariant parameters using the WAL approach: Geophysical Journal International, 163, 38-41
- Rougier, S., 2012, Interaction lithosphère-asthénosphère et mouvements verticaux: le cas du massif du Hoggar, thèse doctorat, Université Paris-Sud.
- Rougier, S., Missenard, Y., Gautheron, C., Barbarand, J., Zeyen, H., Pinna, R., Liégeois, J.-P., Bonin, B., Ouabadi, A., Derder, M. E.-M., and Frison de Lamotte, D., 2013, Eocene exhumation of the Tuareg Shield (Sahara Desert, Africa), Geology, 41, 615-618.
- Swift C. M. Jr., 1967, A Magnetotelluric Investigation of an Electrical Conductivity Anomaly in the Southwestern United States; PhD thesis, Mass. Inst. Tech.
- Rougier, S., Missenard, Y., Gautheron, C., Barbarand, J., Zeyen, H., Pinna, R., Liégeois, J.-P., Bonin, B., Ouabadi, A., Derder, M. E.-M., and Frison de Lamotte, D., 2013, Eocene exhumation of the Tuareg Shield (Sahara Desert, Africa), Geology, 41, 615-618.