

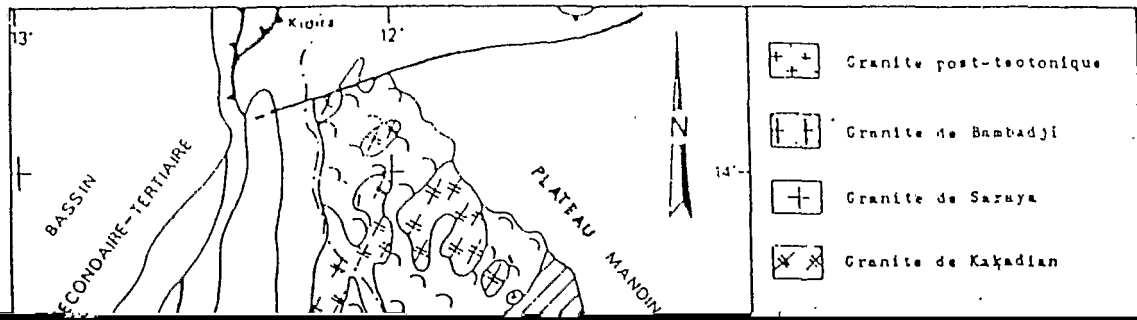
Etude structurale par la méthode audiomagnétotellurique des complexes du Protérozoïque inférieur au Sénégal oriental

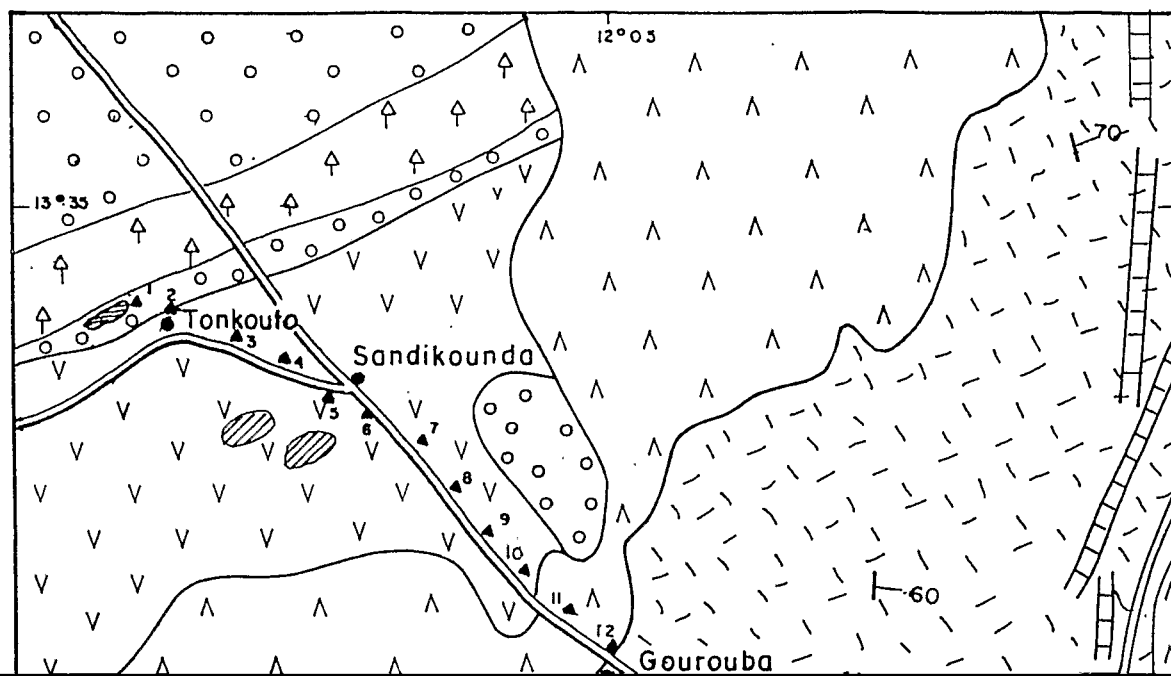
M. RITZ*, A. DIA et M. F. K. NIANG

*ORSTOM, BP 1386, Dakar, Sénégal
Université CH. A. Diop, Département de Géologie, Dakar, Sénégal

(First received 21st May, 1992; revised version received 14th June, 1993)

Abstract - Audiomagnetotelluric (AMT) soundings have been made at 14 sites along a 7 km profile in the Tonkouto-Léoba area across Early Proterozoic formations of the Kedougou Inlier in Eastern Senegal. The purpose of the study was to gain information about the electrical properties of the Mako Supergroup. The results, shown in the form of apparent resistivity pseudosections, indicate marked anisotropies for orthogonal





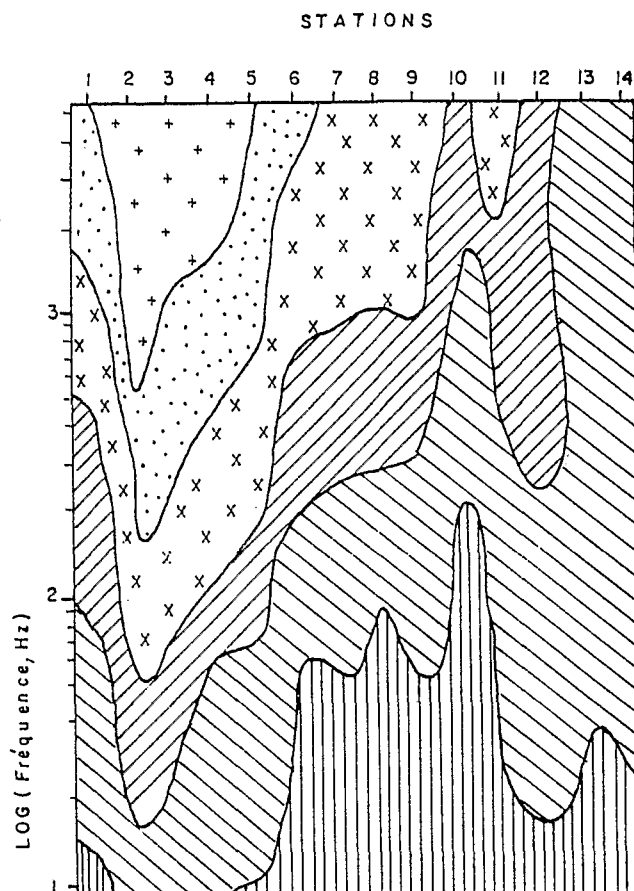
du secteur étudié (Dia, 1988). On notera la succession de complexes magmatiques avec la chronologie suivante : le Supergroupe de Mako constitué de pillow-lavas, de formations pyroclastiques, intrudés par un plutonisme marqué à la base, par un complexe lité allant des cumulats gabbroïques jusqu'aux tonalites et, au sommet, par un complexe plutonique essentiellement granodioritique. Par endroit, des panneaux de roches hautement métamorphiques ont été observés (amphibolites et gneiss).

L'évolution tectonique et structurale de la partie NW du Supergroupe de Mako est marquée par l'existence de couloirs de cisaillement métriques à hectométriques de direction générale N-S à N160°, repris par endroit par une composante N40°. Les différentes unités géologiques de l'encaissant des granitoïdes ont été redressées lors de la mise en place des plutons (structuration péri-plutonique).

DONNEES AUDIOMAGNETOTELLURIQUES

A chaque station, les mesures de la résistivité apparente pour une vingtaine de fréquences, ont été effectuées suivant deux directions perpendiculaires N110° et N20°, afin de mettre en évidence les propriétés d'anisotropie électrique des roches en profondeur et pour permettre une interprétation 2-D de la structure. Nous avons choisi d'utiliser les pseudo-sections des résistivités apparentes pour visualiser les données AMT. Dans ce type de représentation, les distances entre stations sont reportées en abscisses (échelle linéaire) et les fréquences, fonction croissante de la profondeur, sont reportées en ordonnées (échelle logarithmique). Les résistivités apparentes mesurées à chaque fréquence sont reportées pour chaque sondage. La pseudo-section est obtenue en traçant les courbes d'iso-valeur de la résistivité apparente. Nos données, dans les deux directions de mesure, sont

dans le dessin des courbes d'iso-résistivité apparente. Ce secteur présente une zonation croissante du NW vers le SE des résistivités apparentes. Elle est marquée sur la pseudo-section par l'imbrication de zones de résistivité différentes. Cette zone de variation très rapide est limitée au SE par une zone plus résistante (environ 50 000 Ωm) qui peut résulter de l'effet latéral d'une structure conductrice. Au voisinage des stations 1 et 2, on constate également une anomalie verticale, surtout visible sur la pseudo-section dans la direction N110°



(Fig. 4) Elle est cependant moins importante que la précédente; le contraste de résistivité est atténué.

INTERPRETATION DES SONDAGES AUDIOMAGNETOTELLURIQUES

Les résistivités apparentes dans la direction N110° (Fig. 4), réagissent brusquement et semblent délimiter les variations latérales à la manière de la résistivité d'un modèle 2-D en polarisation H (Wannamaker *et al.*, 1987). L'évolution des valeurs de résistivité apparente dans l'autre direction de mesure (Fig. 3) est plus progressive et s'apparente

au mode de polarisation E d'un modèle 2-D. L'interprétation des données AMT par des modèles 2-D peut donc fournir une approximation raisonnable de la structure en profondeur. Le programme de simulation 2-D utilisé est celui de Wannamaker *et al.* (1987). Différents modèles ont été testés pour répondre simultanément aux deux modes de polarisation. La figure 5 montre le modèle ayant le mieux approché les réponses AMT dans les deux directions de mesure. A partir d'exemple, la figure 6 représente les résultats de la modélisation à 100 Hz pour la polarisation E, en relation avec les données de terrain. Dans l'ensemble, l'allure des courbes ainsi que l'ordre de grandeur des résistivités apparentes sont conservés selon les deux directions. Au niveau des stations 6 à 11, la réponse du modèle passe au milieu des résistivités apparentes mesurées; celles-ci présentent une dispersion de part et d'autre de la courbe calculée. En raison de l'horizon résistant, la profondeur de pénétration est très importante et ceci permet de modéliser la chute de résistivité apparente qui apparaît aux basses fréquences sur l'ensemble des réponses AMT vers 15 km de profondeur.

La figure 5 montre les caractéristiques électriques des vingt premiers km de la croûte. On y trouve en surface un terrain moyennement conducteur (50-100 Ωm), épais de 50 à 100 m qui correspond à l'ensemble cuirasse latéritique et altérites. Au niveau des stations 13 et 14, la résistivité en surface croît fortement (10 000 Ωm). La deuxième couche du modèle est caractérisée par des terrains très résistants (20 000 à 100 000 Ωm), fortement enracinés à des profondeurs de l'ordre de 12-18 km. Ces terrains présentent également de fortes disparités: on distingue trois blocs électriquement différents dont la résistivité croît du NW vers le SE. Les limites géologiques définies par Dia (1988, Fig. 2) entre les différents termes du Supergroupe de Mako (stations 2 à 12) ne semblent pas correspondre avec les limites géoélectriques (Fig. 5). Les résistivités des granitoïdes de Kakadian (stations 12 à 14) et de certains termes du Supergroupe de Mako (stations 6 à 11) sont les plus élevées (100 000 Ωm). A la station 12 une structure étroite, moyennement conductrice (1000 Ωm) et fortement pentée vers le SE marque un contact entre un faciès du pluton de Kaourou-Laminia au SE et un faciès du Supergroupe de Mako au NW (Fig. 2), malgré des valeurs identiques de la résistivité de part et d'autre de cette limite (Fig. 5). Cette zone de faiblesse coïncide avec les "migmatites franches" de Witschard (1965), elle serait associée à la présence d'argile ou d'eau.

Au niveau de la croûte profonde, vers 18 km de

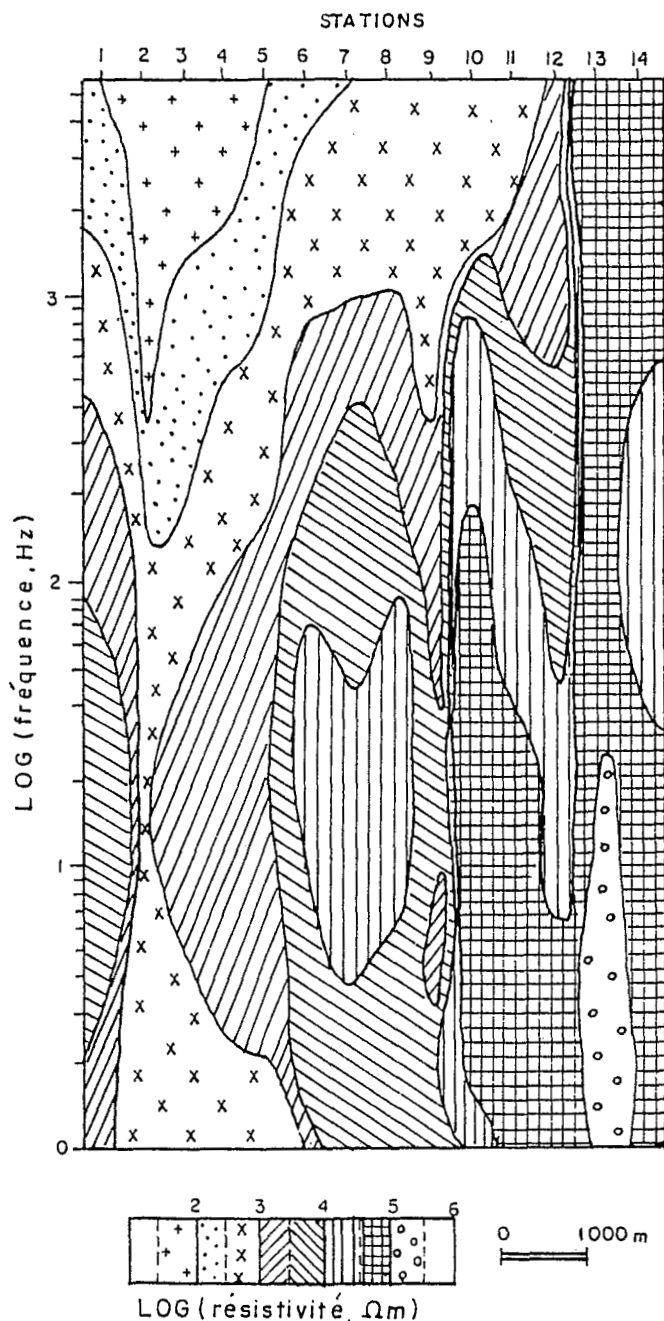


Fig. 4. Données apparentes et modélisation.

du profil et moyennement conductrice (1000 Ω m) au NW. On observe aussi une remontée du toit du conducteur (stations 3 à 7) jusqu'à 12 km de

Supergroupe de Mako. La discontinuité électrique (Fig. 5) détectée à l'intérieur du Supergroupe de Mako ne se rattache à aucun changement de faciès

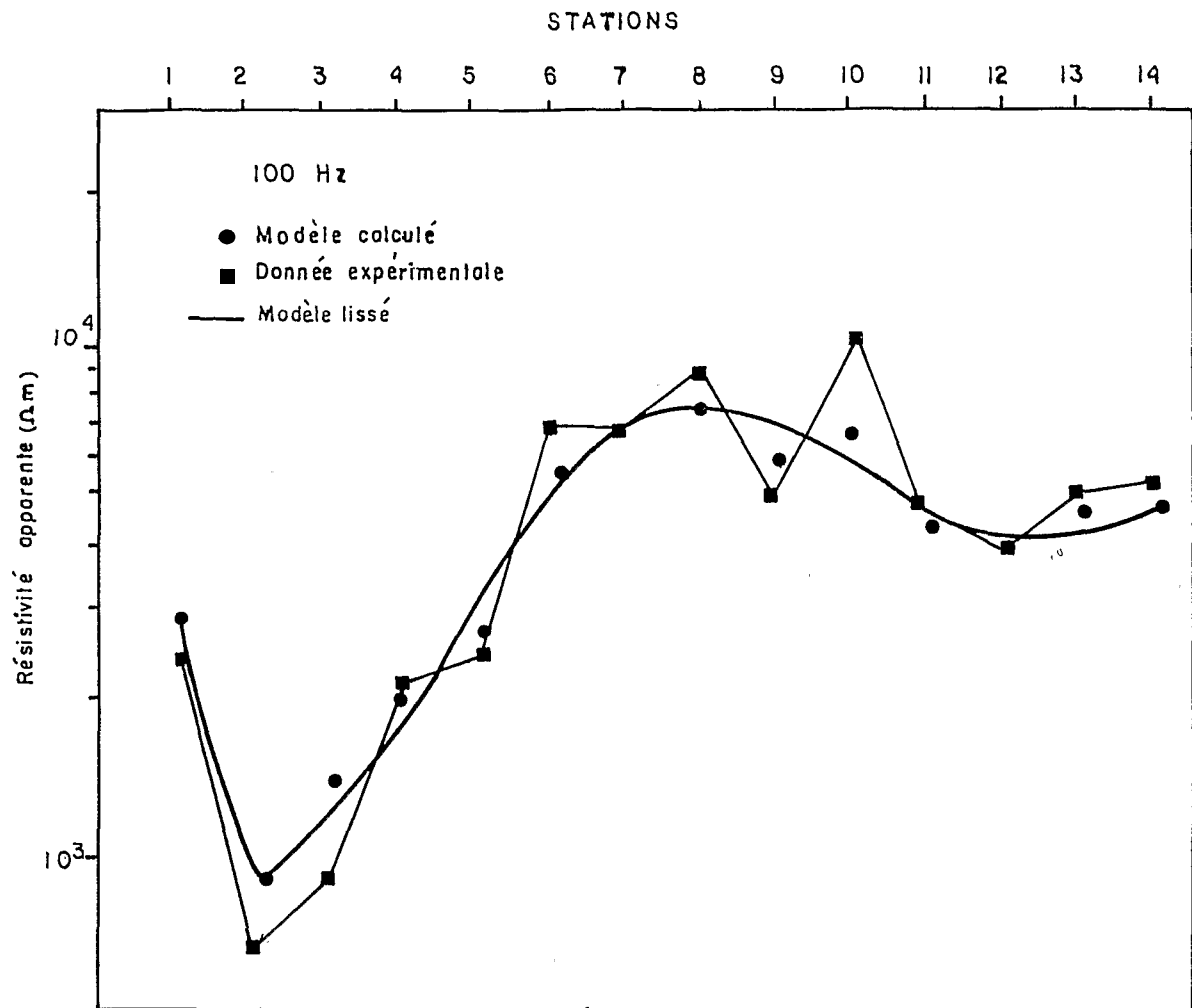


Fig. 6. Profil de résistivité à 100 Hz en polarisation E, d'après le modèle de la Fig. 5.
Fig. 6. E polarization response of the model in Fig. 5 at 100 Hz.

REFERENCES

- Abouchami, W., Boher, M., Michard, A. and Albarede, F. 1990. A major 2.1 Ga old event of mafic magmatism in West Africa: An early stage of crustal accretion. *J. Geophys. Res.* **95**, 17605-17629.
- Bailey, R. C., Craven, J. A., Macnae, J. C. and Polzer, B. D. 1989. Imaging of deep fluids in Archaean crust. *Nature* **340**, 136-138.
- Bassot, J. P. 1966. Etude géologique du Sénégal oriental et de ses confins guinéo-maliens. *Mém. B. R. G. M.* **40**, 322 p.
- Bassot, J. P. et Coen-Verhette, M. 1982. Données nouvelles sur la tectonique de la zone de Kédougou (Sénégal oriental). *C. R. Acad. Sci.* **301**, 935-940.
- Dorbath, C., Dorbath, L., Lepage, A. and Gaulon, R. 1983. The West-African Craton margin in eastern Senegal: a seismological study. *Annales Geophys.* **1**, 25-36.
- Gough, D. I. 1986. Seismic reflectors, conductivity, water and stress in the continental crust. *Nature* **323**, 143-144.
- Lepage, A. G. 1981. On a three classification of lower

- Wannamaker, P. E., Stodt, J. A. and Rijo, L. 1987. A stable finite element solution for two-dimensional magnetotelluric modelling. *Geophys. J. R. Astron. Soc.* **88**, 277-296.
- Witschard, F. 1965. Contribution à l'étude géologique, pétrographique et métallogénique des massifs granitiques du Sénégal oriental. *Mém. B. R. G. M.* **44**, 172 p.
- Yardley, B. W. D. 1986. Is there water in the deep continental crust? *Nature* **232**, 111 p.