

# *M*éthode électrique 2D appliquée à la recherche des aquifères du granite de Saraya (Sénégal)

**Magatte F.K. Niang<sup>1</sup>, Same Diouf<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Institut des Sciences de la Terre, B.P. 5396, Dakar, Sénégal

<sup>2</sup> ORSTOM, Laboratoire de Géophysique, B.P. 1386, Dakar, Sénégal

## Abstract

Groundwater occurrence is generally restricted to linear structural features for the birimian granite of eastern Senegal. Some lineaments, obtained from satellite Spot imagery, were selected with regard to drillhole flowrates.

Geoelectric survey, involving multi-electrode ABEM Lund Imaging System, is carried out across lineaments. Apparent resistivity of vertical pseudo-sections shows low resistivity channels deeper than the weathered layer.

2-D inversion of resistivity data suggests that the higher rate of fracturation from 20 to 60 meters in depth can be interpreted as a potential aquifer.

Hydrogeologic parameters are deduced for any case by relationships between resistivity and hydrochemical characteristics of wells water and boring holes water.

## Introduction

Une étude géophysique par méthodes électriques -sondages, trainés et multi-électrodes- a été effectuée dans le massif du granite de Saraya, dans le cadre du projet "CAMPUS" initié, à Dakar, par l'I.S.T<sup>1</sup> de l'université Cheikh Anta Diop et le laboratoire de géophysique de l'ORSTOM<sup>2</sup>. Dans cette province birimienne du Sénégal oriental (boutonnière de Kédougou), l'accroissement des besoins en eau a donné lieu à de nombreuses campagnes de forage. L'extrême variabilité des débits obtenus pour des forages voisins, souligne le caractère très discontinu des aquifères du socle. Ceux-ci se développent avec les fracturations, induites par les contacts entre les matériaux intrusifs et encaissants, ou suivant des failles.

L'objectif de ce travail était donc de tester la méthode multi-électrode pour caractériser les aquifères qui seraient associés soit aux linéaments déterminés sur les images satellites (**figure 1**), soit aux filons ou aux contacts lithologiques définis d'après la carte géologique au 1/200 000 de Kéniéba (B.R.G.M., 1963). Divers aquifères ont été identifiés par les débits de forage dans ce secteur : deux zones sont présentées dans cet exposé.

## La méthode multi-électrodes

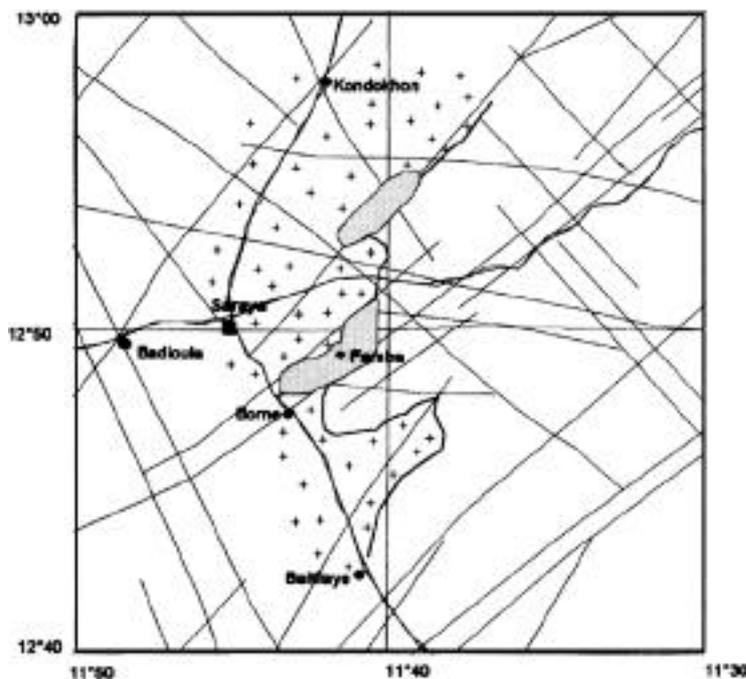


Figure 1 - Carte linéaire de l'image SPOT MS du secteur de Saraya (Witschard, 1995)

l'espace AB.

La modélisation des pseudo-sections par le logiciel RES2DINV (Loke, 1996) fournit une structure géo-électrique des résistivités vraies en fonction de la distance et de la profondeur.

La méthode multi-électrodes est adaptée aux cibles de cette étude (linéaments, failles et filons), qui se traduisent par des variations latérales de porosité en grand. Le dispositif multi-électrodes -ABEM Lund Imaging System- est basé sur l'utilisation de 64 électrodes connectées au résistivimètre par l'intermédiaire d'un sélecteur d'électrodes qui est piloté par micro-ordinateur. Des panneaux de résistivité apparente sont réalisés suivant l'organisation des électrodes.

La pseudo-profondeur d'investigation dépend de l'organisation des électrodes ABMN et de

(3) Institut des Sciences de la Terre.

(4) Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération.

## Résultats

### ❖ Secteur de Faraba

Situé à l'ouest de Saraya, ce secteur est traversé par des linéaments de direction NE-SO (**figure 1**). Il est aussi caractérisé par une image infrarouge en fin de saison sèche traduisant un potentiel aquifère persistant situé au voisinage du contact entre les granites et les schistes birimiens d'origine sédimentaire. Enfin, il comporte un forage dont le débit est de 3 m<sup>3</sup>/h.

A partir des sondages de reconnaissance, trois niveaux sont identifiés avec, en surface, un recouvrement sablo-argileux de 1 m d'épaisseur sur 5 m d'argiles d'environ 10 Ohm.m. En profondeur, un niveau à potentiel aquifère, de résistivité moyenne 100 Ohm.m, repose sur le socle granitique (>500 Ohm.m).

La comparaison entre le trainé électrique et la coupe multi-électrodes traduit (**figure 2**) une variation latérale des résistivités moyennes, qui suggère un relèvement du socle ou un changement latéral de faciès.

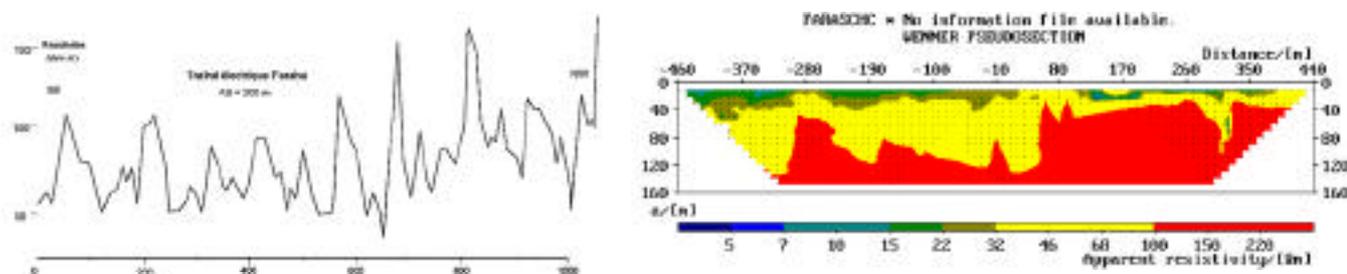


Figure 2 - Comparaison trainé électrique et multi-électrodes des résistivités apparentes à Faraba

Les sections de résistivité obtenues (**figure 3**) en Wenner et en Schlumberger, perpendiculairement aux linéaments, ne sont pas contradictoires. La modélisation de la section Schlumberger -plus profonde- souligne une structure compartimentée par les linéaments, qui n'exclut pas la présence de filon doléritique comme l'atteste le log du forage de Faraba. Un aquifère potentiel important autour de l'abscisse  $x = -75$  et un second à  $x = -235$  confirment l'image satellite en infrarouge liée à une végétation vivace en fin de période sèche.

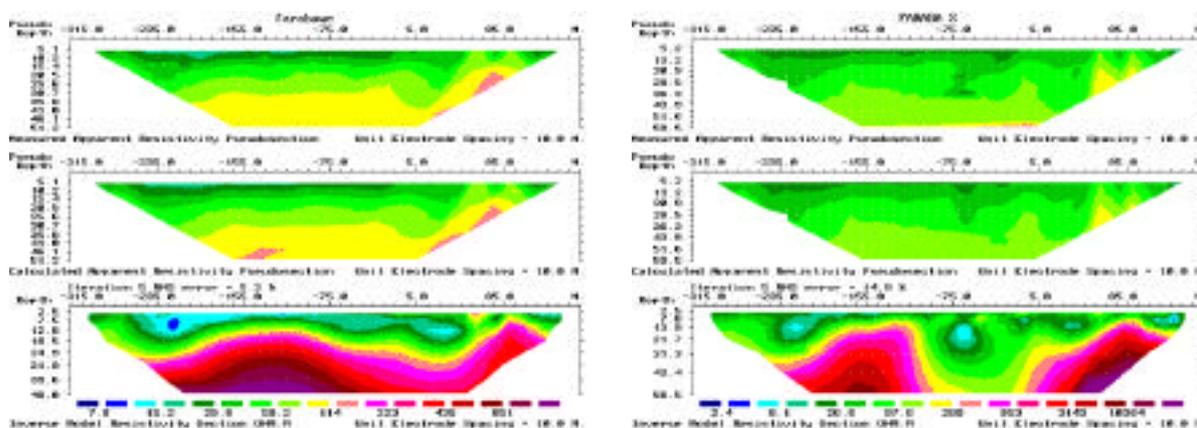


Figure 3 - Comparaison des profils multi-électrodes Wenner et Schlumberger à Faraba

### ❖ Secteur de Badioula

Il est caractérisé par l'intersection de linéaments identifiés par télédétection dont l'une des directions correspond au prolongement d'une intrusion basique étudiée par la méthode électrique à Kondokhon (Blot, 1980).

L'investigation menée porte sur un profil multi-électrodes Wenner (**figure 4**). La modélisation fait apparaître un enfoncement du toit des niveaux aquifères (50 à 369 Ohm.m) encadré par deux secteurs de forte

résistivité (998 à 2 695 Ohm.m) correspondant aux granites sains non fissurés. Cet approfondissement traduit une structure fracturée qui peut être due au prolongement du filon intrusif de Kondokhon qui apparaîtrait autour de l'abscisse  $x = -150$ .

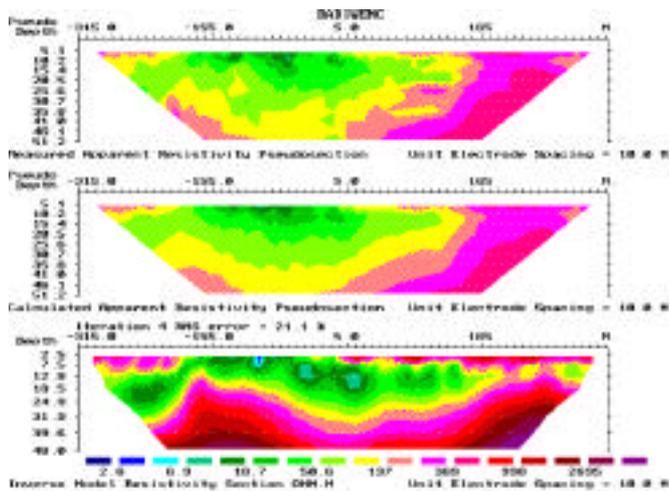


Figure 4 - Profil multi-électrodes Wenner à Badioula

Le sondage composite obtenu au centre du profil multi-électrodes est en parfaite corrélation avec le log lithostratigraphique du forage hydraulique de Badioula, qui a un débit exceptionnel de 19 m<sup>3</sup>/h.

Celui-ci pourrait s'expliquer par un noeud de failles réunissant plusieurs aquifères collecteurs.

### Caractérisation hydrochimique des aquifères

La prospection géophysique des aquifères du massif du granite de Saraya a été accompagnée par une analyse hydrochimique de l'eau des nappes afin de déterminer l'influence de la nature de l'aquifère sur la composition chimique des eaux souterraines.

On peut ainsi définir plusieurs types de nappe mais aussi plusieurs niveaux de relation entre la géochimie des eaux et la géochimie des aquifères.

Les eaux des nappes du massif de Saraya sont faiblement minéralisées, à l'exception des teneurs en silice et en bicarbonates qui sont très élevées : leur faciès est bicarbonaté sodique.

Les nitrates sont en faible teneur dans les eaux de puits et absents dans l'eau des forages, à l'exception de celui de Saraya.

La teneur en chlorure et en potassium est plus élevée dans l'eau des altérites des granites que dans celle de la roche.

L'aquifère de roches granitiques est plus riche en silice que celui des roches basiques et schisteuses.

Les zones plus riches en calcium et en magnésium correspondent aux formations basiques et schisteuses tandis que les eaux riches en chlorure correspondent aux aquifères des granites.

Ces caractéristiques conduisent à différencier les aquifères profonds des aquifères de surface, séparés par un niveau d'altération argileux. D'autre part, les résistivités des eaux de puits (6 à 10 m) et des eaux de forage (45 à 60 m) permettent d'estimer la porosité en grand des formations.

## Conclusion

Cette étude montre l'intérêt de la prospection électrique multi-électrodes dans la recherche des aquifères en zone de socle, car elle permet, en particulier, de vérifier que les linéaments identifiés par télédétection peuvent correspondre effectivement à des fracturations productives. Les relations entre la résistivité des formations et les paramètres hydrochimiques permettent de lever des indéterminations, qui subsisteraient par la seule méthode électrique, et conduisent à une caractérisation des aquifères.

## Bibliographie

Blot A., 1980. L'altération climatique des massifs de granite du Sénégal. Mém. ORSTOM, 114, Paris, 434 p.

B.R.G.M., 1963. Notice explicative de la feuille de Kéniéba au 1/200 000. Service des mines et de la géologie, Dakar, 10 p.

Loke M. H., 1996. Rapid resistivity inversion. Version 2.14 C.

Witschard F., 1995. Rapport inédit.

## Remerciements

Nous remercions P. Mourgues, Directeur de recherche au Laboratoire de Géophysique du centre ORSTOM de Dakar, pour l'initiation de ce travail et ses conseils. Ce travail a été réalisé dans le cadre du projet "CAM-PUS". Les auteurs remercient A. Dia, Directeur de l'I.S.T. et coordonnateur du projet.