

Application de la méthode électrique multi-électrode à l'étude des relations entre organisations surfaciques et internes des sols sahéliens (Burkina Faso)

Henri/Robain¹, Christian Camerlynck², Roger Guérin², Olivier/Ribolzi³

¹IRD, 32 avenue Henri Varagnat, 93143 Bondy cedex, France.

²UMR 7619 Sysiphe, Département de Géophysique Appliquée, Université Pierre
et Marie Curie, case 105, 4 place Jussieu, 75252 Paris cedex 05, France.

³IRD, 01 BP 182, Ouagadougou 01, Burkina Faso.

INTRODUCTION

La zone sahélienne se caractérise actuellement par une forte dégradation des sols et de la végétation sous l'effet de l'érosion hydrique et éolienne. La qualification et la quantification de ces processus de surface sont bien connues. En revanche, peu de travaux ont tenté de les relier à l'organisation interne des sols. Par ailleurs, il a été établi qu'en zone sahélienne, la plus grande partie des pluies est évacuée par le ruissellement. La faible partie des pluies qui s'infiltré et alimente les aquifères sub-superficiels, temporaires ou pérennes, reste cependant méconnue. C'est pour aborder ces deux questions que cette étude géophysique a été entreprise en complément d'études hydrologique et pédologique.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Nous avons conduit cette étude au nord du Burkina Faso, sur le site expérimental INERA (Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles) de Katchari, situé à 13 km à l'ouest de la ville de Dori. Le climat, sec et chaud, est de type sahélien. Les pluies sont très violentes. Elles se produisent essentiellement de juillet à septembre et atteignent 485 mm en moyenne annuelle.

La zone étudiée est un long versant, de type glacis d'érosion. Sa pente est généralement inférieure à 1 %. La végétation est faible. Elle se limite à de rares arbustes épineux dispersés et à des zones herbacées discontinues qui disparaissent rapidement après la saison des pluies.

Les sols, de type ferrugineux tropicaux, présentent deux organisations de surface principales : des organisations dégradées par le ruissellement (encroûtements d'érosion argileux à surface glacée, pellicules de décantation argileuses à surface fissurée ou dépôts d'alluvions sablo-gravillonnaires à structure alvéolaire) et des organisations où les

dépôts éoliens sont en compétition avec le ruissellement (microbuttes sableuses à structure finement litée). Ces dernières ont une épaisseur comprise entre 10 et 50 cm et s'étendent sur des surfaces comprises entre une dizaine et quelques centaines de m². Elles sont le support exclusif de la végétation herbacée.

Pour caractériser l'organisation interne des sols et ses relations avec les états de surface, nous avons utilisé un équipement de prospection électrique multi-électrode. Cet équipement est composé d'un résistivimètre (Syscal R2) et d'un dispositif de connexion automatique de 64 électrodes (système Multinode). Le principal problème a été d'assurer un contact correct entre les électrodes et le sol extrêmement sec en fin de saison sèche. Pour le résoudre, nous avons pioché le point d'implantation de chaque électrode, puis nous avons saturé ce petit volume ameubli avec de l'eau salée. Cette méthode a permis d'obtenir des résistances de contact largement inférieures à 5 k Ω . En outre, nous avons vérifié que, même pour les matériaux sableux, le bulbe d'humectation ne s'étendait pratiquement pas au-delà du volume ameubli.

Nous avons réalisé, au long d'un transect principal, orienté NE-SW, deux assemblages de pseudo-sections pôle-pôle. L'un (PP1m) s'étend sur 319 m avec un espacement inter-électrode de 1 m et l'autre (PP2m) sur 574 m avec un espacement inter-électrode de 2 m. Les distances "AM" sont comprises, respectivement pour PP1m et PP2m, entre 1 et 23 m avec un pas de 1 m et entre 2 et 46 m avec un pas de 2 m.

Nous avons aussi réalisé une prospection pôle-pôle tridimensionnelle sur une zone de 44 m de coté. Elle correspond à l'assemblage de quatre carrés de 28 m de coté où les 64 électrodes ont été implantées selon une maille régulière de 4 m x 4 m. Nous avons utilisé une séquence d'acquisition dite « cross diagonal » qui consiste à établir toutes les pseudo-sections possibles dans quatre directions (horizontale, verticale, diagonale montante et diagonale descendante).

RÉSULTATS

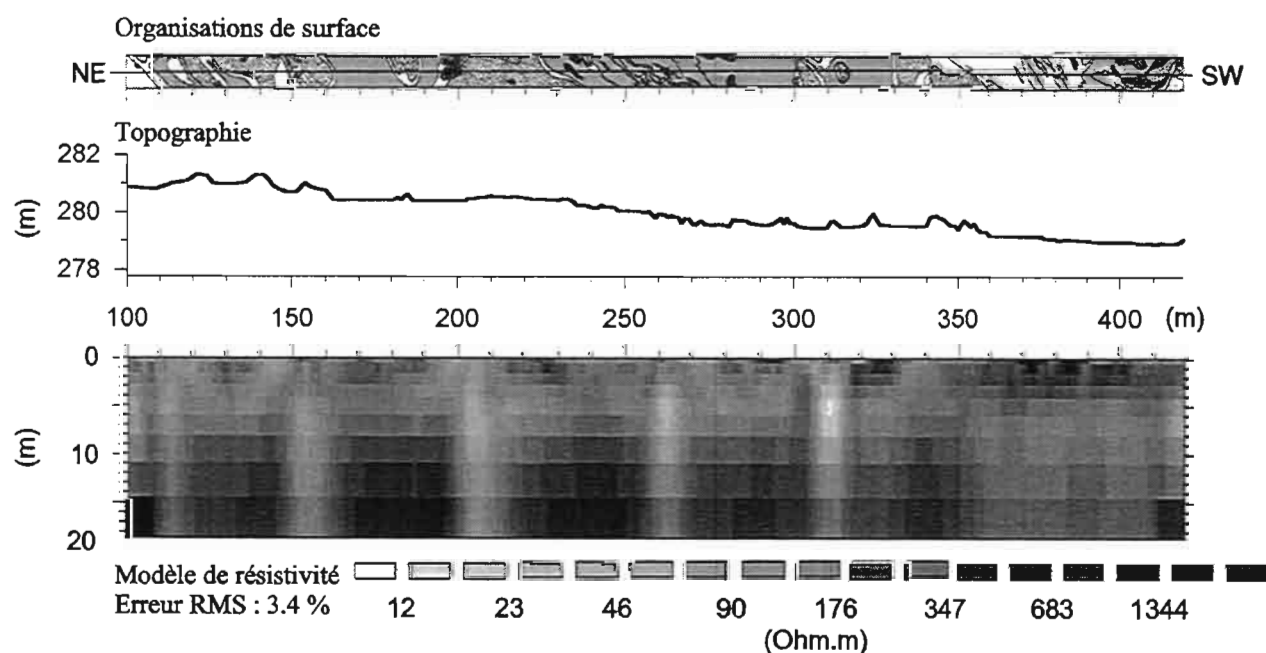


Fig. 1 - Interprétation de l'assemblage pôle-pôle à écartement inter-électrode de 1 m.

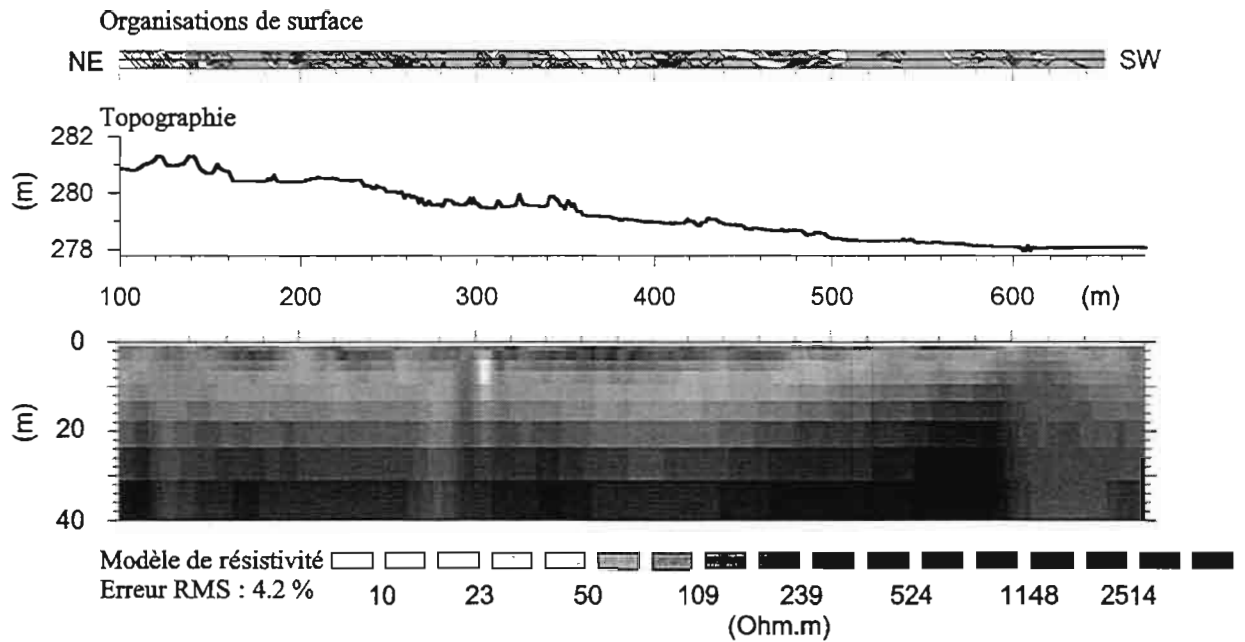


Fig. 2 - Interprétation de l'assemblage pôle-pôle à écartement inter-électrode de 2 m.

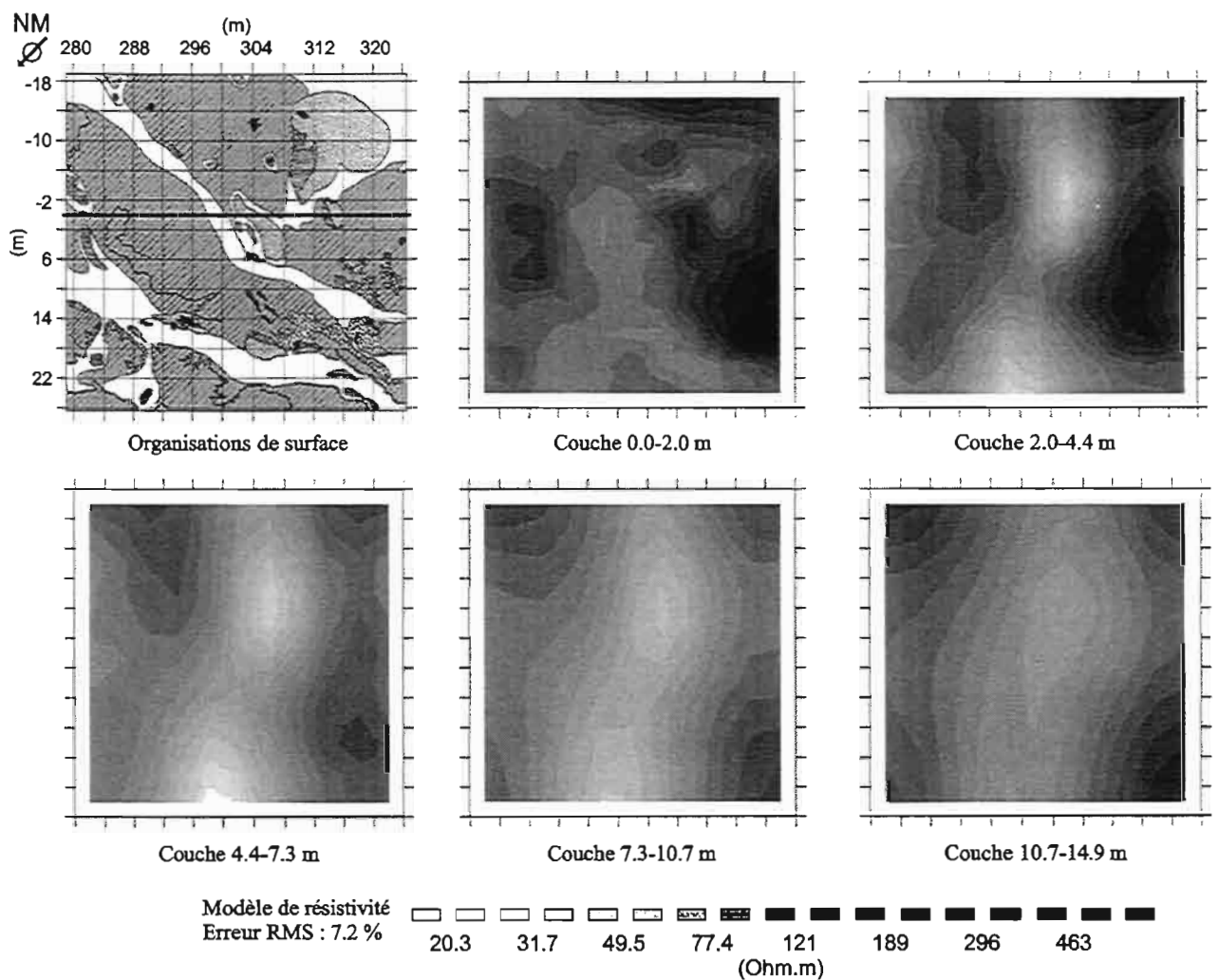


Fig. 3 - Interprétation de la prospection pôle-pôle 3D.

Les figures 1 et 2 présentent, respectivement pour les assemblages PP1m et PP2m, la coupe de résistivité obtenue après inversion de la pseudo-section ainsi que la topographie et les organisations de surface. Les microbuttes sableuses sont reportées en pointillé, les zones d'encroûtement argileux en gris et les zones d'alluvions sableuses en blanc (en périphérie des microbuttes ou au long des axes de drainage). La coupe PP1m révèle cinq anomalies conductrices verticales dont l'intensité augmente d'amont en aval. Ces anomalies ont une profondeur d'ordre décimétrique. Elles coïncident avec des organisations de surface particulières : soit une ravine (1^{ère} et 4^{ème}) soit une microbutte sableuse (2^{ème}, 3^{ème} et 5^{ème}). La coupe PP2m révèle une anomalie résistante profonde qui ne coïncide avec aucune organisation de surface.

La figure 3 présente l'extension 3D de la 5^{ème} anomalie conductrice et les organisations de surface. Il apparaît que cette anomalie s'étend dans une direction approximativement perpendiculaire à celle du transect principal en se calant sur l'amont de microbuttes sableuses. On observe aussi une anomalie résistante plus superficielle qui coïncide en surface avec un épandage de graviers quartzeux.

DISCUSSION

L'anomalie résistante révélée par la coupe PP2m correspond au toit de la roche. Il se rapproche progressivement de la surface entre 100 et 580 m, passant de 40 à 20 m, puis s'approfondit très brusquement au-delà. Cette structure qui correspond vraisemblablement à une faille, n'influence pas la distribution des organisations de surface. En revanche, les anomalies conductrices révélées par la coupe PP1m coïncident fréquemment avec les microbuttes sableuses. Leur extension en profondeur, et notamment leur liaison avec les petites ondulations du toit de la roche, doit cependant être confortée par des observations directes car elle peut être exagérée par la procédure d'inversion. Il reste aussi à préciser l'interprétation de ces structures (argile de nature différente et/ou teneur en eau plus élevée). Le gradient amont-aval plaide toutefois en faveur d'une teneur en eau plus élevée. En effet, l'intensité de l'anomalie augmente avec la surface de l'impluvium. Ces anomalies pourraient donc correspondre à des zones d'infiltration préférentielle et par suite à de petites structures aquifères sub-superficielles relativement pérennes. Le problème sera ensuite d'établir si ce sont les microbuttes sableuses qui les génèrent ou si, au contraire, les microbuttes sableuses se sont préférentiellement accumulées au-dessus de ces structures.

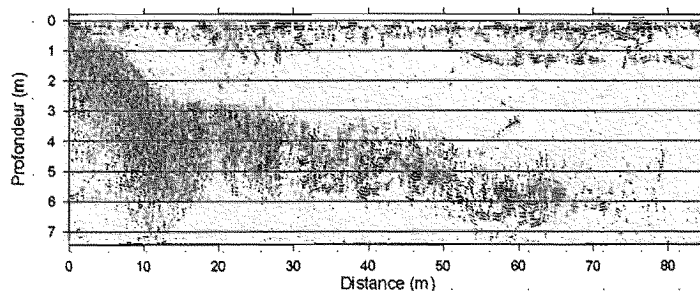
CONCLUSION

Le calage de l'interprétation des mesures géophysiques par des mesures hydrologiques et pédologiques ainsi qu'une prospection sur une surface plus grande, permettront de valider les hypothèses précédentes. Ce travail permettra aussi de mieux comprendre la dynamique d'évolution des microbuttes sableuses « ilots de fertilité » de ce milieu dégradé. Il sera ainsi possible de proposer des actions de conservation et de réhabilitation du milieu plus efficaces.

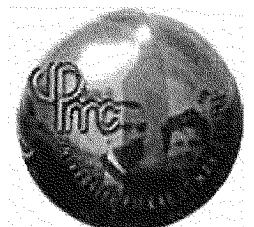
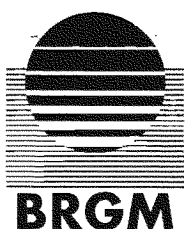
ACTES DU 2^{ème} COLLOQUE DE GÉOPHYSIQUE DES SOLS ET DES FORMATIONS SUPERFICIELLES

GEOFCAN

21-22 septembre 1999
BRGM - Orléans, France



Section radar du toit d'une induration argileuse au Sénégal (mesures BRGM)



*2^{ème} colloque de Géophysique des sols
et des formations superficielles*

Résumés étendus

*21-22 septembre 1999
BRGM - Orléans, France*

*Organisé par :
BRGM
INRA
IRD
Université Pierre et Marie Curie*