Typologie des courbes de sondages électriques verticaux pour la reconnaissance des formations superficielles en milieu de socle cristallin du Burkina Faso

Youssouf Koussoubé, Alain Nindaoua Savadogo

▶ **To cite this version:**

Youssouf Koussoubé, Alain Nindaoua Savadogo. Typologie des courbes de sondages électriques verticaux pour la reconnaissance des formations superficielles en milieu de socle cristallin du Burkina Faso. Pangea infos, 1999, 31/32, pp.33-36. insu-00959283

HAL Id: insu-00959283
https://insu.hal.science/insu-00959283

Submitted on 14 Mar 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Typologie des courbes de sondages électriques verticaux pour la reconnaissance des formations superficielles en milieu de socle cristallin du Burkina Faso

Youssouf KOUSSOUBÉ, Alain NINDAOUA SAVADOGO

Laboratoire d'hydrogéologie, Faculté des Sciences et Techniques, Université de Ouagadougou, BP 7021, Ouagadougou, Burkina Faso.
E-mail : youssouf.koussoube@fast.univ-ouaga.bf

ABSTRACT

Vertical electrical sounding classification for upper soils recognition in crystalline regions of Burkina Faso.
In crystalline areas of Burkina Faso, Electrical (Schlumberger) and Electromagnetism Apex-MaxMin geophysical methods have been used for subsurface exploration. Seven principal types of geophysical sounding curves behaviour have been distinguished. In hydrogeology, the best curves providing important yield have been identified.

INTRODUCTION ET PROBLÉMATIQUE

Le Burkina Faso appartient au bouclier Baoulé-Mossi constitué de roches cristallines et cristallophyliennes mises en place et déformées au cours de l'orogenèse éburnéenne. Ces formations ont été aplanies et stabilisées depuis 600 millions d'années (Hottin & Ouédraogo, 1975) et ont été affectées par une altération intense sous climat contrasté humide et sec. Ainsi, une couche épaisse d'altération latéritique recouvre les formations géologiques saines. Dans ce contexte géologique et morphologique, nous avons tenté de faire une synthèse de la contribution des sondages géophysiques dans la connaissance des formations superficielles.

Au Burkina Faso, dans les années 1950, les premières campagnes géophysiques ont été menées par la Compagnie Générale de Géophysique puis par des structures nationales (Direction de l'hydraulique et de l'équipement rural, Bureau burkinabé des mines et de la géologie, Office national des puits et forages, Université de Ouagadougou, ...). Les domaines d'utilisation de la géophysique sont l'hydrogéologie pour une grande partie et le domaine minier. Une synthèse des récents travaux géophysiques intensifs à travers les zones cristallines du pays couvrant 80 % du territoire, fait ressortir des caractères communs qui singularisent la structure d'ensemble des formations superficielles recouvrant le socle sain (Koussoubé, 1996).

MÉTHODES UTILISÉES

Pour la variabilité spatiale de la résistivité des formations superficielles, deux méthodes de prospection géophysique ont été utilisées : (i) la méthode électromagnétique MaxMin avec un dispositif d'investigation latérale comporte deux bobines horizontales (Max1) reliées par un câble de 100 m de long ; sa fréquence d'émission est de 3520 hertz. (ii) la méthode de prospection électrique dont une configuration Schlumberger a été utilisée pour l'investigation latérale ; ses caractéristiques géométriques sont les suivantes : AB = 180 m, MN = 20 m, pas de mesure = 10 m.

Nous présentons ici une typologie des sondages électriques verticaux (Schlumberger) qui ont été effectués au droit des anomalies de conductivités électriques ; ils permettent d'appréhender la succession des terrains reposant sur le substratum sain. Par ailleurs, des sondages électromagnétiques de fréquences ont permis une comparaison avec les sondages électriques. Les interprétations des sondages géophysiques ont été recalées grâce à des coupes géologiques de forages d'eau, à des coupes pédologiques et à des états de surface du sol incluant les indices végétaux et animaux (végétaux hydrophiles, termitières en cheminées, ...).

TYPOLOGIE DES COURBES DE SONDAGES ÉLECTRIQUES VERTICAUX

Les sondages électriques de type Schlumberger réalisés en milieu soudano-sahélien et sahélien du Burkina Faso ainsi que les observations *in situ* ont permis de dégager sept familles de courbes correspondant à des successions semblables de terrains.

1. Courbes de sondages électriques en « un seul fond de bateau »

Ces courbes caractérisent les régions à cuirasse latéritique (ou à carapace latéritique) superficielle qui sont très largement répandues dans le pays, sur les versants de reliefs et dans les bas-fonds. L'interprétation de ce type de courbe montre une structure à trois couches de

terrain électriquement distincts : le recouvrement superficiel avec des résistivités vraies de 700 à 3 000 Ωm. Son épaisseur est généralement faible et varie, dans la zone granitique de Bidi, entre 0,5 m et 3 m ; le complexe très conducteur représenté sur la courbe de sondage par le « fond de bateau ». Cet horizon est associé à l'altération argileuse dont l'épaisseur (20 à plus 50 m) est fonction de la nature du socle et de l'importance de sa fracturation. Dans les zones granitiques, les résistivités de ce complexe varient entre 50 et 200 Ωm. Mais elles sont de l'ordre de 10 Ωm sur socle volcano-sédimentaire ou volcanique déformé ; le socle résistant correspond à la partie de la courbe du sondage qui remonte avec une pente de 45°. Il correspond au socle sain ou à la roche peu altérée. Les résistivités sont généralement élevées en milieu granitique (2 500 à 7 600 Ωm) mais plus basses en zone schisteuse volcano-sédimentaire (800- 1 000 Ωm).

2. Courbes de sondages électriques en « cloche dans le fond de bateau »

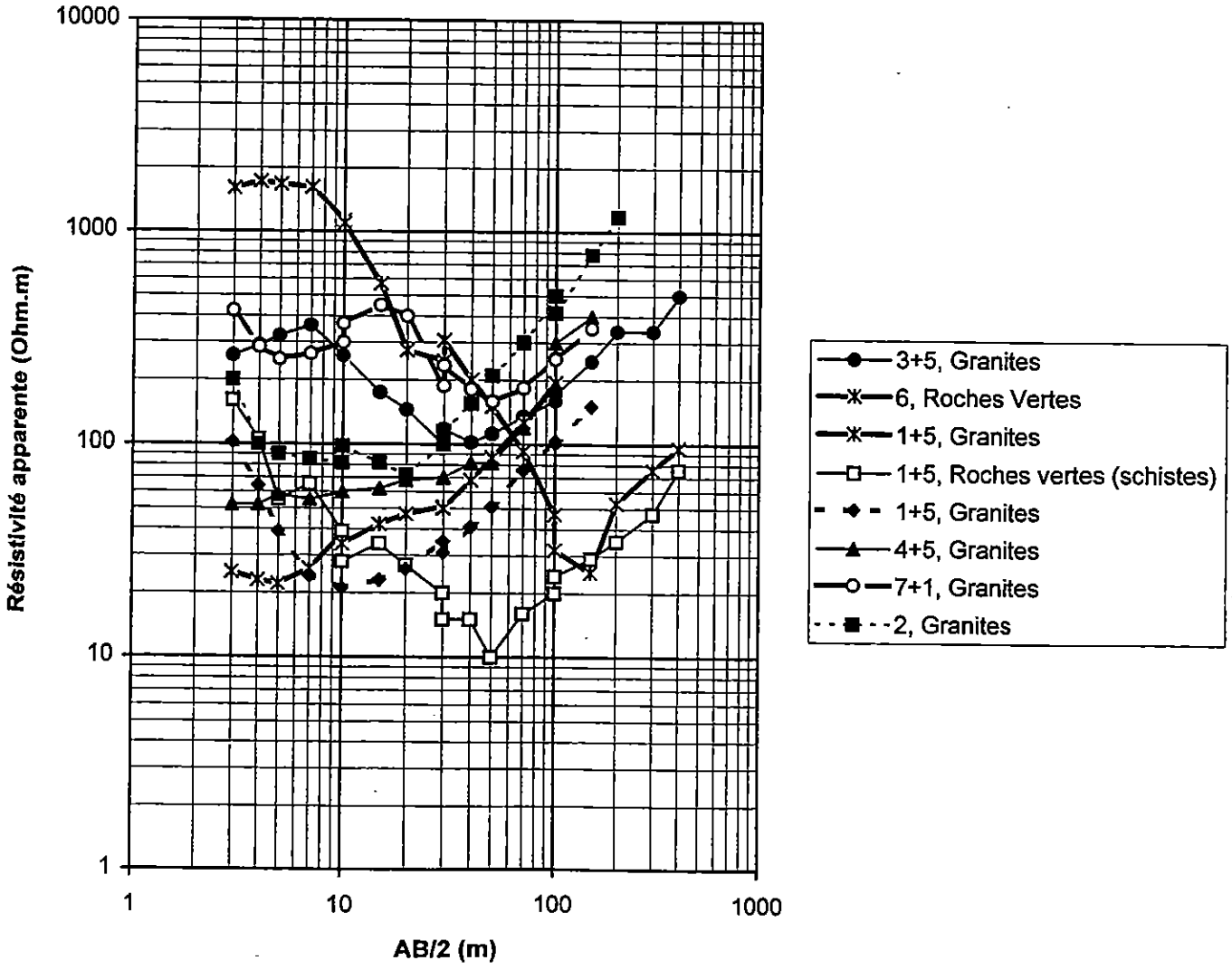
C'est une variante du type de courbe de sondage électrique précédent se traduisant par une remontée en cloche dans le fond de bateau. Cette modification de la courbe peut être liée à la présence d'un horizon d'argiles sèches ou d'argiles gravillonnaires. Ce type de courbe de sondage électrique est rencontré dans les bas-fonds actuels ou anciens.

3. Courbes de sondages électriques en « cloche puis en fond de bateau »

Quatre terrains peuvent être distingués. Le terrain le plus superficiel correspond à un recouvrement arable sableux avec des résistivités variant entre 90 et 200 Ωm et des épaisseurs faibles (0,5 m). Les autres terrains sous-jacents sont les mêmes que ceux définis plus haut.

4. Courbes de sondages électriques à une « seule branche »

Ce type de courbe indique des formations superficielles présentant un seul terrain reposant sur le socle sain. Il est formé de sables argileux dont la résistivité s'échelonne entre 50 à 120 Ωm ; les épaisseurs vont de 0,30 à 15 m mais peuvent atteindre 40 m.



5. Courbes de sondages électriques à « remontée traînante »

Dans ce cas, les deux branches de la courbe sont dissymétriques. La diminution de la pente montante est liée à l'existence d'un terrain très important en hydrogéologie et en génie civil, à savoir le socle fissuré et les arènes grenues (niveau graveleux), entre l'horizon conducteur et le socle sain. La présence de ce terrain est liée à l'influence d'une mégafracture (Savadogo, 1984; Biémi, 1992). L'inflexion de la branche montante peut être assez prononcée et donner une courbe de sondage avec un « escalier sur la branche montante ».

6. Courbes de sondages électriques « à deux fonds de bateau consécutifs »

Ce type de sondage électrique est caractérisé par deux courbes en « fond de bateau » consécutives. Les trois premiers terrains définissent un aquifère perché avec son complexe conducteur dans le fond du bateau. Le second aquifère est représenté par le terrain plus conducteur du second fond de bateau. Il s'agit donc d'aquifères superposés.

7. Courbes de sondages électriques avec « un intermédiaire en descente »

Ce type de courbe de sondage électrique se singularise des autres par un palier (« intermédiaire en descente ») entre le premier complexe résistant et le complexe conducteur. Elles indiquent bien par le palier, le toit de la nappe des altérites latéritiques noyées variant entre 10 et 20 mètres de profondeur en période très sèche (mois d'avril). Les résistivités vont de 150 à 400 Ωm. Notons la présence d'indices biologiques indiquant cette nappe d'eau des altérites latéritiques dans les « bowé » : il s'agit des termitières du genre *Cubitermes* (Savadogo, 1984).

DISCUSSION ET CONCLUSION

La tectonique éburnéenne et l'altération supergène des formations cristallines du Burkina Faso confèrent aux formations superficielles du pays des profondeurs variables qui permettent de distinguer 7 formes principales de courbes de sondages électriques verticaux (dispositifs Schlumberger). Souvent, ces formes de courbes de sondages électriques peuvent s'associer selon la complexité de la structure des formations superficielles.

Les formes de courbes en zone de failles (courbes à « remontée traînante ») ainsi que les observations de terrain (forages d'eau, exploitations minières) confirment l'importance des déformations subies par les formations d'âge Birrimien (2,1 Ga). Ainsi, on rencontre des formations superficielles peu épaisses intercalées par des zones à importantes couches d'altération dans les zones de failles (bas-fonds, couloir de cisaillement...).

Le sondage électromagnétique de fréquences est d'exécution plus rapide (9 mesures en 3 minutes pour le dispositif Max1 par exemple) par rapport au sondage électrique vertical (21 mesures en 1 heure environ de manipulation). Il donne la même succession de terrains que le sondage électrique vertical à condition d'utiliser une configuration en bobines horizontales dont la direction recoupe celle de l'anomalie, ou une configuration en bobines verticales avec une direction de ligne parallèle à l'anomalie (Nakolendoussé, 1991; Savadogo *et al.*, 1991).

Le recalage des sondages géophysiques aux données de forages d'eau montrent une assez bonne corrélation des horizons et des épaisseurs indiqués. Le contexte géologique se distingue clairement sur les courbes de sondages qui montrent bien un fond de bateau plus large sur socle schisteux que sur socle granitique. Par ailleurs, l'effet des failles se remarque sur les courbes de sondages par un saut à l'embrayage. En hydrogéologie de socle cristallin, on accordera la priorité aux courbes de sondages en « fond de bateau » et à « remontée traînante », à « deux fonds de bateau consécutifs » ou en « escalier sur la pente descendante ». L'épaisseur d'altération argileuse peut atteindre 60 m dans certaines zones.

Les formes de courbes ci-dessus et par conséquent les résistivités et les épaisseurs de terrains peuvent varier au cours de l'année selon leur état d'humectation de la formation superficielle. Il serait intéressant de procéder à des mesures saisonnières et inter-annuelles pour une typologie plus complète des courbes de sondages électriques verticaux. Par ailleurs, l'interprétation des sondages Schlumberger qui sont très utilisés en Afrique sub-sahélienne et tropicale aussi bien pour l'investigation en profondeur que pour l'investigation latérale requiert l'hypothèse d'horizontalité des terrains. Cette hypothèse est rarement vérifiée en domaine de socle cristallin. L'introduction du dispositif Wenner permettrait une meilleure connaissance de l'extension latérale des horizons de terrains. □

Bibliographie

Biémi J. (1992) - Contribution à l'étude géologique, hydrogéologique et par télédétection des bassins versants subsahéliens du socle précambrien d'Afrique de l'Ouest. Hydrostructurale, hydrodynamique, hydrochimie et isotopie des aquifères discontinus de sillons et aires granitiques de la haute Marahoué. - Thèse doct. ès Sci., Univ. Abidjan, Côte-d'Ivoire, 500 p.

Hottin G., Ouédraogo O. F. (1975) - Notice explicative de la carte géologique à 1/1 000 000 de la république de Haute-Volta. - Editions BRGM, 56 p.

Koussoubé Y. (1996) - Hydrogéologie en milieu de socle cristallin du Burkina Faso. Cas du bassin versant du bas-fond de Bidi. - Thèse 3e cycle, Univ. Dakar, Sénégal, 220 p. + cartes + annexes.

Nakolendoussé S. (1991) - Méthodes d'évaluation de la productivité des sites aquifères au Burkina Faso. Géologie, Géophysique, Télédétection. - Thèse Univ. Joseph Fourier, Grenoble I, 200 p.

Savadogo A.N. (1984) - Géologie et hydrogéologie du socle cristallin de Haute-Volta. Etude régionale du bassin versant de la Sissili. - Thèse doct. ès-sci., Univ. scientifique et médicale, Grenoble, 340 p.

Savadogo A.N., Rouleau A., Lemieux G., Duberger R., Perron S., Roy D.W., Nakolendoussé S., Tremblay D. (1991) - Productivité des aquifères du socle cristallin du Burkina Faso. - *Bull. CERM*, UQAC, Canada, 60 p.