

# Etude de la zone d'infiltration des aquifères karstiques par méthodes géophysiques (Cas de la région de Guérrara Ghardaïa)

Melouah.Oualid<sup>(1)</sup>, Zeddouri.Aziez<sup>(2)</sup> et Laouini Hamza<sup>(3)</sup>

<sup>(1)(3)</sup>Laboratoire de Géologie du Sahara, Université Kasdi Merbah, BP 511 Ouargla Algérie

<sup>(2)</sup>Laboratoire de Biogéochimie des Milieux Désertiques Université Kasdi Merbah BP 115 Ouargla Algérie

Oualid411@Yahoo.fr

**Résumé**— Les épikarste sont la manifestation superficielle des phénomènes karstiques dans un milieu géologique généralement de nature carbonaté traduites par la présence de formes géomorphologiques spécifiques. Entre les zones humides et arides le phénomène ne se manifeste pas de la même manière, la zone de Guérrara est un exemple de cette différenciation géomorphologique, la présence de Garas et des dayas est un indice capital pour la reconstitution des paléokarste dans la région

Cette étude menée dans deux sites différents de la zone de Guérrara a pour objectif la reconnaissance et la caractérisation de l'épikarstique par la mise en évidence des cavités et de discontinuités tectoniques contribuant à la constitution de la réserve d'eau sénonienne dans la région, afin de délimiter l'extension du phénomène on a fait recours aux méthodes géophysiques telles que les sondages électriques verticaux combinés à l'imagerie électromagnétique par le Géoradar de sub-surface [3].

La compréhension des mécanismes appropriés à chaque site est en fonction de la reconnaissance des caractéristiques géotechniques et chimiques des formations rencontrées.

Les résultats obtenus dans le site de Guérrara démontrent l'existence de plusieurs cavités à l'entour de la ville dans les formations gréseuses carbonatées d'âge Mio-Pliocène Eocène et Sénonien les cavités sont détectables à partir de 13m de profondeur.

Au niveau de Dayat ben fellah les résultats de l'imagerie combinée ont permis de mettre en évidence des accidents tectoniques de direction N 140-160° et N 30-60°, les formations géologiques Alluvion-gréseuse présente des résistances à la compression faible accentuant ainsi la dissolution et de la décarbonatation liée à l'activité hydrique d'Oued Zégrir pour sculpter l'ensemble du paysage géologique donnant naissance à des édifices géomorphologiques divers dans la région.

**Mots-clés** — tomographie électrique 2D, Géoradar, Sondage électrique, cavité, karstification

## I. INTRODUCTION

DANS le sud algérien de nombreuses formes comparables à celles rencontrées dans les modèles Karstiques sont rencontrées dans les roches silico-alumineuses [6], leur genèse est due essentiellement à la dissolution et la décarbonatation

Plusieurs auteurs dans le monde ont abordés la limite du terme Karst **White [5]** caractérise les reliefs karstiques étant que paysage parsemé de dépressions fermées de position et de taille différentes, d'un drainage de surface démantelé, de grottes et de systèmes de drainage souterrain, **Parker et Higgings [4]** donnent une définition centrée sur les processus: " le karst est la remobilisation de roches solides et solubles par la dissolution chimique, le pseudokarst est la remobilisation de restes rocheux solides en suspension".

**Ford et Williams [2]** se basent uniquement sur l'aspect hydrologique et sur les paysages caractéristiques. "Le karst est un terrain avec une hydrologie distincte et des paysages résultant d'une combinaison de solubilité rocheuse élevée et d'une porosité secondaire bien développée."

Les sites choisis pour l'étude sont situés de part et d'autre dans la région de Guérrara localisés à environ 14 Km pour le site de Dayat ben fellah et dans la périphérie immédiate de la ville.

La région est constituée essentiellement d'alluvions quaternaires et des grès du Mio-Pliocène et dans certains endroits de calcaire Eocène, en profondeur l'alternance entre les calcaires et les argiles et les gypses constitue le reste du vestige sédimentaire de la région cela jusqu'à 650 m de profondeur environ,

La région contient plusieurs nappes à savoir: la nappe d'influx du Mio-Pliocène et l'aquifère carbonaté du Sénonien avec une épaisseur de 200 m environ et la nappe du Continental intercalaire composée essentiellement de matériaux détritiques avec une épaisseur de 650 m environ.

La présence de plusieurs effondrements de terrain ainsi que des formes géomorphologiques spécifiques du type Dayat et Garas dans la région sont des marqueurs sur la présence de Paléo-karst ou de karst fonctionnelle dans la région

L'objectif visé à travers cette étude et l'exploration géophysique de la zone d'infiltration, ainsi que la mise en évidence des cavités Karstiques.

## II. MATERIELS ET METHODES

En vue d'atteindre cette objectif, La combinaison des méthodes Électrique représentées par les sondages électrique et la tomographie électrique 2D ainsi que électromagnétique par l'outil Géoradar à basse fréquence semble répondre aux exigences du projet.

La diversité des techniques utilisé et la spécification des caractéristiques mesuré ont permis d'atteindre des profondeur variables dans les terrains investigué , les 14 sondages électriques Schlumberger ont permis d'atteindre 160 m de profondeur environ .

L'outil Géoradar basé sur la propagation d'ondes électromagnétiques a basse fréquence de marque GSSI a contribué a la détection des cavités ayant une signature électromagnétique bien marqué par rapport au encaissant géologique [1]

Afin d'atteindre une profondeur d'investigation comprise entre 5 et 22 m les fréquences utilisés sont de 200 et 100 MHZ, ces limites sont en fonction de la nature géologiques du terrain et ca résistivité électrique.

## III. RESULTATS ET DISCUSSION

Les campagnes d'acquisitions réalisées à travers les trois sites investigués ont permis d'obtenir les résultats suivants :

Au niveau du site Guérrara-Drine- El Amied :

La réalisation des sondages électriques dans la zones de la palmerais a permis de classer les terrains rencontrés en quatre couches géo-électrique ,La corrélation des données des sondages électriques avec les données des forages ont permis la mise en évidence de 04 anomalies, celle-ci ce se situent dans des formations de nature gréseuse à carbonatée. Attribué à la présence des vides souterrains indiqués par des zones à perte totale, Décelables entre 13 et 44 m pour atteindre par la suite des profondeurs inconnues.

Les classes de résistivités ayant des valeurs comprises entre 40 et 200 Ohm m correspondent à des formations alluvionnaires englobant des dépôts limoneux sableux argileux et des grés altérés (formations d'âge quaternaires et Mio-pliocène) caractérisées par des faibles résistivités.

L'interface géo-électrique caractérisée par la gamme de résistivité comprise entre 600 à 800 Ohm.m correspond au toit des formations carbonatées de l'Eocène (a caractère continental caractérisé généralement par des calcaires a phosphate et des grés profond et compact (résultats confirmer à partir des corrélations issues des données de puits albien et les SEV réalisées à proximité).

Les résistivités comprises entre 1100 et 2000 Ohm.m correspondent aux formations carbonatés sénonienne proprement dite a caractère marin.

Au niveau du site de Dayat Ben Fellah :

Les donnes Géoradar ont confirmé la présence de quelques observations détecté par la tomographie électriques, le bed rock gréseux et situé a une profondeur variables, allant de 1m a des profondeurs indéfinies cette ambiguïté et due aux contexte géologique conducteur de la zone ce qui réduit d'une par la profondeur d'investigation et d'autre part affecte la résolution des profils acqut, malgré ces conditions plusieurs anomalies ont était détecté a partir de la 3m de Profondeur dans la cuvette de l'effondrement correspondant a la présence de vide souterrain a dimension métriques.

En général, les alluvions rencontrées à partir de 1m de profondeur ont tendance à être tendres et altérés. Ces résultats sont en étroite relation avec les conditions et l'intensité des facteurs d'altération et d'érosion dans la zone. Les observations faites durant l'échantillonnage de ces matériaux confirment les résultats de nos testes à savoir la présence des microcavités et des alvéoles

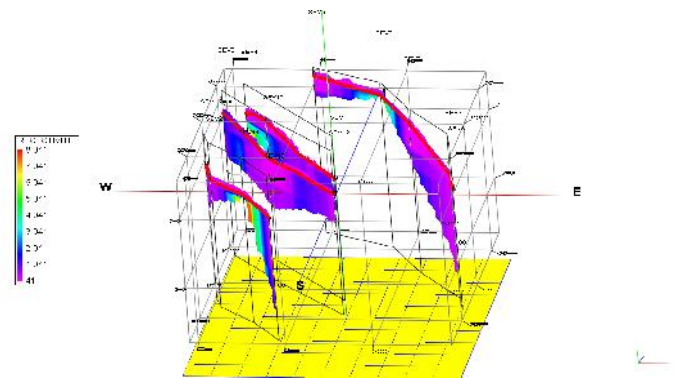


fig.1 : profil de résistivité électrique orientée NW-SE extrait du modèle 3D (Guérrara-Drine- El Amied)

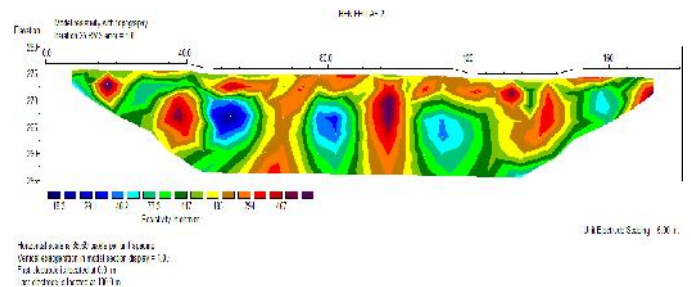


fig.2 : Pseudo section de tomographie électrique Inversé n°2 réalisée à Dayat Ben Fellah

anomalies. L'utilisation des techniques citées a mené à :

Au niveau des sites de El Amied-Drine-Guerrara La création d'un modèle tridimensionnelle à partir des données des sondages électriques verticaux a permis d'avoir une vision plus réaliste sur la distribution des résistivités électriques jusqu'à des profondeurs variables, la corrélation de ces données avec les forages préexistants a permis la détection de quatre contrastes géo-électrique différents à savoir : les sédiments alluvionnaires de surface et les gréseux altéré caractérisé par une échelle de résistivités comprise entre 0 et 200 Ohm.m, les calcaires Eocène et les grés profond compact à résistivités situés entre 600 et 800 Ohm.m, les calcaires sénoniens marin a résistivités comprise entre 1100 et 1900 Ohm.m, des anomalies dues à la présence de cavités proches de la surface avec des résistivités dépassant les 3500 Ohm.m.

Ces cavités sont au nombre de quatre situées dans les hauteurs de Guerrara au Nord et dans les extrémités Sud et Est de la ville, localisé essentiellement dans les formations gréseuses a carbonatés.

L'utilisation du radar géologique dans le site n'as pas permis la détection d'anomalies liées à des cavités souterraines vue le contexte conducteur des formations investiguées, mais tout de même a permis de détecté le bed rock gréseux situé à 12 m de profondeur environ.

Au niveau du site de Dayat Ben Fellah L'investigation menée par les techniques géophysiques a mis en évidence la présence de plusieurs structures cavitaires situées dans la cuvette de l'effondrement et dans les hauteurs périphériques ces vestiges sont généralement de dimensions métriques.

Les cavités observés semblent être orientées suivant les directions N 50-70° et N 150- 170°, ces observations sont concordante avec les orientations des événements tectonique supposés être identifié sur site, tout de même ces conclusions doivent être confirmé par une étude structurale afin de déterminer l'orientation des phases tectoniques dans la zone.

Les disparitions brutales des eaux alluviales de Dayat Ben Fellah peuvent être attribuée à la présence et la dispersion des cavités détectées, celles-ci sont caractérisées par des dimensions métriques, et ayant des extensions verticales inconnues.

Celons les auteurs l'origine de la Dayas et due à un effondrement karstiques dans les formations carbonates de l'Éocène , aux termes des investigations réalisés l'origine de l'effondrement et fortement lié à l'activité tectonique qui a créé des couloirs préférentielles d'érosion à travers les alluvions carbonatés situé jusqu'à a des profondeurs dépassants les 10m , façonné par l'activité érosive des cours d'eau existant provoquant le phénomène de décalcification issue du potentiel chimique hautement agressive des eaux

pluviale en contact avec les sol limoneux sableux argileux riche en acide humique .

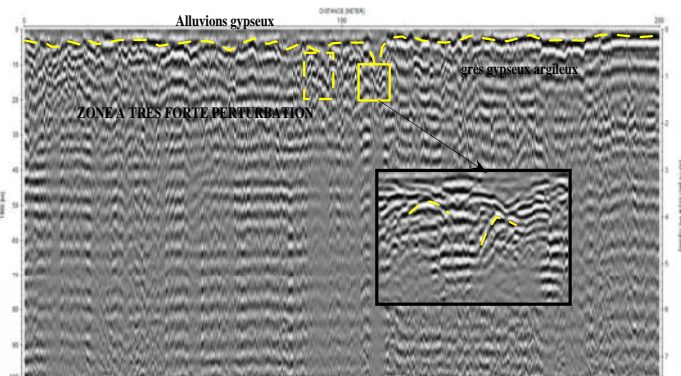
Les cavités détectées sont non connecté malgré leurs dimensions importantes, ce qui mène à penser à la présence d'un réseau karstique peu développé ou partiellement comblé par un volume important de sédiments apportés par les cours d'eau..

Les méthodes géophysiques employées semblent être partiellement adaptées aux besoins de ce thème d'étude, l'utilisation du Géoradar de surface dans des terrains conducteurs et peu convaincante cela est dû aux phénomènes d'atténuation généralement observées sur la majorité des enregistrements limitant ainsi l'exploitation des données aux deux ou trois premiers mètres.

D'une manière général les profondeurs sondés représente la zone épikarstique du système hydrogéologique [7] dans la région de Guerrara caractérisé par des formations superficielle perméable qui joue généralement le rôle d'aquifère temporaire, la continuité du système karstiques de

La région représenté par l'endokarste peut ce localisé dans les formations carbonaté Eocène et Sénonienne, jusqu'à présent la présence d'échange entre les divers nappes phréatiques et sénonienne n'est pas mis en évidence pour cela des études hydro chimiques et isotopiques doivent être

Réalisé afin de comprendre réellement la constitution du système karstique de la région



## V. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Davis II, Annon A P. Ground penetrating radar for high resolution  
fig.3 : Profil Géoradar N°9 Antenne 200 MHZ (Site Ben Fellah)
- [2].FORD, D.C. et WILLIAMS, P.W.. Karst Geomorphology and Hydrology.: Unwin Hyman, London, 601 p.(1989).
- [3].Frumkin. A et al ; The Dead Sea sinkhole hazard : Geophysical assessment of salt dissolution and collapse ; Geomorphology, Vol.134, (2011).

[4]. **PARKER, G.G. Sr. et HIGGINS, C.G.** Piping and pseudokarst in dry lands with case studies by Parker, G.G. r. and Wood. W.W.: 77-110 in Higgins, C G et Coates, D.R. (eds), Groudwater Geomorphology: The role of Subsurface Water in Earth-Surface Process. (1990).

[5]. **WHITE, W. B.** Geomorphology and hydrology of karst terrains. Oxford University Press, p.98. (1988).

[6]. **WILLEMS, L., POUCKET, A., LENOIR, F. et VICAT, J.P.** Phénomènes karstiques en milieux non-carbonatés. Etudes de cavités et problématique de leur développement au Niger Occidental. Z. Geomorph. N.F. - Berlin - Stuttgart, Suppl.-Bd 103: 193-214. (1996)

[7]. **Williams.Paul.W.** The role of the epikarst in karst and cave hydrogeology: a review: International Journal of Speleology, 37 (1), 1-10, (2008).