

## CARACTÉRISATION GÉOPHYSIQUE DES AQUIFÈRES DANS LA VALLÉE TRANSFRONTALIÈRE DU GOULBI DE MARADI (NIGER/NIGERIA)

ISSOUFOU OUSMANE B.<sup>1</sup>, NAZOU MOU Y.<sup>1</sup>, FAVREAU G.<sup>2</sup>, ABDOU BABAYE M. S.<sup>3</sup>, ABDOU MAHAMAN R.<sup>1</sup>, BOUCHER M.<sup>2</sup>, LAWSON M.A. F.<sup>4</sup>, TAYLOR R.G.<sup>5</sup>, LEGCHENKO A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Département de Géologie, Faculté des Sciences et Techniques, Université Abdou Moumouni, Niamey, Niger. [boukari086@gmail.com](mailto:boukari086@gmail.com)

<sup>2</sup>Université Grenoble Alpes, Institut de Recherche pour le Développement, CNRS, Grenoble INP, IGE, France, Institut de Recherche pour le Développement, Niamey, Niger.

<sup>3</sup>Département de Géologie, Faculté des Sciences et Techniques, UMR SERMUG, Université Dan Dicko Dan Koulodo, Maradi, Niger

<sup>4</sup>Université Abomey-Calavi, Institut National de l'eau, Benin

<sup>5</sup>Department of Geography, University College London, London, UK.

### RESUME

*Les aquifères de la vallée transfrontalière du Goulbi de Maradi (GM) ont été investigués à l'aide de sondages par Résonance Magnétique des Protons (RMP) et électromagnétiques dans le domaine temporel (TDEM – Time Domain ElectroMagnetics), associés aux données lithologiques issus de forages. Un (1) transect longitudinal et cinq (5) transversaux à la vallée ont été réalisés. L'analyse des résultats montre des variations d'amont à l'aval de faciès lithologiques et des caractéristiques hydro-géophysiques d'un aquifère alluvial peu étendu et de l'aquifère régional sous-jacent du Continental Hamadien.*

**Mots clés:** Aquifère sédimentaire, RMP, TDEM, Semi-aride, Goulbi de Maradi.

### GEOPHYSICAL CHARACTERIZATION OF AQUIFERS IN THE TRANSBOUNDARY VALLEY OF GOULBI OF MARADI (NIGER / NIGERIA)

#### ABSTRACT

*Aquifers of the transboundary Goulbi Maradi (GM) valley are investigated by Magnetic Resonance Soundings (MRS), Time-Domain Electromagnetic (TDEM) soundings, associated with boreholes lithological data. Transects longitudinal (1) and transverse (5) to the GM valley were carried out. The results show Variations in lithological facies and geophysical and hydrodynamic characteristics from upstream to downstream for the alluvial aquifer's little extended and the underlying regional aquifer of the Continental Hamadien.*

**Key words:** Alluvial and sedimentary aquifers, MRS, TDEM, Semi-arid, Goulbi of Maradi.

#### INTRODUCTION

La région de Maradi est une zone densément peuplée du Niger avec ~ 81 hab./km<sup>2</sup>. Une grande partie de cette population est localisée dans la vallée transfrontalière du Goulbi de Maradi. Elle est largement rurale, fréquemment confrontée à des crises alimentaires en raison de la vulnérabilité d'une agriculture pluviale soumise aux extrêmes pluviométriques d'un climat semi-aride. Les ressources en eau souterraine sont actuellement peu exploitées pour l'approvisionnement en eau des populations et du bétail. Elles peuvent être plus largement utilisées pour l'irrigation afin d'accroître la production agricole et atténuer ainsi l'insécurité alimentaire (Nazoumou et al., 2016). Pour une gestion durable de ces

ressources, il est indispensable d'évaluer le potentiel des aquifères à travers notamment, une estimation de leurs propriétés hydrodynamiques (épaisseur, capacité de stockage, perméabilité, transmissivité).

La vallée du GM est une large vallée alluviale en bordure sud-est du grand bassin sédimentaire des lullemeden (cf. Fig. 1a). Une étude hydrogéophysique associant les méthodes de sondages par RMP et TDEM, et la valorisation de données lithologiques issues de forages a été conduite dans la vallée (cf. Fig. 1b). L'objectif étant de (1) préciser la géométrie des niveaux aquifères, (2) déterminer leurs propriétés hydrodynamiques et (3) apprécier les connexions hydrauliques entre ces aquifères.

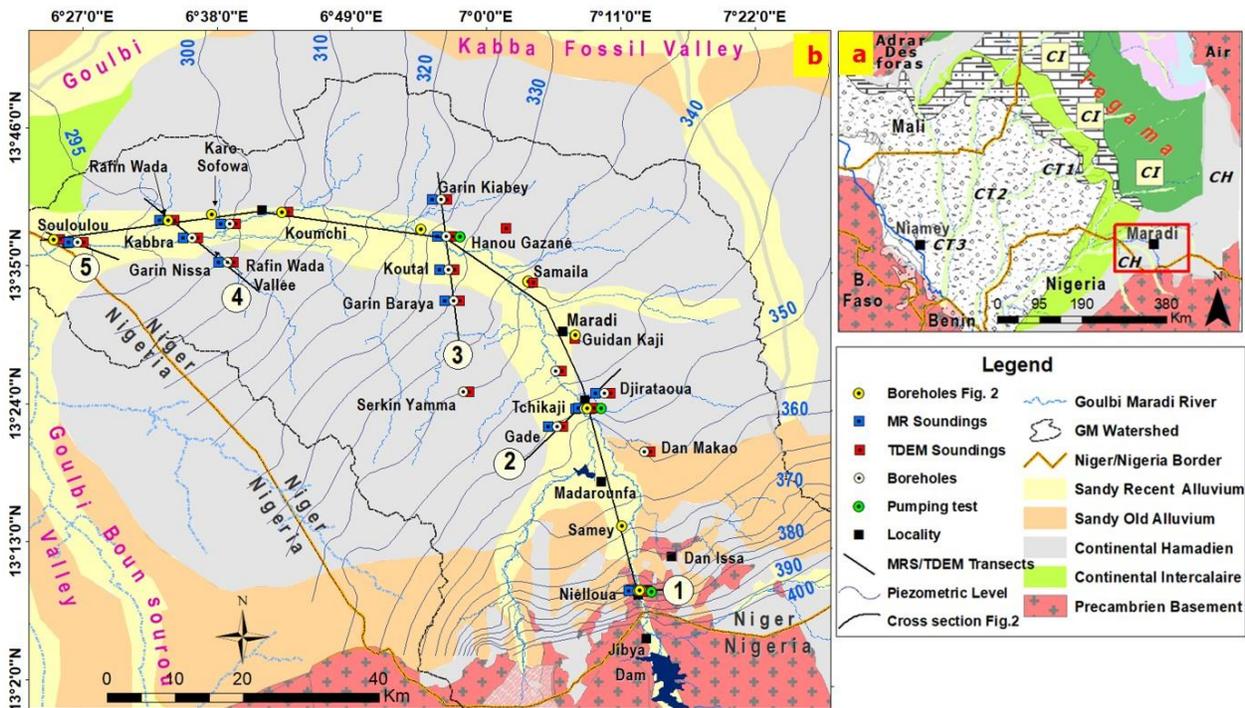


Fig. 1 – Localisation de la vallée transfrontalière de Goulbi Maradi

## MATERIEL, DONNEES ET METHODES

Les données d'environ 500 forages de 20 à 300 m de profondeur ont été collectées puis analysées. Un (1) transect longitudinal amont-aval et cinq (5) transects transversaux à la vallée ont été définis. Trente-un (31) sondages TDEM et dix-huit (18) sondages RMP ont été réalisés le long de ces transects suivant un protocole proche de celui utilisé par Descloitres et al. (2013). Les équipements utilisés, les dimensions des boucles et les logiciels d'inversion sont indiqués dans le **Tab. 1**.

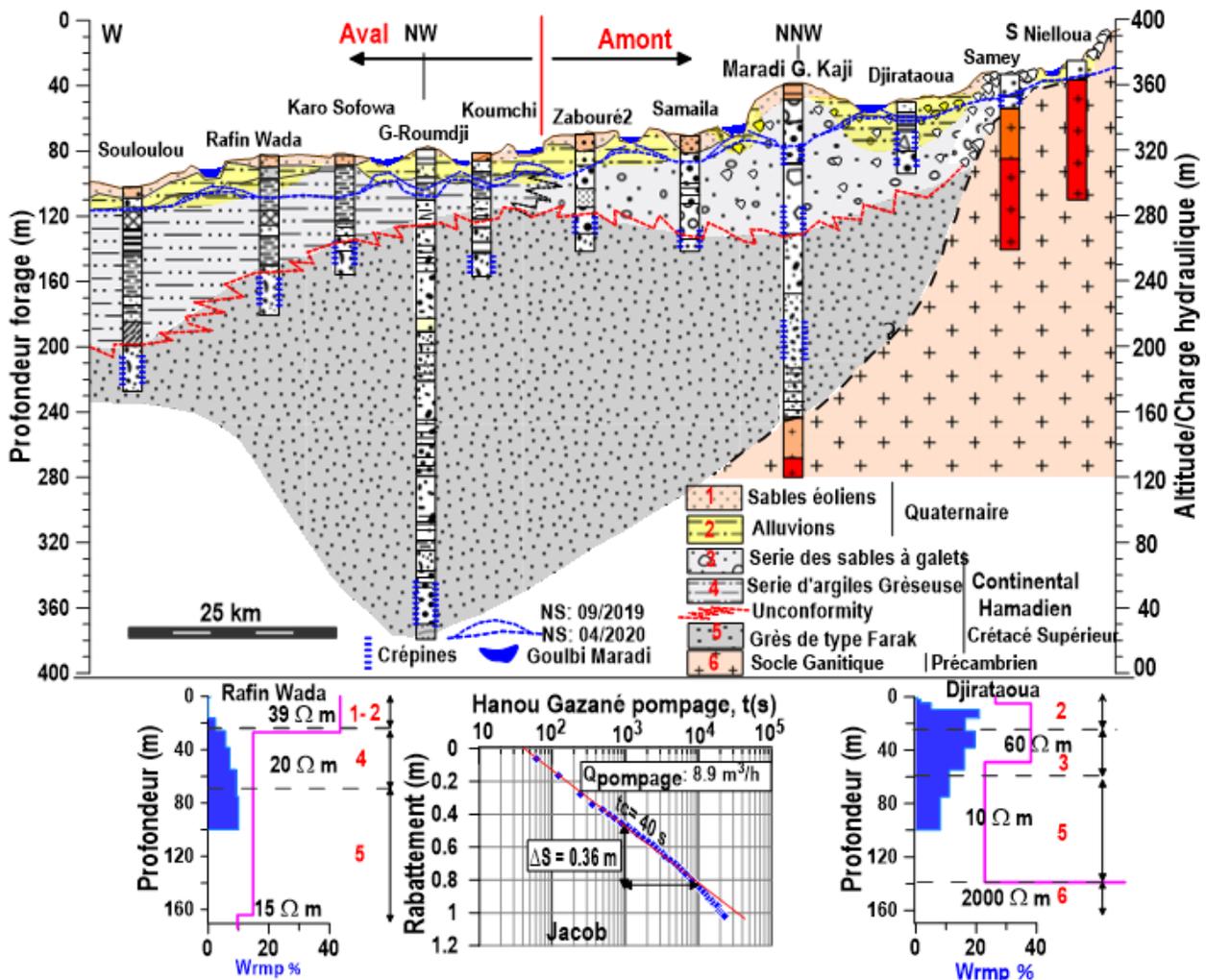
Méthode	Boucles de câbles	équipement	logiciel d'inversion
TDEM	Coïncidente 150x150, 50x50 m <sup>2</sup> ; Centrale: 150x50 m <sup>2</sup>	TEM FAST 48HPC	TEM-RES
RMP	Carrée 150x150 m <sup>2</sup> et huit 100x100 m <sup>2</sup>	NUMIS <sup>Plus</sup> et <sup>Auto</sup>	SAMOVAR_V11.6

Tab. 1 - Méthode, équipement et logiciel d'inversion.

Deux essais de pompage ont été également réalisés, pour compléter les données déjà existantes, afin de paramétrer les données RMP et estimer les paramètres hydrodynamiques des aquifères.

## RESULTATS ET DISCUSSIONS

La **Fig. 2** montre la corrélation lithologique réalisée entre les forages suivant le transect amont-aval. Ces résultats confirment que l'épaisseur maximale des alluvions quaternaires dans la vallée est de ~30 m (Greigert, 1966). Quant aux formations sous-jacentes du Continental Hamadien (CH), la série des sables à galets décrite par Greigert (1966) est bien identifiée en amont, tandis qu'en aval, elle fait place à une série d'argiles gréseuses. A la base de l'ensemble, on retrouve les grès de type Farak, plus généralisés (Greigert, 1966). Les épaisseurs sont comprises entre ~10 et 70 m pour la série des sables à galets à l'amont, 15 et 80 m pour la série d'argiles gréseuses à l'aval et entre 50 et plus 250 m pour les grès de type Farak.



**Fig. 2** – Coupe hydrogéologique amont-aval et 2 sondages TDEM et RMP (Djirataoua et Rafin Wada), et un essai de pompage de Hanou Gazané.

Les sondages TDEM et RMP (cf. **Tab. 2**) montrent que dans la partie amont, les alluvions et la série de sables à galets du CH présentent une forte teneur en eau RMP ( $W$ ), avec un temps de relaxation ( $T_1$ )

relativement long et des résistivités électriques (RES) moyennes à fortes (cf. **Tab. 2**). Ces formations se révèlent donc poreuses et perméables. A contrario en aval, la formation d'argiles gréseuses du CH et la série de grès de Farak ont des résistivités, teneurs en eau et temps de relaxation faibles. Ceci indique également que les formations argileuses sont relativement moins perméables que les alluvions et grès à galets du CH.

En outre, les profils de teneur en eau RMP ne montrent pas de discontinuités entre les alluvions et les formations du CH notamment à l'amont. Cela tend à indiquer que les niveaux aquifères sont interconnectés, ce qui est en cohérence avec les niveaux piézométriques observés dans les forages captant ces formations.

Propriétés RMP/TEM	Série des sables à galets			Série d'argiles gréseuses			Grès de type Farak			Alluvions		
	W (%)	T <sub>1</sub> (ms)	RES (Ωm)	W (%)	T <sub>1</sub> (ms)	RES (Ω m)	W (%)	T <sub>1</sub> (ms)	RES (Ω m)	W (%)	T <sub>1</sub> (ms)	RES (Ω m)
Max	17	390	800	10,9	260	43	17	350	17	36	300	57
Min	10	220	22	03	180	10	06	160	06	07	220	12
Moyenne	14	302	130	08,3	230	17	09	270	11	16	245	31

**Tab. 2** - Valeurs des paramètres hydrogéophysiques estimés des formations géologiques

## CONCLUSION

Les sondages géophysiques combinés à l'analyse des logs lithologiques de forages ont permis de mettre en évidence des variations lithologiques dans les formations du CH, corrélées avec des teneurs en eau et des perméabilités plus élevées à l'amont qu'à l'aval de la vallée de GM. L'utilisation de cette approche a également permis de démontrer que les alluvions quaternaires et les formations du CH forment un système aquifère interconnecté.

## REMERCIEMENTS

L'étude a été réalisée dans le cadre du projet de recherche GroFutures (Groundwater Futures in Sub-Saharan Africa) financé par le programme UPGro du Royaume-Uni (Ref. NERC-ESRC-DFID NE/M008576/1).

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**DESCLOITRES M., CHALIKAKIS K., LEGCHENKO A., MOUSSA A. M., GENTHON P., FAVREAU G., LE COZ M., OÏ M., 2013** — Investigation of groundwater resources in the Komadugu Yobe Valley (Lake Chad Basin, Niger) using RMP and TDEM methods. *Journal of African Earth Sciences*, 87, 71–85. <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2013.07.006>.

**GREIGERT J., 1966** – Description des formations crétacées et tertiaires du bassin des lullemeden. Rapport, BRGM, Orléans, France, 236p.

**NAZOU MOU Y., FAVREAU G., ADAMO M. M., & MAÏNASSARA I., 2016** – La petite irrigation par les eaux souterraines, une solution durable contre la pauvreté et les crises alimentaires au Niger ? *Cahiers Agricultures*, 25: 15003, <https://doi.org/10.1051/cagri/2016005>.