

CARACTÉRISATION DU BISEAU SALÉ AU BÉNIN PAR MESURES ÉLECTROMAGNÉTIQUES

YALO N.¹, BOUCHER M.², ALASSANE A.¹, KOUNIKA E.¹,
CHODATON H.¹, N'TCHA T.¹

¹ LHA, INE, UAC, 01BP526 Cotonou, BENIN yalonicaise@yahoo.fr

² IRD, UGA, CNRS, G-INP, IGE, marie.boucher@ird.fr

RÉSUMÉ

La caractérisation du biseau salé long des côtes béninoises s'est focalisée sur les localités de Togbin à l'Ouest et de Sèmè-Kpodji à l'Est. Une dizaine de sondages TDEM et quelques kilomètres de profils EM ont été réalisés dans chacune des deux localités. Ces mesures ont permis de localiser la profondeur du biseau salé à environ 6,5 m sur la côte Ouest et à 48 m sur la côte Est. La cartographie du biseau salé a montré que ce dernier est plus étendu sur la côte Ouest où les lagunes sont plus proches de l'Océan que sur la côte Est où les lagunes sont à plus de 2km du rivage. De cette étude il ressort donc que d'Ouest en Est, les côtes béninoises n'ont pas la même vulnérabilité au biseau salé.

Mots clés : Profil EM, Sondage TDEM, Zones côtières, Sèmè-Kpodji, Togbin.

CHARACTERIZATION OF SALT WEDGE IN BENIN BY ELECTROMAGNETIC MEASUREMENTS

ABSTRACT

The characterization of the salt wedge along the Beninese coasts, focused on the localities of Togbin in the West and Sèmè-Kpodji in the East. A dozen TDEM surveys and some kilometers of EM profiles were conducted in each of the two localities. These measurements made it possible to locate the depth of the salt wedge about 6,5 m on the West Coast and 48 m on the East Coast. The mapping of the salt wedge has shown that, it is more extensive on the west coast where the lagoons are closer to the ocean than on the east coast where the lagoons are more than 2 km from the shore. From this study it is clear that from West to East, the Beninese coasts do not have the same vulnerability to salt wedge.

Key words : EM profile, TDEM survey, Coastal area, Seme-Kpodji, Togbin.

.1 INTRODUCTION

La connaissance de l'extension de l'intrusion du biseau salé et de la profondeur de l'interface eau douce / eau salée contribue à la prise de décision pour la sauvegarde de l'environnement et la gestion durable des eaux souterraines (ex. Alabjah et al. 2018, Yalo et al. 2012). Au cours de la dernière décennie, les informations hydrogéologiques classiques ont été de plus en plus complétées par des informations géophysiques souterraines permettant d'obtenir des images plus précises des systèmes aquifères. En particulier, les méthodes électromagnétiques

de prospection permettent de déterminer les distributions de conductivité (ou inversement de résistivité) dans les sols et le sous-sol en fonction de la profondeur. Ainsi elles peuvent être utilisées pour délimiter l'interface entre l'eau douce (résistante) et l'eau salée (conductrice) (ex. Goldman et al. 1991, El-Kaliouby et Abdalla 2016).

Notre étude vise à cartographier l'extension du biseau salé et à estimer la profondeur de l'interface eau douce / eau salée dans l'aquifère sableux du quaternaire au sud du Bénin, région densément peuplée. Les prospections électromagnétiques se sont focalisées sur les localités de Togbin et de Sèmè-Kpodji (Fig.1A).

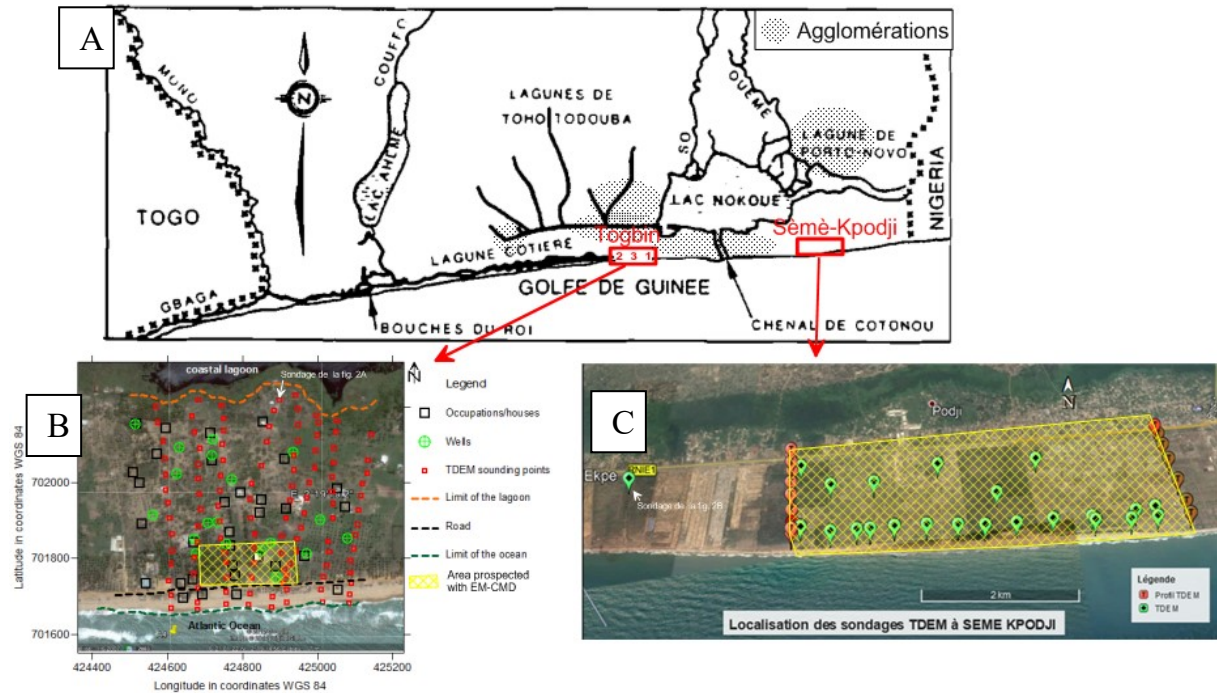


Fig. 1 – Localisation des mesures. Fond de carte en haut : schéma des systèmes lagunaires béninois (Le Barbé et al, 1993).

.2 MÉTHODES

Dans la localité de Togbin 1 (Fig. 1B), 115 sondages TDEM ont été réalisées sur une surface de 600 m x 600 m, soit environ 360 000 m². Ces sondages sont répartis en 8 profils de 15 sondages en moyenne. Les profils sont espacés de 60 m dans la direction perpendiculaire à la ligne de rivage. Sur chaque profil, les sondages sont espacés d'environ 30 m. Dans la localité de Sèmè-Kpodji (Fig. 1C), 40 sondages TDEM ont été réalisés avec les mêmes configurations.

La méthode EM-CMD a été déployée sur les localités de Togbin (Fig. 1B) et de Sèmè-Kpodji (Fig. 1C) avec des profils perpendiculaires à la ligne de rivage.

.3 RÉSULTATS

3.1. Délimitation de la profondeur du biseau salé

Le résultat de l'inversion du log de sondage TDEM à Togbin 1 montre que la profondeur du biseau salé se situe à 6,5 m (fig. 2A). En outre, les mesures de

conductivités (inversement de résistivités) confirment la baisse progressive de la résistivité jusqu'à 7 m de profondeur.

Les résultats du sondage TDEM à Sèmè-Kpodji (Fig. 1C) montrent que le toit du biseau salé se situe à une profondeur de 48 m (Fig. 2B). Les valeurs de conductivités sur confirme que le terrain résistant en surface. Le biseau salé est donc beaucoup plus profond sur la rive Est (Sèmè-Kpodji) des cotes littorales béninoises.

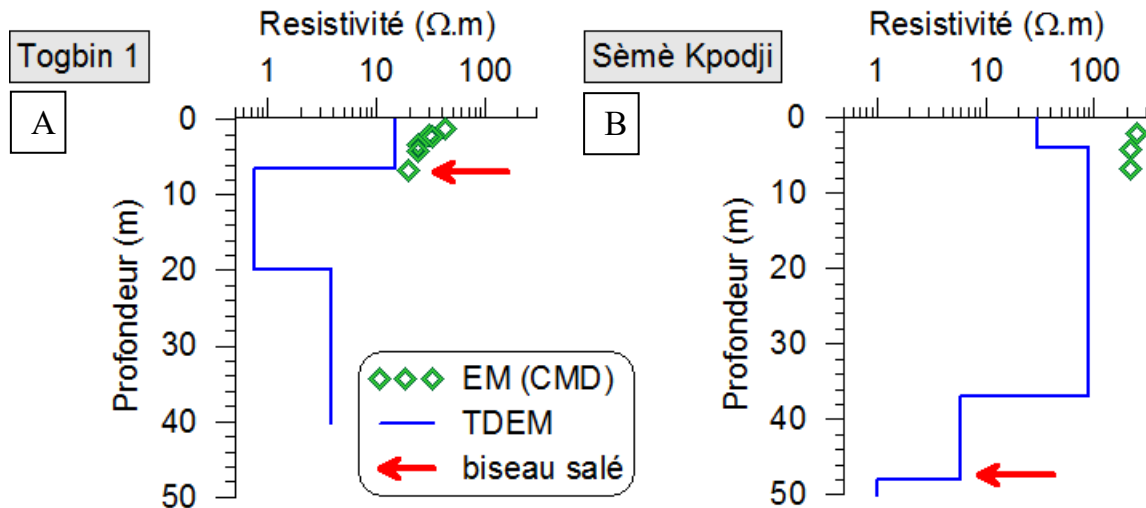


Fig. 2 – Variations des résistivités en fonction de la profondeur.

3.2. Cartographie de l'étendue latérale du biseau salé

Les mesures de conductivités réalisées avec l'EM-CMD dans les secteurs de la localité de Togbin, montrent en général une augmentation de la conductivité en fonction de la latitude : elles varient de ~200 mS/m près de l'Océan à ~20mS/m lorsque qu'on s'éloigne de 300 m de la plage (Fig. 3A). Ce résultat laisse présager que l'interface eau douce – eau salée s'approfondit progressivement du rivage vers l'intérieur des terres. Il est à remarquer que la limite latérale du biseau salé n'est pas totalement parallèle à la ligne du rivage et semble avoir une orientation NNO – SSE.

Les mesures de conductivités réalisées dans la localité de Sèmè-Kpodji, montrent-elles aussi une augmentation en fonction de la latitude (Fig. 3B) : les valeurs de conductivités passent de ~100 mS/m sur la plage à 5-10 mS/m lorsqu'on s'éloigne de 300 m du rivage puis à moins de 2 mS/m à 1.5 km. Cela suggère un approfondissement rapide du biseau salé qui semble confiné en bordure d'océan.

4 CONCLUSIONS

En somme, les mesures électromagnétiques en TDEM et EM ont permis de localiser la profondeur du biseau salé qui est plus superficiel sur la côte Ouest à Togbin (6,5 m) que sur la côte Est à Sèmè-Kpodji (48 m), sachant que ces deux sondages sont respectivement à 650m et 800m du rivage. La cartographie du biseau salé indique que ce dernier est plus étendu sur la côte Ouest où les lagunes sont plus proches de l'Océan que sur la côte Est où les lagunes sont à plus de 2

km du rivage. De cette étude il ressort donc que d'Ouest en Est, les côtes béninoises n'ont pas la même vulnérabilité au biseau salé.

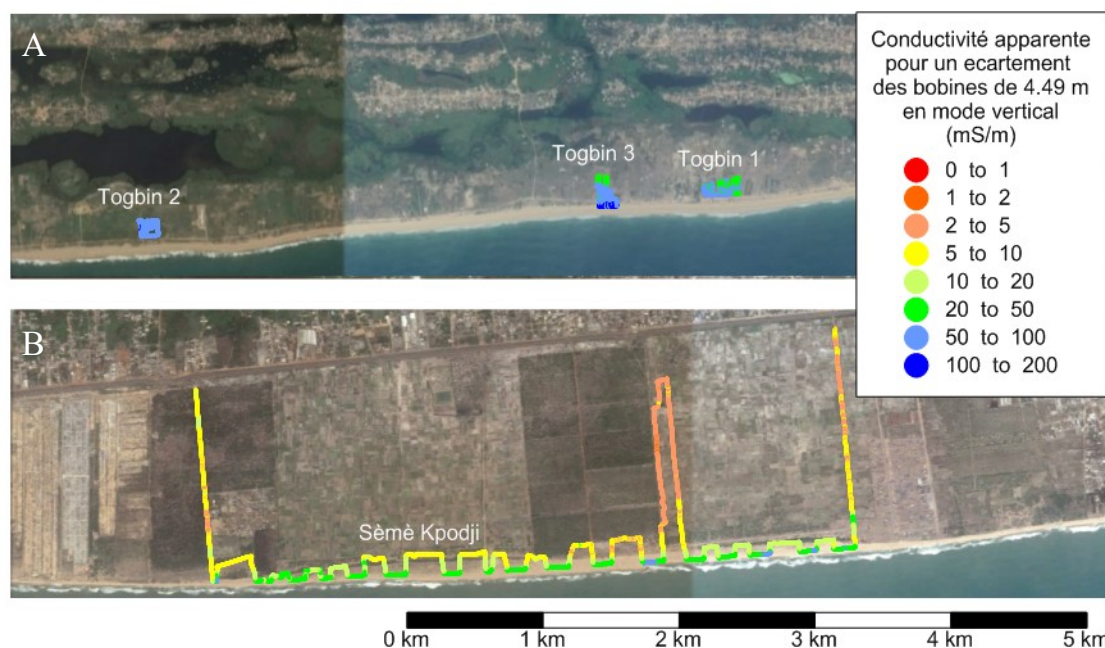


Fig. 3 – Cartographie électromagnétique en bordure d’océan (A) à Togbin (B) à Sèmè Kpodji.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALABJAH B., AMRAOUI F., CHIBOUTB M., SLIMANIC M., 2018** – Assessment of saltwater contamination extent in the coastal aquifers of Chaouia (Morocco) using the electric recognition. *Journal of Hydrology* 566, 363-376.
- EL-KALIOUBYAB H., ABDALLAA O., 2016** – Application of time-domain electro-magnetic method in mapping saltwater intrusion of a coastal alluvial aquifer, North Oman. *Journal of Applied Geophysics*, 115, 59-64.
- GOLDMAN M., GILAD D., RONEN A., MELLOUL A., 1991** – Mapping of seawater intrusion into the coastal aquifer of Israel by the time domain electromagnetic method. *Geoexploration*, 28, 153-174.
- LE BARBE L., ALE G., MILLET B, BOREL Y. GUALDE R., 1993** – Les ressources en eau superficielles de la République du Bénin. *ORSTOM Editions, Paris, 540 pages.*
- YALO N., DESCLOITRES M., ALASSANE A., MAMA D., BOUKARI M., 2012** – Environmental geophysical study of the groundwater mineralization in a plot of the Cotonou littoral zone (South Benin). *International Journal of Geophysics*, 2012, Article ID 329827, 10 pages.