

# **Sujet de Thèse de Mohamed Hassan Magareh**

**Sous les directions de  
Pr Pascal Tarits  
Dr Sophie Hautot  
Dr Jacques Zlotnicki**

**Université de Bretagne Occidentale  
Institut Universitaire Européen de la Mer  
UMR CNRS 6538  
Place Nicolas Copernic  
29280 Plouzané**

**tel 02 98 49 87 63**

## **« LA NAPPE D'EAU DE LA VILLE DE DJIBOUTI » RECONNAISSANCE A GRANDE ECHELLE A L'AIDE DE SONDAGES ELECTRIQUES ET MAGNETOTELLURIQUES**

### **I. La ressource en eau potable de la ville de Djibouti**

La nappe de Djibouti a une capacité de 13 à 15 Mm<sup>3</sup>. Son étendue reste mal définie. Un champ captant est situé dans la zone du PK20 à 15 km à l'ouest de la ville de Djibouti. Deux autres champs s'étendent au sud de la ville. La recharge de la nappe correspond approximativement à la consommation annuelle de la ville de Djibouti (11 Mm<sup>3</sup>). La réserve de la nappe est estimée à environ 5 ans ; mais le champ captant situé à la périphérie sud de la ville est déjà saturé. Cet équilibre précaire entre recharge et consommation est rompu dès qu'un déficit pluviométrique survient (150 mm/an en moyenne).

Le niveau piézométrique est situé entre 50 et 200 m de profondeur. La nappe est progressivement polluée par la pénétration progressive du biseau salé à l'intérieur des terres sous les principales actions des déficits pluviométriques, de l'accroissement de la consommation et des pertes en lignes qui atteignent 30%. Le débit et la salinité seraient plus forts en profondeur.

### **II. Objectif**

De nombreuses campagnes de géophysiques de sondages électriques ont été réalisées par le passé. Cependant ces campagnes de sondages électriques ont apporté des réponses partielles dans la mesure où les profondeurs d'investigation n'ont pas dépassé 200 ou 300 m de profondeur et leur interprétation était unidimensionnelle. L'objectif de cette étude est de cartographier à grande échelle spatiale la résistivité électrique sur une profondeur d'au moins 1 kilomètre. La première étape consistera à développer un outil d'interprétation tridimensionnel pour inverser l'ensemble des données électriques existantes. Cette tomographie électrique mettra en évidence les contrastes les plus superficiels de résistivité. Ensuite cet algorithme inclura les données magnétotelluriques acquises en 2003 afin d'étendre l'imagerie à plus grande profondeur, ce qui révélera la continuité des structures contrôlant la distribution d'aquifères qui peuvent être créés par les différents lits géologiques, par la tectonique régionale ou locale et par la nature des différents fluides rencontrés (biseau salé,

eau saumâtre ou douce). Enfin, cette étude sera accompagnée d'une campagne de terrain en 2006 destinée à focaliser les investigations sur la zone test en cours d'étude (site expérimental d'Atar). Ce volet permettra d'adapter les outils développés par Mohamed Hassan à l'étude multi-échelle indispensable pour comprendre l'hydrologie d'un milieu aussi complexe que le milieu occupé par la nappe de Djibouti.

Les résultats de modélisation seront ensuite confrontés aux données tectoniques et hydrogéologiques de la région afin de préciser le fonctionnement d'ensemble de ce système

### **III. Travaux en cours**

Mohamed Hassan a débuté sa thèse il y a un an. Il a commencé par s'initier à la géophysique et plus précisément aux méthodes électriques et électromagnétiques beaucoup utilisées pour les études hydrogéologiques. Il a ensuite abordé son sujet de thèse en s'initiant à la modélisation et l'inversion. Il a étudié les données de sondages électriques disponibles dans la région de Djibouti et les a ré-analysés. Il a ensuite commencé de mettre au point un algorithme de modélisation tri-dimensionnel afin de restituer les variations latérales de résistivités électriques. Dans un premier temps, il a utilisé un algorithme d'inversion 1-D sur 57 sondages électriques afin de voir la répartition de la résistivité verticale. D'après le résultat de l'inversion 1-D et le fait qu'on ait considéré un milieu homogène horizontalement, on constate que le milieu en question est un milieu hétérogène où peuvent coexister différents types de structures 2-D ou 3-D telles que des cavités ou des fractures. Or l'objectif principal de l'étude était la mise en évidence de ces types de structures qui peuvent être des réservoirs en eau. Par conséquent il est impossible de modéliser de telles structures avec une structure 1-D. Pour cette raison, il est évident qu'une approche 3-D permet de caractériser la géométrie de telles structures. Cependant l'approche tri-dimensionnelle demande un grand nombre de données et le développement d'outils de modélisation 3-D suffisamment performants pour avoir une image représentative de la structure du sous-sol. Mohammed Hassan développe actuellement un tel outil qu'il a testé sur des données synthétiques. Il a présenté ces résultats préliminaires au congrès international d'induction électromagnétique en septembre 2006 à Barcelone et à la réunion MAWARI en décembre 2006 à Djibouti.

### **IV. Programme des travaux à venir**

Les travaux à mener sont de quatre sortes :

I/ Finaliser l'inversion 3-D des données électriques existantes

II/ Adjoindre les données magnétotelluriques existantes

III/ Participer à une première campagne de terrain pour de l'acquisition de données électriques 3-D haute résolution sur le site test d'Atar.

IV/Faire la synthèse des résultats obtenus en les confrontant aux données tectoniques, géologiques et hydrogéologiques acquises.

Ces travaux, notamment la partie I et II forment le cœur de la thèse sur le plan scientifique et nécessite un travail théorique et de programmation important. Les parties III et IV permettront de valider l'approche théorique et de démontrer l'intérêt de modéliser soigneusement les données géophysiques. Plusieurs articles scientifiques sont prévus dès cette année. Mohamed Hassan aura à la fin de sa thèse une formation à la fois théorique et appliquée de terrain en géophysique parfaitement adaptée aux besoins de cette partie de l'Afrique.