

UNIVERSITE DE BRETAGNE OCCIDENTALE

ECOLE DOCTORALE DES SCIENCES DE LA MER

LABORATOIRE D'ACCUEIL : UMR 6538 « Domaines Océaniques », IUEM, Brest

Nom : AHMED DAOUD

Prénom : Mohamed

Directeur de thèse : Bernard LE GALL – CNRS

Email : blegall@univ-brest.fr

Sujet de thèse : **Structures transverses et rifting continental.**
Signification tectonique de la zone oblique d'Hollol et du Bloc d'Ali Sabieh
au Sud du Rift de Tadjoura, République de Djibouti.
Implications structurales pour l'évolution de la Nappe de Djibouti

Problématique :

Le Point Triple de l'Afar se situe à la jonction de trois plaques (Arabie-Somalie-Nubie) dont les frontières correspondent respectivement à 2 dorsales océaniques (Mer Rouge et Golfe d'Aden) et un rift continental. La structuration de cette zone active, initiée il y a environ 30 Ma, résulte d'une succession d'événements tectono-magmatiques associés 1) à l'ouverture du Golfe d'Aden-Tadjoura et 2) à la rotation de micro-blocs (de l'ordre de 10°) tels ceux de Danakil au N et d'Ali Sabieh au S. Ce dispositif rifté polyphasé est découpé vers le sud (partie sud de la République de Djibouti) par des structures transverses de premier ordre – les structures d'Arta (NS) et d'Hollol (NE-SW) – dont le rôle cinématique vis-à-vis des processus de rifting est mal défini. Ce problème concerne plus particulièrement la zone transverse d'Hollol qui constitue une structure linéaire N60°E séparant deux domaines tectono-magmatiques distincts :

- au Nord, le domaine Asal, impliquant les Basaltes de Dalha (9-3.4 Ma) et Stratoïdes (3.4-1 Ma) découpés par un réseau de failles N140E° qui se raccordent au N au système de failles actives du Rift d'Asal ;
- au Sud, le 'Bloc' d'Ali Sabieh et la Plaine de Djibouti (ce dernier constitue l'essentiel du substratum de la nappe de Djibouti) qui comprend des séries plus anciennes et récentes – les Rhyolites de Mabila (15 Ma), les Basaltes de Somalie (9-3.4Ma) et leur soubassement jurassico-crétacé – impliquées dans des systèmes de failles orientées au NS et N60E° (parallèles à la discontinuité) et les basaltes initiaux d'ouverture de Golfe de Tadjoura (3.4-1 Ma).

La structure transverse d'Hollol a été diversement interprétée comme 1) une zone inactive (Manighetti, 1993), 2) la zone bordière d'un rift transverse (Bada Weyn) (Acton *et al.*, 1991), 3) une zone de faille oblique (Audin, 1999) ou 4) une paléo-transformante (Gaulier et Huchon, 1991).

Ce travail vise deux objectifs :

- préciser la signification structurale 1) de la zone transverse d'Holhol, 2) du Bloc d'Ali Sabieh et 3) des dépressions EW de type 'Bada Weyn' situées sur son flanc N.
- à partir de l'analyse structurale des formations volcaniques de la Plaine de Djibouti (Basaltes initiaux du Golfe et Somalis), il s'agira de recueillir le maximum d'informations sur la géométrie et la cinématique des structures (failles et fractures) susceptibles d'avoir influencé, à diverses échelles, l'écoulement et le stockage des eaux dans l'aquifère de la Plaine de Djibouti. Ces informations seront utilisées pour l'élaboration d'un modèle mathématique traitant de l'hydrodynamique de la nappe, qui sera entrepris par A. H Gaba (chercheur au CERD) dans le cadre de sa thèse à l'université de Poitiers.

Méthodologie et résultats attendus

La zone d'étude couvre une surface d'environ 70x70 km entre 42°30'-43°30'E et 10°30'-11° N, c'est-à-dire au S du Golfe de Tadjoura. Son interprétation structurale sera basée sur l'analyse et l'interprétation :

- 1) de documents topographiques (cartes 1/100 000 d'Ali Sabieh, Tadjoura et Djibouti et Modèle Numérique de Terrain SRTM de la NASA) qui, couplés à l'étude du réseau de drainage, aboutiront à identifier les principaux escarpements associés aux éventuelles failles récentes ;
- 2) d'images satellites SPOT et LANDSAT, puis des photos aériennes qui permettront l'extraction du réseau de fracturation dans les 2 domaines situés de part et d'autre de la discontinuité d'Holhol. Pour chaque domaine, il s'agira de caractériser les différentes familles de failles, en termes de géométrie, distribution et chronologie. L'accent sera mis sur la longueur, l'espacement et la densité des réseaux de fractures qui conditionnent de façon forte la dynamique et l'écoulement des eaux dans le substratum volcanique. Ce travail sera complété par les observations de terrain qui permettent l'étude des structures selon un plan vertical d'une hauteur n'excédant pas 20 m dans la Plaine de Djibouti. Cette approche permet également de visualiser les discontinuités planaires horizontales (limites des coulées, niveaux bréchiques) présentes dans les formations volcaniques. La difficulté majeure de l'approche tectonique consiste à extrapoler les structures observées en surface jusqu'à une profondeur de l'ordre de 200-300 m et donc de proposer un modèle 3D des structures. Les résultats de la modélisation géophysique, ainsi que les données des forages disponibles, fourniront des contraintes essentielles pour résoudre ce problème.
- 3) Par ailleurs, l'approche structurale sera complétée par l'étude pétro-géochimique et radiométrique (^{40}K - ^{40}Ar sur roche totale et/ou sur minéraux séparés) de laves appartenant aux divers complexes effusifs, plus ou moins synchrones, ceinturant le Bloc d'Ali Sabieh (étude entamée dans le cadre du DEA de M. A Daoud). L'étude pétro-géochimique permettra de déterminer la nature chimique des roches et d'identifier les zones-sources (manteau lithosphérique, manteau appauvri, manteau enrichi, contamination crustale, métasomatose, ...) impliquées dans leurs genèses. Cette approche géochimique des roches constitue un outil efficace et simple pour discriminer les différents types de basaltes en présence. La caractérisation géochimique des roches permettra de déterminer la distribution cartographique de différentes formations volcaniques (basaltes du Golfe et Somalis), de définir leur limite d'extension, leurs relations mutuelles (superposition ou passage latérale) et ainsi contribuer à une meilleure définition géométrique pour la modélisation.

L'étude structurale de la Plaine de Djibouti et de la zone d'Ali Sabieh-Holhol devrait apporter des éléments de réponse sur :

- 1) la géométrie et le modèle structural en 2D et 3D du réservoir volcanique fissuré de l'aquifère,
- 2) la nature et le rôle des discontinuités transverses synrift (parallèles au déplacement relatif Arabie-Somalie) lors de la rotation de micro-blocs continentaux (Danakil) et l'ouverture du Rift d'Asal (contributions relatives des translations latérales et/ou dilatations),
- 3) leur contrôle éventuel sur le fonctionnement des transformantes intra-océaniques (Maskali, Arta),
- 4) les mécanismes de transfert de l'extension dans des zones de déformation diffuse, par le jeu soit de décrochements (Souriot et Brun, 1992), soit de zones de recouvrement (Manighetti, 1993),
- 5) le moteur des compressions responsables (partiellement) de la structure du Bloc d'Ali Sabieh.

PROGRAMME

– 2005

Mars – Octobre :

- Volet 'Géochimique'
- . Continuation et fin du programme d'analyses entamé lors du DEA (2004).
- . Stage de M. Daoud à Gif-Yvette (Labo de datation d'H. Guillou).
- . Rédaction d'un papier (Barat, Daoud et al., ..).

- Volet 'Structural'

- . Mise en forme des images satellites.
- . Analyse et interprétation des Modèles Numériques de Terrain, des images satellites SPOT et LANDSAT, et des photos aériennes.
- . Rédaction d'un rapport (et d'un papier) sur la fracturation du substratum de la Nappe de Djibouti.
- . Préparation de la mission de terrain fin 2005.

Novembre :

- Mission de terrain (environ 1 mois).
- . Plaine de Djibouti (Analyse détaillée de la fracturation le long de coupes verticales (zone du site expérimental, ...)).
- . Zone de transition Arta-Plaine (modalités des mouvements verticaux récents).
- . Bloc d'Ali Sabieh (déformations des séries anciennes et échantillonnage pour datations).

– 2006

Janvier – Octobre :

- Exploitation des données géochimiques et structurales.
- Rédaction de rapports (et papiers si résultats suffisamment intéressants).
