



Sujet proposé pour un début de contrat en octobre 2015

TITRE du SUJET : Distribution spatiale et temporelle de la déformation en Afar

Directeur (trice) :

KLINGER Yann, DR, klinger@ipgp.fr

Co-directeur (trice) / Co-encadrant(e) :

GRANDIN Raphael, MCF, grandin@ipgp.fr

Equipe d'accueil : à préciser et supprimer la ligne inutile

IPGP- Equipe de Tectonique – UMR7154

Financement :

Contrat doctoral avec ou sans mission

Plus de renseignement voir : <http://ed560.ipgp.fr>, Rubrique : Offres_de_thèse
Il est indispensable de faire acte de candidature sur le site de l'Ecole doctorale

Développement du Sujet : (1 à 2 pages)

La dépression Afar en Afrique de l'Est présente des caractéristiques géodynamiques uniques, puisque s'y concentrent les principales zones de déformation associées au mouvement divergent de l'Arabie et de l'Afrique. La région étant située au dessus du niveau de la mer, il est ainsi possible d'y étudier les processus d'extension lithosphérique et crustale, ainsi que d'accrétion océanique, avec une variété d'outils géologiques, géophysiques et géodésiques, à la fois au travers d'études de terrain mais aussi grâce à la télédétection spatiale.

Les études antérieures ont reconnu le rôle fondamental du volcanisme dans la localisation de la déformation le long de la frontière de plaque diffuse de la dépression Afar. Certains segments volcano-tectoniques, comme les rifts d'Asal (Djibouti), du Manda Hararo et de l'Erta Ale (Éthiopie) présentent des traits morphologiques et géochimiques typiques d'un stade avancé d'océanisation. Ces segments ont déjà été affectés par des épisodes majeurs d'intrusions magmatiques le long de leur vallée axiale volcanique durant les dernières décennies, illustrant la manière dont la déformation tectonique peut être efficacement accommodée par le magmatisme. A l'échelle de plusieurs dizaines de milliers d'années, ces segments semblent enchaîner des phases de construction volcanique et de démantèlement des édifices, probablement au gré de variations temporelles de l'apport magmatique. Au contraire, le volcanisme semble absent en Afar Central depuis plusieurs millions d'années au moins. Dans cette partie de la dépression, la déformation apparaît distribuée au sein de plusieurs systèmes de rifts abritant des failles normales dont les rejets atteignent plusieurs centaines de mètres.

Néanmoins, la dépression Afar présente trois singularités supplémentaires qui compliquent l'interprétation de l'enchevêtrement de failles et de constructions volcaniques typique de la région. D'une part, la région est influencée par la présence d'un point chaud mantellique sous-jacent depuis 30 millions d'années. D'autre part, la dépression Afar héberge une jonction triple entre le rift Est-Africain au Sud, et la dorsales de la Mer Rouge au Nord et la ride d'Aden à l'Est. Enfin, il semble que la région ait subi plusieurs épisodes de

transgression marine, associés à d'épais dépôts évaporitiques, en alternance avec des phases de remplissage volcanique, le dernier étant daté de 4 à 1 millions d'années (série "stratoïde"). Bien qu'il soit certain que ces caractéristiques influencent la rupture lithosphérique en cours au travers des conditions géométriques et thermomécaniques qu'elles imposent (instabilité inhérente aux points triples R-R-R, flux de chaleur relativement élevé, empilement de couches aux rhéologies très contrastées), la signature de ces processus dans le champ de déformation actuel demeure difficile à identifier.

Il apparaît toutefois que les processus de déformation sont intrinsèquement transitoires, non seulement aux échelles supérieures à 1.000-10.000 ans mais aussi à l'échelle de quelques années/décennies. Une analyse du champ de déformation à différentes échelles de temps et d'espace est ainsi essentielle pour comprendre les principaux processus thermomécaniques en jeu.

Le lancement en 2014 du satellite Sentinel-1A de l'Agence Spatiale Européenne (ESA), bientôt suivi en 2016 de son compagnon Sentinel-1B, apporte un outil adapté à l'étude de la déformation dans une telle région, où l'utilisation de techniques comme l'interférométrie radar (InSAR) est tout à fait appropriée, comme l'ont montré de nombreuses études, notamment menées dans l'équipe de Tectonique de l'IPGP. L'emprise des images (250 km) ainsi que le temps de revisite de la plateforme (12 jours) vont permettre de construire rapidement une archive d'images SAR dense. Il sera alors possible de mesurer la déformation localisée à l'intérieur des segments volcano-tectoniques, mais aussi à l'échelle de la dépression. Afin d'exploiter le potentiel de ces données, il s'agira ainsi de mettre en place des méthodes de traitement adaptées au flux massif de données SAR.

En outre, la région est remarquablement riche en données géodésiques, acquises depuis quarante ans:

- l'ANR DoRA a permis l'acquisition de données GPS à l'échelle de tout l'Afar depuis 2010, ainsi que l'implantation de stations permanentes ;
- une fructueuse collaboration scientifique a été établie avec les chercheurs de l'Université d'Addis Ababa (Ethiopie) en sismologie et géodésie ;
- l'Observatoire Géophysique d'Arta (Centre d'Etudes et de Recherche de Djibouti-IPGP) opère un réseau sismologique permanent et soutien les projets scientifiques, des campagnes de mesures de géodésie spatiales et terrestres depuis plusieurs décennies.

Cet exceptionnel jeu de données, rassemblé par l'équipe depuis les années 1970, est disponible pour cette thèse pour valider et être comparée aux données « Sentinel » dans le but de caractériser la déformation distribuée à travers de la dépression Afar. On pourra ainsi isoler les signaux syn- et inter-dyking dans les zones de rift en analysant les déformations transitoires et comprendre leurs relations avec les zones de transfert essentiellement « amagmatiques ». La mesure de l'accumulation des déformations sur les segments dormants de la dépression (magmatiques ou non magmatiques) permettra de quantifier l'épaisseur élastique correspondant aux secteurs axiaux de ces segments. Les observations géodésiques syn-rifting et post-rifting des rifts d'Asal et de Manda Hararo couvrant les crises de 2005-2010 (10 ans) et de 1978 (plus de 30 ans), pourront être ré-interprétées au vu des nouvelles mesures de la déformation inter-rifting actuelle apportées par Sentinel-1. Il s'agira in fine de mettre en lumière l'évolution de la déformation extensive pendant les périodes où le magmatisme est présent, et celles où il est absent, et ainsi de mieux comprendre le fonctionnement de cette frontière de plaques complexe.

