



Evolution tectono-magmatique de l'Afar Central depuis 4 Ma : comment fonctionne une transition océan-continent ?

Adresse courriel du contact scientifique

nicolas.bellahsen@sorbonne-universite.fr

Description du projet de thèse :

Le projet MAGMAFAR financé par l'ANR a pour objectif de comprendre les processus de transition océan-continent et d'initiation de l'accrétion océanique en contexte magmatique, sur l'exemple de la dépression Afar, à la terminaison nord du Rift Est Africain (Ethiopie). Pour comprendre cette transition, les questions clés du projet sont : comment les processus tectoniques et magmatiques contrôlent la structure et la morphologie des segments volcaniques ? Quels sont les paramètres responsables de la mise en place d'une accrétion stationnaire ? Pourquoi l'accrétion magmatique remplace l'amincissement lithosphérique et implique l'initiation d'une dorsale ?

L'Afar Central est actuellement dans les stades finaux du rifting, au stade de transition océan-continent, avec la mise en place graduelle d'une accrétion magmatique stationnaire. Nous avons montré récemment qu'un épisode d'amincissement majeur avait eu lieu il y a 5-6 Ma, suivi de la mise en place entre 4 et 1 Ma de la série Stratoïde, grande unité volcanique que l'on interprète comme analogue aux prismes de Seaward Dipping Reflectors (SDR) mis en évidence sur les marges volcaniques. Depuis 1 Ma, l'activité tectonique et magmatique s'est fortement localisée, avec la mise en place de la série des *Gulfs Basalts* (jusqu'à 400 Kyr) qui matérialise l'initiation des futurs axes de segments actifs dans la dépression Afar, au sein d'une croûte transitionnelle.

Une étude pluridisciplinaire (tectonique, pétrologie, géochimie, modélisation numérique) sera menée sur les différents rifts d'Afar et permettra de discuter les processus menant à l'océanisation. Trois thèses seront menées en parallèle (deux sur les segments actifs, une sur le système plio-quaternaire) ainsi qu'un post doctorat.

La thèse présentée ici, financée par l'ANR MAGMAFAR, est celle qui va documenter l'histoire tectono-magmatique depuis 4 Ma (plio-quaternaire), période cible pour comprendre la transition océan-continent. Cette thèse consistera en une cartographie de détail des séries volcaniques (la Stratoïde et les *Gulf Basalts*) à partir d'un travail de terrain et de données satellitaires. Cette investigation permettra de mettre en évidence leur structuration initiale, ainsi que les déformations qui les ont affectées depuis. De manière à les ancrer dans l'histoire de la mise en place de cette transition, les différentes unités volcaniques seront datées par la méthode Ar/Ar. Des données géochimiques seront aussi acquises sur les unités principales pour documenter l'évolution au premier ordre des taux et profondeurs de fusion entre 4 Ma et 400 kyr. Les données de terrain seront couplées aux données géophysiques acquises en parallèle par une partie de l'équipe de MAGMAFAR.

Le résultat sera un modèle 4D précis de l'Afar Central, avec notamment la mise en évidence du mode de rifting, son évolution au cours du temps, et la localisation et l'évolution des réservoirs magmatiques depuis 4 Ma. Une attention particulière sera portée sur le rapport entre accrétion magmatique/dyking et amincissement crustal. Ces données serviront de base à l'étude thermo-mécanique avec transfert de magma qui sera menée par un post-doctorant en même temps que la fin de la thèse. Cette thèse apportera donc les données quantitatives et essentielles à la compréhension de l'initiation des nouvelles frontières de plaque en divergence.

Tectono-magmatic evolution of Central Afar since 4 Ma: ocean-continent boundary processes

The MAGMAFAR project is funded by the ANR aims at understanding the processes active during the ocean-continent transition and the oceanic spreading initiation, in magmatic context, based on the example of the Afar depression. To understand this transition, the key questions are: how do tectonic and magmatic processes control the structure and the morphology of the volcanic segments? What are the parameters responsible of the emplacement of a stationary accretion? Why does the magmatic accretion replace the lithospheric thinning and imply the ridge initiation?

Central Afar is presently experiencing final stages of rifting, with ocean-continent transition and a gradually stationary magmatic accretion. We recently showed that the main thinning event took place 5-6 Myr ago, followed by the emplacement of the Stratoïd serie between 4 and 1 Ma, that interpret as analogue to the Seaward Dipping Reflectors, imaged in volcanic passive margins. Since 1 Ma, the tectonic and magmatic activity strongly localized with the emplacement of the Gulf Basalts (until 400 Kyr) that witness the initiation of the future magmatic axes within the Afar depression and transitional crust.

A pluridisciplinary study (tectonic, petrology, geochemistry, numerical modeling) will be performed on various Afar rifts and will allow discussing the spreading onset processes, during three PhD and a Post-doctoral projects.

The PhD project presented here, funded by the MAGMAFAR ANR, is the one that will document the tectono-magmatic evolution since 4 Ma, key period to understand the ocean-continent transition. This project will consist of detail mapping of the volcanic series (both the Stratoïd and the Gulf Basalts) from intense field work and remote sensing in order to unravel their initial and sequential structure. To link this evolution to the ocean-continent transition, these series will be dated by Ar/Ar method. Geochemical data on the main volcanic units will constrain the depth and amount of partial melting between 4 Ma and 400 Kyr. The field data will be coupled to geophysical data acquired in a project k-link to the MAGMAFAR project.

The main result will be a 4D model of Central Afar, with a special emphasis on the mode of rifting, its evolution through time and the location and evolution of the magmatic reservoirs. A special attention will be paid to the ratio between magmatic accretion (dyking) vs crustal thinning. These data will be used for the thermo-mechanical modeling project (led by a post-doc). This PhD project will thus provide quantitative data of primary importance for the understanding of the initiation of new diverging plate boundaries.

Compétences et connaissances requises :

Master en Sciences de la Terre

Compétences en cartographie, intérêt pour le magmatisme, la datation et la géochimie