

Résumé

Le Nyiragongo et le Nyamulagira, dans la Province Volcanique des Virunga de la branche ouest du rift est-africain, sont les volcans les plus actifs d'Afrique. Ces volcans fournissent de nombreux événements historiques pour étudier le volcanisme en régime tectonique d'extension. Localisés dans une région densément peuplée d'Afrique centrale, ces volcans représentent également une menace pour les activités humaines et leur environnement. Cependant, et malgré l'intérêt majeur qu'ils représentent au niveau des études scientifiques, de la surveillance volcanique et de l'évaluation des aléas, le Nyiragongo et le Nyamulagira restent peu connus pour des raisons principalement liées au contexte local (instabilité socio-politique, accessibilité du terrain, conditions climatiques locales, infrastructures locales, etc.).

Dans le présent travail, nous nous focalisons sur la compréhension des mécanismes principaux contrôlant l'activité éruptive de ces deux volcans. Dans la première partie, le contexte structural de segment de rift du Kivu, là où les deux volcans se sont développés, est investigué dans le but de décrire l'interaction entre l'activité tectonique de rift et le magmatisme, et de caractériser l'influence des réseaux de failles existants sur la distribution du volcanisme. Cette étude suggère qu'un sous-plaquage magmatique pourrait avoir influencé le développement du segment de rift du Kivu. Les structures profondes héritées du Précambrien ont, quant à elles, influencé le développement de zones de transfert, là où le volcanisme a pu ensuite se concentrer. Ces structures réactivées influencent toujours la localisation des éruptions volcaniques dans la Province Volcanique des Virunga.

Dans la seconde partie, l'histoire éruptive du Nyiragongo et du Nyamulagira est reconstituée pour la période allant de la fin du 19^{ème} siècle à nos jours. Ce travail permet de mettre en évidence les mécanismes qui influencent la localisation, la durée et le volume de lave émis des éruptions. L'activité historique du Nyamulagira indique que la charge de l'édifice principal influence fortement les caractéristiques des éruptions. Les structures du rift influencent également leur localisation. L'étude détaillée de l'éruption de 2010 du Nyamulagira a permis la détection de précurseurs éruptifs dans les données de surveillance géodésique, sismique et d'émission de SO₂ jusqu'à 3 semaines avant le début de l'éruption. La reconstruction de l'histoire éruptive du Nyiragongo révèle que la littérature existante peut être trompeuse, mettant en évidence la nécessité de considérer de manière critique les informations précédemment publiées et de développer de nouvelles méthodes pour documenter de manière systématique les événements volcaniques clés. L'évolution du lac de lave du Nyiragongo depuis les années 1950 et les caractéristiques des éruptions de 1977 et 2002 suggèrent que les éruptions de flanc et drainage du lac de lave qui y est associé résultent d'une combinaison d'événements promouvant une intrusion de dyke profonde et la déstabilisation du système magmatique supérieur. Deux types d'éruptions intracratérales sont historiquement observées : une activité de lac de lave persistante et une activité de lac de lave éphémère. Les variations du niveau du lac de lave doivent être vues comme un manomètre naturel indiquant l'état de pression dans le système magmatique supérieur.

Finalement, dans la troisième partie, des techniques de photogrammétrie rapprochée sont mises en place, testées et exploitées pour fournir le premier aperçu quantitatif de la dynamique du lac de lave situé dans le cratère du Nyiragongo. Un système innovant de « Stereographic Time-Lapse Camera » (STLC) est développé pour acquérir des stéréo-paires d'images du lac de lave permettant de mesurer et surveiller ses variations de niveau. Les données acquises ont révélé des variations métriques du niveau du lac de lave, associées à un mécanisme de « gas piston » identique à ce qui a déjà été suggéré pour d'autres lacs de lave persistants. Les données des STLC, complétées par des images acquises durant des vols en hélicoptère, ont aussi révélé une diminution à long-terme du niveau du lac de lave du Nyiragongo de presque 70 m entre 2012 et 2014. Cette diminution du niveau du lac de lave s'est produite via des événements sporadiques qui ont été pour la première fois mesurés et corrélés avec une augmentation de la sismicité longue-période. Cette observation suggère que des intrusions magmatiques dans la croûte pourraient se produire régulièrement au niveau du Nyiragongo. La chute de presque 70 m du niveau du lac de lave coïncide également avec une subsidence métrique de la partie centrale du cratère principal. Cette subsidence fut accompagnée par la création de fissures circulaires autour de la fosse contenant le lac de lave.

En conclusion, la présente thèse fournit de nouveaux résultats permettant d'améliorer l'interprétation des variations de l'activité éruptive au Nyiragongo et au Nyamulagira, et des signaux associés mesurés à l'aide de techniques géophysiques au sol et par télédétection. Ces résultats contribueront à améliorer la surveillance volcanique et les investigations scientifiques dans les Virunga, mais également ailleurs, dans des contextes de rifts similaires.