



Sujet proposé pour un début de contrat en octobre 2019

TITRE du SUJET :

Dynamique spatio-temporelle des zones de stockage des volcans du Kizimen et du Bezymianny (Kamchatka) ; corrélation avec les signaux des réseaux de surveillance : Vers une "early-warning clock"

Directeur : **BOUDON Georges, Physicien, boudon@ipgp.fr**

Co-directrice : **Balcone-Boissard Hélène, MCF, helene.balcone_boissard@sorbonne-universite.fr**

Equipe d'accueil : **IPGP- Equipe Systèmes Volcaniques – UMR7154**

Financement : **½ Contrat doctoral avec ou sans mission d'enseignement demandé**

½ contrat doctoral financé par l'ANR V-Care

La question du temps liés aux processus pétrologiques opérant dans les réservoirs magmatiques et ceux liés aux éruptions est un sujet de recherche en plein essor avec le développement de la chronométrie diffusive dans les cristaux. Ce développement méthodologique va de pair avec l'évolution du concept de « chambre magmatique », depuis la vision d'une zone sphérique remplie de liquide magmatique vers désormais un système transcristal d'une bouillie cristalline ou « mush », interconnectée et pouvant ou non générer du magma éruptible.

Le temps qui sépare des réajustements dans le réservoir magmatique du début de l'éruption peuvent être déterminés par la modélisation de la diffusion intracristalline d'éléments dont on connaît la constante de diffusion dans un minéral donné, mais aussi les conditions de stockage de ces magmas (pression, température, fugacité d'O₂ et H₂O). Nous avons mené un certain nombre de travaux dans ce domaine sur plusieurs éruptions de l'arc des petites Antilles (Martinique, Dominique, Guadeloupe) en utilisant l'interdiffusion du Fe et du Mg dans des cristaux d'orthopyroxènes. Sur la Montagne Pelée, nous avons montré que ces temps sont du même ordre de grandeur pour une série d'éruptions explosives de type plinien, au cours des derniers millénaires, en supposant que les conditions de stockage étaient stables (même profondeur, même volumes stockés, même conditions de saturation en H₂O...). Cette systématique sur les temps, avec pourtant des processus perturbateurs différents, présente un grand intérêt en termes de gestion de crise pour une future éruption sur un volcan certes monitoré mais qui n'a jamais connu d'éruptions depuis le début de la surveillance volcanologique.

Ainsi, il est primordial de confirmer que les réajustements dans le réservoir, déterminés par la pétrologie des produits naturels et leur échelle de temps estimées par diffusion intracristalline, peuvent être corrélés avec des signaux précurseurs enregistrés en surface par des réseaux de surveillance. Peu de travaux ont été menés jusqu'à présent sur ces corrélations sur des volcans

de zones de subduction actives mettant en jeu des magmas différenciés. Elles sont pourtant fondamentales en termes de risque volcanique et de gestion de crise afin que les populations et les autorités administratives puissent prendre les mesures nécessaires.

Cette étude s'inscrit dans le cadre de l'ANR V-CARE qui a débuté en janvier 2019, financée pour une période de 4 ans et dont l'objectif est de déterminer de nouveaux indicateurs en vue d'une meilleure gestion des crises volcaniques et notamment un système d'alerte précoce pour des volcans dangereux de zones de subduction, basé sur des investigations pétrologiques et géophysiques.

Nous proposons ainsi d'étudier, dans le cadre de cette thèse, plusieurs éruptions récentes des volcans du Kizimen et du Bezymianny au Kamchatka (Russie). Cette péninsule volcanique russe est située, comme les petites Antilles, en contexte de zone de subduction. Ces deux volcans sont équipés de réseaux de surveillance performants. Pour les éruptions étudiées, ces réseaux ont enregistré les signaux géophysiques (sismologie, déformation) et géochimiques depuis les signes précurseurs jusqu'à la fin des phases éruptives. Le Kizimen a eu une éruption entre 2010 et 2013, après une phase de repos de plusieurs siècles, qui a été bien étudiée sur le plan de la phénoménologie, ce qui en fait une éruption clé pour les corrélations envisagées. Le Bezymianny est un volcan en activité permanente depuis 1956 qui alterne des phases de forte activité à des phases de calme éruptif suivies également par des réseaux de surveillance. Sur cette dernière cible, plusieurs phases d'activité explosives majeures seront choisies.

La thèse consistera à :

1/ déterminer par la diffusion intracrystalline sur les cristaux de pyroxènes et plagioclases les temps qui séparent les réajustements dans le réservoir du début de l'éruption. Des modifications dans le réservoir (injection magmatique, changement de pression, de la température...) ont pour effet de provoquer la cristallisation de bordures autour des cristaux déjà formés de composition différente reflétant les nouvelles conditions d'équilibre et formant ainsi une zonation cristalline. La diffusion de certains éléments au niveau de la zonation va progressivement équilibrer les compositions. Connaissant un certain nombre de paramètres tels que la pression, la température, la fugacité d'O₂ et la constante de diffusion de l'élément chimique considéré pour un cristal donné, il est possible d'estimer ce temps de diffusion et ainsi de remonter au temps qui sépare cette cristallisation de l'éruption qui fige la diffusion. Ces données seront corrélées avec les signaux enregistrés par les réseaux de surveillance.

2/ déterminer les différents environnements magmatiques en équilibre avec les différents types de cristaux. Ces environnements magmatiques (déterminés sur la base de plateaux de composition analysés le long de profils sur les cristaux) traduisent les changements de composition et donc les changements de conditions qui règnent dans le réservoir. Déterminer ces environnements magmatiques ainsi que les parcours que suivent les différents cristaux au cours de leur vie permet de remonter à la dynamique du réservoir magmatique. Cette donnée permettra de décrire précisément la dynamique spatiale du réservoir et d'identifier le/les processus perturbateurs à l'origine de l'éruption.

Les méthodologies utilisées seront celles à la pointe des études pétrologiques actuelles en termes d'analyses ponctuelles (microsonde électronique, microscope à balayage, microsonde ionique, ICP-MS et LA-ICP-MS...). Tous les frais de fonctionnement de la thèse (missions, analyses...) seront pris en charge par l'ANR. Ces données seront ensuite discutées par rapport à celles obtenues sur la Montagne Pelée, l'autre cible de l'ANR étudiées par les directeurs de thèse. Une mission d'échantillonnage est prévue entre le 20 août et les 12 septembre 2019, à laquelle participera l'étudiant(e) retenu(e).