

Résumé

Les volcans basaltiques, généralement associés avec des magmas à faible viscosité, posent un grand défi pour la réduction et l'évaluation du risque volcanique, puisqu'un volcan basaltique peut présenter une grande variation de styles éruptifs. Les facteurs contrôlant l'explosivité d'une éruption se produisent tous dans le système magmatique et il est donc crucial de comprendre les processus dynamiques sous-jacents dans le but de progresser en termes d'évaluation et de mitigation des risques volcaniques. L'analyse pétrologique des dépôts pyroclastiques produits lors d'éruptions hybrides (i.e., une éruption volcanique présentant à la fois de l'activité explosive ainsi qu'effusive) fournit des informations précieuses afin de déterminer l'architecture du système volcanique à l'origine d'une éruption ainsi que de comprendre les différents processus qui surviennent à l'intérieur de ce système. Les dépôts de tephra produits par les phases éruptives des éruptions hybrides fournit des informations sur les processus dynamiques se trouvant à l'intérieur même du/des réservoir(s) magmatique(s) ainsi que d'informer sur les processus dynamiques se déroulant à l'intérieur même du conduit magmatique. Pour cette raison, l'étude des dépôts de tephra peuvent donner une vision d'ensemble sur le système magmatique d'un volcan. L'une des éruptions hybrides la plus récente et importante se trouve à être l'éruption du volcan Tajogaite en 2021, à La Palma. En effet, cette éruption est classée comme étant une éruption basaltique, hybride, et de longue durée qui a produit de l'activité effusive et explosive. De plus, cette éruption a représenté un grand défi pour l'évaluation de risques et pour la gestion de risques puisque cette éruption était caractérisée par la présence de multiples risques en interaction ayant évolués avec le temps. Par conséquent, ce projet vise à tracer l'évolution de l'architecture du système magmatique à l'origine de l'éruption de Tajogaite en 2021. Cette étude se base sur l'analyse pétrologique des dépôts de tephra et inclut l'analyse de la composition chimique des différentes phases

minérales et du verre volcanique composant les échantillons. De plus, cette étude utilise des techniques d'apprentissage automatique, tel que le *clustering* et la thermobarométrie. Le *clustering* permet de tracer l'évolution de la chimie des minéraux tandis que la thermobarométrie permet de calculer les estimations de températures et de pression auxquels les minéraux se sont formés. Cette étude pétrologique est combinée avec l'étude physique des dépôts volcaniques afin de déterminer le lien entre les deux branches. L'étude thermobarométrique effectuée sur les cristaux de clinopyroxène et d'amphibole montre que le système magmatique est composé d'un réservoir magmatique, se trouvant entre 30 et 40 km sous le niveau de la mer. De plus, les estimations de température et de pression enregistrés par les cristaux de clinopyroxène peuvent être liés avec l'étude géophysique des tremblements de terre qui se sont produits lors de l'éruption. Effectivement, la thermobarométrie des clinopyroxènes présentent des estimations de profondeurs similaires à ce qui a été enregistré par la géophysique, et ce, depuis octobre 2017, lorsque l'activité précurseur a débuté. Un lien entre l'étude physique et pétrologique des dépôts a été possible et ce lien se base sur l'analyse pétrographique de la matrice composant les échantillons en la combinant avec les analyses géochimiques du verre. Les caractéristiques pétrographiques peuvent être liés avec l'efficacité de fragmentation. Finalement, les cristaux présentent des évidences de mélange de magmas à l'intérieur du système magmatique puisque ceux-ci présentent des zonations normales et inverses, ainsi que la présence de zones de résorption.

Mots-clefs : Pétrologie, clustering, thermobarométrie, granulométrie, éruptions de longue durée, analyse des composants.

Abstract

Basaltic volcanoes, generally characterized by their low viscosity magmas, exhibit a wide range of eruptive styles, including both effusive and explosive activity, which poses a challenge for hazard mitigation and assessment. The factors controlling the explosiveness of an eruption all occur within the magmatic system, and it is crucial to understand these underlying dynamic processes in order to progress in volcanic hazard assessment and mitigation. Petrological analyses of the pyroclastic deposits produced during a hybrid volcanic eruption are of great help to determine the plumbing system at the origin of the eruption, as well as the different dynamic processes that occur within this system. More specifically, the tephra deposits produced by explosive phases of a hybrid eruption gives information both on the dynamic processes occurring within the magmatic reservoir(s) as well as on the dynamic processes taking place within the magmatic conduit. Therefore, the study of these deposits can give the whole picture of the plumbing system of a volcano. One of the most recent and important hybrid basaltic eruption is the 2021 Tajogaite eruption in La Palma. Effectively, this eruption is classified as a hybrid long-lasting basaltic eruption that both showed effusive and explosive activity and these activities generally occurred simultaneously. This eruption posed a great challenge for risk assessment and crisis management as this eruption showed multiple interacting hazards that evolved in time. Therefore, this project is aimed at tracing the evolution of the architecture of the plumbing system during the 2021 Tajogaite eruption based on the petrological analysis of the tephra blanket. The petrological analysis includes the analysis of the evolution of the mineral and glass chemistry composing the tephra particles as well as using machine learning techniques, such as clustering and thermobarometry. The clustering analysis permits to trace the evolution of the mineral chemistry whereas the thermobarometry helps to estimate the temperature and pressure conditions at which the

crystals were formed in. The thermobarometry analysis conducted on both clinopyroxene and amphibole crystals show that the plumbing system is composed of one main magmatic reservoir, which is located in between 10 to 34 km b.s.l. (below sea level). Furthermore, the pressure and temperature estimates recorded by the clinopyroxene could be linked with the geophysical study of the earthquakes that occurred during the eruption, as they were both useful to trace the evolution of the magmatic system from the precursory phase until the end of the eruption. Furthermore, the petrological observations are linked with the physical observations on the tephra blanket. This link is based on the petrographic analysis of the groundmass of the tephra particles combined with the chemical analysis of the glass. For instance, the petrographic features of the groundmass could also be linked with the fragmentation efficiency, giving insight on the dynamic processes occurring in the magmatic conduit. Finally, there was magma mixing within the magmatic system, as shown by the textural and compositional patterns of the clinopyroxene, amphibole, and olivine phenocrysts.

Keywords: Petrology, clustering, thermobarometry, grainsize distribution analysis, long-lasting eruptions, componentry analysis.