

Résumé

Le volcan Colli Albani est une caldera localisée à 30 km au SE de Rome qui, malgré sa nature mafique, produit une large variété de styles éruptifs allant d'une simple activité effusive à des éruptions fortement explosives (jusqu'à 63km³ d'équivalent de roche dense par éruption; Giordano and CARG Team 2010). Nous combinons la volcanologie physique, la pétrologie et la géochimie afin de se concentrer sur les produits modérément explosifs à effusifs de deux sections (Tuscolo et Artemisio) localisées sur des flancs opposés de la caldera principale. Nous avons travaillé principalement sur les dépôts de cendre qui sont stratigraphiquement au sommet et en dessous de la dernière unité d'ignimbrite majeure, Villa Senni. L'objectif de cette étude est d'identifier les processus responsables de la transition constatée, d'explosions à petite échelle à des éruptions de caldera formant des ignimbrites, ainsi qu'éventuellement tracer comment le système se reconstruit après un de ces événements majeurs.

Les analyses des roches entières, de la chimie des minéraux et des « melt inclusions », ainsi que la pétrographie des dépôts de cendre provenant des deux localités du terrain ont été comparées avec un ensemble de données existant pour les ignimbrites Villa Senni. Des approches non supervisées (regroupement hiérarchique) et supervisées (Random Forest thermobaromètre) d'apprentissage automatique ont aussi été utilisées afin d'identifier des similarités et différences entre les éruptions formant d'importantes calderas et l'activité modérément explosive à effusive. L'objectif final de notre étude est de déterminer quels processus modulent la transition d'éruptions de faible intensité à des éruptions formant des calderas. Nous proposons que durant la période de temps s'écoulant entre l'éruption et la déposition des ignimbrites Pozzolane Nere (PNR, 407 ± 4 ka; Karner et al. 2001) et les ignimbrites Villa Senni (VSN, 351-357 ± 3; Karner et al. 2001) le magma était réparti au travers d'au moins trois différents réservoirs responsables des éruptions de la formation Fontana Centogocce à Tuscolo (SLVt) et à Artemisio (SLVa) ainsi que des dépôts de cendres basaux des ignimbrites VSN (VSN0). Nous proposons que le principal déclencheur des éruptions VSN est l'injection de matériel provenant des profondeurs comme le montre les estimations de 10 kbar de pression pour VSN0 et des clinopyroxènes avec un contenu en Cr₂O₃ élevé et en Mg# qui est en équilibre avec le matériel mantellique et sont présents seulement dans les portions basales de l'ignimbrite Villa Senni.

Par ailleurs, nous avons découvert que les principales différences entre les ignimbrites et les dépôts de cendre sont montrées dans la chimie des « melt inclusion » où les ignimbrites présentent de plus faibles contenus en SiO₂ et Al₂O₃ combinés à un contenu plus élevé en MgO, FeO et CaO en comparaison des « melt inclusions » dans les dépôts de cendre. Au sein de ces derniers, le contenu plus élevé en CaO pourrait être lié avec un plus haut degré d'assimilation carbonatée (Iacono-Marziano et al. 2007) qui ensemble avec la capture du CO₂ (Avanzinelli et al. 2009; Blythe et al. 2015; Jorgenson 2020) pourrait dicter soit la production d'une éruption modérément explosive à effusive soit une éruption formant une large caldera.

Mots clefs : magmatique mafique-alkalin, volcanisme Italien; dépôt de cendres, ignimbrites, assimilation carbonatée, thermobarométrie.

Abstract

The Colli Albani volcano is an ultrapotassic caldera complex located 30 km to the SE of Rome and despite its mafic nature, it produced a wide range of eruptive behaviors, ranging from effusive activity to highly explosive eruptions (up to 63 km³ dense rock equivalent per eruption; Giordano and CARG Team 2010). We combine physical volcanology, petrology, and geochemistry to focus on mild-explosive to effusive products of two sections (Tuscolo and Artemisio) that are located on opposite sides of the main caldera. We worked mainly on fall deposits that are stratigraphically on top and below the last large ignimbrite unit, Villa Senni. The target of this study is to identify the processes responsible for the transition from small scale explosions to caldera forming ignimbrite eruptions, and eventually trace how the system rebuild after one of these large events.

Whole rock analyses, mineral and melt inclusions chemistry, and petrography of fall deposits from both field localities were compared with an existing dataset for the Villa Senni ignimbrites. Unsupervised (Hierarchical clustering) and supervised (Random Forest thermobarometer) machine learning approaches are also used to identify similarities and differences between the large caldera-forming eruptions and the mild-explosive to effusive activity. The final target of our study is to determine which processes modulate the transition from low intensity to caldera forming eruptions. We proposed that for the time in between the eruption and deposition of the Pozzolane Nere ignimbrite (PNR, 407 ± 4 ka; Karner et al. 2001) and the Villa Senni ignimbrites (VSN, $351-357 \pm 3$ ka; Karner et al. 2001), magma was distributed in at least three different reservoirs responsible for the eruptions of the Fontana Centogocce formation in Tuscolo (SLVt) and in Artemisio (SLVa) and for the base fall deposit of the VSN ignimbrites (VSN0). We propose that the main trigger from the VSN eruption is the injection of material coming from deep as seen from the 10 kbar pressure estimates from VSN0 and clinopyroxenes with a high Cr₂O₃ content and Mg# that are in equilibrium with mantellic material and are present just in the basal portion of the ignimbrite Villa Senni ignimbrite.

Additionally, we found that the main differences between the ignimbrites and the fall deposits are shown in the melt inclusions chemistry where the ignimbrites present lower SiO₂ and Al₂O₃, and higher MgO, FeO, and CaO than the melt inclusions in the fall deposits. From those the higher CaO could be link with a higher degree of carbonate assimilation (Iacono-Marziano et al. 2007) that together with the entrapment of CO₂ (Avanzinelli et al. 2009; Blythe et al. 2015; Jorgenson 2020) might dictate whether we will produce a mildly explosive to effusive eruption or a large caldera forming eruption.

Key words: *mafic-alkaline magmatism, Italian volcanism, fall deposits, ignimbrites, carbonate assimilation, thermobarometry.*