

## RÉSUMÉ

---

Le processus d'agrégation des cendres représente un sujet de recherche prioritaire car il affecte la dynamique de sédimentation associée avec des éruptions volcaniques explosives. La connaissance du processus d'agrégation a augmenté grâce aux nombreuses études expérimentales et sur le terrain au cours des dernières décennies. Tandis que les enquêtes expérimentales fournissent des informations quantitatives sur les mécanismes d'agrégation, les enquêtes sur le terrain apportent information de valeur sur les caractéristiques des agrégats tels qu'ils se produisent dans la nature. Ces informations sont essentielles pour développer des modèles numériques capables d'estimer la concentration de cendres dans l'espace et le temps. Cette étude vise à combiner des enquêtes sur le terrain et expérimentales pour obtenir des contraintes qualitatives et quantitatives sur l'agrégation.

Tout d'abord, nous avons étudié le processus de sédimentation associée avec des éruptions Vulcanienne en direct du volcan Sakurajima (Japon), où nous avons utilisé une technique d'échantillonnage de pointe pour observer les agrégats de cendres sur le terrain. Nous avons identifié cinq types d'agrégats au cours de onze éruptions vulcaniennes d'intensité similaire mais de conditions météorologiques différentes. Nous avons constaté que les propriétés aérodynamiques (par exemple, la vitesse terminale et la densité) des agrégats dépendent du type associé. En plus, nous avons effectué une analyse des échantillons de téphra (basée en diffraction laser) et des agrégats individuels (basées sur des images acquises du Microscopie électronique à balayage) ; nous avons constaté que les modes de distribution sont en corrélation avec les caractéristiques des agrégats identifiés (par exemple, la taille du noyau de l'agrégat et la taille de la particule constituant l'enveloppe externe). En fait, les distributions granulométriques bimodales sont corrélées à la présence de *cored clusters* (PC3) et *liquid pellets* (AP3) agrégats, tandis que les distributions granulométriques unimodales sont corrélées chacun avec la taille des particules composant le *ash clusters* (PC1) ou la particule principale des *coated particles* (PC2).

Ensuite, nous avons effectué des expériences particule-plaque au laboratoire de l'Université de Genève pour relier la vitesse d'impact des particules qui entrent en collision sur une plaque de verre au résultat de chaque collision (c.-à.-d. collage, rebond et vitesse d'impact), en utilisant une Caméra de Haute Vitesse pour produire des vidéos des particules qui tombent. Nous avons utilisé deux échantillons : des billes de silice (19 - 50  $\mu\text{m}$ ) et des particules volcaniques collectées au volcan Sakurajima en 2013 de tailles (19 -70  $\mu\text{m}$ ). Nous avons obtenu une courbe de vitesse de collage pour chaque type de particule, et nous avons quantifié les particules qui se sont collées à la plaque de verre par rapport aux particules qui ont rebondi pour obtenir une équation d'efficacité de collage.

**Mots-clés :** *téphra, agrégation de cendres, volcanisme explosif, agrégats, volcan Sakurajima, expériences de laboratoire, efficacité de collage*

## ABSTRACT

---

The process of ash aggregation represents a high-priority research topic since it affects the sedimentation dynamics associated with explosive volcanic eruptions. Knowledge of the aggregation process has increased due to the several experimental and field studies carried out during the last decades. While experimental investigations provide quantitative information on the mechanisms of aggregation, field investigations provide valuable information on the features of aggregates as they occur in nature. Both are essential for developing numerical models that can estimate the concentration of ash through space and time. This study aims at combining both field and experimental investigations to obtain qualitative and quantitative constraints on aggregation.

First, we studied the sedimentation associated with Vulcanian eruptions at Sakurajima Volcano (Japan), where we used a state-of-the-art sampling technique to observe ash aggregates in the field. We identified five types of aggregates during eleven Vulcanian eruptions of similar intensity but different meteorological conditions. We found that the aerodynamic properties (e.g., terminal velocity and density) of aggregates depend on the associated type. In addition, we carried out a grain size analysis of both tephra samples (based on laser diffraction) and individual aggregates (based on images acquired at the Scanning Electron Microscope); we found that the modes of the distributions correlate with the features of the aggregates identified (e.g., size of the aggregate core and size of particle constituting the external shell). In fact, bimodal grain size distributions (GSDs) correlate with the presence of cored clusters (PC3) and liquid pellets (AP3) aggregates, while unimodal GSDs correlate either with the size of the particles composing the ash clusters (PC1) or the main particle of the coated particles (PC2).

Second, we performed particle-plate experiments in the laboratory at the University of Geneva to relate the impact velocity of particles that collide on a glass plate to the outcome of each collision (i.e., sticking, rebound, and impact velocities), using High Speed Camera videos of the falling particles. We utilized two types of particles: silica beads (19 - 50  $\mu\text{m}$ ) and volcanic particles collected at Sakurajima volcano in 2013 (19 -70  $\mu\text{m}$ ). We obtained a sticking velocity curve for each particle type, and we quantified the particles that stuck to the glass plate with respect to the particles that rebounded to obtain a sticking efficiency equation.

**Keywords:** *tephra, ash aggregation, explosive volcanism, aggregates, Sakurajima volcano, laboratory experiments, sticking efficiency.*