

CLASSIFICATION ET MODÉLISATION DE PARTICULES DE CENDRES VOLCANIQUES

Sophie Miallaret ¹ & Julia Eychenne² & Jean-Luc Lepennec³ & Anne-Françoise Yao ⁴

^{1,4} *LMBP*, ^{2,3} *LMV*, *Université Clermont Auvergne*,

¹ *sophie.miallaret@uca.fr*, ² *julia.eychenne@uca.fr*, ³ *jl.lepennec@uca.fr*,

⁴ *anne.yao@uca.fr*

Résumé. La typologie, la distribution de taille et la forme des particules donnent de nombreuses informations sur les conditions de fragmentation, de transport et de sédimentation des cendres, et renseignent sur le style et la dynamique des éruptions accompagnées d'émissions de cendres. Les travaux de Julia Eychenne, Jean-Luc Lepennec et Sébastien Leibrant ont permis de mesurer la taille et la forme de particules de cendres provenant du Tungurahua, un strato-volcan andésitique situé en Équateur. L'objectif de cette étude est de faire une analyse statistique sur la morphologie des cendres et d'en déduire des profils en fonction de la localisation géographique.

Mots-clés. Classification, régression logistique, morphométrie des cendres

Abstract. The typology, the distribution of size and the shape of particles give us a lot of information on the conditions of fragmentations, transport and sedimentation of ashes, and inform about the style and the dynamics of the eruptions accompanied with broadcasts of ashes. The works of Julia Eychenne, Jean-Luc Lepennec and Sébastien Leibrant allowed to measure the size and the shape of particle of ash resulting from Tungurahua, an andesitic strato-volcano situated in Equator. The objective of this study is to carry out a statistical analysis on ash morphology and to derive profiles based on geographical location.

Keywords. Classification, logistics regression, ash morphometry

1 Introduction

Lors des éruptions volcaniques explosives, les cendres proviennent essentiellement de la fragmentation des magmas et des roches encaissantes (conduit volcanique, socle...). La typologie, la distribution de taille et la forme des particules nous donnent de nombreuses informations sur les conditions de fragmentation, de transport et de sédimentation des cendres, et renseignent sur le style et la dynamique des éruptions accompagnées d'émissions de cendres. L'étude de ces particules se heurte à des limites liées à la petite taille des objets étudiés, la résolution des optiques d'acquisitions des images, la capacité à mener rapidement des analyses texturales sur des populations de grains statistiquement représentatives.

Le travail s'inscrit à la suite des travaux de Julia Eychenne (2012), Jean-Luc Lepenec et Sébastien Leibrant (2015). Un morpho-granulomètre G3SE leur a permis de mesurer la taille et la forme de particules de petites tailles. Il permet de reconstruire des clichés du grain à partir de plusieurs images obtenues pour différentes profondeurs de champs, ainsi un système de pilotage informatisé permet de définir ou de contrôler les paramètres de l'équipement et de recueillir et traiter les fichiers de données brutes.

L'objectif de cette étude est d'explorer grâce à une classification les différentes populations de cendres d'un même volcan. L'approche consiste à réaliser une classification des particules, de caractériser ces groupes de particules selon leurs morphologies et la distance qui les sépare du cratère.

2 Jeux de données et méthodes

2.1 Jeux de données

Les cendres utilisées pour cette étude proviennent des travaux de Jean-Luc Lepenec et Julia Eychenne en Équateur (2012). Les cendres ont été récoltées sur 22 sites différents autour du Tungurahua, un volcan d'Équateur, elles ont été passées au tamis pour être regroupées par classes de tailles. Elles ont été ensuite analysées par le morpho-granulomètre G3SE. Les échantillons sont constitués de 131867 particules divisées en trois catégories de taille : $75-90\mu m$, $250-300\mu m$ et $750-800\mu m$ et sont issus des 22 sites.

Six variables représentent différentes mesures réalisées sur les particules de cendres et caractérisent leurs morphologies : diamètre, longueur, largeur, périmètre, convexité et solidité. Le choix des variables est effectué par les volcanologues dans le but de représenter au mieux les particules et de faire les meilleures interprétations possibles pour les volcanologues.

2.2 Méthodes

Le but de l'analyse est de réaliser une classification des données et de créer un modèle de prédiction des classes. À la vue de la grande quantité de données, des méthodes de rééchantillonnage dites bootstrap ont été utilisées lors des classifications. Nous avons donc utilisé des échantillons de 200 individus par lieu, ce qui correspond à des échantillons de 4400 individus pour l'analyse, les rééchantillonnages ont été effectués une cinquantaine de fois et donc cinquante classifications sont réalisées par taille de grains. Cela permet de vérifier la stabilité des résultats.

Des régressions logistiques permettent par la suite d'expliquer les classes ainsi créées en prenant comme variables explicatives les six paramètres morphologiques et comme variables à expliquer les groupes issus des classifications.

3 Résultats

3.1 Classification des particules

Lors des classifications nous avons gardé deux ou trois groupes.

Pour chaque classification réalisée, lors du bootstrap nous avons regardé les 5 lieux les plus présents dans les classes créées.

Pour les particules de tailles 75-90 μm , les lieux faisant partie des cinq plus présents dans les classes dans au moins la moitié des étapes effectuées lors du bootstrap sont représentés sur la carte (figure 2). La figure 1 représente les distributions des paramètres morphologiques pour chaque classe. Les classes se distinguent géographiquement, le groupe 1 se trouve plus proche du cratère que les deux autres, il rassemble des particules en moyenne plus petites, plus arrondies et plus concaves. Le groupe 3 rassemble des particules en moyenne plus grandes, moins arrondies et moins concaves. Le groupe 2 est géographiquement plus proche du 3 mais en moyenne la forme des particules se situe entre les deux groupes.

3.2 Régression logistique

Des modèles de régressions logistiques multinomiales permettent d'estimer les probabilités d'appartenance aux classes des particules grâce aux six paramètres morphologiques : diamètre, périmètre, longueur, largeur, circularité et solidité. Nous donnerons dans cet exposé une interprétation des odds ratio qui en découlent.

Bibliographie

Eychenne, J. (2012), Budgets éruptifs et origine des paroxysmes explosifs andésitiques en système ouvert : l'éruption d'août 2006 du Tungurahua en Equateur, PhD thesis, Université Blaise Pascal

Leibrant, S. and Lepennec, J.L. (2015), Towards fast and routine analyses of volcanic ash morphometry for eruption surveillance applications, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 297, pp. 11-27

Avery, M., Panter, K. and Gorsevski, P. (2017), Distinguishing styles of explosive eruptions at Erebus, Redoubt and Taupo volcanoes using multivariate analysis of ash morphometrics, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 332, 1-13

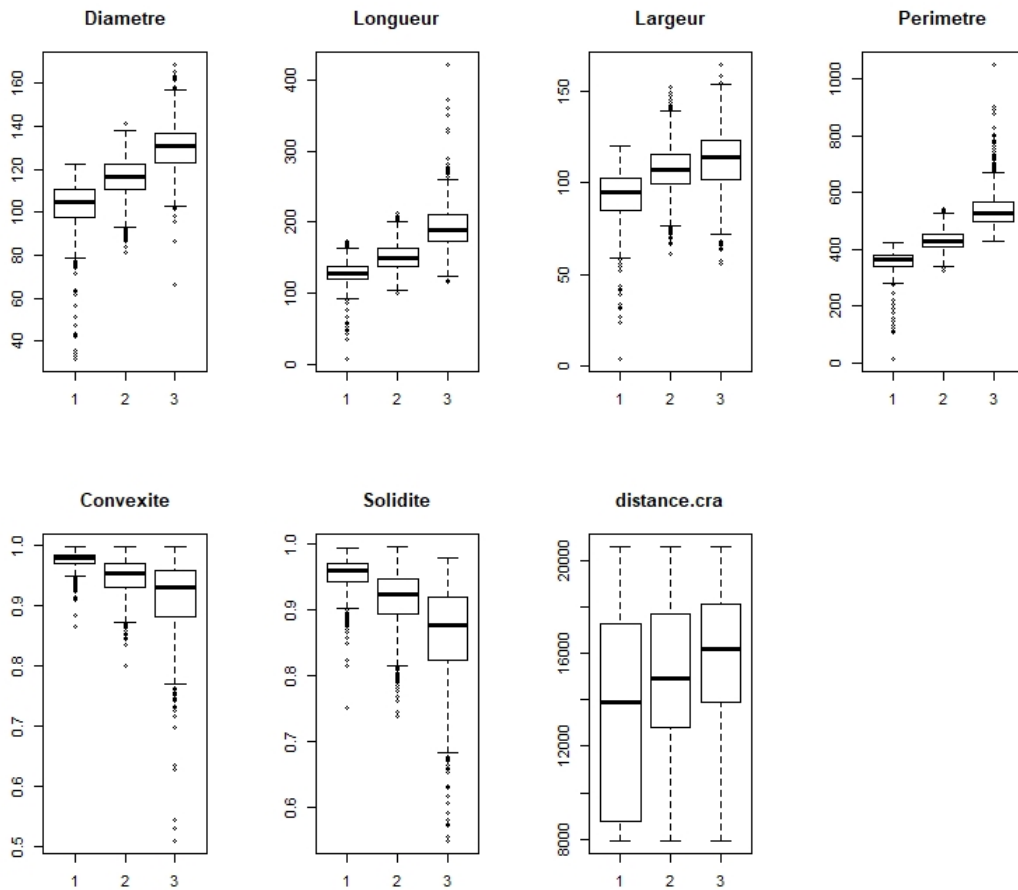


Figure 1: Distributions des paramètres morphologiques et de la variable distance au cratère (non prise en compte lors de la classification) pour chaque classe d'une classification des particules de taille $75-90 \mu m$.

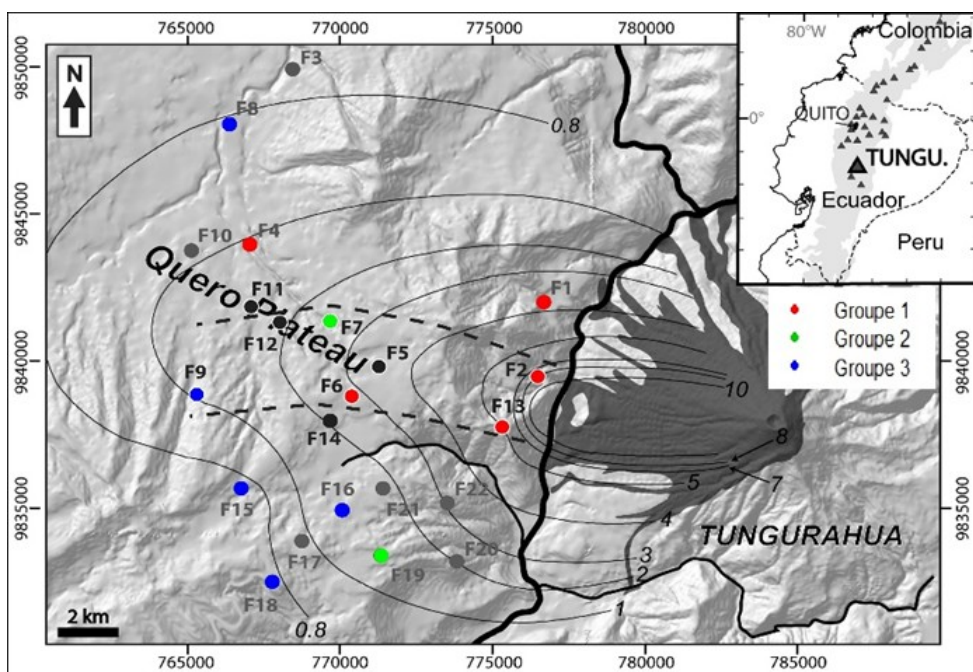


Figure 2: Carte illustrant les lieux les plus présents dans les classes des classifications effectuées sur des particules de taille 75-90 μm .