

TP4 – Analyse statistique de la texture de scories volcaniques

Introduction

L'analyse de la distribution des tailles des scories ainsi que la caractérisation de leur texture donne des informations sur les mécanismes de leur éruption, dont le transport de magma dans le conduit.

Dans une première partie vous étudierez des produits émis par les puys de La Vache et de Lassolas, et dans une deuxième partie vous étudierez la texture de scories émises au Stromboli.

Pour mener à bien ce TP, récupérez dans l'espace de cours « Analyses et traitements de données » de l'ENT les fichiers situés dans le dossier TP4 et les mettre tous dans un même répertoire qui sera le répertoire de travail sous MATLAB ou PYTHON.

I. Analyse statistique de la distribution des scories des puys de La Vache et de Lassolas

I.1 Préambule

Vous allez étudier des produits émis par les puys de La Vache et de Lassolas. Cela nécessite l'analyse de la distribution statistique de la taille des scories prélevées sur les flancs sur des puys de la Vache et de Lassolas pour quatre niveaux stratigraphiques différents. Les données acquises pour chaque niveau stratigraphique sont le diamètre équivalent des scories en unité Φ (classification issue de la sédimentologie définie par $\Phi = -\log_2 d$, où d est le diamètre en mm) et la fréquence absolue de ces tailles dans chaque niveau.

Les paramètres suivants, fonctions des percentiles 5, 16, 25, 50, 75, 84, 95 (Folk 1968), sont à calculer :

- la médiane qui correspond au percentile 50 sur le diagramme des fréquences cumulées : $Md\Phi = \Phi_{50}$;
- la « moyenne » des tailles $M\Phi = \frac{\Phi_{16} + \Phi_{84}}{2}$;
- la moyenne graphique des tailles $M_Z = \frac{\Phi_{16} + \Phi_{50} + \Phi_{84}}{3}$;
- l'écart-type graphique ou « inclusive graphic standard deviation » $\frac{\Phi_{84} - \Phi_{16}}{4} + \frac{\Phi_{95} - \Phi_5}{6.6}$;
- l'écart-type standard ou « sorting » $\sigma\Phi = \frac{\Phi_{84} - \Phi_{16}}{2}$ qui caractérise le tri des scories ;
- le skewness graphique ou « inclusive graphic skewness » qui donne une mesure de la dissymétrie de la distribution $\frac{\Phi_{16} + \Phi_{84} - 2\Phi_{50}}{2(\Phi_{84} - \Phi_{16})} + \frac{\Phi_5 + \Phi_{95} - 2\Phi_{50}}{2(\Phi_{95} - \Phi_5)}$. Si cette valeur est de 0, la distribution est symétrique ; si elle est négative, la distribution est piquée vers la gauche (faibles valeurs) et si elle est positive, la distribution est piquée vers la droite (fortes valeurs) ;
- le skewness $\alpha\Phi = \frac{\Phi_{84} + \Phi_{16} - \Phi_{50}}{\sigma\Phi}$;
- le kurtosis graphique $\frac{\Phi_{95} - \Phi_5}{2.44(\Phi_{75} - \Phi_{25})}$. Une distribution de type normale a un kurtosis de 3. Si le kurtosis est supérieur à 1, la distribution est dite leptokurtic (pointue) et s'il est inférieur à 1, la distribution est dite platykurtic (plate).

I.2 Travail à faire

Téléchargez le fichier puy_vache_lassolas.mat qui contient les paramètres

Phi : diamètre équivalent en unité Φ ;

WT1, WT2, WT3, WT4 : masse des scories échantillonnées pour chaque valeur de phi, pour chacun des quatre niveaux stratigraphiques.

Pour chaque jeu de données,

- calculez les fréquences relatives, puis les fréquences cumulées relatives, et tracez le diagramme des fréquences cumulées relatives en fonction de Φ . Ce diagramme permet de comparer les scories échantillonnées dans les différents niveaux : qu'en concluez vous ? ;
- déterminez graphiquement $\Phi_5, \Phi_{16}, \Phi_{25}, \Phi_{50}, \Phi_{75}, \Phi_{84}, \Phi_{95}$;
- tracez les histogrammes des fréquences relatives en fonction des diamètres équivalents Φ pour chaque niveau stratigraphique : qu'en concluez vous ? ;
- calculer tous les paramètres statistiques, y compris $\Phi_5, \Phi_{16}, \Phi_{25}, \Phi_{50}, \Phi_{75}, \Phi_{84}, \Phi_{95}$, et conclure.

II. Étude de la texture des scories du Stromboli

II.1 Préambule

Vous allez maintenant étudier la texture de scories émises au Stromboli par une analyse statistique de leurs vésicules : le diamètre équivalent de ces vésicules, leur surface, périmètre, grand axe et petit axe ainsi que leur orientation spatiale. Tous ces paramètres renseignent sur les processus physiques pilotant l'écoulement ascendant du magma dans le conduit.

Le fichier vesicle_stromboli.mat contient les données suivantes :

A : surface des vésicules en mm^2 ;

EqDi : diamètre équivalent des vésicules en mm ;

Grossissement : grossissement utilisé pour la mesure au microscope des caractéristiques physiques des vésicules. Le grossissement prend les valeurs 1 (grossissement x5), 2 (grossissement x25), 3 (grossissement x100) ou 4 (grossissement x500) ;

Orientation : orientation en degré de l'ellipse qui représente le mieux chaque vésicule (en 2D) ;

a : demi-grand axe de la meilleure ellipse pour chaque vésicule en mm ;

b : demi-petit axe de la meilleure ellipse pour chaque vésicule en mm ;

p : périmètre 2D des vésicules en mm.

L'étude de la texture des scories via l'analyse des vésicules nécessite de calculer les paramètres de forme (ou shape parameters) suivants :

- le rapport d'aspect (aspect ratio) $AR = \frac{b}{a}$, où a et b sont respectivement les demis grand axe et demi petit axe de la projection 2D de la scorie. Si $AR \rightarrow 0$, alors l'objet est allongé, si $AR \rightarrow 1$ alors l'objet est à tendance circulaire ;
- le coefficient d'élongation (élongation) $\varepsilon = \frac{a-b}{a+b}$ qui est similaire à l' AR et pour lequel $\varepsilon \rightarrow 0$ signifie que l'objet est à tendance circulaire et $\varepsilon \rightarrow 1$ signifie que l'objet est allongé . Plus une vésicule est allongée et plus elle aura été déformée près des bords du conduit ;
- le facteur de forme (shape factor) $SF = \frac{4\pi A}{p^2}$ avec A l'aire et p le périmètre du vésicule. Pour un cercle parfait, $SF = 1$;
- afin d'estimer la prépondérance de l'influence de AR ou ε par rapport à SF sur la déformation du vésicule on évalue un paramètre de régularité pour complètement décrire la forme du vésicule $rg = \frac{A}{\pi ab}$.

II.2 Travail à faire

Calculez pour chaque grossissement les paramètres **AR** , **ε** , **SF** et **rg** , et représentez les paramètres **AR** , **ε** , **SF** en fonction de **rg** pour chaque grossissement. Comparez les gammes de valeurs obtenues pour chaque paramètre en fonction de leur grossissement.