

Sujet de stage : Exploration avancée des panaches et nuages volcaniques à l'aide de méthodes d'intelligence artificielle

Contexte :

Les panaches volcaniques sont des phénomènes naturels turbulents et complexes générés lors d'éruptions explosives expulsant des gaz et des fragments de magma (pyroclastes) à des altitudes pouvant atteindre plusieurs dizaines de kilomètres. Ces panaches sont ensuite dispersés par les vents sous la forme de nuages volcaniques ainsi générant des dépôts pyroclastiques sur de vastes zones géographiques. L'étude des panaches et nuages volcaniques est donc essentielle pour mieux comprendre les mécanismes gouvernant les éruptions explosives et pour mieux caractériser les aléas et risques associés à ces événements.

Analyser et modéliser le comportement des panaches et nuages à différentes échelles est un défi majeur en raison (1) de leurs dynamiques atmosphériques instables, (2) de la diversité des pyroclastes qu'ils transportent, et (3) des processus volcaniques qui les génèrent. Actuellement, les outils d'analyse ne permettent pas une caractérisation multi-échelle suffisamment accessible, rapide, et précise. Le projet VolCloud-AI ("Vol" pour volcanique, "Cloud" pour nuage, "AI" pour intelligence artificielle) propose de développer une solution novatrice en utilisant l'intelligence artificielle (IA) pour segmenter et analyser les images de panaches volcaniques à trois échelles distinctes, préalablement acquises par divers outils d'observations et d'échantillonnages déjà implémentés, opérationnels et accessibles sur des volcans fréquemment actifs (Etna, Sakurajima, Sabancaya, Copahue, Stromboli).

Le projet VolCloud-AI est une collaboration internationale entre des chercheurs en Vulcanologie de l'université de Genève et des chercheurs en Informatique de l'université Lumière – Lyon 2 (laboratoire LIRIS).

Description du sujet :

Ce stage en vision par ordinateur vise à développer les bases d'un **outil de segmentation sémantique interactif**, qui pourra être utilisé pour analyser des images à trois échelles distinctes :

(1) à l'échelle macroscopique (fig1, haut), l'outil segmentera les images des panaches et nuages volcaniques dans des conditions variables,

(2) à l'échelle particulaire (fig1, milieu), l'outil segmentera les images des particules dont les caractéristiques peuvent également être variables,

(3) à l'échelle microscopique (fig1, bas), l'outil segmentera différents types de cristaux et de vésicules présents au sein des particules.

Pour ce faire, les travaux développés s'appuieront d'une part sur les précédents travaux de recherche de l'équipe, notamment dans le contexte de la segmentation sémantique d'images aérienne [1,2,3,4], mais aussi sur les grands modèles de la littérature dédiés à la segmentation tels que SAM [5]. Il sera aussi possible de s'inspirer de méthodes liées à la quantification de particules de sables récemment proposée [6]. Par ailleurs, la caractérisation des zones segmentées pourra exploiter des estimateurs géométriques intégrés dans la bibliothèque DGtal (<https://www.dgtal.org>) dans laquelle les chercheurs du LIRIS sont fortement impliqués.

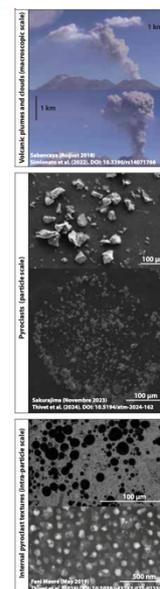


Figure 1 : les 3 échelles

Lieu de travail :

LIRIS - Université Lumière Lyon 2 (Bron)

Contacts :

Bertrand Kerautret, bertrand.kerautret@univ-lyon2.fr

Laure Tougne Rodet, laure.tougne@univ-lyon2.fr

Catherine Pothier, catherine.pothier@insa-lyon.fr

Références

- [1] Rémi Ratajczak, Carlos Crispim-Junior, Béatrice Fervers, Élodie Faure & Laure Tougne (2020). « Semantic Segmentation Refinement with Deep Edge Superpixels to Enhance Historical Land Cover ». International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS 2020), 2 octobre 2020, Virtual Symposium (États-Unis). doi : 10.1109/IGARSS39084.2020.9324375. HAL : hal-03067384.
- [2] Rémi Ratajczak, Carlos Crispim-Junior, Béatrice Fervers, Élodie Faure & Laure Tougne (2020). « Semantic Segmentation Post-processing with Colorized Pairwise Potentials and Deep Edges ». International Conference on Image Processing Theory, Tools and Applications (IPTA 2020), 12 novembre 2020, Paris (France). doi : 10.1109/IPTA50016.2020.9286622. HAL : hal-03067571.
- [3] Rémi Ratajczak, Carlos Crispim-Junior, Élodie Faure, Béatrice Fervers & Laure Tougne (2019). « Automatic Land Cover Reconstruction From Historical Aerial Images: An Evaluation of Features Extraction and Classification Algorithms ». IEEE Transactions on Image Processing.
- [4] Élodie Faure, Rémi Ratajczak, Carlos Crispim-Junior, Aurélie Danjou, Olivia Pérol, Laure Tougne & Béatrice Fervers (2019). « GOURAMIC: A Software to Estimate Historical Land Use in Epidemiological Studies ». Environmental Epidemiology, vol. 3, p. 118. doi : 10.1097/01.EE9.0000607020.37456.35. HAL : hal-02875465.
- [5] Alexander Kirillov and Eric Mintun and Nikhila Ravi and Hanzi Mao and Chloe Rolland and Laura Gustafson and Tete Xiao and Spencer Whitehead and Alexander C. Berg and Wan-Yen Lo and Piotr Dollár and Ross Girshick (2023). « Segment Anything». arXiv <https://arxiv.org/abs/2304.02643>.
- [6] Gong, Jian, Ziyang Liu, Keyu Zhao, Hai Xu, Yi Zheng, Jie Jiang, et Xiaoduo Ou. « Quantification of particle size and shape of sands based on the combination of GAN and CNN ». *Powder Technology* 447 (1 novembre 2024): 120122. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2024.120122>.