

## Amélioration du processus de modélisation inverse avec *Tephra2*

### Personnes de contact

Sébastien Biass ([sebastien.biass@unige.ch](mailto:sebastien.biass@unige.ch)), Jean Luc Falcone ([jean-luc.falcone@unige.ch](mailto:jean-luc.falcone@unige.ch))

### Contexte

Le produit d'éruptions explosives – notamment les cendres volcaniques, aussi appelées *Tephra* – peuvent affecter des distances de plusieurs centaines, voire milliers de kilomètres autour du volcan. Au sol et proche du volcan, les quantités suffisantes de tephra peuvent causer des impacts physiques tels que l'effondrement des bâtiments. Avec l'amincissement exponentiel des dépôts avec la distance, ces impacts deviennent une perturbation pour divers aspects tels que le transport et la santé et peuvent se transformer en impacts secondaires affectant l'économie de régions – voir de pays - entiers.

Dans ce contexte, un élément essentiel de la réduction des risques volcaniques est le développement de modèles numériques fiables permettant de simuler les retombées de cendres pour des éruptions futures, ce qui constitue la première étape de l'élaboration de mesures de mitigation des risques. Le groupe de Volcanologie Physique et Risques Géologiques du Département des Sciences de la Terre de l'UNIGE développe un framework comprenant trois composantes :

1. Un modèle de dispersion de cendres nommé *Tephra2* écrit en C
2. Une approche de modélisation d'aléas probabiliste nommée *TephraProb* écrite en *Matlab* et basée sur *Tephra2*
3. Un module de modélisation inverse basée sur *Tephra2* écrite en C

### Objectifs et méthodes

Utilisé en mode *forward*, *Tephra2* permet d'estimer la distribution géographique des quantités de cendres accumulées au sol en fonction d'un ensemble de paramètres éruptifs et de conditions de vent. Comprendre le type d'éruption ayant eu lieu à un volcan donné est une condition *sine qua non* pour estimer le comportement de futures éruptions. Pour ce faire, l'étude de dépôts enregistrés dans la stratigraphie autour des volcans – et pouvant dater de plusieurs milliers d'années - est nécessaire. Une approche utilisée pour estimer des paramètres éruptifs en fonction de données stratigraphiques est d'utiliser une approche de *modélisation inverse* de *Tephra2* : dans ce contexte, les conditions initiales sont des observations discrètes d'épaisseurs de cendres autour du volcan et, par le biais d'un algorithme d'optimisation, *Tephra2* estime les paramètres éruptifs reproduisant le mieux les observations.

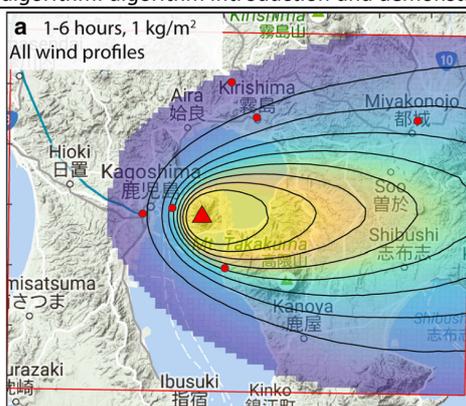
**Objectifs:** L'objectif de ce projet est de réécrire l'algorithme d'inversion de *Tephra2* en *Python* avec pour but :

1. D'explorer des algorithmes d'optimisation plus performants que celui couramment utilisé (i.e. vallée du simplex)
2. D'implémenter une quantification d'erreur cohérente dans les résultats obtenus
3. D'investiguer différents choix de fonction de coût à minimiser afin d'obtenir un meilleur critère d'optimisation.

Ce projet apportera une connaissance des problèmes d'optimisation et de modélisation inverse couramment utilisées dans des problèmes géophysiques.

### Références

- Connor, L.J., Connor, C.B., 2006. *Inversion is the key to dispersion: understanding eruption dynamics by inverting tephra fallout*, in: Mader, H.M., Coles, S.G., Connor, C.B., Connor, L.J. (Eds.), *Statistics in Volcanology*. Geological Society of London, London, pp. 231–242.
- White, J.T., Connor, C.B., Connor, L., Hasenaka, T., 2017. *Efficient inversion and uncertainty quantification of a tephra fallout model*. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* 122, 2016JB013682. <https://doi.org/10.1002/2016JB013682>
- Yang, Q., Pitman, E.B., Bursik, M., Jenkins, S.F., 2021. *Tephra deposit inversion by coupling Tephra2 with the Metropolis-Hastings algorithm: algorithm introduction and demonstration with synthetic datasets*. *J Appl. Volcanol.* 10, 1.



### Site web

- <https://www.unige.ch/sciences/terre/en/groups/physical-volcanology-and-geological-risk/welcome/>
- <https://www.unige.ch/sciences/terre/CERG-C/>
- <https://cerg-c.github.io>

### Prérequis

Le projet requiert un intérêt pour la réduction des risques et pour la programmation scientifique.



ECOLE LEMANIQUE DES SCIENCES DE LA TERRE  
DES UNIVERSITES DE GENEVE ET DE LAUSANNE

Master ès Sciences in  
Earth sciences