



COMMUNIQUÉ DE PRESSE

Genève | 27 août 2025

Cartographier le cœur des volcans en éveil

Une équipe de l'UNIGE et de l'INGV a représenté en 3D, avec une précision inégalée, la structure interne d'un système volcanique en éveil. Une avancée pour la gestion des risques.

Les éruptions volcaniques peuvent avoir des conséquences dramatiques. Mais comment anticiper ce phénomène, qui se prépare à des dizaines de kilomètres sous terre? Une équipe de l'Université de Genève, en collaboration avec l'Institut national de géophysique et de volcanologie (INGV) en Italie, a réussi à modéliser en 3D l'intérieur du volcan Vulcano, au nord de la Sicile. Cette image d'une précision inédite a été obtenue en mêlant capteurs sismiques et intelligence artificielle. Publiés dans *Nature Communications*, ces résultats constituent une véritable avancée pour la compréhension des structures volcaniques et, potentiellement, pour la gestion des risques.

Notre planète compte plus de 1 500 volcans actifs, mais seuls 30 % d'entre eux sont bien connus des scientifiques. Pourtant, plus de 800 millions de personnes vivent à proximité de ces géants souvent imprévisibles. Développer des dispositifs permettant de mieux comprendre et anticiper les éruptions est donc un enjeu majeur de recherche.

«Jusqu'ici, la volcano-sismologie s'est surtout concentrée sur les signaux sismiques situés juste sous les volcans. Des études à grande échelle ont certes permis d'esquisser leur structure interne, mais très peu sont allées voir en détail ce qui se passe vraiment en profondeur», indique Douglas Stumpp, doctorant au Département des sciences de la Terre, Section des sciences de la Terre et de l'environnement, à la Faculté des sciences de l'UNIGE, et premier auteur de l'étude. Cette situation s'explique par le caractère unique de chaque volcan et l'inaccessibilité des zones où se préparent les éruptions.

Une «photographie» d'une précision inédite

Grâce à de récents travaux menés au sein de l'équipe de Matteo Lupi, professeur associé au Département des sciences de la Terre, Section des sciences de la Terre et de l'environnement, de la Faculté des sciences de l'UNIGE, Douglas Stumpp est parvenu à obtenir une image en trois dimensions et en haute résolution de la structure interne du Vulcano. Situé sur l'île éponyme au nord de la Sicile, ce volcan est entré dans une phase d'éveil fin 2021 caractérisée par des événements sismiques dits «à très longue période», indiquant la circulation de magma et de gaz dans le système volcanique.

«Nous avons utilisé un dispositif de tomographie par bruit ambiant sismique, assistée par réseau nodal. Pour traiter les données, nous avons utilisé des réseaux neuronaux, une technologie qui nous permet de «radiographier» les volcans. Ces travaux ont été menés dans le cadre du master conjoint de l'École Lémanique des Sciences

Illustrations

contact

Douglas Stumpp

Doctorant

Département des sciences
de la Terre

Section des sciences de la Terre
et de l'environnement

Faculté des sciences
UNIGE

+41 22 379 68 20

Douglas.Stumpp@unige.ch

Matteo Lupi

Professeur associé

Département des sciences
de la Terre

Section des sciences de la Terre
et de l'environnement

Faculté des sciences
UNIGE

+41 22 379 66 13

Matteo.Lupi@unige.ch

DOI: [10.1038/s41467-025-62846-z](https://doi.org/10.1038/s41467-025-62846-z)

de la Terre (ELSTE), associant les universités de Genève et Lausanne», explique le chercheur. Avec le soutien et la collaboration de l'INGV, les scientifiques ont déployé quelque 200 capteurs sismiques portatifs sur l'île. Pendant un mois, ces sismomètres de dernière génération ont enregistré les vibrations naturelles du sol sur toute une gamme de fréquences.

On sait, par exemple, que certaines ondes - les ondes sismiques dites secondaires - se propagent à basse vitesse lorsqu'elles traversent des zones riches en fluides, ce qui permet de détecter la présence potentielle de magma. Ce volume massif de données a ensuite été traité par le superordinateur («Yggdrasil») de l'UNIGE. «La technologie tomographique est disponible depuis une vingtaine d'années. Mais le fait de déployer un tel nombre de capteurs et de traiter leurs données avec l'IA est une vraie nouveauté», précise Matteo Lupi, qui a dirigé ces travaux.

Grâce à ces informations, l'équipe a pu modéliser précisément la structure interne du Vulcano. Cette modélisation met aussi en évidence la répartition des fluides magmatiques dans sa partie supérieure. «C'est une avancée comparable au passage de l'échographie à l'IRM en médecine», indique le chercheur.

De la connaissance à la prévention

Ces résultats ne permettent pas encore de prédire une éruption, mais ils représentent un véritable bond en avant dans la compréhension de la dynamique interne des volcans. «Si nous parvenions à traiter en temps réel les données issues de la tomographie nodale par bruit ambiant sismique, assistée par réseau neuronal, nous pourrions analyser le comportement de chaque zone du système volcanique au fur et à mesure – et ainsi concevoir des plans d'évacuation dynamiques et adaptables. Le traitement ultra-rapide de volumes aussi massifs de données représente encore un défi technique majeur, mais l'intégration du *machine* et du *deep learning*, telle que démontrée dans cette étude, prouve que cette perspective devient désormais envisageable», conclut Douglas Stumpp.

UNIVERSITÉ DE GENÈVE

Service de communication

24 rue du Général-Dufour
CH-1211 Genève 4

Tél. +41 22 379 77 17

media@unige.ch

www.unige.ch