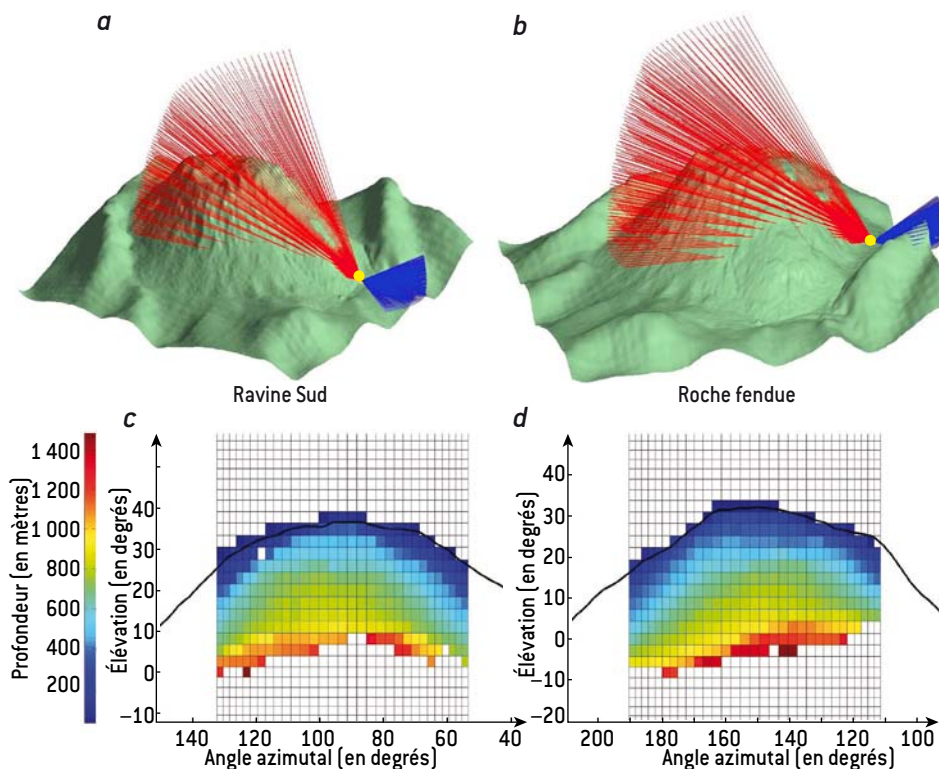




3. LE TÉLESCOPE (position repérée par le point jaune) a été placé à deux endroits différents du volcan pour acquérir des données. Le premier site est celui de Ravine Sud (a), le second celui de Roche fendue (b). Tous les faisceaux de muons (en rouge) que le télescope est capable de détecter ont été calculés. Les auteurs ont également déterminé l'épaisseur de roche que les muons traversent à Ravine Sud (c) et à Roche fendue (d). On constate que les muons permettent de radiographier des épaisseurs de roche supérieures à 1 000 mètres.

fluides conducteurs et révèle les passages où les fluides du système hydrothermal circulent. Cependant, la résolution spatiale de la méthode n'atteint pas celle de la tomographie par analyse du flux de muons.

Après la réalisation de ces deux radiographies, le télescope est resté installé pendant plusieurs mois sur le même site. Durant ce suivi, nous avons enregistré une augmentation du flux de muons à travers certaines zones du volcan, où l'écran rocheux est tel que seuls les muons de haute énergie le traversent. Or, quand on fait la moyenne du flux de ces muons sur quelques jours, on constate qu'il est constant. Si l'on observe une augmentation du flux, c'est nécessairement que la densité du milieu a diminué.

En effet, la région concernée correspond à un site où des fumerolles présentent un regain d'activité. Par conséquent, il est possible qu'à la suite d'une réorganisation de la circulation des fluides à l'intérieur de l'édifice, les roches de la région étudiée se soient appauvries en eau. Cette observation, qui doit être confirmée par des mesures indépendantes, montre l'intérêt de la tomographie par muons pour la surveillance des volcans en continu.

Une surveillance en continu

Ainsi, l'installation d'un télescope sur les flancs de la Soufrière de Guadeloupe a permis de montrer qu'un détecteur adapté au milieu tropical fournit des radiographies intéressantes des entrailles du volcan. La méthode permet de distinguer les hétérogénéités à l'intérieur de l'édifice. Les nouvelles données accumulées devraient permettre de concevoir des modèles plus précis de l'évolution du volcan. Un suivi régulier de cette évolution devrait révéler les changements internes d'opacité. Géophysiciens et volcanologues pourront-ils alors prévoir d'éventuelles éruptions ? C'est bien sûr ce que nous espérons.

Cette expérience a été réalisée sur un volcan de type explosif, mais elle est aussi applicable à des volcans de type effusif, tel l'Etna. Quel que soit le type éruptif d'un volcan, il présente des structures internes plus ou moins denses liées à la présence de cavités, d'une colonne éruptive, de roches massives ou de cendres et de ponces... Nous l'avons souligné, le télescope utilisé à la Soufrière offre de nombreux avantages (résistant, manipulable, précis, etc.), et la méthode

La résolution d'un problème inverse

Les problèmes inverses se posent quand il s'agit de retrouver les propriétés physiques d'un système à partir des résultats des mesures : connaissant les effets, on cherche à déterminer les causes qui les ont produites. Prenons l'exemple de la Soufrière de Guadeloupe.

Si l'on connaissait la configuration des densités à l'intérieur du volcan, on pourrait résoudre un problème direct (relativement simple), c'est-à-dire évaluer l'atténuation des muons pour cette configuration donnée. Dans le cas de la radiographie par les muons, on cherche à retrouver la distribution des densités à l'intérieur du volcan à partir des données dont on dispose : les mesures de l'atténuation du flux de muons. Pour résoudre ce problème dit inverse, on détermine les distributions des densi-

tés qui expliquent le mieux possible les données mesurées.

Mais de nombreux cas de figure sont envisageables. On réduit les possibilités en utilisant l'ensemble des connaissances géologiques acquises sur le volcan. On trouve ainsi une solution plus réaliste. Plusieurs techniques peuvent alors être choisies pour obtenir le meilleur compromis entre la solution la plus réaliste, celle qui explique le mieux les données et celle qui optimise le temps de calcul.

Les problèmes inverses interviennent dans d'autres disciplines, par exemple la médecine lors de la réalisation d'échographies ou de scanners : en recombinant toutes les images obtenues, et connaissant la densité moyenne normale des tissus traversés, on reconstruit le cerveau

étudié en trois dimensions et on localise de façon précise la présence éventuelle d'une anomalie (tumeur, présence d'un caillot sanguin, etc.).

En médecine, la résolution en imagerie cérébrale, par exemple, est excellente, parce que l'on peut disposer tout autour du crâne du sujet une couronne de détecteurs captant les signaux.

Dans le cas de la Soufrière, nous ne disposons que d'un détecteur que nous avons déplacé dans deux positions orthogonales. La combinaison de ces données ne fournit pas une modélisation tridimensionnelle de l'intérieur du volcan, mais la répartition des masses dans la direction Est-Ouest (Ravine Sud, b, dans l'encadré page 49) et dans la direction Nord-Sud (Roche fendue, c, dans l'encadré page 49).