



Le mont Ruapehu, un puissant volcan de l'île nord de la Nouvelle-Zélande, semble sensible à la Lune pendant ses phases prééruptives.

© Jumi Asano - iStockphoto/Shutterstock.com

## L'ESSENTIEL

> Le suivi sismique du volcan néozélandais Ruapehu trahit une sensibilité aux cycles lunaires préalables aux éruptions phréatiques.

> La modélisation mécanique du volcan suggère que l'attraction gravitationnelle de la Lune suffit à moduler

les vibrations de la poche de gaz qui surmonte la colonne de magma.

> Si l'étude d'autres volcans – ceux pour lesquels il existe suffisamment de données sismiques – confirme cet effet, on aurait un moyen potentiel de surveiller les éruptions phréatiques.

## L'AUTEUR



CORENTIN CAUDRON  
volcanologue  
à l'Institut des sciences  
de la Terre, à Chambéry

**L**e 25 septembre 2007, le volcan néozélandais Ruapehu entre en éruption. Une colonne de vapeur et de cendres s'élève rapidement à plus de 4600 mètres au-dessus du lac de cratère. Des vibrations sismiques secouent les alentours pendant de longues minutes. Deux lahars – des coulées de boue formées par l'éjection du lac de cratère et l'interaction de son eau avec la neige – se forment et deux alpinistes, réfugiés à proximité du sommet, sont blessés par des blocs projetés par l'éruption.

L'événement, heureusement, s'est produit durant la nuit et n'a pas fait davantage de dégâts. Comme souvent lors des éruptions phréatiques, aucun signal précurseur n'a pu être mis en évidence. Le volcan était sismiquement silencieux et le lac de cratère bleu turquoise – un formidable outil de surveillance, puisqu'il intègre les flux de chaleur et condense les gaz volcaniques – était particulièrement froid. Les très compétents volcanologues néozélandais nomment poétiquement ces éruptions des *blue-sky events*, c'est-à-dire des « événements surgis d'un ciel bleu » ; en d'autres termes : complètement inattendus. De fait, après avoir soigneusement réétudié les données, ils n'ont décelé ni hausse de température, ni séisme inhabituel, ni première irruption en surface pouvant être vus comme des prémices. Bref, aucun signal géophysique n'a annoncé l'éruption.

Pour autant, avec le géophysicien Tártilo Girona, du Jet propulsion laboratory à la Nasa, en Californie, nous avons réexaminé la situation sous un autre angle et conçu l'espoir de déceler tout de même des signes précurseurs. Selon nous, c'est du côté du ciel que l'on pourrait trouver une solution... L'étude de l'influence gravitationnelle de la Lune sur les ondes sismiques précédant l'éruption

phréatique du Ruapehu suggère en effet une évolution vers une phase explosive.

Depuis la nuit des temps, l'humanité a conscience de l'influence importante de la Lune sur les animaux ou sur les marées ; et des chercheurs s'interrogent depuis des siècles sur son emprise sur des phénomènes géologiques tels que les éruptions volcaniques ou les tremblements de terre. S'il est évident que la Lune exerce une influence sur d'énormes masses d'eau (les marées), pourrait-elle avoir aussi un impact sur cette épaisse mousse visqueuse emplie de gaz qu'est le magma ?

## LA LUNE PEUT-ELLE AGIR SUR UN VOLCAN ?

Lors des périodes de pleine lune et de nouvelle lune, les forces gravitationnelles exercées par la Lune et par le Soleil s'alignent, ce qui provoque à la surface océanique des gonflements tidaux plus importants qu'en moyenne, d'où les grandes marées. Au contraire, lors des premiers et derniers quartiers lunaires, ces gonflements sont plus faibles qu'en moyenne. Cette influence lunaire a des effets concrets observables non seulement sur les mers, mais aussi sur la croûte terrestre.

Les pressions d'origine lunaire sur la croûte terrestre sont de quelques kilopascals, c'est-à-dire quelques centièmes de kilogramme par centimètre carré. Elles sont à l'évidence trop faibles pour déclencher une éruption. Néanmoins, leurs effets sur les systèmes volcaniques demeurent mal connus.

Tous les volcans n'entrent pas en éruption en émettant du magma en surface. Certaines cocottes-minute volcaniques – des volcans renfermant d'importantes masses d'eau souterraine – produisent ce que l'on nomme les éruptions phréatiques, éruptions où l'eau souterraine joue un grand rôle. Souvent spectaculaires, elles s'accompagnent d'émissions de gaz, >

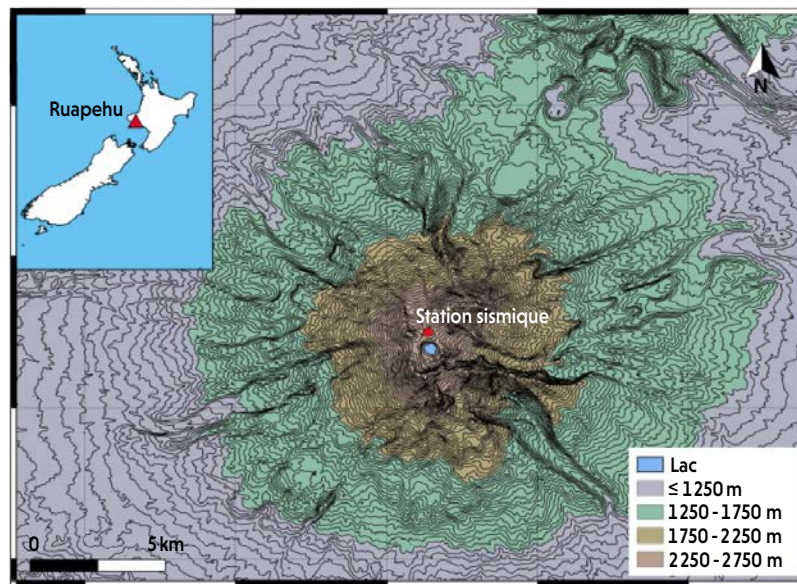
de fragments de roche et de cendres. Même si elles restent sans commune mesure avec les impressionnantes éruptions magmatiques, comme celle du Kilauea à Hawaï en 2018, elles posent beaucoup de problèmes aux autorités : leur caractère brusque et explosif met les populations en danger, sans qu'on ait le temps de les évacuer. Il suffit de se replonger dans l'inextricable polémique mêlant science et politique qui est née au cours de l'année 1976 à propos de la Soufrière, en Guadeloupe, pour se rendre compte de l'enjeu sociétal de cette question.

Si le nombre de victimes dues aux éruptions magmatiques a fortement diminué au cours des dernières décennies, celui imputé aux éruptions phréatiques ne diminue pas de façon notable. L'absence de signaux précurseurs détectables par des instruments scientifiques explique ce nombre de décès relativement constant. En 2014, au Japon, le volcan Ontakesan a fait plus de 50 victimes dans un pays qui a beaucoup d'expérience et qui est le plus avancé du monde sur le plan technique en matière de surveillance volcanique. Les images de randonneurs tués par des nuées ardentes ont fait le tour du monde, comme celles, en janvier dernier, de skieurs fauchés par des bombes volcaniques sur les pistes d'une station installée sur le volcan Kusatsu-Shirane.

Plusieurs éléments expliquent la difficulté de mettre en évidence des précurseurs d'éruptions phréatiques. Les faibles variations de porosité et les modifications pétrophysiques de la roche, ainsi que les variations subtiles de température et de pression précédant ces éruptions sont ténues et difficiles à détecter. Certaines éruptions phréatiques pourraient en effet se produire parce qu'à proximité de la surface se produit un colmatage par le soufre et les argiles circulant avec les fluides volcaniques. Ces couches relativement imperméables bloqueraient les flux de chaleur et de gaz ascendants et créeraient ainsi les conditions nécessaires à un *blue-sky event*. Dans ce cas, si l'on ne dispose pas d'instruments proches de l'activité principale, située à l'intérieur du volcan, mettre en évidence des signaux précurseurs relève de l'impossible.

Certains volcans sont pourtant équipés d'une pléthore d'instruments allant de stations de mesures continues des flux de gaz ou de température jusqu'à des détecteurs de muons. Dans le cas du volcan Ruapehu, un sismomètre est même installé sur le sommet, à quelques centaines de mètres du lieu d'agitation sismique continue. Il peut donc enregistrer le trémor volcanique. Cette sorte de grondement sismique continu et de faible intensité est due au choc du magma, des roches et des bulles de gaz qu'il transporte contre les parois des cheminées du volcan. La station sismique détruite lors de l'éruption du Ruapehu a enregistré le trémor et tous les événements sismiques perceptibles en

Le mont Ruapehu est un volcan à trois sommets situé sur l'île nord de la Nouvelle-Zélande, dont il constitue le point culminant. Son lac de cratère se remplit d'eau entre les éruptions, ce qui en fait un instrument de surveillance très sensible dans la mesure où sa température et les gaz qui le traversent indiquent l'activité du volcan. Or dans les semaines qui ont précédé le 27 septembre 2007, aucun signe préalable à la violente explosion qui s'est produite n'a été perceptible sur le lac. Cela suggère que la cocotte-minute volcanique que représente le Ruapehu était scellée de façon si étanche qu'aucun gaz ne pouvait remonter au sommet du volcan.



son sommet depuis des décennies. Comme beaucoup de ces données sont directement accessibles aux chercheurs du monde entier, elles constituent une mine d'informations pour essayer d'interpréter le trémor volcanique.

### TROIS MOIS AVANT L'ÉRUPTION, UNE SIGNATURE LUNAIRE

Pour ce faire, nous avons mis en œuvre une multitude de techniques d'analyse de données, dont certaines ont été développées dans d'autres domaines que la volcanologie, par exemple dans l'analyse financière. Après avoir étudié plus d'une douzaine d'années de données, nous avons fini par détecter une structure dans le trémor : une synchronisation entre le volcan et la Lune environ trois mois avant l'éruption.

Explicitons un peu notre observation. Les vibrations sismiques du sol du volcan – le trémor – semblent avoir été dans une certaine mesure modulées par les cycles lunaires ; hors période éruptive, le trémor n'est en revanche absolument pas synchronisé avec eux. C'est là, pour le moins, une observation surprenante ! Si la Lune est en effet capable de perturber de grandes masses reposant librement à la surface de la Terre, les forces qu'elle exerce à l'intérieur de la planète sont de trois ordres de grandeur trop faibles pour provoquer une fracture de la roche et, par là, une éruption.

Dès lors, comment expliquer notre observation ? Pourrait-il s'agir d'une structure erratique des données, qui ne se reproduira jamais ? Nous