

Les supervolcans: gros mais rapides

Entre l'arrivée massive de magma des profondeurs de la Terre et l'une des plus grandes éruptions volcaniques qu'ait connues l'Europe au cours des derniers millénaires, celle de Santorin, il ne se serait passé que quelques mois. Un laps de temps qui prend les géologues de court

On ne peut pas savoir quand aura lieu la prochaine éruption d'un supervolcan, dont il n'existe que quelques exemplaires dans le monde. Un tel événement est capable d'expulser des dizaines, des centaines ou des milliers de kilomètres cubes de magma dans l'atmosphère, d'entraîner des conséquences catastrophiques à l'échelle d'un continent et de modifier les saisons au niveau global. La bonne nouvelle, c'est que les scientifiques commencent à se faire une idée plus précise du film des événements qui précéderaient un tel cataclysme, ce qui pourrait aider à la prise de décision politique en cas de crise. La mauvaise, c'est que ce film pourrait bien être très court, de l'ordre de quelques mois, voire de quelques semaines. C'est en tout cas le résultat publié dans la revue *Nature* du 2 février par une équipe de chercheurs dont font partie Michael Dungan, professeur au Département de minéralogie à la Faculté des sciences, et Fidel Costa, l'un de ses anciens doctorants, devenu professeur à l'Observatoire de la Terre de Singapour.

L'objet de l'étude en question est le volcan de Santorin dans la mer Egée, ou plutôt ce qu'il en reste. Entré en activité en pleine ère minoenne, la montagne s'effondre subitement en 1600 av. J.-C. environ, permettant à la chambre magmatique située juste en dessous de se vider totalement. Après 18 000 ans d'inactivité, le volcan de Santorin éjecte alors entre 40 et 60 km³ de matériel dans l'atmosphère et provoque une série de tsunamis qui traversent la Méditerranée de part en part. Au moins trois vagues de 20 m de haut déferlent sur les rives de la Crète à cette époque. Du cratère, il ne reste aujourd'hui plus qu'une immense caldeira bordée par les îles de Santorin,

Thirassía et Aspronissi. Malgré l'ampleur du cataclysme, Santorin n'est, pour les géologues, qu'un nain parmi les supervolcans, comparé à des molosses comme celui de Yellowstone aux États-Unis ou de Toba à Sumatra en Indonésie.

«Comme aucun géologue n'a jamais assisté à un tel événement, heureusement fort rare, on ne connaît presque rien des signes précurseurs qui permettent de le voir venir, précise Michael Dungan. Jusqu'à présent, on imaginait qu'il fallait des milliers d'années de préparation avant que la chambre magmatique ne se remplisse et atteigne des proportions suffisantes pour déclencher une éruption de cette taille. En réalité, il semblerait que les choses se déroulent beaucoup plus rapidement.»

GÉOCHRONOLOGIE

Pour le savoir, les chercheurs ont analysé des cristaux de roche formés dans la chambre magmatique du volcan, expulsés au cours de l'«éruption minoenne» et retrouvés sur le site de Santorin. Ils ont plus particulièrement mesuré, à l'intérieur de ces solides, la diffusion d'un élément, le magnésium, ce qui leur a donné une idée de la chronologie des événements avec une précision inédite. La mise au point de cette nouvelle technique de géochronologie doit beaucoup à Fidel Costa, qui a consacré sa thèse à ce sujet lors de son séjour dans l'équipe de Michael Dungan à Genève entre 1994 et 2000.

Le principe est le suivant: lorsque le volcan est au repos, des cristaux se forment naturellement dans la chambre magmatique et grandissent couche par couche. Leurs teneurs en certains éléments, le magnésium par exemple, sont proportionnelles aux concentrations rencontrées dans le magma. Quand survient des tréfonds de la Terre une grande quantité



de nouvelle matière en fusion, annonciatrice d'une prochaine éruption, les cristaux continuent de croître mais les couches extérieures présentent une concentration de magnésium différente de celle des couches intérieures, le magma nouveau qui a servi à les produire ayant une autre composition.

Ensuite, tant que la température demeure suffisante – au-dessus de 500° C au moins –, le magnésium diffuse lentement du cœur vers la périphérie dans le cas des cristaux de Santorin. En d'autres termes, les concentrations originales sont modifiées en fonction de la durée de résidence de ces cristaux dans le magma. Quand survient enfin l'éruption, les cristaux sont expulsés et se retrouvent en plein air. Ils se refroidissent rapidement et le phénomène de diffusion s'arrête.

En analysant aujourd'hui la variation de la concentration du magnésium selon les couches concentriques du cristal – un peu comme on le ferait avec les cernes des arbres



ISTOCK

L'île de Santorin en Grèce représente les derniers vestiges du cratère d'un volcan géant qui s'est effondré en 1600 av. J.-C., laissant après l'éruption une caldeira de plusieurs kilomètres de diamètre.

Et que faire si les signes annonciateurs (un gonflement important de la chambre magmatique et un soulèvement de la surface, des tremblements de terre, etc.) d'un tel événement ne se manifestent que quelques mois avant? Faut-il évacuer les Etats-Unis, sachant qu'il pourrait pleuvoir 20 cm de cendres à Chicago?

«ANNÉE SANS ÉTÉ»

A titre de comparaison, l'éruption du Tambora au début du XIX^e siècle en Indonésie n'a éjecté «que» 150 km³ de matière

–, les chercheurs sont donc capables d'estimer le temps qui s'est écoulé entre l'arrivée massive de magma «frais» dans la chambre et l'éruption. Le choix du magnésium n'est pas anodin car sa vitesse de diffusion dans les roches est élevée. Cela permet d'obtenir une résolution temporelle extrêmement fine, de l'ordre de quelques semaines, ce qui est assez rare en géologie.

Dans le cas de Santorin, les chercheurs ont réussi à déterminer que la durée entre l'arrivée du magma et l'éruption était «inférieure à cent ans», selon l'article qui a préféré une interprétation prudente. En réalité, les données indiquent que les dernières recharges de la chambre magmatique ont eu lieu dans les derniers mois, voire semaines avant l'explosion finale.

«Ces résultats ont une portée pratique très importante, estime Michael Dungan. Ils sont à même de bouleverser le niveau de conscience des autorités face à la possibilité d'une future érup-

tion volcanique géante avec caldeira. Le temps de réaction est subitement passé de quelques milliers d'années à quelques mois, ce qui devient très court s'il faut organiser une évacuation massive.»

Massive, elle devra l'être si un supervolcan devait entrer en éruption au cours de l'histoire humaine. L'un de ces géants est celui qui se cache sous le parc Yellowstone, dans l'Etat du Wyoming aux Etats-Unis. La caldeira, que les géologues ont d'ailleurs mis du temps à reconnaître comme telle, mesure plusieurs dizaines de kilomètres de diamètre. Il y a 600 000 ans, elle a éjecté plus de 1000 km³ de matériaux volcaniques. Sept cent mille ans avant cette date, ce sont près de 300 km³ qui étaient envoyés en l'air. Et encore 600 000 ans avant, environ 2500 km³ de roches et de cendres ont obscurci le ciel et recouvert une grande partie du continent nord-américain. Si ce rythme devait être respecté, il se pourrait bien que l'explosion suivante survienne bientôt.

volcanique. Mais elle a donné lieu en 1815 à l'«année sans été» en Europe et a perturbé l'agriculture mondiale durant deux ans.

Avant de pouvoir répondre à ce type de questions, les géologues devront d'abord multiplier ce genre d'études afin de confirmer les résultats obtenus à Santorin. Ce qui ne manquera pas d'arriver, estime Michael Dungan: «La technique, maintenant qu'elle a été mise au point et calibrée, n'est pas si difficile à appliquer. Des appareils appelés SIMS (spectrométrie de masse à ionisation secondaire) permettent de mesurer des taux infimes de magnésium. Il en existe une cinquantaine dans le monde et il est prévu que l'Université de Genève participe à l'achat d'un exemplaire dans le cadre de l'Ecole lémanique des sciences de la Terre. L'engin coûtera 5 millions de francs et sera installé à l'Université de Lausanne.» ■

Anton Vos