

GÉOSCIENCES

UNE NOUVELLE PISTE POUR PRÉDIRE LES ÉRUPTIONS ?

Une technique permettant de déduire la vitesse des ondes sismiques à partir du bruit de fond sismologique d'un volcan fournirait un moyen d'anticiper une éruption.

De nombreux volcans sont actuellement en activité dans le monde, mais comment anticiper leurs éruptions ? La technique classique consiste à enregistrer l'activité sismique aux alentours d'un volcan à la recherche de petits tremblements de terre, caractéristiques d'une éruption prochaine. Mais ces microséismes sont souvent indétectables, car ils sont atténués avant même d'atteindre les capteurs en surface. Et lorsqu'ils sont enregistrés, il est souvent déjà trop tard pour évacuer les villes voisines.

En étudiant le volcan Kilauea, à Hawaï, une équipe de l'université de Cambridge, au Royaume-Uni, menée par Clare Donaldson, a développé une méthode prometteuse pour prédire des éruptions volcaniques. Le principe est d'utiliser la vitesse sismique, la vitesse à laquelle se propagent les ondes sismiques dans le volcan.

Jusqu'alors, la vitesse sismique ne pouvait être mesurée qu'en produisant des ondes artificielles à l'aide d'une source explosive. Le temps mis par l'onde pour se propager jusqu'au capteur, rapporté à la distance entre celui-ci et la source, donnait la vitesse sismique. Mais cette technique ne permettait que des mesures ponctuelles.

Les mesures passives de la vitesse sismique, sans source explosive, étaient jusqu'ici impossibles en raison du bruit de fond – toutes les microvibrations du sol, qu'elles soient d'origine naturelle ou artificielle. L'équipe anglaise a réussi à exploiter directement ce bruit ambiant. Un traitement informatique permet de calculer la fonction de corrélation des bruits enregistrés par deux capteurs installés en deux endroits de la surface du volcan puis d'en extraire le signal des ondes sismiques allant d'un point à l'autre. De façon plus imagée, si deux personnes essaient de se saluer d'un bout à l'autre d'un hall de gare, elles ne s'entendent pas, en raison du brouhaha ambiant. Mais après calcul de la corrélation des signaux entre les deux points où sont situés les individus, il est possible de soustraire le bruit et de récupérer uniquement le signal utile : « Bonjour ! »

En appliquant cette méthode à tous les capteurs, l'équipe a visualisé les ondes sismiques



qui parcourent le volcan et a ainsi évalué la vitesse sismique moyenne de façon continue dans le temps.

Les chercheurs ont suivi pendant plusieurs années cette vitesse sismique dans le volcan Kilauea. Les résultats ont ensuite été confrontés aux observations des déformations de la surface du volcan sur la même période. « C'est la première fois que nous sommes capables de comparer la vitesse sismique et ces déformations sur une si longue période. Leur bonne correspondance suggère que notre approche pourrait être un nouveau moyen de prédire les éruptions volcaniques », se félicite Clare Donaldson.

Effectivement, lorsqu'un volcan est sur le point d'entrer en éruption, ses roches se dilatent sous l'effet de la hausse de température et de pression, d'où une déformation en surface. « Cette dilatation est un bon indicateur d'une future éruption », précise Florent Brenguier, du laboratoire ISTerre de l'université Grenoble-Alpes. Or, d'après les résultats de l'équipe de Clare Donaldson, comme une dilatation des roches s'accompagne d'une diminution de la vitesse sismique, les chercheurs disposeraient là d'un nouvel indicateur des risques d'éruption. ■

D. T.

C. Donaldson *et al.*, *Science Advances*, vol. 3, n° 6, e1700219, 2017

Le Kilauea, à Hawaï, est l'un des volcans les plus étudiés au monde en raison de son activité importante.

DU MERCURE
DANS L'ARCTIQUE

La faune de l'océan Arctique, pourtant éloignée des principales sources de pollution, présente des contaminations élevées au mercure. Une équipe franco-américaine a étudié en Alaska l'origine de ce paradoxe. Daniel Obrist et ses collègues ont montré que la flore et les sols de la toundra absorbent le mercure à l'état gazeux de l'atmosphère tout au long de l'année. Ensuite, lors du dégel au printemps, le métal toxique est transporté par les fleuves de la région dans l'océan Arctique.

STRATOSPHERE
EXOPLANETAIRE

L'exoplanète WASP-121b est une «jupiter chaude», une géante gazeuse proche de son étoile et donc très chaude. Une telle planète est-elle pourvue d'une stratosphère, zone de l'atmosphère où la température augmente avec l'altitude ? Thomas Evans, de l'université d'Exeter, au Royaume-Uni, et ses collègues ont confirmé la présence de cette stratosphère. Pour ce faire, ils ont analysé, grâce au télescope spatial Hubble, l'émission infrarouge des molécules d'eau de l'atmosphère de WASP-121b.

FESSES ROMAINES
DÉNUDÉES

Sur le lieu-dit de Sainte-Colombe, les archéologues de l'Inrap fouillent tout un quartier de la Vienne romaine (Rhône). Répartis sur 7 000 mètres carrés, ce qui est exceptionnel en milieu urbain, les vestiges retrouvés – somptueuses maisons, décors en mosaïque, pavements en marbre, mobilier... – sont très bien conservés, parce qu'ils avaient été enfouis à la suite d'un incendie. Une mosaïque représente Bacchus entouré par un cortège de bacchantes et de satyres ; une autre montre le dieu Pan en train d'enlever Thalie, dont les fesses sont dénudées...

L'AMPHIBIEN-ESPADON DU TRIAS

Un amphibien triasique au long nez étonne les paléontologues. Au long nez ? «Le très long rostre de cet animal est caractéristique d'un régime piscivore», préfère dire J.-Sébastien Steyer, du CNRS et du Muséum à Paris. «Il s'agit d'un membre d'un genre connu à la fois au Pakistan et dans l'île norvégienne du Spitzberg. Le fait que des fossiles de ce genre, nommé *Aphaneramma*, aient été retrouvés en des endroits aussi éloignés traduit sa répartition mondiale au début du Trias.»

En effet, il y a quelque 250 millions d'années, presque tous les continents étaient rassemblés au sein d'une grande terre – la Pangée. Toutefois, celle-ci était en train de se partager en deux blocs (le Gondwana et des terres septentrionales) entre lesquelles avançait la Téthys, un océan aujourd'hui disparu. L'animal étudié par l'équipe de J.-Sébastien Steyer était manifestement l'un des prédateurs de la Téthys, car, même s'il a été acheté sur un marché aux fossiles par un paléontologue amateur (qui en a fait don à l'université d'Antananarivo), les chercheurs savent qu'il provient de sédiments d'origine marine du Trias de Madagascar. Ils l'ont nommé *Aphaneramma gavialimimus* parce que son long rostre leur rappelle le gavial du Gange. Mais ce crocodilien chasse les poissons dans les grands fleuves asiatiques, tandis qu'*Aphaneramma gavialimimus* vivait dans la mer. Alors que le



© Cazes-Loubry, CNRS-MNH

Le crâne effilé d'*Aphaneramma gavialimimus*, très hydrodynamique, traduit une adaptation à la nage rapide.

rostre du gavial représente moins de 8 % de sa longueur, celui d'un *Aphaneramma gavialimimus*, qui mesure deux à trois mètres (estimation des chercheurs), en représente de 13 à 20 %. Par ailleurs, le rostre très effilé pourfendeur des eaux téthysiennes suggère que l'animal pouvait atteindre une grande vitesse de pointe si nécessaire. Il s'agissait donc vraisemblablement d'un chasseur de poissons qui courait ses proies. Aujourd'hui, des requins, les thons, les marlins et l'espadon font de même. L'espadon, qui doit son nom à son rostre semblable à une lame d'épée, atteint par exemple une vitesse de pointe de 109 kilomètres par heure. Quelle était la vitesse d'*Aphaneramma gavialimimus* ? ■

F. S.

J. Fortuny et al., *Journal of Systematic Paleontology*, en ligne le 29 juin 2017

LES CORBEAUX
ANTICIPENT

Certains n'hésitent pas à comparer les capacités cognitives des corvidés à celles des grands singes. D'autres restent sceptiques et parlent de simples adaptations à leur environnement pour qualifier, par exemple, leurs capacités à cacher puis retrouver leur nourriture. Mais Can Kabadayi et Mathias Osvath, de l'université de Lund, en Suède, ont montré que les corbeaux savent anticiper et préparer une action future, résister à la frustration et apprendre à se servir d'outils, égalant les compétences d'un jeune enfant ou d'un grand singe.

Les chercheurs ont appris à des grands corbeaux (*Corvus corax*) à utiliser des outils (des cailloux) sur une machine ou à troquer avec des humains des jetons contre une récompense. Or cette espèce n'utilise pas naturellement des outils. Le défi suivant a consisté à faire choisir



© Shutterstock.com/Marcin Perkowski

Le grand corbeau (*Corvus corax*) est capable de planifier une action pour obtenir une récompense.

l'outil ou le jeton parmi différents objets et à ne présenter la machine ou l'humain que plus tard. Dans 9 cas sur 10, les corbeaux sélectionnent l'objet qui leur apporte une récompense. Plus fort, ils sont capables de préférer ces objets à une récompense immédiate, mais moins importante que celle qu'ils auront plus tard. ■

MARTIN TIANO

C. Kabadayi et M. Osvath, *Science*, vol. 357, pp. 202-204, 2017