



Ce fragment de lave solidifiée, remonté de quelque 3000 mètres de profondeur près de Mayotte, est une *popping rock*, c'est-à-dire une roche susceptible d'éclater parce qu'elle contient des bulles de gaz volcanique restées à la pression du fond (ici de l'ordre de 300 bars).

BIBLIOGRAPHIE

S. Cesca *et al.*, **Drainage of a deep magma reservoir near Mayotte inferred from seismicity and deformation**, *Nature Geoscience*, vol. 13(1), pp. 87-93, 2020

F. Paquet *et al.*, **The Mayotte seismo-volcanic crisis : characterizing a reactivated volcanic ridge from the upper slope to the abyssal plain using multibeam bathymetry and backscatter data**, AGU Fall Meeting 2019, San Francisco, décembre 2019 (<https://bit.ly/3dv9f5J>).

A. Lemoine *et al.*, **The 2018-2019 seismo-volcanic crisis east of Mayotte, Comoros Islands : Seismicity and ground deformation markers of an exceptional submarine eruption**, prépublication EarthArXiv, 28 février 2019 (<https://doi.org/10.31223/osf.io/d46xj>).

> sont très sensibles aux déformations de la fibre lors du passage des ondes sismiques. Leur analyse en temps réel permet d'obtenir des milliers de points de mesure de déformation tout le long de la fibre, qui peut faire des dizaines de kilomètres de long, ce qui fait du câble une sorte d'antenne sismique de milliers de sismomètres.

Un deuxième type de mesure optique, plus précis, se fait uniquement à l'extrémité de la fibre, le faisceau laser pointant sur la partie déformable d'un capteur et s'y réfléchissant : ce peut être la masse mobile d'un sismomètre, ou la membrane déformable d'un pressiomètre, appareil qui suit les mouvements verticaux du fond marin. L'interférence produite entre la réflexion sur cette cible mobile et la réflexion en bout de fibre produit un signal lumineux qui peut être traduit en mouvement du sol pour le sismomètre – donc en vibration –, ou en pression d'eau pour le pressiomètre – donc en profondeur. Parce qu'ils sont purement optiques, ces systèmes allient grande résolution et grande robustesse : leurs capteurs en mer ne peuvent pas avoir de panne électronique, l'interrogateur et toute la partie électronique étant à terre, à des dizaines de kilomètres des zones de mesure.

Où sera installé ce réseau de surveillance ?

A. L. : Nous prévoyons de l'installer sur la zone de l'essaim sismique principal, à une dizaine de kilomètres des côtes de Petite-Terre.

C'est de là que peuvent venir d'éventuels risques pour les Mahorais, de sorte qu'elle exige plus d'attention que le nouveau volcan, plus lointain.

Ce réseau pourrait-il être détruit par une nouvelle éruption ?

A. L. : Les stations installées près des panaches acoustiques seront en effet vulnérables. Les campagnes océanographiques nous ont cependant permis d'identifier les canyons et les coulées de lave récentes que le tracé du câble contourne. Seuls deux câbles secondaires équipés de fibres optiques, utilisées comme capteurs afin de mesurer les contraintes réparties le long du câble, traversent les zones en voie de déstabilisation, où pourraient se déclencher des glissements de terrain qui, s'ils se produisent, détruiront évidemment ces câbles secondaires...

Quand ce réseau de surveillance sera-t-il en place ?

A. L. : Notre projet de système d'observation câblé est soumis au Programme d'investissements d'avenir (PIA) de la France n°3. Il a été conçu avec toute la communauté scientifique nationale des géosciences et biologie marines et avec quatre grands instituts collaborant dans le cadre du Revosima. S'il est accepté, il débutera en 2021 pour une mise en place un à deux ans après. ■

Propos recueillis par François Savatier



TAMU

L'origine remaniée d'un volcan sous-marin

La mesure des anomalies magnétiques du massif Tamu, un ancien et immense volcan sous-marin du Pacifique nord, change la vision que l'on avait de sa nature et de la formation d'une bonne partie des fonds sous-marins.

L'ESSENTIEL

> Une nouvelle cartographie magnétique des fonds du Pacifique nord indique que le massif Tamu n'est pas un volcan bouclier, contrairement à ce que l'on pensait.

> Cet ancien et grand volcan s'est formé à un endroit

où des plaques tectoniques se sont mutuellement écartées.

> Des dizaines de structures volcaniques géantes se seraient formées sur les fonds océaniques de la même façon.

L'AUTEUR



WILLIAM W. SAGER
professeur de géophysique
à l'université de Houston,
au Texas, aux États-Unis

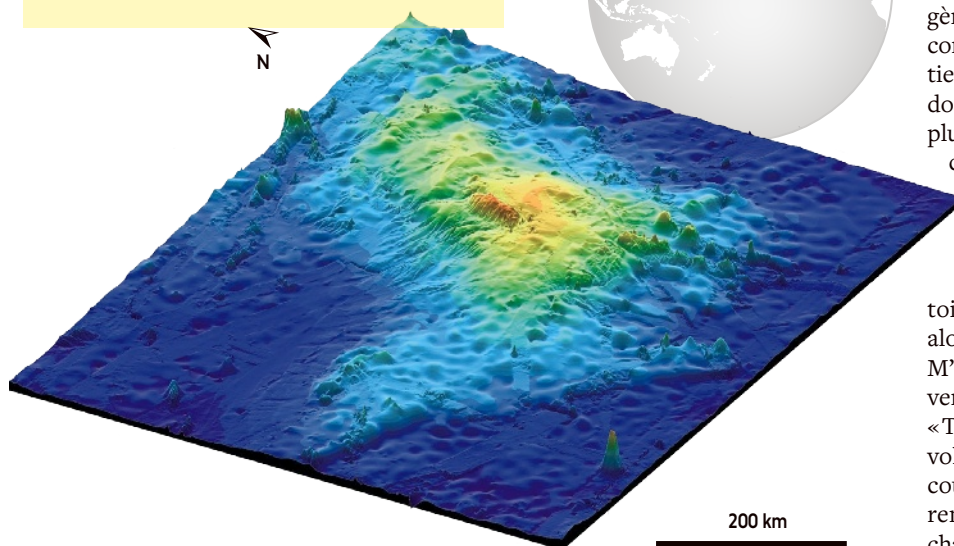
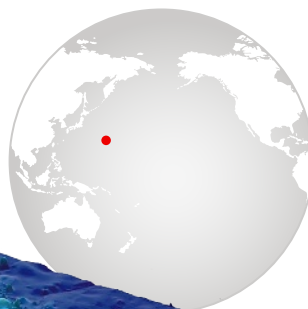
Le massif volcanique Tamu se trouve sous 2 000 mètres d'eau, à quelque 1 600 kilomètres à l'est du Japon dans le Pacifique nord. Les bandes colorées représentant la signature magnétique inhabituelle du volcan révèlent comment ce géant s'est formé (dans cette image, l'échelle verticale est multipliée par 25).

Malgré ses 83 mètres de long et ses 2000 tonnes, le *Falkor* roulait violemment au milieu de grandes vagues sombres. Notre navire de recherche se trouvait à la mi-octobre de 2015 dans le nord-ouest de l'océan Pacifique, quelque 1600 kilomètres à l'est du Japon. Nous venions d'échapper à une tempête automnale venue de Sibérie, mais la mer était encore agitée. Assis dans le laboratoire installé sur le pont principal, je faisais de mon mieux pour empêcher mon café de souiller la carte des fonds marins étalée devant moi. Pour la énième fois, je contemplais cette carte montrant une série de bandes à peu près parallèles entourant un énorme et très ancien volcan sous-marin : le massif Tamu. Chacune de ces bandes indiquait l'aimantation – dans un sens ou dans le sens opposé – d'une partie du fond marin, mais le motif d'ensemble qu'elles formaient était pour moi une énigme. Il s'accordait mal avec les éruptions successives du Tamu telles que je les concevais...

Puis une autre vague frappa le *Falkor*, qui émit une sourde plainte... et je compris soudain ce qui m'échappait depuis vingt ans que j'étudiais ce grand édifice volcanique. Je suis à l'origine de son nom, que j'ai introduit dans les articles dans lesquels je lui ai donné son interprétation définitive, du moins censée l'être... Ce qui m'arriva sur le pont du *Falkor* relevait moins du «Eureka!» d'Archimède que de l'onomatopée «D'oh!» par laquelle Homer Simpson, personnage principal de la série d'animation *Les Simpson*, signale qu'il a encore commis une gaffe. Notre conception de la façon dont le Tamu s'est constitué était fautive!

Le massif Tamu est un volcan très particulier. Il mesure environ 430 kilomètres de large et 600 kilomètres de long, et couvre donc une surface comparable à la moitié de la France. Il est aussi plus de 50 fois plus volumineux que le plus

Le massif Tamu, à l'est du Japon, semble constituer un unique volcan sous-marin. Il couvre une superficie d'environ 553 000 kilomètres carrés, ce qui en fait le plus vaste volcan connu du Système solaire. Son sommet culmine à environ 1980 mètres de profondeur et à 4460 mètres au-dessus du fond de l'océan.



haut volcan terrestre – le Mauna Loa à Hawaï –, alors qu'il est essentiellement plat... Les pentes de la plupart des volcans sous-marins sont comprises entre 5 et 10 degrés, mais celles du Tamu n'excèdent guère 1 degré. Pour donner une idée, cela correspond à la pente d'un terrain de football entier couvert par une bâche tendue avec un bâton haut de 60 centimètres en son centre.

Le Tamu est le principal relief de l'un des plus vastes plateaux océaniques de la planète, le plateau Shatsky, qui culmine à environ 1980 mètres sous la surface de la mer. Il s'est formé en plusieurs millions d'années d'éruption, il y a quelque 145 millions d'années. Comme la plupart des plateaux océaniques, il est constitué de basalte. Cela signifie que, lors de sa formation, de grands volumes de matière chaude se sont élevés au sein du manteau terrestre, les 2885 kilomètres d'épaisseur sous-jacents à la croûte terrestre. Ce basalte a partiellement fondu sous la lithosphère, c'est-à-dire la croûte terrestre et la partie supérieure du manteau, puis s'est frayé un chemin vers le haut avant de s'épancher sur le fond marin.

L'apparence du Tamu semble traduire directement ce processus, mais de nouvelles données, que j'ai recueillies depuis 2015, montrent que l'histoire est différente. Ces données impliquent que, jusqu'à présent, les géophysiciens ont mal compris comment se sont constitués des dizaines d'immenses volcans sous-marins, qui représentent au total 5 à 10% du plancher océanique. Le massif Tamu est en fait un volcan d'un type entièrement nouveau.

L'éruption d'un tel volcan pourrait acidifier l'océan au point d'éliminer une grande partie de la vie marine et libérerait de grandes quantités de gaz à effet de serre. De fait, il semble que les éruptions passées d'une structure volcanique comparable au Tamu, le plateau d'Ontong Java, dans le sud-ouest de l'océan Pacifique, puissent être associées à des périodes d'acidification et d'appauvrissement en oxygène intenses de l'océan. Et, même si l'idée de corriger notre vision de la formation d'une partie importante des fonds marins me stimule, je dois aussi admettre que le massif Tamu n'est plus le «plus grand volcan bouclier de la Terre» comme on le pensait.

NÉ D'UNE GRANDE ÉRUPTION? PAS SI SIMPLE!

J'ai publié mon premier article sur l'histoire magnétique du massif Tamu en 1993, alors que le volcan n'avait pas encore de nom. M'inspirant de l'acronyme anglais de mon université, *Texas A & M University*, je l'ai nommé «Tamu». Je concluais dans cet article que ce volcan avait dû se former en peu de temps au cours d'une grande éruption provoquée par la remontée d'un énorme panache de matière chaude à travers le manteau terrestre.