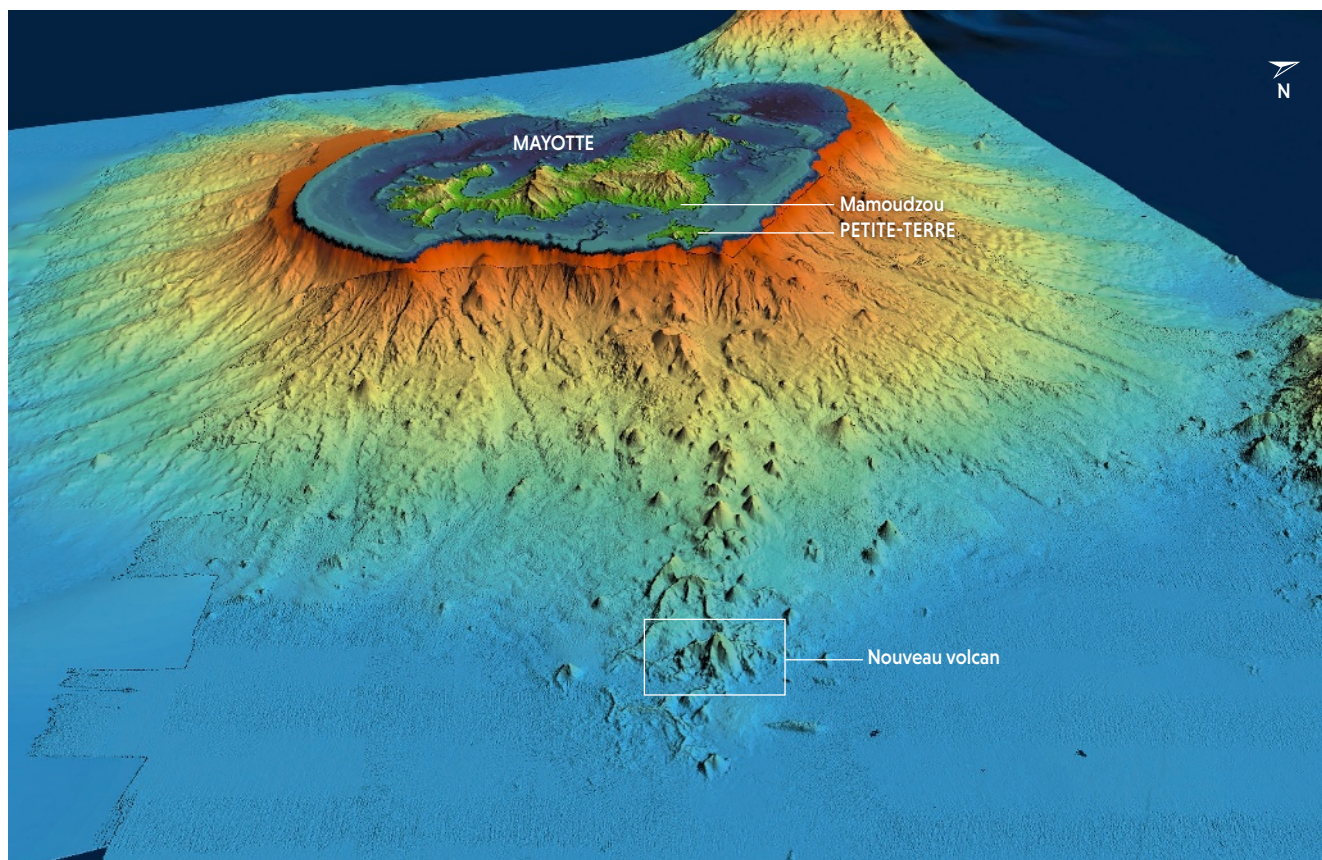




L'île de Mayotte (ci-dessus) est la partie émergée d'un grand édifice volcanique datant d'une vingtaine de millions d'années. Elle fait partie de l'archipel des Comores, qui pourrait se trouver dans un système de fractures associé à la branche orientale du rift est-africain (la ligne rouge sur la carte de gauche). En mai 2019, une mission française embarquée a découvert à 50 kilomètres à l'est de Mayotte un nouveau volcan. Il résulterait de l'épanchement du magma d'une chambre magmatique allongée, située à une quinzaine de kilomètres de profondeur entre Mayotte et le nouveau volcan.

du 11 novembre 2018. Cela a permis de diagnostiquer une remontée de magma depuis un réservoir profond jusqu'à la surface.

Quel mécanisme d'éruption proposent-ils ?

N. F. : Avec ses collègues, Simone Cesca propose que du magma ait migré jusqu'en surface, jusqu'à l'emplacement du nouveau volcan, depuis une chambre magmatique située à 30 kilomètres de profondeur et à 30 kilomètres à l'est de Mayotte. Quand le magma migre vers la surface, la chambre magmatique se vide, ce qui peut provoquer un effondrement du fond marin en activant des failles situées directement à la verticale de la chambre. Ce genre d'effondrement est bien connu, mais très rare. Il s'est cependant produit récemment, en 2007 à La Réunion, en 2014 en Islande et en 2018 à Hawaï. Cependant, le groupe de Simone Cesca a calculé que pour que cela arrive, il faudrait que 230 kilomètres cubes de magma sortent du réservoir, soit 50 fois plus que le volume déjà émis par le nouveau volcan. Pour l'instant, ce scénario est très peu probable,

mais il faut tout de même en tenir compte pour évaluer les risques.

Êtes-vous d'accord avec ce mécanisme ?

N. F. : Dans l'ensemble, oui. Nos données confirment en effet l'hypothèse de l'existence d'un réservoir profond en train de se vidanger à l'est de Mayotte. Comme nous avons utilisé des données en mer et que nous étions au plus près du phénomène, nous pouvons le décrire avec beaucoup plus de précision. Mais surtout, nos données sont indispensables pour documenter les traces d'activité volcanique sur le fond marin. La découverte du volcan a permis à nos collègues d'affiner leur scénario.

Que s'est-il passé depuis la découverte du volcan ?

N. F. : Après la campagne *Mayobs 1*, l'État a rendu possible la création du Réseau de surveillance volcanologique et sismologique de Mayotte (Revosima). Ce réseau est opéré par l'IPGP en partenariat avec le CNRS, l'Ifremer et le BRGM. Depuis, plusieurs autres >

> campagnes à la mer ont eu lieu dans le cadre du Revosima. Plusieurs d'entre elles avaient pour but de poser puis de récupérer les sismomètres fond de mer et d'analyser les signaux enregistrés. L'idée est d'avoir un enregistrement le plus continu possible de l'activité sismique. Depuis mai 2019, l'activité sismique se poursuit dans les mêmes zones, mais a largement diminué. La déformation de l'île a aussi beaucoup ralenti.

Au cours des campagnes qui ont succédé à la campagne *Mayobs 1*, et ce jusqu'à la dernière mission avec le sondeur multifaisceaux, en août 2019, nous avons montré que l'éruption était toujours en cours, en mettant en évidence de nouvelles coulées importantes des deux côtés du volcan. Certaines mesurent jusqu'à 150 mètres de hauteur et couvrent plusieurs kilomètres carrés. Cependant, nous avons constaté que le nouveau volcan ne grandit plus. Les panaches de près de 2 kilomètres de haut observés en mai et juin 2019 avaient disparu en juillet, mais d'autres, moins hauts, s'élevaient au-dessus des coulées récentes.

Nous avons aussi observé des coulées à l'aide d'une caméra. Elles étaient formées de roches magmatiques effusives, comme celles

que l'on observe à Hawaï et sur d'autres volcans de point chaud, ou encore le long des dorsales océaniques. Parce qu'elles sont constituées de nombreux bourrelets parallèles, ces laves sont dites « cordées » ou « en cous-sins ». Nous avons prélevé plus d'une dizaine d'échantillons pour analyser leur composition chimique et pétrologique et en savoir plus sur la formation du volcan.

L'activité volcanique pourrait-elle se poursuivre ?

N. F. : Le groupe de Simone Cesca suppose un réservoir d'une quinzaine de kilomètres de large, donc beaucoup plus grand que ce qui a déjà été vidangé. Le matériel pourrait être suffisant pour que l'éruption se prolonge, surtout si le réservoir continue à être alimenté. Il faut aussi qu'une certaine pression se maintienne dans le réservoir pour que le flux de magma vers la surface se poursuive. Cela pourrait être le cas si le toit du réservoir continue de s'effondrer. Certaines grandes éruptions dans le rift africain ont duré plusieurs années et certains volcans sous-marins de la zone des Mariannes, notamment le Mata Ouest, près des Tonga, sont en éruption depuis plusieurs années.

Le *Marion Dufresne* est le navire amiral des Terres australes et antarctiques françaises (TAAF). Il est spécialement équipé pour assurer sur de très grandes distances ses missions logistiques et sanitaires, mais aussi océanographiques.



Quels risques cela représenterait-il pour les Mahorais ?

N. F. : Les habitants de Mayotte ont *a priori* peu à craindre de l'éruption sous-marine distante située près du nouveau volcan; mais il est possible que de nouveaux sites éruptifs apparaissent plus près de l'île, sur la pente insulaire supérieure, là où la plupart des séismes ont lieu. On ne peut pas non plus exclure une éruption à terre, puisque des cônes volcaniques se sont formés à Petite-Terre il y a plusieurs milliers d'années, ce qui est court à l'échelle des temps géologiques. C'est bien pour cela qu'il est indispensable de surveiller ce volcan dans le cadre du Revosima.

Cette surveillance peut-elle être permanente, étant donné le coût élevé des campagnes océanographiques ?

Arnaud Lemarchand : Le Revosima surveille déjà au jour le jour l'activité sismovolcanique à l'aide des réseaux de capteurs à Mayotte et sur l'île des Glorieuses, et il s'appuie aussi sur le réseau des stations géophysiques régionales installées en Grande Comore, à Madagascar et dans certains pays africains longeant le canal du Mozambique. Toutefois, sans les données de capteurs placés au plus proche de l'activité, cette surveillance reste imprécise, et il faut les affiner avec des données prélevées en mer. L'État a financé des campagnes océanographiques, pour plusieurs millions d'euros chacune. Elles ont notamment servi à récupérer les sismomètres fond de mer. Cette façon de fonctionner signifie aussi que l'on ne peut suivre les évolutions du volcan qu'avec trois ou quatre mois de retard, ce qui empêche de suivre les phénomènes rapides, comme les migrations de magma qui peuvent se produire en quelques semaines, voire quelques jours ou moins encore... Il nous semble donc qu'il faut mettre en place une surveillance plus constante et moins chère...

De quelle façon ?

A. L. : Nous proposons d'installer sur le fond marin un observatoire, relié par câble à Mayotte, conçu pour surveiller la zone sismique principale, située à quelque dix kilomètres de Petite-Terre. Il devrait nous permettre de connaître en temps réel l'activité sismique, les sources de déformations du sol et de surveiller les zones les plus susceptibles de glissements de terrain sous-marins, capables de déclencher des tsunamis.

En quoi consistera cet observatoire ?

A. L. : Il s'agit en fait d'un réseau d'instruments variés visant à surveiller plusieurs grandeurs physiques. Les stations de mesure seront toutes reliées les unes aux autres par un câble qui transmet les données par fibres optiques et qui alimente les capteurs en électricité. Ce câble

arrivera dans un local à terre proche des côtes, qui centralisera les informations et les diffusera à l'observatoire du Piton de la Fournaise à La Réunion, le centre opérationnel de Revosima. Le dispositif est pensé afin de ne pas perdre tout le système en cas d'avarie sur un tronçon de câble ou une station. L'ensemble du projet repose sur les technologies très bien maîtrisées par les compagnies de télécommunication, qui exploitent les nombreux câbles sous-marins

Sans capteurs placés au plus proche de l'activité, la surveillance reste imprécise

assurant 90% du trafic mondial de l'internet. La conception du système d'observation sous-marin bénéficie aussi de l'expérience acquise par l'observatoire océanographique européen Emso (*European multidisciplinary seafloor and water column observatory*).

Quelles grandeurs physiques surveillera-t-on ?

A. L. : Les stations abriteront non seulement des sismomètres, pour mesurer les vibrations du sol et bien détecter et localiser les microséismes, mais aussi des capteurs de déformation du terrain, pour détecter par exemple des gonflements du fond marin en réponse à des remontées de magma ou de gaz sous-jacentes; des capteurs électriques et magnétiques pour détecter des changements de la résistance électrique du sous-sol, qui signifieraient la remontée de fluides volcaniques; des capteurs géochimiques, afin de surveiller les sites de dégazage identifiés lors des campagnes *Mayobs* de 2019; enfin, des capteurs conçus pour suivre l'installation d'organismes vivants sur les nouveaux reliefs sous-marins.

Certaines des fibres optiques contenues dans les câbles sous-marins serviront non pas à transmettre à terre les mesures des capteurs électriques, mais permettront d'opérer deux types de dispositifs de mesure très innovants, purement optiques. Un premier type, commercialisé – le «DAS» (*distributed acoustic sensing*) – consiste à envoyer depuis la terre une impulsion laser à haute cadence dans la fibre, d'en mesurer la diffusion en retour – c'est-à-dire les échos –, et d'analyser les interférences entre échos de segments proches. Ces interférences ➤