

volcaniques et de cratères à l'est de Mayotte – à Petite-Terre et à Mamoudzou – suggère une activité volcanique récente. Elle est attestée par le carottage, réalisé en 2005 dans le lagon de Mayotte par une équipe franco-allemande, qui a révélé un dépôt de cendre volcanique daté de quelques milliers d'années seulement. Tous ces indices d'activité récente, et surtout la découverte d'une nouvelle éruption et d'un nouveau volcan au large de l'île, nous amènent à revoir nos théories sur l'origine de Mayotte.

Comment a-t-on découvert l'éruption ?

Nathalie Feuillet : Tout a commencé le 10 mai 2018 par de très forts séismes à l'est de Mayotte. Le 15 mai, un séisme de magnitude 5,9 a fait des dégâts sur l'île et apeuré la population, ce qui, de mémoire humaine, n'était jamais arrivé. Au départ, nous n'avions aucune idée précise de l'origine du phénomène, puisque la région de Mayotte n'était considérée ni à risque sismique, ni à risque volcanique. Les séismes étaient organisés en essaims, c'est-à-dire en séries de tremblements produits sur des périodes de temps courtes. Cela suggérait autre chose qu'un événement tectonique ponctuel ; c'était plutôt caractéristique d'une activité volcanique.

Vous avez donc relié ces essaims de séismes à un possible volcanisme ?

Nathalie Feuillet : Oui, d'autant plus que l'activité sismique s'est poursuivie pendant deux mois. Il y a eu un bref retour au calme à l'été 2018, mais qui a très vite été suivi d'une reprise de l'activité sismique en septembre. En outre, les stations géodésiques de l'île ont enregistré de très importantes déformations du sol : Mayotte se déplaçait vers Madagascar et s'enfonçait de plusieurs centimètres par an, ce qui est considérable. Ces signes faisaient penser à la vidange d'un réservoir magmatique.

Le 11 novembre 2018, un étrange phénomène est venu conforter cette hypothèse : vingt minutes durant, les stations sismiques du monde entier ont enregistré un fort signal sismique de très basse fréquence issu de quelque part à l'est de Mayotte ; or ce genre de signal est caractéristique d'une activité volcanique. L'occurrence de cet événement a provoqué une intense discussion sur Twitter entre sismologues de tous les pays. À partir de ce moment-là, nous

savions avoir affaire à un phénomène magmatique important.

Où pouvait-il se situer ?

Nathalie Feuillet : Les données des stations sismologiques mondiales et régionales indiquaient que le phénomène se déroulait en mer à l'est de Mayotte, mais on ne savait pas où exactement : les sources sismiques se trouvaient dans une vaste zone située à quelques dizaines de kilomètres de l'île. En février 2019, nous sommes allés y placer six « sismomètres fond de mer », des instruments qui enregistrent les mouvements du fond marin. Nous avons ainsi découvert que les sources des séismes étaient toutes localisées le long d'un alignement de volcans sous-marins. La grande majorité d'entre elles se trouvaient sous des structures volcaniques situées à quelques kilomètres seulement de Petite-Terre, à des profondeurs se mesurant en dizaines de kilomètres.

Êtes-vous aussi allés observer ce qui se passait au fond ?

Nathalie Feuillet : En mai 2019, grâce au soutien de l'État, le *Marion Dufresne* a été affrété. Le navire amiral de la flotte des TAAF, la collectivité des Terres australes et antarctiques françaises, possède en effet des instruments qui nous ont permis de mener la campagne d'observation *Mayobs 1*. Notre objectif était d'acquiescer les données des sondeurs multifaisceaux de coque afin de faire de la bathymétrie, c'est-à-dire la cartographie du fond océanique, mais

Et en avez-vous trouvé ?

Nathalie Feuillet : Un soir, l'équipe de quart a détecté un important panache acoustique se propageant dans la colonne d'eau. Un tel phénomène résulte d'une variation de la vitesse des ondes sonores et peut être dû au passage d'une baleine, d'un banc de poissons, d'un courant d'eau, etc. Nous avons tout de suite soupçonné que l'origine de ce panache était plutôt une remontée de gaz volcaniques. Le panache que nous voyions au-dessus d'un fond à 3 000 mètres, situé à 50 kilomètres à l'est de Mayotte, mesurait près de 2 kilomètres de haut. Nous n'avions jamais rien vu de tel. Ce que nous observions était tout simplement extraordinaire.

Pour savoir d'où il venait, nous avons comparé nos données bathymétriques à des données plus anciennes collectées dans la zone en 2014 par le *Beautemps-Beaupré*, le navire océanographique du Shom, le Service hydrographique et océanographique de la Marine. Nous avons ainsi mis en évidence un nouveau relief : nous assistions à la naissance en direct sur le territoire français d'un grand volcan sous-marin...

Grand comment ?

Nathalie Feuillet : Il mesure 5 kilomètres de diamètre et plus de 800 mètres de haut. Cela représente une énorme quantité de lave déversée : de l'ordre de 5 kilomètres cubes en un an environ. C'est comme si l'on avait recouvert la moitié de la ville de Paris d'une couche haute de plusieurs centaines de mètres de lave. Le volcan mesure trois

NOUS AVONS ASSISTÉ À LA NAISSANCE EN DIRECT D'UN GRAND VOLCAN SOUS-MARIN

aussi d'obtenir des images de la colonne d'eau et du fond, de sonder les sédiments et finalement de recueillir des données magnétiques et gravimétriques. Nous voulions mettre en évidence des traces d'activité volcanique récente sur le fond océanique.

fois la tour Eiffel. C'est la plus grande éruption sous-marine jamais documentée.

Qu'avez-vous alors fait ?

Nathalie Feuillet : Nous avons pu collecter plusieurs kilogrammes de lave fraîche, tout juste mise en place, sur le flanc du >

➤ volcan. À peine déposées sur le pont du *Marion Dufresne*, ces roches ont explosé, projetant des fragments à plusieurs mètres de hauteur. Il s'agissait de ce que l'on nomme en anglais des « *popping rocks* », des roches qui explosent parce qu'elles sont pleines de bulles de gaz volcanique. Lorsqu'elles arrivent en surface, du fait de la différence de pression entre le fond de la mer et la surface, le gaz contenu dans ces bulles se décomprime en brisant la roche qui l'enferme. Ces roches sont rares. Seules quelques expéditions scientifiques en ont récolté, sur des dorsales océaniques principalement. C'est, à ma connaissance, la première fois qu'on en récolte de toutes fraîches.

A-t-on une idée de l'origine de l'éruption ?

Nathalie Feuillet : Deux équipes, celle de Simone Cesca, de l'Institut allemand pour la recherche sur les géosciences à Potsdam, et celle d'Anne Lemoine, du BRGM, le Bureau de recherches géologiques et minières, ont publié des résultats qui permettent d'avancer sur la compréhension de cette éruption. L'équipe de Simone Cesca a exploité les données des séismes forts collectées dès mai 2018 par le réseau mondial de stations sismologiques. Celle d'Anne Lemoine a utilisé des données des réseaux sismologiques terrestres de Mayotte et des autres îles des Comores. Les deux études ont aussi mis à profit des données géodésiques disponibles sur l'île de Mayotte. Ces chercheurs ont pu localiser les sources des séismes et détecter de nombreux signaux de basse fréquence similaires à celui 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-elles ?

Nathalie Feuillet : 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 ?

Nathalie Feuillet : 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

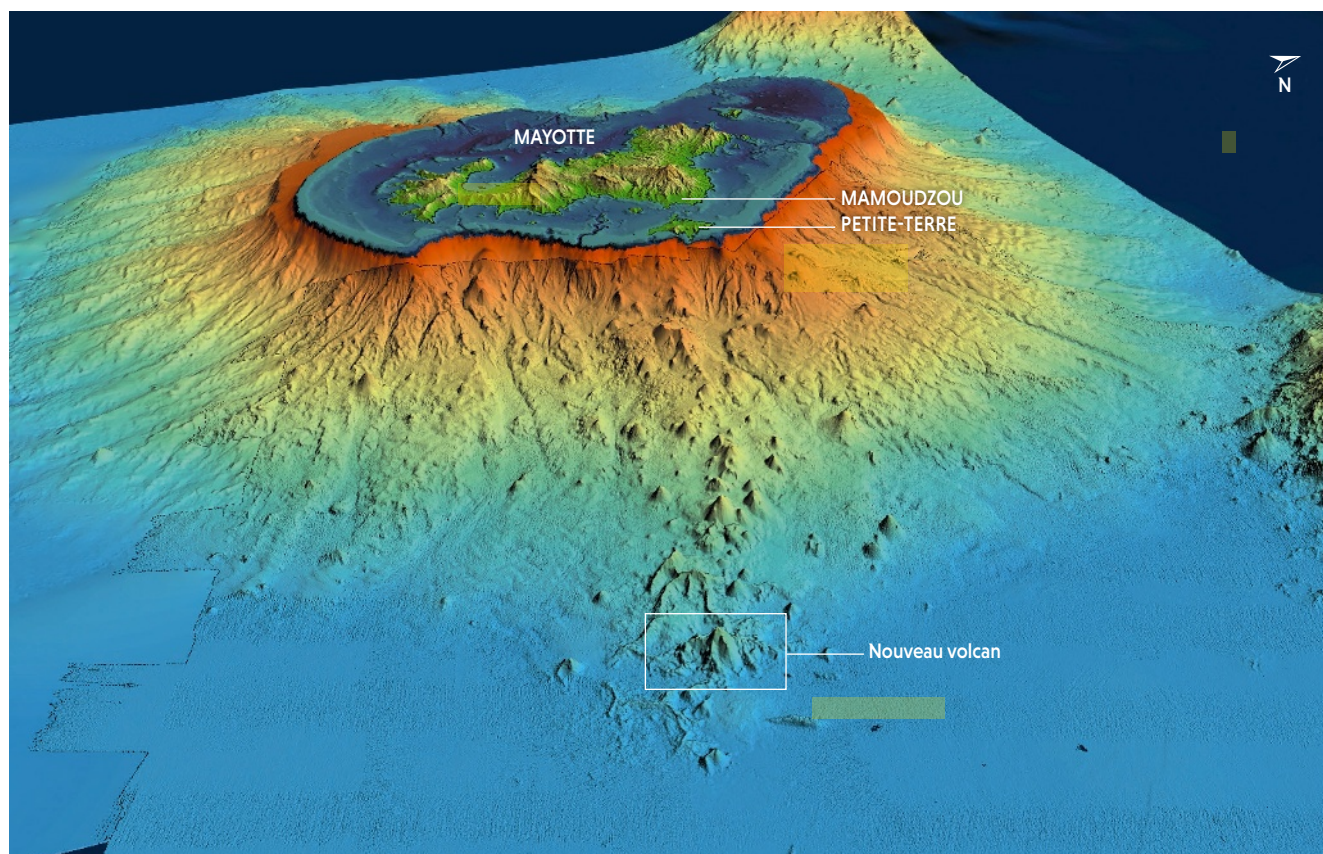
plus près du phénomène, nous pouvons le décrire avec beaucoup plus de précision. Mais surtout, nos données sont indispensables pour documenter les traces d'activité volcanique sur le fond marin. La découverte du volcan a permis à nos collègues d'affiner leur scénario.

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

Nathalie Feuillet : 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

LE NOUVEAU VOLCAN MESURE 5 KILOMÈTRES DE DIAMÈTRE ET PLUS DE 800 MÈTRES DE HAUT





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 page ci-contre). 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.

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 coussins ». 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 ?

Nathalie Feuillet : 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.

Quels risques cela représenterait-il pour les Mahorais ?

Nathalie Feuillet : 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.