

Cependant, si la vidange magmatique continue, un nouvel effondrement se produira lorsque la différence de pression dépassera de nouveau la résistance au cisaillement. Plus le réservoir de magma se vidange vite, plus les périodes séparant deux baisses successives du piston sont brèves, de sorte que l'on s'attend à ce que la durée écoulée entre deux effondrements successifs soit inversement proportionnelle au débit de magma.

ET AU DOLOMIEU?

Nous allons voir que les observations faites en 2007 confirment ce modèle de la formation d'une caldeira. Installée à 8,2 kilomètres du Dolomieu, la station sismique RER (pour «Rivière de l'Est à l'île de La Réunion») du réseau Geoscope/IPGP était alors la seule capable d'enregistrer l'effondrement du Dolomieu sur une large bande de fréquences. Elle est en effet équipée d'un sismomètre vertical (qui mesure la composante verticale du mouvement du sol) et de deux sismomètres horizontaux (qui mesurent la composante horizontale du mouvement du sol). Lors d'un gonflement et d'un dégonflement de l'édifice volcanique, ces appareils (voir la photographie page 62) mesurent l'accélération du sol, ce qui détermine son inclinaison à proximité de la caldeira.

La variation de cette inclinaison peut résulter d'un afflux de magma dans la chambre magmatique ou de tout autre changement de régime du volcan, ou alors des forces exercées pendant la descente de la colonne de roches. Il nous fallait donc discriminer ces sources possibles de signal, d'autant plus que les tempêtes tropicales, les cyclones, les variations de température, etc. sont aussi susceptibles d'influer sur l'inclinaison du sol à long terme.

Toutefois, à court terme, ce sont surtout les marées terrestres – le gonflement du sol entraîné par l'attraction gravitationnelle de la

Lune à son passage – qui induisent un bruit sismique, lequel s'ajoute au signal deux fois par jour. C'est pourquoi, avec Geneviève Roult, de l'IPGP, nous avons cherché à déduire de la mesure de l'inclinaison du sol à la station sismique RER la partie du signal due aux marées terrestres à cet endroit. Après que ma collègue a déterminé l'influence théorique de la marée terrestre à proximité de la caldeira du Dolomieu, nous avons pu isoler le signal associé seulement à l'effondrement. Il s'avère que l'amplitude maximale du déplacement du sol dû aux marées terrestres selon la direction nord-sud a atteint environ trois centimètres du 15 au 25 avril 2007. Nous avons ensuite aussi établi le catalogue des signaux sismiques d'effondrements; nous en avons décelé 48, soit 4 de plus que ceux identifiés en 2011 par mes collègues de l'université de La Réunion et de l'IPGP.

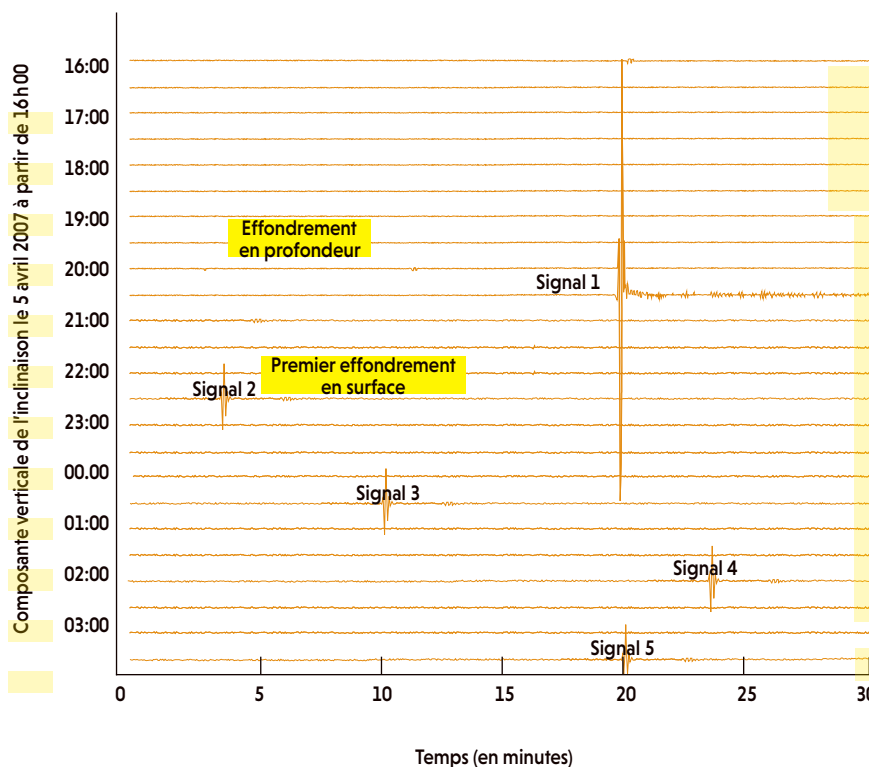
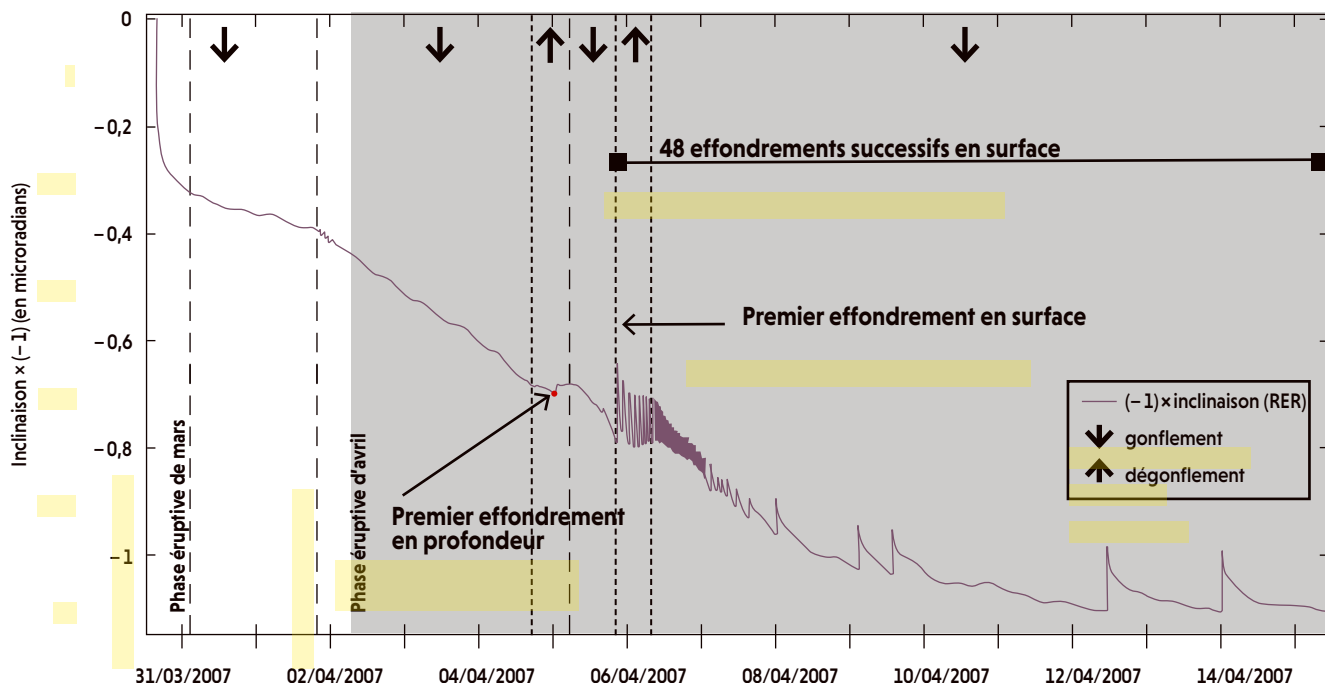
Il restait à préciser étape par étape le mécanisme à l'origine du séisme de magnitude 5 enregistré lors du principal effondrement. Avec mes collègues Babak Hejrani et Hrvoje Tkalčić, de l'université nationale australienne, nous avons croisé les données de la station RER avec celles d'autres stations non réunionnaises. Cette comparaison indique que le séisme s'est produit lorsque la pression du magma est brusquement descendue à une valeur insuffisante pour résister au poids de la colonne de roches reposant sur le toit de la chambre magmatique. Ainsi, le séisme de magnitude 5 n'a pas été entraîné par un classique affrontement de forces tectoniques comme pour la plupart des tremblements de terre, mais était plutôt dû au choc du brusque enfoncement de la chambre magmatique par le piston de roches.

UNE CHAMBRE MAGMATIQUE À 1600 MÈTRES SOUS LE SOMMET

Avec Guilhem Barruol, de l'IPGP, et Dominique Reymond, du CEA, nous avons aussi déterminé la polarisation des signaux à très basses fréquences (de 0,003 à 0,01 hertz), c'est-à-dire la direction du vecteur vitesse des particules du sol par rapport à la direction de propagation des ondes. La détermination de cette grandeur est en effet précieuse: elle renseigne sur l'emplacement de la source du signal. Selon nous, celle-ci – donc la chambre magmatique aussi – se trouve entre 1100 mètres sous le niveau de la mer et 900 mètres au-dessus. Dans ce dernier cas, la chambre magmatique se trouverait donc quelque 1600 mètres sous le sommet du piton de la Fournaise.

En 2011, autour de Valérie Ferrazzini, de l'observatoire volcanologique du piton de la Fournaise, une équipe avait cherché à situer les sources sismiques en appliquant la technique dite de «relocalisation de la sismicité locale», qui est plus précise que la localisation classique >

La variation cyclique de l'inclinaison est accompagnée de l'émission de paquets d'ondes de très longues périodes



> des hypocentres et autres sources sismiques. Les chercheurs avaient utilisé le réseau de sismomètres spécialisés sur les ondes à courtes périodes – des « sismomètres courte période » – implanté sur le volcan.

Frederick Massin, qui a travaillé sur ce sujet pendant sa thèse, m'a fourni la localisation des séismes enregistrés du 5 février au 1^{er} mai 2007, et nous avons été agréablement surpris de constater que 70% d'entre eux se situent entre le niveau de la mer et 800 mètres au-dessus, donc quelque 1700 mètres sous le sommet. Ainsi, tant nos calculs fondés sur la mesure de la polarisation des ondes de basses fréquences que la relocalisation grâce aux données des sismomètres courte période suggèrent que la chambre magmatique sous-jacente à la caldeira du Dolomieu se trouve environ 1700 mètres sous le sommet du piton de la Fournaise.

SIGNAUX PRÉCURSEURS ?

Tous ces travaux sur la formation de la caldeira du Dolomieu en 2007 ont largement précisé son déroulement, mais ils ont peut-être fait davantage. Au cours de notre étude, nous avons en effet identifié plusieurs types de signaux qui pourraient être annonciateurs de l'événement. Dans les enregistrements de la station sismique RER (voir les cartes pages 56-57), nous avons d'abord mis en évidence des cycles de variation de l'inclinaison du sol en relation avec chaque effondrement (voir la figure ci-contre). Ceux-ci s'accompagnent par ailleurs de paquets d'ondes de très basses fréquences et d'une durée d'environ 20 secondes, qui précèdent l'effondrement de la surface de la caldeira du Dolomieu.

Ces enregistrements de la station RER à très large bande passante mettent en évidence, à partir du 5 avril 2007, des cycles d'inclinaison de très longues périodes, que l'on associe aux à-coups de la descente de la colonne rocheuse surmontant la chambre magmatique (en haut). Ces cycles s'accompagnent de paquets d'ondes de très longues périodes (très basses fréquences), d'une durée d'environ 20 secondes (en bas). Cet ensemble de signaux a précédé le déclenchement de l'effondrement en surface non seulement du cratère du Dolomieu, mais aussi de celui de Miyake-jima, effondré en 2000. Le repérage automatique de ce type de signaux sismiques pourrait prévenir avec quelques heures d'avance de l'effondrement imminent d'une structure volcanique.