

a produit les avalanches de 1929-1932, a dû durer entre quatre et sept jours, ce qui signifie que le magma est monté à des vitesses de l'ordre du centimètre par seconde.

Finalement, la reproduction des caractéristiques des microlithes des magmas à l'origine des nuées ardentes de 1902 suggère que le magma est monté en moins de quatre jours, avant de stationner entre 4 et 15 jours à moins de 300 mètres sous le dôme. L'essentiel de la cristallisation s'est accompli pendant ce palier.

Une vision plus claire des scénarios éruptifs possibles à la montagne Pelée se dégage de tout cela. Quand l'ascension du magma dure plusieurs jours, le dégazage a le temps de se faire et le volcan ne monte pas en pression. Dans une telle situation, la présence au sommet du volcan d'un dôme imposant réduit encore les risques : en s'opposant de par son poids à l'ascension du magma, il allonge le temps de dégazage. Le potentiel explosif de la montagne Pelée est alors faible : le risque le plus grand est celui d'un effroulement du dôme, qui entraînerait des nuées ardentes d'avalanches, du type de celles de 1929-1932.

Si, en revanche, le magma accomplit son ascension en moins de quatre jours sans avoir le temps de cristalliser, et qu'il stationne ensuite assez longtemps sous le dôme, les microlithes ont le temps de nucléer massivement près de la surface. Le volume nécessaire à la croissance de ces cristaux n'étant plus disponible pour l'expansion des gaz, ces derniers restent fortement comprimés sous le bouchon cristallin. Tout dépend alors de la masse du dôme qui les surmonte.

Si cette masse est telle qu'il peut résister à la pression, la colonne magmatique a le temps de dégazer ; le seuil de résistance du magma et du bouchon cristallin, puis de la lave durcie qui obstrue le haut de la cheminée du volcan, ne sera pas atteint. Si, en revanche, le dôme est petit et jeune, ce seuil sera atteint, et une brusque détente des gaz pulvérisera le haut de la colonne magmatique. Le volcan éjectera alors brutalement un mélange de gaz et de cendres chauds, et les pentes du volcan seront dévastées par une nuée ardente abrasive et turbulente. C'est ce qui s'est produit le 8 mai 1902.

Nous ne sommes pas les seuls à relier les nuées ardentes dangereuses de la mon-

tagne Pelée à l'ascension du magma. Réexploitant des informations glanées dans diverses parties des deux livres publiés par Lacroix sur la montagne Pelée, Jean-Claude Tanguy, de l'Institut de physique du Globe de Paris, a reconstitué la taille du cratère, le volume du dôme qui le recouvrait, celui de matériel volatilisé... Il a en particulier établi qu'au cours des semaines ayant précédé la catastrophe, le dôme grossissait de 28 à 38 mètres cubes par seconde, ce qui a produit un volume pulvérisable de 17 à 20 millions de mètres cubes le jour de la catastrophe. Mais cette croissance indique surtout un flux considérable de magma, manifestement bloqué par la présence (insuffisante) du dôme.

De quel style sera la prochaine éruption ?

En l'an 1300, il est probable qu'aucun dôme important n'était présent, de sorte que quand la partie superficielle de la cheminée volcanique a cédé, une vidange complète du réservoir magmatique a pu se faire en quelques heures, sous la forme d'une éruption plinienne. *A priori*, le même phénomène aurait pu se produire après le 8 mai 1902, puisque l'éruption a encore duré jusqu'en octobre après être passée par une nouvelle phase paroxystique accompagnée de nouvelles nuées ardentes péleennes en août 1902.

Si l'on résume les résultats de ces études, l'origine des violentes nuées ardentes péleennes tient en trois principaux points :

- une ascension du magma trop rapide pour que la cristallisation dans le conduit volcanique ait le temps de se produire ;
- un stationnement du magma sous le dôme, où se produit alors une cristallisation massive qui piège les gaz volcaniques ;
- le poids du dôme ne suffisant pas à contenir la pression accumulée des gaz, le système se détend brutalement.

La validation de ce scénario par nos expériences en autoclave représente une avancée décisive dans la compréhension des processus magmatiques responsables des éruptions volcaniques. De quel style sera la prochaine éruption de la montagne Pelée ? Pour le déterminer, il faudra trouver le moyen d'estimer les vitesses d'ascension du magma dans la cheminée. À l'aide de capteurs sismiques détectant des signaux liés aux mouvements du magma, ou encore de capteurs géochimiques percevant les évolutions du dégazage ? ■

STYLE ÉRUPTIF PÉLÉEN

L'ascension du magma se produit en un à quatre jours sans cristallisation, mais elle est suivie d'un long palier durant lequel une cristallisation massive empêche le magma de dégazer. Le volcan monte en pression puis explose.

STYLE ÉRUPTIF PLINIEN

L'ascension du magma se déroule en moins d'un jour sans cristallisation. La décompression rapide du gaz volcanique provoque la fragmentation explosive du magma et une éruption cataclysmique du volcan.

STYLE ÉRUPTIF MERAPI

L'ascension du magma se produit en plus de sept jours, et s'accompagne d'une cristallisation qui rend visqueuses les laves produites. Cela entraîne la croissance lente d'un dôme dont le gaz s'est échappé.

5. LA MONTAGNE PELÉE A CONNU
trois types d'éruptions magmatiques : des éruptions péleennes, pliniennes et de type Merapi. Ces régimes différents sont liés à la vitesse d'ascension du magma dans le conduit volcanique et au temps qu'il y passe. Ces deux paramètres jouent un rôle clef dans le dégazage du magma et déterminent ainsi le potentiel explosif du volcan martiniquais.

PLS439

Pourquoi les spermatozoïdes et les ovules sont-ils si variés ? Les biologistes commencent à décrypter les mécanismes qui favorisent cette diversité.



Spermatozoïdes une étonnante diversité

Oufs au petit déjeuner, promenade dans un parc floral où butinent des abeilles, baignade dans l'océan où partout frayent des animaux à fécondation externe, tels les oursins et les ormeaux... Que nous le voulions ou non, nous sommes cernés de spermatozoïdes et d'ovules. Et pour cause : la reproduction sexuée est omniprésente dans le monde animal ou végétal. En particulier, plus de 90 pour cent des vertébrés se reproduisent par voie sexuée. En fait, ce type de reproduction est un moteur essentiel de la diversification des organismes au fil de leur évolution. Les pressions de sélection sexuelle favorisent l'émergence de multiples stratégies reproductives qui, aux côtés de la sélection naturelle, augmentent la biodiversité. Cela se traduit notamment par une grande variabilité des gamètes – les cellules reproductrices – d'une espèce à l'autre ou au sein d'une même espèce.

Depuis longtemps, les biologistes s'intéressent à la diversité des systèmes de reproduction et à l'influence de la sélection sexuelle sur l'évolution des espèces. En par-

L'ESSENTIEL

- Les cellules sexuelles – les gamètes – varient d'une espèce à l'autre ou au sein d'une espèce.
- Les gènes liés à la reproduction sont parmi les plus rapides à évoluer.
- Ces changements ont contribué à la formation de nouvelles espèces.
- L'étude des gamètes à l'aide des techniques de la génomique et de la protéomique aide à comprendre par quels mécanismes ils se sont diversifiés.

© Visuals Unlimited/Corbis

ticulier, avec les progrès de la génomique (l'étude des génomes) et de la protéomique (l'analyse de l'ensemble des protéines d'une cellule, d'un tissu ou d'un organisme), ils étudient depuis une dizaine d'années l'évolution du génome et des protéines produites par les gamètes, ainsi que la composition protéique du liquide séminal dans lequel se déplacent les spermatozoïdes. Ils ont ainsi observé que les gènes de la reproduction sont ceux qui évoluent et se diversifient le plus vite. Ils espèrent aussi, en repérant des protéines impliquées dans les interactions spermatozoïde-ovule et qui auraient coévolué, et en étudiant leur rôle dans la reproduction, préciser les mécanismes par lesquels la sélection sexuelle influe sur l'évolution.

Les questions sont nombreuses : pourquoi les caractéristiques de la reproduction sexuée évoluent-elles ? Pourquoi y a-t-il plus de spermatozoïdes que d'ovules ? Comment la multiplicité des partenaires sexuels agit-elle sur l'évolution des spermatozoïdes et des ovules ? Pourquoi une