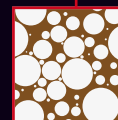
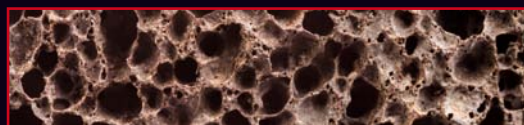


Explosion volcanique ou décompression gazeuse ?

Eau, dioxyde de carbone, dioxyde de soufre, sulfure d'hydrogène, dihydrogène... Les gaz volcaniques sont divers, mais comme le montrent bien les panaches volcaniques (ci-contre, celui de l'Hekla en Islande), la vapeur d'eau représente en général de l'ordre de 60 % des émissions.

Dans l'encadré page 58, un calcul approximatif montre que du magma produit vers 70 kilomètres de profondeur l'a été sous une pression de quelque 21168 atmosphères. À quelle pression se retrouve-t-il dans une chambre magmatique située dix kilomètres sous la base du Kilimandjaro ? Sa pression de naissance est diminuée de la pression due à la colonne de magma de 16 km dominant la chambre, donc 16 848 atmosphères. Or dans la chambre magmatique, les gaz volcaniques commencent à s'individualiser. On sait qu'à la pression atmosphérique, un gramme de vapeur d'eau, soit 1/18^e de mole, occupe un volume de 22,4/18 litre, soit environ 1244 cm³. Quel volume ce même gramme d'eau occupait-il dans la chambre magmatique ? Pour le déterminer, on peut appliquer la loi de Mariotte : à température constante (ici celle du magma), le produit *PV* de la pression par le volume du gaz reste inchangé. La valeur de *PV* dans la bouche du volcan valant 1 × 1244, on en déduit que le volume d'un gramme d'eau dans la chambre magmatique est de $1 \times 1244 / 16\,848 = 0,074 \text{ cm}^3$, donc 74 mm³... Autrement dit, au cours de son ascension depuis la chambre magmatique jusqu'à l'air libre, le volume d'un gramme de vapeur d'eau est multiplié par un facteur de l'ordre de 17 000. Les volcans sont les événements de la Terre !

L'EXPANSION DES GAZ depuis la naissance de bulles (à gauche) jusqu'à la fragmentation du magma (à droite) explique l'explosivité des volcans.



© Vladislav Shulterstock.com/Pour la Science

des cristaux, le magma a désormais perdu en densité et gagné en volume.

L'ascension se poursuivant et la pression continuant à décroître, la quantité de bulles par unité de volume augmente ; cette évolution entraîne la coalescence des bulles, qui grossissent et que la poussée d'Archimède emporte alors plus vite vers le haut.

Le type d'éruption sur lequel débouche ce processus dépend essentiellement de la composition initiale du magma, et notamment de sa richesse en eau. La mousse magmatique a tendance à remonter d'autant plus rapidement que le liquide lui ayant donné naissance est fluide, ce qui facilite l'ascension des bulles de gaz. C'est pourquoi un magma basaltique (les magmas basaltiques sont plus fluides) riche en eau conduit à des styles éruptifs plutôt effusifs.

Au contraire, dans un magma riche en eau mais visqueux, la viscosité élevée limite la séparation des composés volatils

de leur milieu liquide. Toutefois, une fois que les bulles de gaz représentent 70 à 80 % du volume, le liquide magmatique subit une brutale fragmentation, à l'origine de la phase explosive de l'éruption. Le magma plein de bulles de gaz en suspension s'est mué en un écoulement gazeux qui transporte des fragments de liquide.

Dans le cas d'un volcan émergé, la présence de composés volatils impose une première phase explosive.

Ce processus s'accélère dans la cheminée volcanique lorsque ce mélange en expansion s'approche de la surface. Parvenu dans l'atmosphère, l'écoulement prend la forme d'un jet turbulent transportant des particules brûlantes, c'est-à-dire des cendres, des bombes volcaniques et autres pyroclastes (voir l'encadré ci-dessus).

Dans le cas des volcans émergés, la présence de composés volatils dans les magmas impose donc que l'éruption commence toujours par une phase explosive, même si cette dernière n'est que brève. C'est une fois que cette première phase explosive est achevée, c'est-à-dire que le magma est largement dégazé, que suit éventuellement une phase effusive accompagnée d'émissions de laves. Divers scénarios, tels la présence d'un bouchon dans la cheminée, ou la cristallisation due au refroidissement d'un magma en ascension lente, peuvent entraîner une forte surpression interne, puis la pulvérisation cataclysmique du toit de l'édifice volcanique. Ce fut le cas en 1991 du Pinatubo, aux Philippines, ou en 1980 du mont Saint Helens, évoqué au début de cet article. Lors de leurs explosions, le sommet du Pinatubo a perdu 145 mètres, tandis que celui du mont Saint Helens en a perdu pas moins de 430 ! ■

Votre application **Pour la Science** maintenant disponible dans le kiosque Apple !

Abonnez-vous
sur tablette et smartphone
3 mois
55% de réduction*!



Téléchargez gratuitement l'application sur App Store et Google Play, **et feuilletez gratuitement un extrait du numéro en cours !**



Avec l'application « Pour la Science », retrouvez dès leur sortie le mensuel *Pour la Science* à 4,49 € et son trimestriel *Dossier Pour la Science* à 5,99 € en version numérique optimisée pour tablette : lecture intuitive, sommaire interactif, contenus enrichis, feuilletage hors connexion, etc.

Disponible sur
App Store

DISPONIBLE SUR
Google play



Flashez ce QR code avec votre mobile ou votre tablette pour télécharger immédiatement l'application.

*Soit 4 numéros pour 9,99 € au lieu 20,96 € pour un achat à l'unité.

Quelle est notre place dans

Caleb Scharf

Pour savoir si la vie existe ailleurs dans l'Univers, il faut considérer les conditions de son émergence sur Terre : sont-elles très particulières, ou au contraire très communes ? La réponse est probablement entre les deux.

Nous habitons sur une petite planète en orbite autour d'une étoile ni trop jeune ni trop âgée. Le Soleil n'est qu'un parmi quelque 200 milliards d'astres qui composent ce grand tourbillon de matière qu'est la Voie lactée. Et, d'après les estimations des astronomes, notre galaxie n'est pas unique : plusieurs centaines de milliards d'autres occupent l'Univers observable, un volume qui s'étend maintenant autour de nous dans toutes les directions sur plus de $4,3 \times 10^{23}$ kilomètres.

Ces ordres de grandeur dépassent ce que nous sommes capables de nous représenter. Nous devons être bien naïfs pour penser que nous avons une quelconque importance dans cette immensité. Même dans la longue histoire de l'Univers, la présence de l'homme est modeste et rien ne permet de dire combien de temps il sera encore là. Chercher à déterminer la place que nous occupons dans le cosmos et à y établir notre importance paraît ridicule.

Et c'est exactement ce que nous essayons de faire ! Pourtant, notre apparente banalité est devenue une évidence dès lors que l'astronome polonais Nicolas

L'ESSENTIEL

■ **Le principe copernicien stipule que notre planète n'est pas le centre du monde, mais un membre ordinaire d'un système stellaire quelconque.**

■ **À l'inverse, le principe anthropique souligne que la vie est exceptionnelle : elle n'est possible que pour des valeurs très précises des constantes fondamentales et des caractéristiques de la Terre et du Soleil.**

■ **On doit concilier ces idées contradictoires afin de comprendre la place que nous occupons dans l'Univers, et de savoir si nous y sommes seuls.**

Tim Bower

Copernic (1473-1543) a déchu la Terre de la place qu'on lui attribuait au centre du Système solaire. Son idée a été l'une des avancées majeures de la science de ces derniers siècles et une étape essentielle pour comprendre la structure sous-jacente du cosmos et la nature de la réalité.

Un statut quelconque ou exceptionnel ?

Dans nos efforts pour déterminer notre importance, nous sommes confrontés à une contradiction : certaines découvertes et théories suggèrent que la vie pourrait fort bien n'avoir rien d'exceptionnel, alors que d'autres indiquent le contraire. Comment faire la synthèse de toutes nos connaissances, depuis les bactéries jusqu'au Big Bang, pour expliquer si oui ou non nous avons un statut particulier ? Et à partir du moment où notre place dans l'Univers serait mieux définie, quelles en seraient les implications pour la recherche d'organismes vivants ailleurs dans l'Univers ?

Depuis Copernic, notre vision du monde s'est enrichie dans de nombreux domaines.