

Zeitschrift: Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft = Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles = Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali

Herausgeber: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

Band: 94 (1911)

Artikel: Les recherches modernes sur le Volcanisme

Autor: Brun, Albert

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-90195>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 06.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Les recherches modernes sur le Volcanisme

par

Albert BRUN

Docteur ès sciences à Genève

Messieurs,

Le but de cette séance est de vous entretenir du volcanisme.

Il doit vous sembler qu'après tout ce qui a été dit et écrit sur les volcans, depuis plus de 19 siècles, à commencer par Pline le Jeune, à finir par nos journalistes modernes, il semble, dis-je, que je n'aurai vraiment rien de nouveau à vous dire.

Cependant, vous verrez que ce sujet est bien loin d'être épuisé.

Il en est du volcanisme, comme des questions difficiles à résoudre du champ des investigations humaines.

Il arrive un moment où les sciences sont suffisamment avancées pour prêter leur appui à un rameau, issu d'elles, qui peut alors largement se développer.

C'est en prenant à l'optique ses meilleurs microscopes polarisants, à la chimie physique ses meilleures pompes à faire le vide et ses meilleurs pyromètres, à l'industrie ses derniers fours électriques à résistance et ses derniers appareils en quartz fondu et en platine, que le problème du volcanisme a pu, ces dernières années, faire un pas en avant.

Ce sont les résultats *de ce pas en avant*, que je veux vous exposer sommairement.

Avant de commencer, Messieurs, il nous faut définir le volcan.

Un volcan n'est pas autre chose *qu'un point de la surface de notre terre, dont la température peut atteindre, d'une façon ryth-*

mique ou permanente, un très grand excès sur la température des points immédiatement voisins.

Cette définition est suffisante, car tous les phénomènes éruptifs sont réglés par la valeur de la température.

Et, comme celle-ci s'applique à un *magma* déterminé, sis lui-même dans un *climat* déterminé, il s'en suit que la connaissance de ces 3 variables (température, magma, climat) sera suffisante pour se rendre compte du fonctionnement d'un volcan.

Occupons-nous tout d'abord du premier terme de cette fonction.

A l'aide de méthodes adaptées à ce but, il est possible de déterminer la température à laquelle la lave coule.

J'ai trouvé que c'est en moyenne, pour l'ensemble des volcans du globe, celle de 1100° qui détermine l'explosion paroxysmale.

Cependant, il est des différences notables d'un volcan à l'autre.

Tandis que le Krakatau, en 1883, faisait sa célèbre explosion à une température très voisine de 880° ; que le Vésuve, en 1904, voyait sa lave couler à 1058° , le Kilauea, en 1910, émettait des laves qui atteignaient 1260° à 1290° .

Ces valeurs sont celles du point paroxysmal. Celui-ci présente les dégagements gazeux, à forme explosive, les plus violents.

Tout autour de ce point, le degré thermique va en baissant.

Le Kilauea, dont vous avez ici la coupe schématique, présente le plus bel exemple des variations progressives de la température, au fur et à mesure que l'on s'éloigne du *pit* central.

Partant du cratère possédant 1290° , l'on rencontre, en s'en éloignant, des fissures de moins en moins chaudes, pour enfin, à 4 kilomètres et demi de distance, rencontrer une solfatare à 96° , puis 80° , enfin 50° seulement aux fumerolles aqueuses les plus excentriques.

Le Papandajan, dont vous avez ici un croquis, quoique moins vaste, présente dans sa solfatare la même loi de dégression.

Il va sans dire que, si le volcan se refroidit, s'il cesse son activité, l'isogéotherme paroxysmal s'enfoncera dans le sous-sol, et la température, au droit du cratère, baissera progressivement.

Dans la nature, 2 points de maximum peuvent être très voisins. Le cratère du Semeroe nous montre 2 cheminées éruptives très rapprochées émettant toutes deux de la lave fondue, mais ne fonctionnant pas simultanément lors des explosions.

Il s'ensuit donc que les surfaces isogéothermiques, dans un volcan, sont sinueuses et peuvent présenter des ombilics. Il fut facile de s'en assurer au Merapi et au Papandajan.

Examinons ce qui va se passer, lorsque ces températures de 900°, 1000°, 1200° seront appliquées aux magmas volcaniques qui constituent les laves coulantes.

Il suffira de faire l'expérience.

Tous ces magmas ou laves volcaniques, chauffées jusqu'à leur fusion, se dilatent sous la poussée des gaz qu'ils engendrent aux dépens de leur propre matière.

Leur dilatation est si puissante, leur expansion si intense, qu'ils font éclater des tubes d'acier ou de porcelaine dans lesquels ils sont enfermés.

En chauffant quelques grammes de l'obsidienne du Krakatau, on fait sauter un tube d'acier.

Il est facile alors de comprendre, que quelques kilomètres cubes de la même obsidienne, dans ces conditions-là, aient pu anéantir et faire disparaître une île, provoquer des vagues marines qui ont pu faire le tour de la terre, jeter dans l'espace 18 kilomètres cubes de roches brisées et tuer 35.000 hommes.

Quelle est maintenant la nature de ces gaz qui dilatent la lave et qui sortent du cratère avec de si formidables détonations?

En réchauffant dans le vide les magmas éruptifs, j'ai pu récolter les gaz qu'ils émanent et les analyser.

Le tableau que voici vous donne la quantité et la composition des gaz émis par un kilog. de roche.

Pour ne pas surcharger, je ne donne ici que 2 ou 3 analyses.

Disons de suite, afin de fixer les idées, que ces gaz dépendent et sont la conséquence des réactions chimiques qui se passent à la température volcanique, entre la lave et trois générateurs, qui sont : des hydrocarbures, des azotures et des siliciochlorures.

	<i>Vesuve</i>	<i>Lipari</i>	<i>Krakatau</i>
Gaz en cc ³	374	754	490 ⁵ / ₁₀
Salmiac en millig.	20 ⁴ / ₁₀	abondant	10
<i>Comp. des gaz</i>			
Cl ₂	—	—	51,74
HCl.....	6,55	89,22	21,12
SO ₂	12,00	} 7,72 }	traces
CO ₂	73,79		16,01
CO	traces	—	7,11
H ₂	7,6	—	—
N ₂ et autres.....	—	3,06	4,00
	99,94	100,00	99,98

Il y a aussi un fait qui domine l'ensemble du volcanisme. C'est que, quel que soit l'âge géologique du magma, quelle que soit sa nature ou sa position géographique, la nature des gaz est toujours la même. Le mystérieux et solitaire Erebus lance dans le ciel le même panache blanc que le brûlant Kilauea, et notre voisin, le Vésuve, exhale les mêmes composés que le gigantesque Cotopaxi.

Le grand panache blanc des volcans, si caractéristique d'une phase paroxysmale, est donc un mélange des gaz ci-dessus désignés, accompagnés de sels solides volatilisés.

Ces sels sont : les chlorures alcalins, le chlorhydrate d'ammoniaque et de fer, les fluorures, de la silice résultant de l'action de la vapeur d'eau atmosphérique sur le fluorure de silicium, etc.

La présence constante du sel ammoniac dans tous les produits rejetés par les volcans montre bien que l'azote est d'origine magmatique et qu'il provient des profondeurs de notre globe.

Nous voici donc en possession de 3 précieuses données :

- 1° La température;
- 2° Les propriétés du magma;
- 3° La nature des gaz et des composés volatils.

Il semblerait donc que, pour le chimiste, le problème fut résolu.

En effet, les questions qui restent à résoudre, telles que le

pourquoi du rythme, l'origine, les dimensions des foyers ou du feu central, les déplacements des éruptions au travers des âges géologiques, tout cela étant plutôt du ressort de la grande géologie astronomique, que de la chimie physique.

Mais il n'en est malheureusement rien.

Un petit phénomène, un épiphénomène, un phénomène variable et d'importance géologique minime, vient perturber toutes ces données péniblement acquises, et tout remettre en question.

Les gaz et composés volatils que nous disons être exhalés par le volcan, sont secs ; or, comment cela se fait-il que, d'un aveu unanime, les solfatares nous présentent parfois une formidable évaporation d'eau ?

Comment expliquer cela ?

Les analyses sont-elles fausses ? Les déductions seraient-elles erronées ? Les creusets et les fours nous auraient-ils trompés ? Non !

Il s'agit simplement de raisonner froidement et exactement.

Les expériences de laboratoire donnent *ce qui se passe* dans les magmas soumis aux températures de 1000° à 1100°.

Il suffira donc de vérifier, *ce qui se passe sur le terrain à la même température.*

Pour cela, nous avons deux moyens :

Un premier, indirect, consistant à rechercher quelles sont les réactions chimiques ou physiques qui peuvent avoir lieu entre l'eau et la lave à cette haute température, et capables de fournir des produits ou phénomènes assez stables pour pouvoir être étudiés à loisir.

Un second, direct, qui consistera tout simplement à pénétrer dans le cratère ou dans le panache blanc pour examiner les propriétés des gaz qui s'y trouvent. Cette dernière méthode n'est malheureusement applicable qu'à un très petit nombre de cas.

Pour ce qui concerne le procédé indirect, à côté de nombreuses expériences trop longues à reproduire ici, je veux simplement retenir le fait qu'à 1000°-1100° l'eau, en présence de la lave fondue, se comporte comme un oxydant : elle brûle le carbone, elle décompose les chlorures, les fluorures, etc.

Eh bien! Messieurs, il m'a été impossible de constater ces réactions chimiques sur le terrain.

La lave incandescente émet ses chlorures, ses fluorures, comme si l'eau n'existait pas.

Le carbone qu'elle possède, reste inattaqué, à tel point qu'il continue à rendre opaque ces laves noires qui, même réduites à l'épaisseur de $\frac{1}{50}$ de millimètre, ne laissent passer aucune lumière.

Les protosels de fer des cendres, sont inaltérés. La cendre du volcan est toujours blanche.

Les points les plus chauds présentent l'aspect le plus noir, et leur voisinage, quoique froid, l'aspect le plus sec qu'il soit possible d'imaginer.

Les cendres lancées sont toujours sèches. Elles ne retombent humides que si elles ont eu le temps d'absorber l'humidité atmosphérique, grâce aux sels hygroscopiques qu'elles contiennent.

Voyons ce que nous dira la méthode directe.

Au Stromboli, au Val d'Inferno, au Semeroe, il a été possible de subir la rafale des explosions. Il a été possible aussi de constater que partout où les fumées passaient, elles ne donnaient lieu à aucune condensation aqueuse.

Il n'y a donc pas de vapeur d'eau dans les gaz exhalés.

Pour soutenir cette thèse, le Kilauea fut encore plus impératif. Lors de ma visite, en 1910, le grand panache blanc qui sortait de ce magnifique cratère, avait 600 à 800 m. de large. Chassé par le vent, il s'étendait à perte de vue, au delà du désert de Kau.

Au fond du pit, bouillonnait un lac de lave fondue, animé d'un perpétuel mouvement de tempête. La nuit, la lumière qui en émanait, colorait en rouge le panache et les nuages du ciel.

C'était une fulgurante vision des âges ancestraux de notre terre, vision de l'âge des granites, vision de l'âge des scories mobiles antéarchéennes.

Le panache fut analysé directement. Il avait la composition prévue : chlorures, gaz chlorhydrique, etc. Il était formé de particules solides et solubles dans l'eau.

Mais il y a plus encore.

LE PANACHE BLANC DÉSHYDRATE L'ATMOSPHÈRE.

Les dosages de la vapeur d'eau effectués alternativement dans l'atmosphère libre et dans l'intérieur du panache ou du cratère ont toujours donné la preuve de cette déshydratation.

C'est donc avec une tranquille confiance dans ces résultats que je puis vous dire :

LE PAROXYSMES VOLCANIQUE EST ANHYDRE.

Il ne me reste plus qu'à vous expliquer le pourquoi de l'eau dans les solfatares.

Cela sera très facile.

Les solfatares sont très nombreuses; elles sont en général d'accès commode et ne sont pas assez chaudes pour interdire leur approche. Elles ne sont pas violemment explosives, mais seulement violemment soufflantes. Leurs projections, faibles, ne sont qu'un « pouf ». Les difficultés du travail sur le terrain ne sont donc pas insurmontables.

Si, grâce à ces conditions favorables, vous voulez bien suivre dans l'étude de différents groupes de volcans, la manière de se comporter de l'eau, et si nous faisons un peu de volcanisme comparé en tenant compte des conditions climatiques de chaque groupe, alors :

Il apparaîtra avec évidence que l'eau est *extérieure* et qu'elle n'appartient pas au volcan.

Elle est une eau errante qui, vis-à-vis du point paroxysmal, suit une marche centripète.

Sa présence constitue un épiphénomène.

Certains volcans sont tout à fait anhydres, quelle que soit la faible valeur de leur température, simplement parce qu'ils sont dans un climat sec.

Le Timanfaya, dans l'île de Lanzarote, que j'ai étudié, en est un frappant exemple.

D'autre part :

La puissance des fumerolles aqueuses, en fonction de la température, suit une marche très régulière. A 120° ou très peu près, s'observe un maximum.

Puis, au fur et à mesure que la température croît, la teneur

en vapeur d'eau diminue, pour s'évanouir presque, lorsque est atteint l'isogéotherme de 340° .

Il s'en suit donc que : **LES EAUX ERRANTES SONT ARRÊTÉES DANS LEUR MARCHE CENTRIPÈTE PAR LES ISOGÉOTHERMES DE 120° A 340° .**

Avec cette deuxième loi, Mesdames et Messieurs, pourrait s'arrêter la communication que je m'étais proposé de vous faire.

Mais je ne puis résister au désir d'ajouter encore quelques mots sur les conséquences que l'on peut entrevoir comme suite de ces recherches.

En premier lieu, pour ce qui concerne l'eau, l'on est parvenu à délimiter les zones où elle existe en quantité appréciable sur notre globe.

Les ballons-sondes nous ont dit jusqu'où peut monter la vapeur d'eau dans notre atmosphère, et l'étude des volcans nous montre jusqu'où elle peut descendre dans notre lithosphère.

En second lieu, une étude des phénomènes éruptifs serait incomplète, si elle ne s'inquiétait pas du mode de cristallisation des magmas.

Vous n'ignorez pas les efforts tentés par les pétrographes pour arriver à reproduire synthétiquement les roches. Déjà, l'anglais Hall, au XVIII^e siècle, reproduisit le Trapp. Au XIX^e siècle, une large pléiade de chercheurs, sous la poussée des travaux des Fouqué, des Michel Lévy, des Friedel, des Sarasin reproduisirent de nombreuses roches et minéraux.

Mais les synthèses, tentées aux dépens d'un magma alcalin vitreux, des roches de la famille du granit, ont toujours échoué.

Une conséquence intéressante des recherches que je viens de vous exposer, sera d'avoir pu indiquer dans quelle voie l'on peut espérer la réalisation de la synthèse des granits.

Je puis déjà vous annoncer que les essais de synthèse tentés dans la voie anhydre ont donné des résultats très encourageants. J'ai obtenu le quartz ; de même aussi l'albite acide, accompagnée d'orthose, en cristaux assez grands pour rendre facile la mesure de l'écartement de leurs axes optiques.

Ces derniers jours encore, j'ai préparé un complexe granitique à silice libre, riche en alcalis, holocristallin.

Vous pouvez voir ici, sous le microscope, une coupe mince de cette roche artificielle. Elle est proche parente d'une granulite, et, s'il m'est permis de faire une comparaison, je dirai qu'elle est aux granulites ce que le squelette d'un singe anthropomorphe est au squelette de l'homme.

Ces expériences vont avoir immédiatement une répercussion rétroactive sur notre conception du volcanisme.

Elles viennent tout d'abord confirmer que, dans l'évolution éruptive des roches, *l'eau est inutile*; ce que nous savions déjà par ce qui a été exposé il y a peu d'instant.

Ensuite, la pression si souvent invoquée comme facteur de la formation du quartz et de l'orthose, elle encore, *est inutile*.

Enfin, chose que j'hésite à vous dire, de crainte de passer auprès de mon auditoire pour un esprit imaginaire et poétique, les minéralisateurs, d'après les expériences faites sur la silice dans un vide presque parfait, les minéralisateurs, dis-je, eux aussi, *sont inutiles*.

Mais, pour satisfaire quelques esprits peut-être inquiétés par ces nouvelles conceptions, je me contenterai de réduire les minéralisateurs au simple rôle d'agents accessoires, d'une utilité douteuse, et bien probablement peu nécessaires.

Il s'ensuit donc que la cristallisation de n'importe quelle roche éruptive, qu'elle soit alcaline acide ou calcique basique, obéit aux lois simples des solutions, dont le seul et unique facteur réside en la température de formation des cristaux. (Idée que Vogt, de Christiana, a déjà défendue.)

Maintenant, considérant l'ensemble de l'évolution d'un magma volcanique mondial quelconque, nous pouvons dire que tout se ramène à deux phases, qui ont de multiples périodes communes :

L'une, à haute température, c'est l'évolution gazeuse.

L'autre, à température moins haute, c'est l'évolution cristallisante.

Les lois géologiques, au fur et à mesure que cette science progresse, se simplifient et rentrent toujours mieux dans les

lois plus générales et plus simples encore, qui régissent la matière.

Les principes généraux étant établis, il ne restera plus qu'à en fixer les détails.

Je suis donc en droit de vous faire espérer qu'il sera prochainement possible de jeter de nouvelles lumières sur le mystère pétrographique qui entoure la genèse des granites. Car ce qu'il reste à effectuer n'est plus que la coordination de ces expériences pour obtenir une roche parfaite.

L'océanographie peut, dès maintenant, considérer que les mers, bien loin de fournir leur chlorure aux volcans, ont, au contraire, reçu d'eux leurs sels.

Ces composés qui, dans le magma, étaient virtuels et insolubles, se créèrent, devinrent solubles, grâce aux réactions chimiques développées lors de l'éruption.

Il n'est pas jusqu'à l'azote de notre atmosphère, qui ne puisse être suspecté d'avoir formé ancestralement des combinaisons qui furent détruites plus tard par l'oxygène, plus actif que lui, à la température volcanique de 1100°.

Enfin, cet oxygène si nécessaire à la vie, si fondamental, voit sa quantité diminuer inéluctablement à chaque convulsion éruptive. Il brûle les hydrocarbures, il oxyde lentement les silicates ferreux, il se perd lentement et toujours.

Il en est de même pour l'eau.

Car nous pouvons nous poser cette question : que restera-t-il de nos océans une fois que toutes les laves auront passé à l'état de silicates hydratés ?

Vous voyez, Mesdames et Messieurs, l'énorme champ de recherches qu'il reste encore à parcourir.

Les quelques résultats que je viens de vous exposer, bien loin de pouvoir résoudre la question du volcanisme dans son ensemble, ne font qu'en montrer la complexité extrême et l'infinie variété.

Genève-Soleure,

Août 1911.