

ACTIVITÉ DES VOLCANS. — VOLCANS ÉTEINTS  
ET SOLFATARES.

L'activité des volcans n'est pas illimitée, quoique l'expérience nous ait appris que dans certains cas elle peut durer plusieurs milliers d'années.

A proprement parler, un volcan a cessé d'exister au moment où son activité s'est éteinte, mais il a laissé des traces ineffaçables de cette activité, et nous sommes habitués à désigner encore sous le nom de volcan, toute montagne volcanique, lors même qu'elle n'est plus en activité. La montagne, par sa forme caractéristique, nous rappelle toujours les phénomènes du passé, et l'ouverture béante du cratère semble à chaque instant prête à livrer passage aux puissances destructrices de l'abîme. La montagne et ses environs, aussi loin qu'ils ont été recouverts par les produits des éruptions, nous paraissent calcinés et privés de végétation longtemps après que la dernière trace d'activité a disparu : les courants de lave, épanchés depuis des siècles, sont stériles et nus comme s'ils venaient de se solidifier seulement depuis quelques jours.

Le grand courant de lave nommé Arso, le dernier qui ait été épanché en l'an 1302 par le volcan Epomeo de l'île d'Ischia, résiste encore aujourd'hui, après 6 siècles, aux influences atmosphériques et l'œil du savant découvre en lui l'histoire de ces temps éloignés.

L'activité des volcans de la France centrale s'est éteinte à une époque encore bien plus reculée, et cependant quiconque voit pour la première fois la chaîne des Puys de l'Auvergne ne peut guère se soustraire à l'impression profonde que réveille ce grandiose tableau de destruction et de solitude.

Il est à peine besoin de connaissances d'histoire naturelle pour reconnaître la vraie nature d'un pays, à l'aspect insolite d'un district volcanique éteint depuis longtemps.

A l'est de Smyrne, en Asie Mineure, se trouve une contrée volcanique au repos depuis des temps immémoriaux. Déjà les Grecs, par le nom qu'ils lui avaient imposé (Katakekaumene, pays brûlé), avaient exprimé la nature véritable du pays, qu'ils avaient reconnue à son aspect insolite, et aujourd'hui que plusieurs milliers d'années se sont encore écoulés, le voyageur éprouve la même impression qui a fait employer le nom grec.

Les bassins cratériques des volcans éteints deviennent un lieu de rassemblement pour les eaux. La poussière volcani-

que qui est si ténue prend souvent, au contact de l'eau, les propriétés d'un excellent mastic, lequel bouche toutes les ouvertures des parois du cratère et empêche l'écoulement de l'eau.

Il se produit ainsi, peu à peu, un lac remarquable par la régularité de ses contours et par la stagnation perpétuelle de ses eaux. Comme une telle accumulation d'eau ne peut se produire que lentement et à l'abri d'éruptions qui pourraient se faire par le cratère, on peut généralement considérer un lac

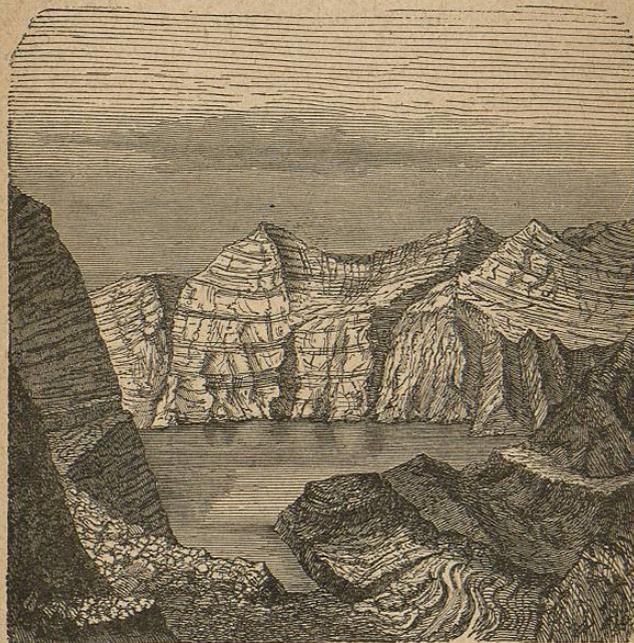


Fig. 15. — Lac du cratère de Widodarin.

cratérique comme caractérisant un volcan éteint. Les volcans de Telica, de Votos, d'Idjen, du mont St-Lazare et le Widodarin de Java (fig. 15) sont remarquables par leurs lacs cratériques.

Un lac cratérique n'est cependant pas un signe infallible de l'extinction d'un volcan. Des éruptions subites avec réactions violentes entre l'eau et le feu comme il y en a eu au Pasto et à l'Idjen (en 1817), l'ont suffisamment prouvé.

L'énergie d'un volcan n'est pas toujours égale, même pendant

la période d'activité, et l'on peut facilement distinguer trois degrés d'énergie.

Le degré le plus faible d'activité, celui auquel la solfatare de Pouzzoles, près de Naples, se maintient depuis très-longtemps, a été dénommé état ou activité de solfatare.

Il consiste principalement dans la production de différents gaz et vapeurs.

Les vapeurs s'échappent de nombreuses fissures pratiquées au fond du cratère et même dans ses parois; le sifflement qu'elles produisent en s'échappant ainsi, indique la force avec laquelle elles se pressent à travers les fentes étroites des roches. Rarement leur masse est assez forte pour produire une colonne de vapeurs; ordinairement elles planent sous forme de petits nuages blancs au-dessus du sommet de la montagne ou immédiatement au-dessus de la bouche cratérique; très-souvent cependant leur quantité est si faible et les ouvertures par lesquelles elles passent sont si éloignées les unes des autres, que ces vapeurs se dissolvent rapidement dans l'air et ne peuvent être aperçues de loin.

La tension des gaz et des vapeurs ne suffit donc pas, lorsque le volcan est à l'état de solfatare, pour qu'ils se frayent une voie libre à travers les roches tendres de la montagne. C'est pour cela qu'ils se divisent en nombreux jets de gaz ou de vapeurs qui ont reçu le nom de Fumeroles, et qu'ils s'échappent à travers les fentes et les ouvertures qui préexistaient dans la roche. La production de vapeurs ne se borne pas non plus au cratère seul, on peut trouver çà et là, le long des pentes et même à la base du volcan, des Fumeroles isolées.

La solfatare de Pouzzoles n'est pas seule à présenter cette sorte d'activité volcanique; les phénomènes qui s'y produisent se répètent dans toutes les autres solfatares.

Elle s'élève à la distance de quelques pas seulement du golfe de Baja et est entourée à sa base de nombreuses sources chaudes, tandis que, sur ses flancs, des vapeurs s'échappent à travers des fissures isolées. Le sommet présente un cratère relativement assez vaste (500 mètres de diamètre) dont le sol aplati rend un son sourd et retentissant qui fait reconnaître les cavités situées au-dessous. Des fumeroles s'échappent en beaucoup d'endroits du sol du cratère et même de ses parois escarpées. Une grande caverne, située au bord sud-est du cratère, est actuellement la plus active.

Parmi les nombreux volcans qui se trouvent aujourd'hui à l'état de solfatare, nous citerons, comme les plus connus :

l'île Volcano, près de la Sicile, la Soufrière de la Guadeloupe, le volcan de St-Vincent, dans les Indes occidentales, et la grande solfatare d'Urumtsi, dans l'Asie centrale.

Toutes les solfatares présentent les mêmes phénomènes d'activité volcanique, quoique l'énergie de cette activité, la quantité de vapeurs ou la prépondérance des vapeurs ou des gaz des fumeroles, varient d'une solfatare à l'autre, et même à des âges différents de la même solfatare.

Quoique le développement de gaz et de vapeurs soit peu remarquable dans les solfatares, l'aspect de la montagne et du cratère n'en attire pas moins les regards. Les gaz, âcres et caustiques, attaquent les roches qui deviennent friables et d'un blanc éclatant. Le soufre se sépare du gaz acide sulfhydrique, si facile à reconnaître à son odeur d'œufs pourris, et de l'acide sulfureux dont l'odeur est âcre et piquante et qui sont tous deux prépondérants ainsi que la vapeur d'eau, dans les exhalaisons : il se dépose en croûtes minces, colorées en jaune clair. D'autres substances, rouges, vertes, brunes, se déposent à leur tour en sorte que la roche, prenant une couleur bigarrée, indique de loin les endroits par où s'échappent les gaz de solfatare.

Les solfatares peuvent rester très-longtemps dans cet état, sans perdre de leur activité. La plus connue d'entre elles, celle de Pouzzoles, est dans ce même état depuis les temps historiques les plus reculés. Une seule fois pendant cette longue période, elle rassembla pour ainsi dire ses forces et donna lieu à une éruption (en 1198), mais auparavant et depuis, elle n'a offert que les phénomènes ordinaires des solfatares.

Il y a encore d'autres volcans dont l'état véritable est celui de solfatare et dont l'activité s'est cependant accrue, de temps en temps, jusqu'à produire des éruptions. L'île Volcano que l'on connaissait de longue date comme solfatare, entra en éruption en 1186 et en 1873, et le St-Vincent, dans les Indes occidentales, qui est également une vraie solfatare, y entra aussi en 1718 et en 1812. Mais pour tous ces volcans, une éruption ne peut avoir lieu que dans des circonstances tout à fait exceptionnelles et l'état de solfatare continue sans s'interrompre, pendant des siècles, ce qui les fait justement reconnaître pour de vraies solfatares.

D'autres volcans peuvent aussi être réduits *passagèrement* à l'état de solfatares, ce qui arrive ordinairement entre deux éruptions; cet état quelquefois est de courte durée, mais quelquefois aussi il dure très-longtemps. Les phénomènes que l'on observe alors, correspondent absolument à ceux des vraies solfatares.

Cet état de solfatare temporaire se remarque sur la plupart des volcans actifs, et il ne semble être qu'un intervalle de repos, pendant lequel les forces du volcan se rassemblent pour éclater de nouveau dans toute leur puissance.

Mais l'état de solfatare peut tout aussi bien servir de transition à l'état d'inactivité. Dans ce cas, il est un signe de l'extinction définitive des réactions volcaniques, et cet état diminue alors lui-même d'énergie jusqu'à ce que la montagne par sa forme et par les matériaux dont elle est composée, indique seule les événements du passé.

Puisque l'activité d'une solfatare ne consiste que dans la production de gaz et de vapeurs, et que la quantité de ces produits dépend d'influences secondaires et de circonstances locales, on ne peut estimer la plus ou moins grande énergie des solfatares, que par la nature chimique des gaz des fumeroles.

Parmi ces substances il faut surtout considérer les suivantes :

1° La vapeur d'eau, qui dépasse en quantité toutes les autres substances réunies.

2° L'acide carbonique, qui ne se laisse pas facilement distinguer dans un mélange gazeux et qui, malgré sa grande abondance, ne peut être reconnu que par l'analyse chimique. Si cependant ce gaz sort avec de l'eau, on le reconnaît, comme dans les boissons gazeuses (eau de Seltz, champagne, bière, etc.), par les bulles de gaz qui s'échappent du liquide.

3° Gaz hydrogène sulfuré. L'odeur, déjà mentionnée, d'œufs pourris trahit sa présence, même quand il est en proportion minime.

4° Acide sulfureux. Tout le monde connaît ce gaz à l'odeur âcre et piquante qu'il répand quand on lui donne naissance en brûlant du soufre.

5° Sel ammoniac, chlorure ferrique, combinaisons sulfurées de l'arsenic, acide borique, chlorure de cuivre. Ces substances sont accidentelles et manquent complètement ou partiellement dans certains volcans, mais elles sont principalement la cause des dépôts bigarrés qui se présentent d'une manière si remarquable autour des fumeroles.

Tant que les solfatares développent toute leur activité, les substances dénommées dans ces divers groupes, s'échappent sous forme de gaz ou de vapeurs. Mais en se mélangeant elles produisent un grand nombre de réactions chimiques, qui forment de nouvelles combinaisons, dont les unes se perdent dans l'air sous forme gazeuse, tandis que les autres se subli-

ment de diverses manières et donnent naissance aux minéraux variés qui se déposent à la surface des roches, au voisinage des fumeroles. Le contact des deux gaz sulfurés, l'acide sulfhydrique et l'acide sulfureux, donne lieu surtout à une décomposition très-vive qui amène le dépôt du soufre qu'ils contiennent. La production de masses considérables de soufre constitue, par conséquent, un des signes les plus caractéristiques du degré d'activité des solfatares. Dans beaucoup de pays la consommation totale du soufre est entièrement couverte par la production nouvelle des volcans. Quelques volcans d'Arabie, entre autres le Dufan, se font remarquer sous ce rapport, aussi bien que le Patuha, à Java, et la solfatare de Krisuvik, en Islande.

Lorsque l'activité des solfatares sert de transition à l'inactivité volcanique, les petites proportions de composés chimiques, que nous avons énumérés dans le 5° groupe, disparaissent, ainsi que l'acide sulfureux. La formation du soufre est donc considérablement diminuée quoique l'acide sulfhydrique, qui se développe en grande quantité, donne encore lieu à quelques dépôts.

A ce degré d'énergie, l'activité de la solfatare peut encore se prolonger longtemps, jusqu'à ce qu'enfin l'extinction graduelle fasse de nouveaux progrès.

Ces nouveaux progrès vers l'inactivité absolue consistent dans la disparition du gaz sulfhydrique des fumeroles. Il n'y a plus alors que des vapeurs d'eau et de l'acide carbonique qui se dégagent. L'acide carbonique est mélangé à la vapeur d'eau, ou bien il se dégage seul à travers de nombreuses et étroites fissures et disparaît, inaperçu, dans l'air.

Le dernier degré d'activité est marqué par un abaissement si considérable de température que l'eau n'est plus réduite en vapeur. L'acide carbonique persiste en dernier lieu : il se développe encore sous forme de gaz, soit sur la montagne même, soit surtout à sa base; ou bien il se mélange à l'eau et donne naissance à des sources acidules chaudes ou froides. La montagne est depuis longtemps inactive et pour ainsi dire morte; le souvenir même de sa puissance antérieure s'est effacé; mais, pendant de longs siècles, le sol prodigue ses thermes salutaires ou ses rafraîchissantes eaux gazeuses.

C'est à la nature volcanique du sol que l'Eifel rhénane et le district du lac de Laach doivent leur richesse en sources de cette nature, et les thermes renommés de l'île d'Ischia ainsi que les sources chaudes de Baja et de Pouzzoles, déjà si renom-

mées sous les Romains, sont les derniers restes de volcans qui, il y a plusieurs milliers d'années, exerçaient là leur activité.

Comme l'eau chaude et l'eau chargée d'acide carbonique possèdent un pouvoir dissolvant beaucoup plus grand que l'eau pure et froide, ces sources volcaniques dissolvent les substances les plus variées contenues dans le sol, et surtout les sels déposés entre les roches par l'effet de l'activité volcanique. C'est pour ce motif que les contrées volcaniques possèdent un si grand nombre de sources minérales puissantes et variées.

Les solfatares permanentes nous paraissent invariables dans leur action. La chimie moderne y a cependant découvert de légères variations, des augmentations ou des diminutions dans leur activité, marquées par le nombre des fumeroles et par les changements que subissent leurs produits.

Dans la solfatare de Pouzzoles, il y a des fumeroles qui ne produisent que de la vapeur d'eau et de l'acide carbonique; cependant les dépôts de soufre qui les entourent, prouvent la présence antérieure de l'acide sulfhydrique. La température aussi bien que la quantité de gaz varient en peu de jours dans les grandes fumeroles, car quelquefois l'acide sulfureux disparaît dans le mélange d'acide sulfhydrique, tandis que souvent il y apparaît en grande abondance avec d'autres substances moins remarquables. On peut même observer de petites différences dans la composition chimique et dans la température des sources minérales situées à la base de la montagne. On eût certainement observé les mêmes faits dans d'autres solfatares, si on les avait soumises à des investigations aussi profondes que les volcans d'Italie, si favorisés par leur situation et par la beauté des sites qui les entourent.

La quantité de vapeurs qu'une solfatare émet continuellement, est vraiment prodigieuse. Les fumeroles isolées en produisent même en abondance.

Les bergers de Pantelaria, île très-pauvre en sources, ont l'habitude de mettre des fagots de broussailles devant les fumeroles, pour que les vapeurs qui les traversent lentement s'y rafraîchissent et s'y condensent en eau. Ils obtiennent ainsi la quantité d'eau nécessaire pour abreuver leurs troupeaux.

Plusieurs centaines de fumeroles peuvent ainsi se produire dans une seule solfatare et rester actives jour et nuit, et pendant plusieurs milliers d'années. Il faut par conséquent des quantités prodigieuses d'eau pour cet effet, et c'est la consom-

mation d'eau qui constitue une partie essentielle de l'activité des solfatares. A des degrés plus élevés d'activité volcanique, les fumeroles augmentent dans la même proportion que les autres phénomènes.

## VOLCANS ACTIFS.

Les solfatares qui, pendant des siècles, émettent des vapeurs et des gaz et donnent naissance à des dépôts de minéraux, ne peuvent point être considérées comme des effets ultérieurs d'éruptions précédentes. Elles attestent, par leurs produits variables, qui indiquent un accroissement ou une diminution dans l'activité, qu'elles sont le résultat d'une action volcanique continuée, quoique faible. On comprend cependant sous le nom d'activité volcanique, un second degré d'activité beaucoup plus énergique et caractérisé par la présence de roches incandescentes.

On rencontre habituellement un grand nombre de fumeroles sur la pente extérieure des volcans actifs, en sorte que l'activité solfatarique est fortement développée, même en dehors du cratère, et augmente de plus en plus, en se rapprochant du centre de l'activité volcanique.

Un développement prodigieux de vapeurs se fait au centre du cratère. Tout son bassin est fréquemment rempli de vapeurs qui empêchent d'en voir le fond. Ces masses de vapeurs s'élèvent en nuages denses au-dessus du sommet de la montagne, et annoncent au loin le degré d'énergie du volcan. Ces vapeurs sont mélangées avec de si grandes proportions de gaz délétères et asphyxiants, surtout de gaz sulfhydrique et d'acide sulfureux, que l'approche du centre de l'activité est rendu difficile et que l'examen des phénomènes qui s'y passent est parfois impossible. Quelquefois seulement, on peut réussir à jeter un regard sur les phénomènes qui se produisent dans l'intérieur du cratère, lorsque le vent chasse les vapeurs d'un côté, ou pendant de courtes interruptions dans leur production.

On reconnaît alors que les puissantes masses de nuages qui s'élèvent du cratère, ne sortent pas d'une grande ouverture mais qu'elles sont produites par des centaines de fumeroles, situées au fond et sur les parois du bassin cratérique, et qu'elles s'échappent même de la lave incandescente qui remplit la cheminée. Tous ces minces mais nombreux jets de vapeurs se réunissent seulement au-dessus du fond du cratère en un