

chaque méthode, et décrit les appareils, les machines et les chaufferies dont il faut se servir ».

« Le quatrième chapitre du transport des bois, comprend le transport par terre, et le transport par eau ».

Le transport par terre varie suivant la situation des forêts et d'autres localités. Les forêts marécageuses, celles qui sont dans les plaines sèches, dans des pays montueux, et enfin sur des montagnes escarpées, ont des modes de transport différents. Les voyages et les observations multipliées du Cit. Hassenfratz, lui ont été fort utiles pour décrire tous les modes de transport sur la neige, par des traîneaux, sur des couloirs, par des charrettes, des chevaux, des fardiers, etc. Le détail en est concis, et des dessins facilitent l'intelligence du texte ».

« Quant au transport par eau, le Cit. Hassenfratz décrit le transport à bois perdu, le transport par rigoles, le transport par train et par bateau. Ici il entre dans quelques détails sur la construction des canaux de navigation, et décrit les précautions nécessaires, essentielles, pour empêcher les bois de se détériorer, soit dans le transport par eau, soit par suite de ce transport ».

« Le cinquième chapitre contient la cubature des bois ».

« Après avoir exposé les méthodes de cubature, de manière à être entendu par les ouvriers, l'auteur indique les méthodes de toiser les bois, usités en différens pays, qu'il compare à la cubature simple, nouvellement adoptée, et généralement employée sur le territoire de la République; il présente la méthode de Paris, selon ce qu'on appelait *us et coutumes*, développe les principes sur lesquels elle est établie, fait connaître les variations qu'elle éprouverait, si l'on voulait l'appliquer à la nouvelle cubature, et termine ce chapitre par des tables de réduction des anciennes en nouvelles mesures cubiques ».

« Cette première partie de l'*Art du Charpentier* est accompagnée de 26 planches dessinées avec soin, qui doivent être gravées arabisés et au trait. On voit par l'extrait que nous en avons donné, qu'elle mérite d'être distinguée parmi toutes les productions de même genre; publiées jusqu'à présent, qui, en général, ou ne contiennent rien, ou ne présentent que des notions très-incomplètes des divers objets que le Cit. Hassenfratz a traités avec soin et détail. Nous pensons que les cinq chapitres qu'il a présentés à la Classe méritent son suffrage, et qu'elle doit l'engager à terminer promptement, et à publier la totalité de l'ouvrage (1) ».

(1) La Classe a approuvé le rapport et en a adopté les conclusions.

---

## JOURNAL DES MINES.

---

N<sup>o</sup>. 95. THERMIDOR AN 12.

---

### NOUVELLES OBSERVATIONS

SUR LES VOLCANS ET SUR LEURS LAVES.

Par G. A. DELUC.

LES volcans ont été en si grand nombre à la surface de nos continens, lorsqu'ils étaient sous les eaux de l'ancienne mer, et cette classe de montagnes, élevées par les feux souterrains, se manifestant encore sur les bords de la mer actuelle et au milieu de ses eaux, il est intéressant pour la physique terrestre et la géologie, de chercher à s'en faire une idée juste autant qu'il nous est possible.

Je m'en suis beaucoup occupé d'après mes propres observations, et j'ai montré à diverses reprises les erreurs dans lesquelles sont tombés plusieurs géologues et naturalistes célèbres qui en ont traité.

Cette classe de montagnes, sur-tout, exige qu'on les connaisse par soi-même, qu'on les ait vues dans leurs éruptions, qu'on ait suivi leurs laves, et observé de près leurs explosions, qu'on ait fait une collection nombreuse des matières qu'ils rejettent, et dans leurs diverses

Volume 16.

Y

circonstances, afin de pouvoir ensuite les étudier dans le cabinet, et juger de leur composé d'après les phénomènes qu'on a observé sur les lieux.

Cette étude est très-nécessaire quand on s'occupe de géologie et de physique terrestre, pour éviter de tomber dans des méprises qui nous font attribuer aux feux souterrains ce qui ne leur appartient pas, ou qui nous portent à leur refuser ce qui leur appartient réellement.

On lit à la page 77 du *Journal de Physique*, cahier de nivôse an 12 (janvier 1804), sous le titre : *De la Cause des Volcans*, les assertions suivantes.

« Quelle est la nature des matières qui entretiennent ces feux souterrains? Nous venons de voir que le Chimborazo, tous ces énormes volcans du Pérou, le pic de Ténériffe, sont composés de porphyre.

» Le Puy-de-Dôme est également composé de porphyre, ainsi que le Mont-d'Or et le Cantal.

» L'Etna, la Solfatara, le Vésuve, sont également dans des espèces de porphyres.

» Ces faits prouvent que les volcans les plus considérables que nous connaissions sont dans le porphyre ».

Cette opinion, que les feux des volcans ont leurs foyers dans telle ou telle roche désignée, et que leurs laves proviennent de ces roches, m'a toujours paru n'être fondée sur aucune donnée certaine. Aussi les sentimens sur ce sujet ont-ils variés. Les uns ayant placé l'origine des laves dans la roche de corne, les autres dans le granite ou les schistes, et on l'assigne aujourd'hui dans le porphyre.

J'ai toujours pensé qu'on ne pouvait rien déterminer sur ce point. Il reste même incertain si le siège des matières dont les laves sont formées, est dans des roches compactes ou dans des couches à l'état de mollesse, pulvérulentes et vaseuses.

Quand on a vu les laves sortir d'un volcan dans leur état de fusion et d'incandescence, et dans leur refroidissement, on a la conviction que tout y est dénaturé, qu'elles présentent une pâte où l'on ne peut rien connaître, excepté les substances que les feux volcaniques n'ont pas réduit en fusion.

Or ces substances renfermées dans la pâte des laves, et celles justement qui y sont les plus nombreuses, nous montrent que les couches d'où elles proviennent ne peuvent pas être semblables à celles qui sont au jour, ni même aux couches les plus profondes où nous puissions pénétrer.

Le schorl des volcans, qu'on a nommé *augite*, puis *pyroxène*, prisme octaèdre à deux pyramides bièdres, ne se trouve pas dans les couches que nous connaissons, non plus que la leucite ou grenat blanc, cristallisation de forme arrondie à 24 faces trapézoïdales. Et ces cristaux qu'on observe parfaitement isolés dans les laves, s'y trouvent aussi réunis en groupes également isolés, n'ayant point de marques d'une ancienne adhérence.

Voilà deux espèces de cristaux très-nombreuses dans plusieurs laves. Celles de l'Etna sont remplies de ces schorls, et celles du Vésuve, sur-tout les anciennes, contiennent

en grand nombre des schorls et des leucites (1).

Je ne fais pas mention des autres substances, telles que les chrysolites ou olivines, parce que leur forme n'est pas assez déterminée pour décider si elles se trouvent ou non dans les couches extérieures.

Ce n'est pas seulement les laves du Vésuve et de l'Etna qui contiennent l'un ou l'autre de ces cristaux ou les deux ensemble, la plupart des laves des anciens volcans des environs de Rome sont remplis de leucites par miriades. Plusieurs laves du Brigaw contiennent des schorls en grande quantité. Le même gravier du lac volcanique d'Andernach en est rempli. On en trouve dans les basaltes du cercle de Lewtoméritz en Bohême, et dans les scories du cratère du Puy-de-la-Vache en Auvergne. Je ne cite que les laves dont je possède des échantillons, la plupart pris moi-même sur les lieux, ou qui m'ont été envoyés par mon frère, qu'il a ramassés dans ses courses sur les anciens volcans d'Allemagne.

(1) Les deux pyramides bièdres des schorls comportent quelques variétés, mais jamais le prisme, qui a toujours huit faces; ces faces varient dans leur largeur comme celles du cristal de roche. On en voit fréquemment qui ont deux faces opposées plus larges que les autres; variété qu'on observe de même dans les prismes du cristal de roche. Ce sont peut-être ces modifications qui ont fait regarder ces prismes comme hexaèdres par MM. Dolomieu et Spallanzani; ils sont aussi certainement octaèdres, que le cristal de roche est hexaèdre, et le feld-spath rose de Bavéno est tétraèdre.

Je possède une leucite qui présente un accident fort singulier. Elle est réunie à un schorl dont elle embrasse une partie de la longueur. Cette rencontre a déterminé un allongement de la leucite pour embrasser le schorl.

Ces deux cristaux si nombreux dans les laves, les schorls des volcans et les leucites, se trouvent-ils dans aucun porphyre, granite ou roche de corne? On ne les y trouve point; la question est donc décidée; les laves ne tirent pas leur origine des porphyres, non plus que des deux autres roches.

Ce qui très-vraisemblablement a conduit à l'opinion contraire, c'est l'apparence de plusieurs laves, qui, par les substances isolées qu'elles renferment, ont un coup-d'œil porphyroïde, quoiqu'elles ne soient nullement porphyriques.

On annonce avoir trouvé la leucite. Est-ce bien elle en effet, ce cristal de forme ronde à 24 faces trapézoïdes? Si c'est elle, dans quelle espèce de roche l'a-t-on trouvée? y est-elle par miriades comme dans les laves? Si cela était, ne serait-elle pas connue depuis long-tems? Et si on ne la trouve que rarement, ce n'est là qu'une exception qui est bien peu de chose, comparée au grand fait que présentent les laves.

J'ai dit qu'il est incertain si les laves proviennent de roches solides, ou de couches encore à l'état de mollesse, pulvérulentes et vaseuses. En effet, quand on réfléchit que ces cristaux, les schorls des volcans et les leucites, se trouvent en si grand nombre dans leur pâte, tous isolés et sans porter de marques d'adhérence à aucune roche; quand on réfléchit que ces schorls se trouvent isolés un à un par miriades mêlés aux menues scories jetées par les bouches qui vomirent l'énorme lave de l'Etna de 1669, que cette lave elle-même en est rem-

plie, il n'est pas facile de concevoir comment ils pouvaient être tous renfermés dans une roche solide. Il est moins facile encore de concevoir, que des feux capables de fondre le granite, la roche de corne, le porphyre, épargnassent les schorls, les leucites, et quelques autres substances qui se fondent et se réduisent en verre dans nos fourneaux.

La montagne volcanique de Viterbe montre des laves où les leucites sont si près les unes des autres, qu'elles occupent entre elles plus de place que la pâte de la lave qui les contient.

Les laves de l'Etna renferment, outre les schorls et quelques olivines, une multitude de lamelles cristallines, blanchâtres, demi-transparentes. On les a nommées sans hésiter *feldspath*; ce qui ne me semble pas aussi certain qu'on le pense.

Ces lamelles ont de deux à trois lignes de largeur, et demi-ligne environ d'épaisseur. On les trouve aussi séparées une à une mêlées aux schorls, et aux menues scories du Mont-Rosso, ou cratère de 1669. J'ai trouvé dans le lit d'un ruisseau descendant de l'Etna, des fragmens roulés d'une ancienne lave fort noire, qui contiennent de ces lamelles en aussi grand nombre qu'aucun marbre lumaquelle peut contenir des fragmens de coquilles. Il serait bien extraordinaire si ces lamelles provenaient de feldspaths tels que nous les connaissons, qu'on ne trouvât mêlé avec elles aucun fragment plus gros et mieux déterminé, qui indiquât sans équivoque cette origine.

En admettant l'hypothèse que les couches d'où partent les laves, sont dans un état pul-

vérulent et vaseux, contenant les élémens de tous ces petits cristaux, on peut concevoir comment ils s'y forment isolés, groupés ou solitaires, et se trouvent ensuite dans la lave dans cet état d'isolement.

Les fragmens de roches naturelles rejetés par le Vésuve, ne sont point de même espèce que les matières dont les laves sont composées. La plupart de ces fragmens sont de roches mica-cées à lames plus ou moins grandes, et de l'espèce de granite appelé *siénite*. J'en ai trouvé un composé de quartz de feldspath rose-pâle et de mica, un de roche quartzreuse blanche; on en trouve aussi quelquefois de roche calcaire.

L'idée la plus vraisemblable qu'on puisse se former sur l'origine de ces fragmens, c'est qu'ils ont été enlevés du bord des couches, au travers desquelles les laves qui viennent de grandes profondeurs, se sont ouvertes un passage. Ces fragmens sont apportés à la surface des laves jusqu'au pied de la cheminée du cratère, d'où ils sont lancés au dehors par les explosions, mêlés aux fragmens séparés ou plutôt déchirés de la lave. Car ce ne sont pas les laves même qui les apportent au jour, ce sont les explosions.

Quelques-uns de ces fragmens de roches naturelles n'ont pas été attirés par le feu, d'autres l'ont été plus ou moins; ce qui dépend sans doute de la place qu'ils ont occupée dans le volcan, et du tems qu'ils y sont restés engagés. La plupart de ceux-ci ont retenu à leur surface une croûte de la lave, et cette croûte renferme

des substances qui ne sont point celles du fragment qu'elle enveloppe.

Au Vésuve, les couches percées par les éruptions, sont plus basses que la surface du sol; en Auvergne et en plusieurs endroits d'Allemagne, elles sont au-dessus; c'est pourquoi on y voit en place les schistes ou les granites que les éruptions ont brisés pour se faire un passage.

Nul volcan ne repose sur des couches naturelles; elles se montrent quelquefois à l'extérieur; mais elles ont été ouvertes par les éruptions, et leurs bords sont restés en place.

Le foyer d'aucun volcan n'existe ni n'a existé dans le cône qui paraît au-dessus de la surface du sol. Ce sont les éruptions, qui, partant de grandes profondeurs, l'ont élevé au travers des couches supérieures. Ainsi, quand on a dit que les montagnes volcaniques d'Auvergne reposent sur le granite, on s'est trompé, ou l'on a employé une expression inexacte, ne s'étant pas fait une idée juste du phénomène. Des laves peuvent avoir coulé sur le granite ou telle autre roche, et reposer sur elle, mais jamais le volcan lui-même; ses bases sont au-dessous de toutes les roches visibles.

C'est du sein même des laves, étant en fusion dans l'intérieur du volcan, que partent toutes les explosions. Elles renferment dans cet état de fusion, toutes les matières qui produisent les fermentations et le dégagement des fluides expansibles.

J'ai été à portée d'en juger au Vésuve, d'après les signes extérieurs, autant qu'on puisse l'être. Le bruit continuel qui se faisait entendre par les deux bouches intérieures du cratère, que

j'avais sous les yeux, était celui d'un bouillonnement accompagné de vapeurs enflammées, et les gerbes de matières ardentes qu'elles lançaient par intervalles, étaient des morceaux séparés de la lave dans leur état de fusion. J'en voyait plusieurs en l'air changer de forme, et s'aplatir quelquefois sur les corps qu'ils frappaient ou embrassaient en tombant. Et parmi ces fragmens plus apparens, il y en a toujours une multitude de petits de la grosseur d'un pois et d'une noisette, et de plus petits encore, qui montrent à leur surface, par leurs aspérités, tous les caractères du déchirement.

On donne le nom de *scories* à ces fragmens, pour les distinguer de la lave compacte, quoique leur composition soit la même que celle de la lave la plus dure, et c'est pour n'y avoir pas assez réfléchi, qu'on a dit que c'est la partie compacte seule qu'il faut observer pour juger de leur nature. Les morceaux que j'enlevai à la lave coulante avec un croc de fer, ont à leur surface les mêmes déchiremens, les mêmes aspérités que les fragmens lancés par les explosions, et les uns et les autres contiennent les mêmes substances.

Cette séparation par déchirement de parcelles des laves, opérée par les fermentations et les explosions qui partent de leur sein, explique ces colonnes, quelquefois prodigieuses, de sable volcanique, qui s'élèvent du cratère principal. Vu à la loupe, ce sable ne montre autre chose que de la lave très-menusée, dont les particules, hérissées d'inégalités, ont le vif du noir et du vernis de la lave récente.

On rencontre quelquefois dans les laves des

parcelles de substances qui existent dans nos couches, telles que des fragmens de quartz, des paillettes de mica, des cristaux de feldspath. Il doit y avoir sans doute dans la composition de notre globe des matières semblables disséminées, sans que pour cela on doive en conclure, que les couches d'où elles proviennent sont les mêmes que les couches extérieures. Ce n'est ni dans les granites, les porphyres et les roches de corne, moins encore dans les schistes et les roches calcaires, qu'on trouvera les schorls des volcans, les leucites, ni peut-être les olivines. Ces petits cristaux apportés au jour par les laves, nous seraient sans cela inconnus.

Les laves contiennent beaucoup de fer, et ce n'est ni du granite, ni des porphyres qu'elles le tirent. Ne pourrait-on pas voir dans le sable ferrugineux qui se trouve en abondance sur le bord de la mer, près de Naples, et dans les environs de Rome, des échantillons de l'espèce de couches pulvérulentes d'où partent les laves?

Je viens de présenter assez de considérations qui prouvent qu'on ne peut point déterminer que les laves proviennent de couches semblables à celles que nous connaissons. Les opérations des volcans, ces vastes laboratoires de la nature, resteront toujours inconnus, et l'on ne fera jamais sur ce sujet que des conjectures fort incertaines.

Quel peut-être le mélange d'où naissent ces feux et ces éruptions qui produisent les laves et élèvent des montagnes? Ce que nous voyons seulement comme *certain*, c'est qu'il faut l'introduction de l'eau marine pour exciter ces fer-

mentations, comme contenant l'acide marin et d'autres sels, qui, réunis à l'acide sulfurique, dont les couches souterraines contiennent en quelques endroits les bases en abondance, déterminent ces fermentations qui produisent le dégagement du feu et d'autres fluides expansibles, et tous les grands effets qui en sont les suites.

Plusieurs naturalistes ont cru et croient encore que les eaux douces ou pluviales suffisent pour cela, mais ils se trompent; tous les faits contredisent cette opinion. Il suffit de les passer en revue pour s'en convaincre. Je l'ai fait plusieurs fois, étant nécessaire d'y revenir souvent.

Je rappellerai ici les principaux. Il n'existe aucun volcan brûlant dans l'intérieur des terres, et tous ceux qui brûlent encore sont, sans exception, près de la mer ou environnés de ses eaux. Entre les sels déliquescens que déposent les fumées des volcans, on y reconnaît principalement le sel marin réuni à différentes bases. Plusieurs volcans d'Islande et l'Héckla lui-même, vomissent quelquefois des éruptions d'eau qui déposent du sel marin en abondance. Aucune étendue d'eau douce, quelque vaste qu'elle soit, ne donne naissance à aucun volcan. Ces faits sont bien suffisans pour constater que le concours de l'eau marine est absolument nécessaire pour exciter les fermentations qui produisent les volcans.

Je répéterai la distinction que j'ai déjà faite, entre les volcans éteints et les volcans anciens, pour les ranger en deux classes séparées.

Quand on appelle simplement *volcans éteints* les montagnes volcaniques qui sont au milieu

des terres , c'est les représenter comme ayant brûlé , tandis que le sol était à sec et habité tel qu'il est aujourd'hui ; ce qui n'est pas une idée juste. Ces volcans ont brûlé , lorsque le sol sur lequel ils s'élèvent , était sous les eaux de l'ancienne mer , et aucun n'a brûlé depuis que nos continens sont à sec. Il est même très-apparent que la plupart ne brûlaient plus avant la retraite de la mer , comme nous en voyons de nombreux exemples dans la mer actuelle. Ceux que je désigne par volcans éteints , sont ceux qui ne brûlent plus , quoiqu'ils soient environnés de la mer ou sur son bord. Ils brûleraient encore , si les matières inflammables qui les ont élevés , n'étaient pas réellement éteintes et consumées. Tel est le volcan d'Agde en Languedoc ; telles sont tant d'îles volcaniques qui ne jettent plus de feux depuis un tems immémorial.

Dans ses lettres écrites du Pérou , M. Humboldt parle des volcans qu'il a visités ; mais ce qu'il en dit n'est point assez précis pour qu'on puisse , d'après ce récit , s'en faire une idée juste. Il représente le Chimborazo comme étant composé de porphyre depuis le pied jusqu'à la cime , et le porphyre ayant jusqu'à 1900 toises d'épaisseur. Plus bas il remarque qu'il est presque vraisemblable que le Chimborazo , ainsi que le Pichincha et l'Antisana , est de nature volcanique. « La traînée sur laquelle nous montâmes , dit-il , est composée d'une roche brûlée et scorifiée , mêlée de pierres-ponces , qui ressemble à tous les courans de laves de ce pays-ci ».

Voilà deux caractères bien différens. Si le

Chimborazo est de porphyre depuis le pied jusqu'à la cime , il n'est pas composé de roches brûlées et scorifiées , mêlées de pierres-ponces , et s'il est composé de ces roches brûlées , il ne doit pas l'être de porphyre. Cette expression de *roches brûlées et scorifiées* n'est pas même exacte , parce qu'elle présente l'idée de roches naturelles altérées sur place par le feu , et bien certainement elles sont des laves sorties du volcan. Mais la vérité doit être , que le Chimborazo et tous les autres volcans du Pérou , depuis leur base prise au niveau de la mer , jusqu'à leur sommet , sont composés de matières volcaniques.

Je viens de lire dans le 17<sup>e</sup>. cahier des *Annales du Muséum d'Histoire naturelle* , une lettre du même voyageur , écrite du Mexique , étant de retour du Pérou , où , parlant des volcans du Popayan , de Pasto , de Quito , et d'autres parties des Andes , il dit : « De grandes masses » de ce fossile (*l'obsidienne*) sont sorties des » cratères , et les parois de ces gouffres , que » nous avons examinés de près , consistent en » porphyres , dont la base tient le milieu entre » l'obsidienne et la pierre de poix (*pechstein*) ». Ainsi M. Humboldt considère l'obsidienne ou verre noir compacte , comme un fossile ou roche naturelle , et non pas comme un verre volcanique.

Le Père Della-Torre , qui demeurait à Naples , et a écrit sur le Vésuve , croyait aussi que l'intérieur de sa bouche était composé de roches et de couches naturelles comme toute autre montagne ; il les appelait *strati naturali* , *sassi naturali* , quoique tout y soit l'ouvrage du feu.

Si M. Humboldt eût été témoin de la naissance et de la formation des cratères dont il parle, il les aurait bien vite cédés en entier à l'empire volcanique. Le fracas des feux, des explosions, des laves ardentes, avec lequel cet empire les aurait réclamés, eût bientôt fait taire toute prétention neptunienne, et constaté que ces masses qu'il appelle *porphyres*, et leurs bases, tenant le milieu entre l'obsidienne et la pierre de poix, sont des laves et des vitrifications appartenant à Vulcain.

M. Humboldt tire son objection contre l'opinion que l'obsidienne est un verre volcanique, de ce qu'elle se gonfle et devient spongieuse et fibreuse au moindre degré de chaleur d'un fourneau, d'où il conclut qu'elle ne peut pas être le produit du feu.

Une étude suivie des produits volcaniques, fait reconnaître que leur état et leur apparence dépendent de la nature des matières que les feux ont traité, du degré de leur chaleur, du moment et du lieu où elle s'exerce. Ainsi tel degré de chaleur qui a pu réduire une substance quelconque en un verre compacte, ne suffisait pas pour le mettre en ébullition, et ne pouvait être porté dans ce moment-là à une chaleur suffisante pour produire cet effet; l'absence de l'air libre peut encore y contribuer.

Mais il est des circonstances, même assez fréquentes, où les feux volcaniques ont donné un verre fibreux et boursoufflé. Je possède une vitrification de lipari, dont le centre est un verre compacte, et l'intérieur est en lames, bulles et filets comme une pierre-ponce. J'en possède un autre qui alterne en verre à-peu-

près compacte et en verre très-boursoufflé. J'ai trouvé sur le bord de la mer, près de Messine, deux morceaux de quatre à cinq pouces de diamètre, formés uniquement de lames vitreuses allongées et tourbillonnées, et pleines de boursoufflures. J'ai deux morceaux d'obsidienne ou verre noir compacte d'Ischia, dont l'une des faces, dans son intégrité, montre évidemment, par les ondulations circulaires de l'un, et les inégalités arrondies et brillantes comme le verre de l'autre, qu'ils ont été en fusion. J'ai vu sur place à Vulcano une coulée vitreuse, d'où je rompis un grand morceau, dont le verre est compacte en quelques endroits, et plein de grandes et petites boursoufflures en d'autres. Tel est encore le verre noir compacte des volcans d'Islande.

Une autre objection de M. Humboldt, est que l'obsidienne se trouve en si grande masse, qu'on peut la comparer à une carrière. Pourquoi serait-ce une objection? Une lave vitreuse ne diffère de toute autre lave que par une vitrification plus parfaite; et quant à la grandeur des masses, on peut dire qu'elle n'a point de bornes, puisque l'Etna, volcan moins considérable que ceux du Pérou, vomit des laves de plusieurs lieues d'étendue et d'une très-grande épaisseur.

Ainsi l'obsidienne ou verre noir des volcans du Pérou, est aussi certainement un produit de leurs feux, que la lave qu'on voit sortir du pied de tout cratère.

M. Humboldt considérant les basaltes de formation aqueuse, attribue la même origine à l'obsidienne, et à ce qu'il appelle *porphyres*



*basaltiques*. Si tous les produits volcaniques, qui au premier coup d'œil ne paraissent pas avoir été traités par le feu, devaient être considérés comme des roches naturelles, il est peu d'anciennes laves qui fussent reconnues pour un produit du feu. C'est ainsi que le comte de Borch, qui avait cependant visité l'Etna, a dit que sa pierre fondamentale est un granite mêlé de jaspe, et que M. Kirwan, d'après lui et le Père Della-Torre, s'était persuadé que le Vé-suve et l'Etna ne sont pas des produits du feu, leurs bases, dit-il, étant de pierres neptuniennes.

Je remarquerai encore, que si l'on se refusait de regarder comme produits du feu toutes les matières des volcans que nos fourneaux vitrifient dans un plus haut degré qu'elles ne le sont, il en est peu qui ne pussent être considérés comme neptuniennes, puisque nos fourneaux les réduisent en une vitrification beaucoup plus parfaite.

Les porphyres basaltiques cités par M. Humboldt, pourraient bien être la source de tous les porphyres dont il parle. Il est même dans le doute si le Chimborazo est un volcan. *Il est presque vraisemblable*, dit-il, *qu'il est de nature volcanique*. Si ce n'est à ses yeux tout au plus qu'une *vraisemblance*, il n'est pas étonnant que les matières qui le constituent, lui aient paru des porphyres ou toute autre roche naturelle.

J'ai ramassé sur le bord de la mer à Portici, plusieurs fragmens de laves roulés, qui, avec la disposition de voir des porphyres, paraîtraient aisément autant de variétés de cette roche.

« Les

« Les porphyres des environs de Riobamba » et de Tunguragua, dit M. Humboldt, ont » 2080 toises d'épaisseur ».

D'après les mesures prises au Pérou par les Académiciens Français (dont j'aurai occasion de parler encore), le Tunguragua a 2623 toises de hauteur sur le niveau de la mer, et le sol de Quito, situé dans la même vallée que Riobamba, 1462. Il reste donc 1161 toises pour l'élévation du Tunguragua sur la vallée. Sa forme est un cône régulier, qui est celle de tous les volcans, et ce cône qui se prolonge en dehors fort au-dessous de la vallée, ne peut être composé que de matières volcaniques; car, ainsi que je l'ai déjà remarqué, tout volcan, quelle que soit sa hauteur, est une accumulation de matières lancées successivement par une ou plusieurs bouches. Dans cet état de choses, on aurait de la peine à trouver place au Tunguragua et ses environs, pour une épaisseur de porphyre de 2080 toises.

Il y a trois années que M. Hergen, professeur de minéralogie au Muséum de Madrid, dont parle M. Humboldt, eut la bonté de m'envoyer entr'autres trois échantillons des matières du Tunguragua, nommés sur les étiquettes *Turungagua*. L'un de ces échantillons est d'une lave presque compacte, l'autre d'une lave spongieuse, le troisième est une pierre-ponce. La lave compacte contient plusieurs petites lamelles cristallines blanchâtres, qui ressemblent beaucoup à celles des laves de l'Etna, et donnent à cette lave un coup d'œil de porphyre, qui pourrait bien être une des origines de ces apparences porphyriques vues

comme telles par M. Humboldt. Ce volcan est à l'Est vis-à-vis du Chimborazo, à quelques lieues au nord de Riobamba.

M. Bouguer, l'un des Académiciens envoyés au Pérou pour y mesurer les degrés du méridien, donne une idée mieux déterminée des matières qui composent les volcans de ce pays-là. De retour de ce long et pénible voyage, il en rendit compte à l'Académie des Sciences le 14 novembre 1744, et l'on trouve dans son discours les observations suivantes (1).

« On a la faculté au Pérou, dit-il, de voir l'intérieur de la terre jusqu'à une grande profondeur, parce que tout y est coupé de ravines. On en trouve fréquemment qui ont 200 toises de largeur et de 60 à 80 de profondeur; il y en a même quelques-unes deux fois plus grandes. Il suffit d'y descendre pour voir toutes les qualités des différentes couches; on n'y découvre aucun fossile. On y voit beaucoup de ce sable noir qui est attiré par l'aimant, et l'on reconnaît en général que les couches qu'on y remarque, et dont les nuances sont très-distinctes, bien loin d'être l'effet de différentes alluvions, sont plutôt l'expansion des matières vomies par les volcans; presque tout y paraît être l'ouvrage du feu. Quelques-unes de ces montagnes, jusqu'à une assez grande profondeur, ne sont formées que de scories, de pierres ponceuses et de fragmens de pierres brûlées de toutes les grosseurs, et quelquefois le tout est

(1) *Mémoires de l'Académie des Sciences, année 1744, édition in-4<sup>o</sup>. page 270.*

caché sous une couche de terre ordinaire qui porte des herbes et même des arbres. J'ai vu des lits de pierres brûlées réduites en très-petites parcelles, avoir jusqu'à cinq ou six hauteurs d'hommes d'épaisseur, principalement au pied du Cotopaxi, qui est devenu un cône tronqué parfait, dont le sommet a été emporté. Le bas de ce volcan a été arrondi et a pris une forme régulière, par l'épanchement de toutes ces matières qui n'ont pas été poussées avec assez de force, ou qui étaient trop légères pour recevoir assez de mouvement. . . . Si l'on devait compter les différentes éruptions du Cotopaxi par la multitude des différentes couches de pierres brûlées qui sont à son pied, sans même avoir égard aux lits inférieurs qui sont rompus et bouleversés, le dernier incendie serait au moins le vingtième; mais apparemment que chaque éruption fait sortir des matières de différentes couleurs et de différentes espèces, et qu'elles sont lancées successivement selon qu'elles sont diversement arrangées dans le sein de la montagne ».

Sans avoir plus de connaissances en lithologie et en géologie qu'on en avait de son tems, l'Académicien porta son attention sur les matières de ces montagnes dont il fut frappé, et d'après ce qu'il en dit, et la manière dont il s'exprime, on ne peut méconnaître que tout y est volcanique dès leur base jusqu'à leur sommet. Ce sable noir attiré par l'aimant représente le sable ferrugineux des rivages de Naples, et ces ravines profondes dont les coupes montrent l'ouvrage du feu, sont semblables à la face escarpée du Mont-Somma, dominant sur la vallée

étroite qui le sépare du Vésuve actuel, où tout est aussi l'ouvrage du feu.

Bouguer fut dans le cas de voir de près les faces rapides des ravines dont il parle ; il en traversa un grand nombre en montant depuis Caracol, situé au pied de la Cordelière, jusqu'à la vallée de Quito. Les montées et les descentes furent si fréquentes, qu'il employa sept jours à franchir une distance qu'il n'estime que de huit à neuf lieues en ligne droite. Il aboutit enfin à une gorge fort élevée au pied de la partie du Chimborazo qui domine isolément au-dessus de la vallée. Ces ravines nombreuses qui sillonnent la pente de la Cordelière dès ses bases, creusées par les torrens que produisent les pluies abondantes qui tombent dans ce pays-là, indiquent que les matériaux, dont ces pentes sont formées, sont sans liaison, comme tous les entassements des matières volcaniques.

Les Académiciens mesurèrent dans cette haute région, trois degrés du méridien, depuis Cuença au Sud, jusqu'à la ligne équinoxiale, au nord de Quito, Non loin du grand volcan Cayamburo. Cette vallée étant bordée de part et d'autre, dans toute sa longueur, de volcans très-élevés, son sol doit être composé uniquement d'une accumulation des matières qu'ils ont vomies ; elles ont comblé l'espace qui séparait dans l'origine les deux lignes de volcans, et élevé la vallée au point où elle est aujourd'hui. Il n'est pas étonnant dès-lors que M. Humboldt n'y ait trouvé ni ardoise, ni schiste micacé, ni gneis, ni aucun vestige de granite, ce qui pétonne sur-tout, le granite occupant, dit-il, les plus hautes parties du

globe dans les zones tempérées. Il n'a donc pas reconnu que dans cette partie de la Cordelière, tout y étant l'ouvrage des feux souterrains, il ne doit y paraître aucune couche de roches naturelles. C'est vraisemblablement ce qui l'a fait recourir au porphyre, d'après l'apparence porphyroïde de plusieurs laves. Et voilà les erreurs dans lesquelles ont peut tomber, lorsqu'on a adopté ce système neptunien qui méconnaît les produits du feu.

En dehors des deux lignes de volcans, leurs pentes se sont réunies par l'extension successive de leurs bases, et doivent montrer un entassement des mêmes matières ; ce que l'observation de l'Académicien indique d'une manière très-précise. Ces talus extérieurs étant fort anciens, et descendant dans la région de la végétation, ils sont couverts d'herbes et de forêts, partout où les torrens n'ont pas creusé de ravines. La base de l'Etna est aussi couverte de forêts, et celle du Vésuve de bosquets et de vignobles, souvent détruits par de nouvelles éruptions. Peut-être quelque une des couches au travers desquelles les volcans de la Cordelière se sont fait jour, paraît-elle à l'extérieur ; ce dont je doute cependant ; leurs nombreuses éruptions doivent les avoir couvertes. Le pied des cônes qui s'élèvent sur la vallée ne doit point être considéré comme étant la base du volcan. Leur base est au niveau de la mer, et leur foyer fort au-dessous.

Bouguer, peu initié dans la connaissance des volcans et des matières volcaniques, n'a vu dans les différentes couches de laves et de scorries du Cotopaxi, que des pierres simplement

brûlées de couleurs diverses, comme les Académiciens de Naples et le Père Della-Torre, n'avaient vu au Vésuve que des pierres naturelles ou seulement rôties et calcinées de différentes couleurs. Aussi ne doit-on considérer dans le récit de l'Académicien Français que ses expressions, qui rendent très-bien tout le désordre et toutes les apparences qu'on observe dans les montagnes volcaniques.

Une preuve incontestable que les foyers des volcans qui bordent la vallée de Quito, Cuença, Riobamba et Popayan, ont leur origine audessous du niveau de la mer, sont les fréquens et terribles tremblemens de terre qu'on ressent sur la côte, qui sont dûs à la même cause qui a élevé tous ces volcans, et qui donne naissance quelquefois encore à de nouvelles éruptions. Malheureusement pour le pays, les matières inflammables, sources de tous ces désastres, ne sont pas consumées; mais quand on réfléchit à tout ce qui doit être arrivé anciennement pour élever ces énormes et nombreux volcans, il est évident que la cause qui les a produits a beaucoup diminué.

J'ai souvent souhaité bien fortement de pouvoir visiter ce pays-là, le plus intéressant peut-être à bien connaître de la surface du globe. Lorsqu'il sera observé avec soin par des naturalistes exercés dans la connaissance des volcans et des produits volcaniques, ils reconnaîtront, je n'en doute pas, que l'état des choses est tel que je viens de l'exposer. Ce qui explique encore pourquoi les voyageurs Français et Espagnols n'ont trouvé dans cette vaste partie de la Cordelière aucun fossile marin; tout

y étant l'ouvrage du feu, il ne peut point y en avoir.

Ainsi la hauteur de ses pics, qui surpasse si fort les cimes les plus élevées des autres chaînes de montagnes, ne doit pas être considérée comme un monument de la hauteur où a été la mer, chacun d'eux ayant été élevé à ce point depuis sa retraite, par l'accumulation des matières sorties du volcan. On ne peut même douter que ces énormes volcans s'étaient déjà manifestés sous les eaux de l'ancienne mer.

Ulloa, dans son Discours XVI, qui traite des fossiles et des pétrifications du Pérou, conclut, d'après les pétrifications marines des hautes montagnes de Guancavelica, qu'il doit y en avoir aussi dans les autres montagnes élevées du pays. Il n'avait pas mieux remarqué que les autres voyageurs, que les montagnes de Guancavelica étant neptuniennes, il peut y avoir des fossiles marins, mais que la Cordelières des Andes étant composée de volcans, dont plusieurs brûlent encore, il ne peut point y avoir de dépôt de la mer. Il serait très-intéressant de connaître les limites de ces deux classes de montagnes si différentes les unes des autres; en quel lieu les unes finissent et les autres commencent, et de quelle manière elles se joignent. On peut conjecturer avec fondement que les volcaniques s'appuient contre les neptuniennes.

Une opinion que j'ai constamment soutenue avec M. Dolomieu et quelques autres naturalistes, savoir, que les basaltes sont une production des volcans, est confirmée de la manière la plus certaine par les observations que

M. Daubuisson a faites en Auvergne. Ainsi se vérifie ce que j'annonçai en terminant mes observations sur les basaltes. « Le tems viendra, disais-je, que les naturalistes neptuniens ne contesteront plus l'origine volcanique des basaltes ; car plus il y aura d'observateurs, plus les observations se multiplieront et en lieux différens, plus on acquerra la démonstration que les basaltes sont un produit du feu ». (*Journal de Physique, cahier de fructidor an 9*).

M. Kirwan avait cité en preuve que les basaltes sont de formation neptunienne, des basaltes qui renferment, dit-il, des coquilles marines. J'étais persuadé que c'était une méprise, et je l'exprimai dans les observations que je viens d'indiquer. Dès-lors ma conjecture s'est complètement vérifiée.

J'ai vu quelques morceaux de cette pierre contenant des coquilles, supposée basalte, apportés d'Irlande par M. le professeur Pictet, qui les a pris sur les lieux. Cette pierre n'est pas un basalte. Elle est disposée par couches horizontales au bord de la mer, sur la côte d'Antrim, et les basaltes de cette côte n'ont rien de commun avec elle que la couleur qui est à-peu-près la même. Les coquilles qu'elle renferme sont des cornes d'amon, coquillage inconnu dans la nature vivante, qu'on ne trouve que dans les premiers dépôts argileux ou calcaires de l'ancienne mer.

Un fait géologique important qu'indiquent les montagnes volcaniques, c'est qu'elles ont été autrefois beaucoup plus nombreuses qu'elles ne sont aujourd'hui. La surface de nos continents en est couverte en plusieurs endroits. La

Péninsule de l'Italie et les îles voisines en montrent un très-grand nombre, dont quatre seulement brûlent encore, et ce sont les seuls volcans en activité à six ou sept cents lieues à la ronde, quoiqu'il y en ait eu beaucoup dans les terres et les mers comprises dans cet espace. Ce fait est si connu aujourd'hui, que je ne citerai qu'un exemple qu'il l'est moins, pour éviter les répétitions. Je le tire du voyage de M. Hornemann dans l'Afrique septentrionale.

Il remarqua sur sa route, entre Audjela et Moursouk, plusieurs montagnes qui ont tous les caractères d'anciens volcans. Cette classe de montagnes lui était peu connue, c'est pourquoi son récit manque de précision, mais les expressions qu'il emploie ne laissent aucun doute.

Ce sont, dit-il, des chaînes amoncelées de montagnes noires et stériles. Il en remarqua une qui avait la forme d'un cône tronqué. Il vit des basaltes, des pierres de couleur rougeâtre semblables à des briques cuites, des pierres poreuses et spongieuses qui ressembloient aux scories des métaux, des pierres lourdes et pesantes, et d'autres remplies de trous et de cavités. Caractères où l'on ne peut méconnaître les volcans et leurs produits. M. Hornemann apprit encore à Moursouk, qu'il y avait des montagnes noires sur la route qui conduit de cette ville à Bornon vers le Sud-est.

Les Petites-Antilles, les Mariannes, les Aléoutes, entre le Kamchatka et l'Amérique, les îles Féro, les nombreuses îles des mers du Sud, sont toutes volcaniques, et peu d'entre elles brûlent encore.

C'est là une des preuves que les causes qui ont apporté des changemens sur notre globe, ont beaucoup diminué, et qu'il tend constamment vers un état plus stable. Car quoique les montagnes volcaniques de l'intérieur des terres n'aient brûlé que sous les eaux de l'ancienne mer, et qu'il fût possible que quelques-unes d'entre elles eussent des éruptions si la mer les baignait de nouveau; il est hors de doute, d'après les exemples nombreux que montrent les mers actuelles, qu'un grand nombre ne brûlaient plus quand la mer s'est retirée.

Lorsque M. Dolomieu, qui a si bien vu et décrit plusieurs phénomènes volcaniques, a dit, au début de son catalogue raisonné des laves de l'Etna, que les volcans ont joué un trop grand rôle dans l'histoire ancienne de notre globe, pour que ce qui dépend d'eux n'intéresse pas également le physicien et le naturaliste, il a eu parfaitement raison; mais quand il a ajouté, *que les volcans ont trop contribué à la formation de nos continens et de nos montagnes*, pour ne pas intéresser aussi sous ce rapport, il leur a attribué un effet auquel ils n'ont aucune part. Les couches de nos continens et de nos montagnes existaient avant les volcans, tous les phénomènes l'indiquent. Ils se sont fait jour au travers des couches déjà formées, et ont élevé des montagnes très-différentes des montagnes et des couches qui doivent leur origine aux dépôts de la mer. Celles-ci sont les premières et l'ouvrage de l'eau; les volcans sont postérieurs et le produit du feu.

---



---

## HISTOIRE DU CANAL DU MIDI.

(CANAL DE LANGUEDOC),

*CONSIDÉRÉ sous les rapports d'invention, d'art, d'administration, etc. avec des cartes, plans et profils des principaux ouvrages.*

Par le Général d'artillerie ANDREOSSY, Grand-Officier de la Légion d'Honneur, etc. (1).

LE projet de joindre les deux mers par une navigation artificielle, remonte à une époque très-reculée. L'histoire nous apprend que Charlemagne eut le dessein d'opérer cette jonction: l'idée en fut reproduite sous François I<sup>er</sup>, sous Henri IV, sous Louis XIII, c'est-à-dire, à toutes les époques où l'on s'occupa de ce qui pouvait contribuer à la richesse et à la splendeur de la France. Les prodiges en ce genre étaient réservés au siècle de Louis XIV; ce fut sous ce règne immortel, « Que M. Riquet osa se charger » des travaux et de l'exécution de ce canal, » sur les plans et les mémoires de M. Andreossy, » profond mécanicien, son ami (2) ».

(1) Se trouve à Paris, chez Courcier, Libraire, quai des Augustins, n<sup>o</sup>. 71; prix 42 francs.

(2) *Encyclopédie*, article LANGUEDOC (*canal de*). *Description de la France*, par Piganiol, tom. VI, p. 25, édit. 1753, etc.