www.e-rara.ch

Institutions géologiques

Breislak, Scipione

Milan, 1818

ETH-Bibliothek Zürich

Shelf Mark: Rar 8712

Persistent Link: https://doi.org/10.3931/e-rara-42707

Tome troisieme.

www.e-rara.ch
Die Plattform e-rara.ch macht die in Schweizer Bibliotheken vorhandenen Drucke online verfügbar. Das Spektrum reicht von Büchern über Karten bis zu illustrierten Materialien – von den Anfängen des Buchdrucks bis ins 20. Jahrhundert.

e-rara.ch provides online access to rare books available in Swiss libraries. The holdings extend from books and maps to illustrated material – from the beginnings of printing to the 20th century.

e-rara.ch met en ligne des reproductions numériques d'imprimés conservés dans les bibliothèques de Suisse. L'éventail va des livres aux documents iconographiques en passant par les cartes – des débuts de l'imprimerie jusqu'au 20e siècle.

e-rara.ch mette a disposizione in rete le edizioni antiche conservate nelle biblioteche svizzere. La collezione comprende libri, carte geografiche e materiale illustrato che risalgono agli inizi della tipografia fino ad arrivare al XX secolo.

Nutzungsbedingungen Dieses Digitalisat kann kostenfrei heruntergeladen werden. Die Lizenzierungsart und die Nutzungsbedingungen sind individuell zu jedem Dokument in den Titelinformationen angegeben. Für weitere Informationen siehe auch [Link]

Terms of Use This digital copy can be downloaded free of charge. The type of licensing and the terms of use are indicated in the title information for each document individually. For further information please refer to the terms of use on [Link]

Conditions d'utilisation Ce document numérique peut être téléchargé gratuitement. Son statut juridique et ses conditions d'utilisation sont précisés dans sa notice détaillée. Pour de plus amples informations, voir [Link]

Condizioni di utilizzo Questo documento può essere scaricato gratuitamente. Il tipo di licenza e le condizioni di utilizzo sono indicate nella notizia bibliografica del singolo documento. Per ulteriori informazioni vedi anche [Link]

Visual Library

R 1991 / III: 3

ETHICS ETH-BIB
00100000552582

Rar 8712:3.

INSTITUTIONS GÉOLOGIQUES

PAR

SCIPION BREISLAK

Inspecteur des poudres et salpêtres, Membre de l'Institut impérial et royal de Lombardie, de l'Académie royale des sciences de Turin, de l'Académie italienne des sciences et lettres, de la Société géologique de Londres et de celles de minéralogie d'Iéna, des Scrutateurs de la nature de Berlin, des Naturalistes de Genève, de la Wetteravie, etc.

Traduites du manuscrit italien en français

PAR

P. J. L. CAMPMAS.

Trois volumes avec un atlas de 56 planches.

TOME TROISIÈME.

MILAN

A L'IMPRIMERIE IMPÉRIALE ET ROYALE

1818.

R 1991/111:3

CatE

2c. 4, 1991

INSTITUTIONS GÉOLOGIQUES.

LIVRE VII.

DES VOLCANS ET DE LEURS PRINCIPAUX PHÉNOMÈNES.

CHAPITRE XCV.

Les couches de matières combustibles ne peuvent produire des volcans.

§ 584. Les volcans appartiennent à tous les âges de notre globe postérieurs à la consolidation de sa superficie, et leurs phénomènes sont si extraordinaires, si imposans, qu'ils ont toujours excité l'attention de l'observateur et du naturaliste curieux d'en découvrir les causes. En effet, les volcans nous offrent les résultats les plus étonnans et les plus terribles de l'action du feu. Mais où est la source de ce feu? Quelles sont les matières qui lui servent d'aliment quelquefois pendant un long cours de siècles? Où est le siége de son activité? Quelles ne doivent pas être

l'intensité et l'étendue de la cause pour qu'elle soit proportionnée à des effets si prodigieux? Pourquoi ce feu s'éteint-il quelquefois et se reproduit-il après plusieurs siècles? Les philosophes ont de tous les temps mis leur esprit à la torture pour expliquer ces divers problèmes : je n'oserais entreprendre ce qu'ils ont peut-être inutilement tenté, et je me contenterai de proposer quelques conjectures fondées sur les observations que j'ai eu occasion de répéter pendant plusieurs années. Je n'ai point la prétention de vouloir associer mon nom à ceux de Dolomieu, de Faujas, de Spallanzani, de Fortis, de Humboldt, de De Buch, de Cordier, de Menard de la Groye et de tant d'autres hommes distingués par leurs connoissances, qui ont entrepris des voyages aussi longs que pénibles, et ne se sont épargnés aucun genre de fatigue pour connoître les phénomènes des volcans, et en découvrir les causes. Mais on peut dire que le sujet des volcans est inépuisable, et tous ceux qui cultivent les sciences telles que la physique, la chimie, la minéralogie et la géologie, sont assurés d'y trouver toujours quelque nouvel objet d'observation. Si je ne craignais de blesser l'amour propre de quelques naturalistes, je serais tenté de dire que l'étude des volcans exige que l'observateur se familiarise en quelque sorte avec eux, et c'est ce que le voyageur n'est guère à même de faire. Pour

juger sainement des volcans, il faut pouvoir dominer son imagination trop facilement exaltée par la nouveauté et la grandeur des phénomènes, et quelquefois par les dangers qui les accompagnent.

§ 585. Une des premières idées qui s'offrirent à l'esprit des naturalistes, et que plusieurs d'entr'eux s'empressèrent d'adopter, cet fut d'attribuer l'origine des volcans à l'embrasement des couches de charbon fossile et de houille : mais on doit réfléchir qu'à l'exception de l'anthracite, les substances combustibles ne se trouvent que dans les terrains de formations postérieures à la primitive, et jamais sous le granit, le gneiss, etc.; et c'est cependant au-dessous ou dans l'intérieur de ces roches primitives, que les foyers de quelques volcans se sont certainement embrasés. Tels ont été les volcans de l'Auvergne, ceux des îles Éoliennes, etc. On peut voir ce qui a été dit à cet égard dans le § 203. En outre, les effets produits par l'inflammation des matières combustibles, et leur manière de brûler ne peuvent se concilier avec les phénomènes des volcans. Lorsque je visitai le Creusot, en France, j'y vis un filon de houille qui brûlait depuis plusieurs années, sans qu'il s'y fût manifesté aucune explosion. M.r Patrin raconte que dans le département des bouches du Rhône, et précisément dans le lieu appelé *la Galère*, les incendies souterrains

consument depuis plusieurs années une grande quantité de charbon fossile, et que cependant on ne s'est pas aperçu qu'il s'y soit formé aucun volcan. M.r Bonnard dans son *Essai géognostique sur l'Erzgebirge*, fait mention de couches de houille qui sont en combustion depuis plusieurs siècles : on y remarque les divers phénomènes que cette circonstance produit partout où elle se rencontre. La mine de charbon fossile située dans l'un des côtés de la montagne du Meisner, est en proie aux flammes depuis 180 ans. Pallas nous a donné la description d'une montagne en Perse qui brûlait depuis 12 ans. Les charbons fossiles du Mittelgebürge (montagne du milieu) de la Bohême, exposés à l'air et à l'humidité, s'enflamment très-facilement, et ont formé plusieurs pseudo-volcans ; mais ils n'ont jamais produit aucune éruption, ni présenté aucun des phénomènes des véritables volcans. Je pourrais à l'appui de ce que je viens de dire, invoquer une foule d'autres exemples de ce genre, mais je me bornerai à en citer un fort célèbre et connu de tous les naturalistes.

§ 586. Près S.t Étienne, en Dauphiné, il y a dans le lieu appelé Riccamary, une mine de charbon fossile qui s'embrasa à une époque dont on n'a pas conservé la mémoire, puisque quelques vieux parchemins du 14.e siècle parlent de cette contrée sous la dénomination de *mine ardente*.

Quoique cette mine au temps passé ait produit un véritable incendie qui se manifestait en jetant des flammes, pourtant tranquilles, il ne s'y est formé aucun cratère, ni aucun cône, et il n'existe point de mémoire qu'aucune explosion y ait eu lieu. Lorsqu'en 1800 je visitai cette contrée, la plus grande partie du charbon s'étant consumée d'après une combustion qui a duré pendant un si long espace de temps, cette combustion était très-lente, et ne se manifestait que par de foibles vapeurs. Les substances sur lesquelles le feu a si long-temps agi dans ce lieu, sont le grès et le schiste argileux-micacé, et il est curieux d'observer les modifications que ces substances ont reçues, puisque quelques-unes ont été réduites à l'état du jaspe porcelaine de Werner (thermantide d'Haüy), et que d'autres ont été converties en scories entièrement semblables à celles des volcans. Mais avec quelque soin que j'aie examiné ce site, je n'ai pu y trouver aucune substance pierreuse qui approche des véritables laves, ni aucune de ces substances qui sont si fréquentes près des volcans.

§ 587. La combustion du charbon fossile s'opérant d'une manière tranquille et continuée, et cessant totalement lorsque la matière qui lui sert d'aliment vient à manquer, ne peut pas s'appliquer aux volcans dont les explosions aussi extraordinaires que terribles indiquent l'action

d'une cause qui tantôt dure un long espace de temps, tantôt cesse entièrement et tantôt se reproduit avec plus ou moins d'énergie. Ces alternatives de repos et d'action dans un même volcan, modifiées encore par divers degrés d'intensité, il ne me paroît pas qu'on les puisse concilier avec l'hypothèse des couches de charbon fossile, matière, qui, une fois détruite et consumée dans un lieu, ne s'y reproduit plus; et je croirais plus volontiers qu'on doit chercher la cause de l'embrasement des volcans, dans une matière qui non-seulement soit sujette à s'enflammer avec explosion et violence, mais qui soit telle que son inflammation puisse être alimentée et soutenue pendant long-temps, et que dans le cas que son inflammation vienne à cesser, elle ait la faculté de se reproduire ou dans le même lieu, ou dans un lieu contigu. De là, je conclus avec Dolomieu (Voy. *Journal des mines*, n.° 41) que le foyer des volcans n'existe nullement dans des couches de matières combustibles, et qu'un embrasement volcanique ne peut être alimenté par cette espèce de substances. Qu'on fasse attention que je n'entends parler que des substances combustibles solides qui forment des couches et des amas. Les mêmes raisons que je viens de déduire, militent encore contre la supposition de couches de pyrites. Dans les pays de Sarrebruck, il existe une montagne qui brûle;

elle présente des amas de schistes pyriteux et alumineux calcinés, dont quelques-uns ont subi une fusion parfaite, d'autres une demi-fusion qui leur a communiqué la densité, la fracture, la dureté et l'éclat de la porcelaine; malgré tout cela, la montagne n'offre aucune apparence de volcan. Il est certain que les pyrites pénétrées par l'humidité, se décomposent, et que la quantité de chaleur qui se développe dans leur décomposition, est capable de soulever le terrain. On connoît l'expérience du volcan artificiel de Lemery, qu'on forme en pétrissant ensemble par le moyen de l'eau, la limaille de fer et le soufre en poudre; mais lorsque les pyrites se sont consumées par l'effet de leur combustion, on ne voit pas comment elles pourraient se reproduire.

§ 588. L'illustre chimiste Davy a fait une application fort ingénieuse de ses découvertes pour l'explication des phénomènes volcaniques. Suivant lui, les métaux qui sont la base des terres, ne peuvent exister dans leur état de pureté à la superficie du globe: mais il est possible qu'ils forment une partie de son intérieur. Avec cette hypothèse, on pourrait expliquer les phénomènes des volcans, la formation des laves et les bouleversemens occasionnés par la chaleur souterraine, en admettant que l'eau et l'air pénètrent quelquefois jusques aux couches qui renferment

les matières métalliques. Davy pense donc que dans de pareilles circonstances, il a pu survenir un développement intense de chaleur, et se former en même temps beaucoup de substances terreuses et pierreuses à l'aide de l'oxidation des bases métalliques. Mais les mêmes raisons dont nous avons fait usage contre la supposition de bancs souterrains de matières combustibles, ont encore toute leur force contre l'opinion de Davy. Dans l'hypothèse de celui-ci, on ne saurait assigner de raison à l'intermittence et à la longue durée des volcans pendant plusieurs siècles, dans le même site. En outre, l'extrême légèreté des substances métalliques de Davy ne s'accorde point avec la gravité spécifique que doivent avoir les roches qui occupent l'intérieur du globe (Voy. § 33); et dans l'oxidation de ces substances, il me semble bien difficile qu'il puisse se développer autant de chaleur qu'il en faut pour que la cause soit proportionnée aux effets. Lorsque ce célèbre chimiste publia ses idées sur les volcans, il n'avait probablement pas eu encore occasion d'examiner de volcan actif. Depuis il s'est transporté dans le royaume de Naples pour y observer le Vésuve: j'ignore s'il a confirmé ou modifié ses conjectures sur un objet si important.

CHAPITRE XCVI.

Examen des hypothèses de De Luc et de Patrin.

§ 589. De Luc dans ses *Observations générales sur les volcans*, insérées dans le *Journal des mines*, n.° 69, a proposé la conjecture suivante: si nous considérons, dit-il, tous les volcans actifs, nous les voyons situés sur le bord de la mer ou entourés par elle; c'est donc l'eau de la mer qui produit et entretient la fermentation des matières inflammables qui donnent naissance aux volcans, en tant qu'elle tient en dissolution quelques sels dont l'union est nécessaire pour opérer cette fermentation: et quand nous voyons des volcans près de la mer ou environnés de ses eaux, et qui ne brûlent plus, cela arrive parce que les matières inflammables qui les avaient produits, sont épuisées, et alors ces volcans doivent être appelés des volcans *éteints*. Il n'en est pas de même des montagnes volcaniques placées dans l'intérieur des continens; elles ont brûlé lorsque ces continens étaient sous les eaux de la mer, et leur combustion cessa lorsqu'elles restèrent à sec: il suit de là, que ces montagnes volcaniques continentales pourraient encore s'enflammer si par quelque combinaison, le sol sur lequel elles

reposent, redevenait le fond de la mer, puisqu'il est possible que les matières inflammbles qui les ont produites, n'étaient pas encore épuisées, lors de la retraite de la mer. A ces volcans il convient d'attribuer la dénomination de volcans *anciens*.

§ 590. Chacun voit que cette hypothèse est fondée sur deux principes : le premier est celui de la présence de matières inflammables. De Luc ne spécifie pas la nature de ces matières : mais il paroît qu'il entend parler ou de charbons fossiles ou de pyrites, ou bien de toute autre pareille substance solide : par conséquent cette partie de son hypothèse a été déjà refutée dans le chapitre précédent. Le second principe est celui de la communication de la mer avec l'intérieur des volcans, principe que j'examinerai bientôt ; je me bournerai pour le moment à présenter quelques réflexions sur l'application que De Luc fait de ce principe à la distinction qu'il établit entre les volcans *éteints* et les volcans *anciens*. Cet auteur connoissait très-bien les Champs-Phlégréens qu'il avait visités, et particulièrement le *Monte Nuovo* dont il a fait dans son Mémoire, une mention très-détaillée. Ce volcan s'embrasa en 1538, et s'éleva des eaux du lac Lucrin contigu au lac d'Averne. Ses éruptions qui ne durèrent que pendant sept jours, formèrent la montagne qu'on y voit maintenant : elle a 413

pieds de hauteur, et huit mille pieds de circonférence à sa base. L'histoire nous apprend que Marcus Agrippa établit, par ordre d'Auguste, une communication entre le golfe de Bayes et le lac d'Averne, au moyen du lac Lucrin. Le lac d'Averne, plusieurs siècles avant Auguste, avait été certainement un volcan, comme on le reconnoît à la forme encore intacte de son cratère, et à la nature des substances qui en composent les parois. Voilà donc un volcan qui placé sur le bord de la mer, s'éteignit plusieurs siècles avant notre ère, et qui plusieurs siècles après s'embrasa de nouveau, et précisément dans le même lieu. Il me semble que ce serait hasarder une supposition fort gratuite que de dire que la mer pénétra jadis dans l'intérieur du volcan d'Averne; qu'ensuite cette communication fut interrompue pendant un long cours de siècles, et qu'en 1538 elle fut rétablie, mais seulement pendant très-peu de jours, après lesquels la mer fut de nouveau séparée du volcan, sans cesser néanmoins de rester au voisinage de celui-ci.

§ 591. Strabon nous a transmis un tableau horrible et peut-être trop chargé, des anciennes révolutions de l'île d'Ischia : après un repos de plusieurs siècles, et en 1302, le volcan de cette île s'embrasa de nouveau, et vomit ce grand torrent de lave qu'on appelle *dell'Arso*. Humboldt nous a fait connoître le volcan Giorullo, en

Amérique, qui, en 1756, s'enflamma dans un endroit éloigné de 36 lieues de la mer, et où il existait des traces de volcans plus anciens, mais éteints à cette époque. Il paroît donc que la situation locale de ces bouches ignivomes est indifférente à notre recherche; que leur éloignement ou leur proximité de la mer n'a aucun rapport nécessaire avec leurs périodes d'inflammation ou de tranquillité; que celles-ci dépendent d'un concours de causes qui tantôt agissent et tantôt sont dans un état de suspension, et de matières qui quelquefois se rassemblent et d'autres fois se consument; et que si plusieurs volcans sont au voisinage de la mer, cela provient d'une cause dont nous parlerons dans la suite. Qu'on fasse encore attention que les sels que contient l'eau de la mer, savoir, le muriate de soude et les muriates et sulfates terreux, ne paroissent pas capables de contribuer à produire la fermentation dans les substances que nous connoissons. L'eau pourra bien exciter la fermentation, c'est-à-dire, la décomposition des pyrites; mais quelque eau que ce soit, suffit pour produire cet effet, et il n'est nullement besoin d'eau marine.

§ 592. Dans le *Journal de physique*, germinal an 8 (mars 1800), il y a un Mémoire où l'on propose une nouvelle théorie chimique pour expliquer la formation des volcans et l'origine de

leurs laves. Avec la majeure partie des naturalistes, M.r Patrin, auteur de ce Mémoire, part de l'observation que tous les volcans, *sans exception*, sont voisins de la mer, et il pense qu'à mesure que la mer s'est éloignée des volcans anciens, ceux-ci se sont éteints (1). De là, il tire cette conséquence, que l'aliment principal des volcans est l'acide muriatique qui se forme journellement, existe libre à la superficie des eaux de la mer, et peut descendre vers le fond à cause de sa plus grande gravité spécifique: il trouve alors les schistes argileux primitifs, s'introduit entre leurs lames; et comme il rencontre dans ceux-ci beaucoup d'oxides métalliques, il leur enlève leur oxigène, et devient acide muriatique oxigéné. Mais ces substances métalliques dépouillées de leur oxigène, le reprennent de l'air et de l'eau, et le perdent encore par un nouvel afflux d'acide muriatique. Il s'établit de cette manière une circulation d'acide muriatique qui provient de la mer, et devient oxigéné par le contact des oxides métalliques; et ceux-ci restent toujours oxides, parce qu'à mesure qu'ils sont privés

(1) On serait autorisé à croire que M.r Patrin avait changé d'opinion, lorsqu'il rédigea quelques articles de la 1.re édition du *Nouveau Dictionnaire d'histoire naturelle*, puisque dans le tom. 23, pag. 379, il dit que le nombre des volcans modernes va croissant à mesure que les eaux de l'Océan diminuent et se retirent des plages.

d'oxigène, ils en reprennent de nouveau. Cet acide muriatique oxigéné attiré par les lames schisteuses qui font l'office de tuyaux capillaires, se propage à des distances très-considérables, et rencontrant partout des sulfures de fer dont les schistes sont remplis, il les décompose avec violence. Il s'opère alors un grand développement de calorique, une formation d'acide sulfurique, et une décomposition d'eau au moyen du carbone. Une portion de l'hydrogène de cette eau se combine avec le carbone et un peu d'oxigène, et forme de l'huile: l'acide sulfurique se combine avec cette huile, et forme le pétrole. L'autre portion de l'hydrogène est enflammée par le nouveau gaz muriatique oxigéné, et le pétrole réduit en gaz s'enflamme aussi, et commence l'incendie.

§ 593. Mais M.r Patrin pense que cet incendie cesserait bientôt, si une autre matière ne concourait à en redoubler l'activité; et il suppose que cette matière est le fluide électrique, dont il se prévaut encore pour expliquer l'origine des laves et des matières solides vomies par les volcans. Il établit donc que le soufre abonde dans les laves, que le soufre est le fluide électrique concret, comme le diamant est la concrétion du carbone; et que le phosphore est une combinaison du soufre avec une autre substance, peut-être la lumière. Ensuite l'inflammation du gaz

hydrogène par la détonation électrique, lui semble prouver d'une manière directe la présence du phosphore dans le fluide électrique. La formation journalière du soufre et du phosphore dans les êtres organiques fait penser à M.r Patrin qu'ils sont dus à la présence d'un fluide universellement répandu, et qu'il croit ne pouvoir être que le fluide électrique. En admettant la présence du phosphore dans le fluide électrique, il lui attribue la propriété de fixer l'oxigène et quelques autres gaz sous forme solide; de sorte qu'il en vient à établir le principe que les matières solides vomies par les volcans, sont dues à des substances gazeuses devenues concrètes, et qu'elles sont le produit de ces mêmes substances, comme les fleuves sont le produit de la circulation des eaux. Puis il regarde particulièrement la terre calcaire comme un produit de la concrétion d'une partie d'oxigène et d'azote, et de cette manière il explique la formation de la terre calcaire et de ces masses calcaires qu'il assure être souvent vomies par le Vésuve, et qui ont tant tourmenté l'esprit des naturalistes qui ont voulu en rechercher l'origine.

§ 594. Telle est, si je ne me trompe, l'hypothèse de M.r Patrin que je viens de présenter en abrégé, hypothèse qu'il a exposée et reproduite dans ses divers écrits. Dans le cours de cet ouvrage, j'ai eu plusieurs fois occasion de citer

ce savant voyageur auquel on ne peut refuser beaucoup de connoissances, et qui a rendu d'importans services à la minéralogie et à la géologie ; mais pour ce qui regarde son hypothèse sur les volcans, j'oserai dire qu'on ne saurait en imaginer une de plus compliquée. En effet, il a fait jouer presque toutes les combinaisons chimiques possibles ; cependant plusieurs manquent de toute vraisemblance, et sont fondées sur des principes sujets à beaucoup d'exceptions. Que ceux qui désireraient en voir une réfutation étendue, lisent le Mémoire de M.r De Luc, inséré au *Journal de physique*, frimaire an IX. Je me bornerai ici à quelques réflexions. Une des raisons qui faisaient le plus d'impression sur l'esprit de M.r Patrin, c'était la difficulté de concevoir des vides souterrains d'une étendue correspondante à l'immense quantité des matières qui sont sorties et qui sortent continuellement des volcans. L'Etna, par exemple, montagne gigantesque dont la sommité se perd dans les nues, dont la base a 60 lieues de périmètre, et qui porte sur son dos un grand nombre de hautes montagnes, est entièrement formé de substances sorties de son sein, et qui continuent à en sortir de temps en temps, dans les grandes et volumineuses éruptions de ce volcan. Nous avons des moyens pour mesurer les matières qui sont à la superficie de la terre, mais nos calculs ne peuvent embrasser

celles qui sont au-dessous de cette superficie, et qui s'étendent à des profondeurs inconnues. L'imagination se perd lorsque nous voulons concevoir sous terre, des cavités qui correspondent à ces masses immenses. S'il existait en effet des vides souterrains proportionnés à tant de matières qui ont été vomies par les volcans, combien de villes bâties à peu de distance de ces bouches ignivomes éteintes ou encore actives, ne seraient-elles pas exposées à être englouties dans des abîmes épouvantables? Je ne nie point que ce ne soit ici un des plus grands phénomènes volcaniques; mais il me semble que l'existence de ces vastes cavernes n'est pas si difficile à concevoir, puisqu'elle est, pour ainsi dire, démontrée par beaucoup de raisons et de faits que nous avons indiqués en divers endroits de cet ouvrage et spécialement aux §.es 140 et 567. Ce que M.r Patrin n'imaginait qu'avec effroi, n'est que trop arrivé. L'île volcanique de Sorca n'existe plus; et il y a peu d'années que par l'effet d'une violente éruption d'un volcan de l'île de Java, un espace d'environ quinze milles de long sur six de large, et sur lequel étaient bâtis 40 villages, a été englouti.

§ 595. M.r Patrin établit que tous les volcans actifs, *sans exception*, sont près de la mer; mais cela ne se vérifie point par rapport aux volcans d'Amérique dont quelques-uns sont dans

l'intérieur du continent. Le volcan de Giorullo dont j'ai déjà parlé, s'est ouvert en 1756, dans un lieu distant de la mer, de 36 lieues. Dans le Mexique, le volcan de Popocatepec est à 37 lieues de la mer, et celui du Cotopaxi à 40. Les volcans du Chili actuellement actifs sont séparés des plages de la mer par un espace qui est au moins de 300 milles, suivant Molina dans l'*Histoire naturelle du Chili*, pag. 38. D'un autre côté, M.r Patrin prétend que les volcans s'éteignent à mesure que la mer s'éloigne d'eux. Sans sortir de l'Italie, la Méditerranée baigne encore les bases des cratères d'Astruni, du Gauro, d'Averne, etc.; et les îles d'Ischia, de Procida et de Ponce sont encore entourées de la mer : malgré cela, les volcans de ces divers lieux sont éteints. Si les volcans ne sont que des canaux par lesquels circulent les fluides gazeux qui deviennent concrets, et si le principal agent de cette circulation est l'acide muriatique qui se développe au voisinage de la mer, comme le veut M.r Patrin, par quelle raison la même cause subsistant dans tant de lieux, l'effet a-t-il cessé ? On peut bien établir une règle générale, quoiqu'elle soit sujette à quelques exceptions; mais dans notre cas, le nombre des exceptions est peut-être plus grand que celui des preuves qu'on pourrait invoquer en faveur de la règle, puisque parmi les bouches qui sont très-voisines de la mer, on en voit

beaucoup plus d'éteintes que de celles qui sont encore actives. De tant de volcans qui étaient autrefois embrasés près du golfe de Naples, il ne reste maintenant que le Vésuve.

§ 596. On ne peut pas non plus admettre que les laves contiennent du soufre en abondance, puisqu'elles en sont généralement privées. A l'exception de cette petite quantité de soufre qui se forme quelquefois par la décomposition du gaz hydrogène sulfuré, sur les parois des fentes par lesquelles passent les vapeurs des laves encore fumantes, on ne trouve aucune particule de soufre dans la majeure partie des courans de lave : je dis *dans la majeure partie*, parce qu'on en a trouvé quelquefois dans les laves de l'île de Bourbon, dans quelques-unes de la campagne de Rome, et j'en ai moi-même recueilli quelque échantillon dans les laves du Mont-Dor en Auvergne. Cependant il est certain qu'en général les laves sont entièrement privées de soufre. Enfin les masses calcaires ne sont pas rejetées par le Vésuve aussi fréquemment que le pense M.r Patrin: elles sont très-rares dans les éruptions modernes, comme je l'ai déjà dit au § 255; et tous les naturalistes qui ont étudié le Vésuve, ont pensé, sans mettre leur esprit à la torture, que ces morceaux détachés de carbonate calcaire, tantôt seul, tantôt mêlé avec différentes substances et cristallisations, appartenaient aux couches internes

que le volcan a rompues et brisées dans ses premières explosions, ce qui pourra encore arriver dans les explosions postérieures.

§ 597. M.r Patrin publia pour la première fois son hypothèse dans le *Journal de physique* du mois de mars 1800. Deux ans auparavant, je m'étais occupé du même objet dans la *Topographie physique de la Campanie*, imprimée à Florence en 1798. A la page 202 de cet ouvrage, je proposai une conjecture à laquelle je donnai un plus grand développement dans l'appendice, depuis la pag. 355 jusqu'à la pag. 369, et encore dans une lettre écrite à M.r Thomson, savant naturaliste anglais, et insérée au *Journal littéraire de Naples*, vol. 106, septembre 1798. Je reproduisis la même conjecture dans l'ouvrage qui a pour titre: *Voyages physiques et lithologiques dans la Campanie*, imprimé à Paris en 1800, et traduit en français par un habile écrivain, M.r le Baron de Pommereuil. Je ne puis comprendre comment M.r Patrin a pu tant de fois m'accuser de plagiat, et de m'être attribué ses idées. Qu'on voie la 1.e édition du *Nouveau Dictionnaire d'histoire naturelle appliquée aux arts*, imprimé à Paris en 1813 et 1814, tom. 3, art. *bitume*; tom. 17, art. *pétrification*; tom. 18, art. *volcans*, pag. 428–445. Pour ne pas ennuyer le lecteur, je ne cite que les passages qui me sont tombés sous les yeux dans ce Dictionnaire, et je passe

sous silence les répétitions de la même accusation qu'on trouve dans tous les ouvrages auxquels la plume de M.r Patrin a eu quelque part, même dans ceux qui sont adressés au beau sexe, comme dans les notes sur les *Lettres à Sophie* de M.r Louis-aimé Martin.

§ 598. Je ne puis cependant pas me dispenser de faire observer, 1.° que l'hypothèse de M.r Patrin est tout-à-fait différente de la mienne. Ses principaux articles sont: la circulation de l'acide muriatique et son oxigénation dans les schistes argileux; — la continuelle désoxidation et réoxidation des substances métalliques renfermées dans les schistes; — la formation de l'huile par la combinaison de l'hydrogène et du carbone avec l'oxigène; — celle du pétrole par la combinaison de l'huile avec l'acide sulfurique; — la présence du soufre et du phosphore dans le fluide électrique; — enfin la formation des laves et des matières solides par la concrétion des gaz. Aucune de ces idées n'est admise dans les conjectures que j'ai proposées; 2.° s'il s'agissait ici de plagiat, je le demande, sur qui pourrait tomber le soupçon? serait-ce sur celui qui a publié ses idées en 1798, ou sur celui qui a fait imprimer les siennes en 1800? Par quel motif M.r Patrin a-t-il feint d'ignorer l'*appendice à la Topographie physique de la Campanie*, et la *Lettre à M.r Thomson*, l'un et l'autre écrits

et publiés en 1798? Il a écrit et répété bien de fois que je lui ai pris sa théorie, et que je l'ai déguisée en la présentant d'une manière fort vague. Je crois pouvoir dire avec plus de raison qu'il s'est lui-même emparé de mes idées, qui quoique fort simples, sont fondées sur l'observation, et par conséquent probables; et qu'il les a surchargées de tant de combinaisons purement imaginaires, qu'il les a rendues invraisemblables. Je ne serais point entré dans cette discussion, si l'injuste reproche de M.r Patrin ne m'avait été fait, et s'il n'avait été répété tant de fois dans un ouvrage très-renommé par la célébrité méritée de ses collaborateurs, et qui est dans les mains de tous les amateurs des sciences naturelles. Je dois pourtant témoigner ma reconnoissance aux savans qui s'occupent de la nouvelle édition de ce Dictionnaire presque entièrement refondu et considérablement augmenté, et qui en réformant les articles de M.r Patrin, les ont purgés de tout ce qui n'était pas conforme à la vérité.

CHAPITRE XCVII.

Conjectures sur la cause générale des volcans.

§ 599. L'illustre chimiste et minéralogiste Bergman, après avoir confronté ensemble les produits de divers volcans, les phénomènes qu'on observe dans les contrées volcanisées, les principales opérations de ces bouches ignivomes, leur manière d'agir, et les changemens opérés dans ces parties de la superficie du globe qui ont été exposées à l'action des feux souterrains, conclut avec juste raison, que la cause de tous les volcans est la même. En effet, abstraction faite de quelques particularités, toutes les relations des embrasemens volcaniques qui nous ont été transmises par les historiens, comme celles que des observateurs éclairés nous communiquent à présent, sont tellement uniformes, que dans chacune d'elles, on voit se reproduire à peu près les mêmes phénomènes. Les volcans d'Amérique ainsi que les autres accidens naturels de cet immense continent, gradués sur une plus grande échelle, présentent parfois quelques éruptions singulières dont nous parlerons dans la suite, mais leurs opérations communes, quoique bien plus extraordinaires, sont cependant analogues

à celles des autres volcans. Cette uniformité des effets suppose certainement l'identité de la cause qui les a produits, et cette cause principale, cette cause générale me paroît être le bitume fluide ou bien le pétrole dont la combustion peut être modifiée par le concours d'autres substances et par des combinaisons de circonstances locales.

§ 600. Le bitume fluide est répandu avec une très-grande profusion dans toutes les parties du globe. En divers lieux de l'Apennin de l'Italie, il y a d'abondantes sources de pétrole. Dans l'Alzace, on trouve en abondance le pétrole et l'asphalte dans un lit de sable, entre deux couches d'argile schisteuse. Le même bitume est fréquent dans d'autres contrées de la France, comme à Begrède, près d'Anson, en Languedoc; à Gabian, aux environs de Beziers; dans les Landes, près de Dax; à Porentruy, etc. En Angleterre, dans une mine de charbon fossile, on a vu couler pendant quelque temps, une rivière souterraine de bitume, et le puits de pétrole de S.^{e} Cathérine, près d'Édimbourg, est très-renommé. On trouve le pétrole en Bavière, dans le lac Tegern; en Galice, dans une vallée voisine des monts Krapaths; dans la Moldavie; dans la Suisse, près de Newchâtel; et dans les mines de sel de la Transilvanie. Sur les eaux de la mer Morte ou du lac Asphaltide, formé par le Jourdain, eaux chargées de beaucoup de sels et

spécialement de muriate de soude, on voit surnager et flotter une très-grande quantité d'asphalte, qui sortant fluide du fond du lac, se consolide à la superficie, et est recueilli par les Arabes qui en font un commerce. Qu'on réfléchisse sur le mélange du pétrole avec l'eau salée, phénomène qui se répète dans beaucoup d'autres lieux parmi lesquels je me bournerai pour le présent à citer les puits de pétrole de l'Apennin de Plaisance, dans lesquels le bitume fluide flotte sur les eaux chargées de muriate de soude, de chaux et de magnésie (Voy. le *Mémoire de M.r Gottardi sur les eaux de Lusignan*, imprimé à Parme en 1813), et le pétrole de la péninsule d'Abscharon, à la base du Caucase, où suivant la relation de Bieberstein, près de quelques lacs d'eaux salées, il y a d'abondantes sources de bitume et de naphte. Le long du Tigre, les sources de naphte sont si abondantes, qu'une grande partie de cette substance est emportée jusque dans les eaux du fleuve, où flottante et allumée par les navigateurs, elle présente le spectacle curieux d'un fleuve enflammé (Voy. *Malte-Brun*, tom. 3, pag. 116). Près de la mer Caspienne, on recueille une si grande quantité de pétrole, qu'elle produit pour le prince de cette contrée, un revenu de deux cents mille francs. Dans la Perse, il y a des puits très-abondans en pétrole. Dans le golfe de Bengale, on retire le pétrole de 560

puits ; et dans les *Recherches asiatiques*, vol. 6, art. 6, on fait mention du pétrole de l'empire de Burmha.

§ 601. Ensuite le pétrole abonde singulièrement dans les lieux qui ont été autrefois bouleversés par les volcans, et dans ceux qui sont encore le théâtre de leur fureur. Citons ici quelques exemples des uns et des autres. Dans l'Italie, l'une des contrées qui ont été les plus exposées aux révolutions volcaniques, est le Latium, où l'asphalte existe en très-grande quantité (Voy. Spadoni, *Voyage dans l'antique Latium*). Dans le département du Puy-de-Dôme, qui, à diverses époques, a été agité par les volcans, les matières bitumineuses sont très-abondantes ; et une chose qui mérite surtout d'être prise en considération, c'est, dans le département de l'Hérault, l'union des substances volcaniques avec les sources de pétrole et avec les étangs d'eau salée, phénomène semblable à celui que nous avons indiqué dans le paragraphe précédent, en parlant du lac Asphaltide, des Apennins et de la péninsule d'Abscharon (Voy. les *Considérations sur le département de l'Hérault* par Marcel de Serres et Fleuriau de Bellevue, dans le *Journal des mines*, n.° 141). Dans l'île de Java, contrée volcanique, La-Billardière rencontra une fontaine dont les eaux se couvrent du pétrole qui s'y amasse ; et il vit dans le même lieu, une grande quantité de pierres ponces (Voy.

Voyage à la recherche de la Peyrouse, tom. 2, pag. 319). Enfin dans la *Collection de voyages* de Malte-Brun, tom. 4, on trouve l'extrait d'un voyage fait à l'île de la Trinité par le capitaine Mac-Collum qui rapporte que sur le port dit d'Espagne, il y a une fortification placée à la sommité d'un volcan éteint dont on reconnoît encore le cratère, et que dans l'île, on voit un lac d'asphalte situé dans une contrée formée de cendres et de scories volcaniques. Dans le *Voyage aux îles de la Trinité, de Tabago*, etc., par Dauxion-Lavaisse, ce navigateur confirme l'abondance du pétrole dans l'île de la Trinité, mais il nie le caractère volcanique de ce site : il fait cependant mention d'une roche qu'il appelle mandelstein ; et il me paroît très-probable qu'il a donné ce nom à quelque roche volcanique.

§ 602. Si ensuite nous examinons les contrées dans lesquelles les volcans exercent maintenant leur activité, nous y trouverons souvent le pétrole. Nous en avons une source à la base du Vésuve ; cette source se manifeste à la surface de la mer. Dampier parle d'un bitume fluide qu'on voit sourdre sur la côte d'Amapalla, dans le Mexique, où il y a des volcans qui fument encore. Molina dans l'*Histoire naturelle du Chili*, pag. 68, *seconde édition*, dit que les sites volcaniques des Andes fournissent les bitumes en abondance, c'est-à-dire, la *naphte*, le *pétrole*, etc.

Dans les *Annales des voyages* de Malte-Brun, tom. 14, pag. 328, en décrivant le cratère du volcan appelé *Brama*, situé au milieu des montagnes de l'île de Java, on dit que le fond de ce cratère est occupé par une eau fumante verdâtre, couverte dans quelques endroits d'une écume noire qui paroît être un pétrole. Marsden qui a vecu plusieurs années dans l'île de Summatra, et qui a décrit les volcans actifs de cette île, observe que les sources de pétrole y sont communes. Dans les contours du fleuve de Kamtschatka, contrée bouleversée encore aujourd'hui par des volcans actifs, il y a des cantons entiers de montagnes fumantes, de ruisseaux et de sources d'eaux chaudes qui sont différentes des autres du même pays, parce que le pétrole nage sur leur surface (Voy. le *Mémoire* de Dietrich dans le *Journal de physique*, tom. 18). Flaccourt près des îles volcaniques du Cap-Vert, vit la mer couverte de pétrole (*Voyage à Madagascar*, tom. 1, pag. 237). Enfin la naphte et le pétrole abondent dans la vallée de Noto, en Sicile, vallée qui a été entièrement bouleversée par les anciens volcans, et où le volcan le plus grand de l'Europe a fixé son siége de temps immémorial. Pline dans le livre 35, chap. 15, parle du pétrole dont les habitans d'Agrigente faisaient usage pour les lampes, à la place d'huile, *utuntur eo ad lucernarum lumina, olei vice.* On connoît les

deux pays *Pétralie*, ainsi nommés du pétrole qui jaillit à ruisseaux, ou seul ou avec les eaux, et que les habitans ne manquent pas de recueillir. Dans la campagne de Bivona, le pétrole nage sur les eaux de plusieurs fontaines; on en trouve à Mistretta, à Savoca, près de Lionforte, et dans d'autres lieux. Le lac dit *Naftia* est fort connu; il tire son nom de la naphte ou pétrole qui se montre sur la surface de ses eaux, et dont l'odeur se fait sentir à une distance considérable: c'est le lac *Palicorum* des anciens, mentionné par Aristote, Macrobe, Diodore de Sicile, etc., et dont les phénomènes ont donné lieu à beaucoup de fables (Voy. le *Mémoire* de Ferrara *sur le lac Naftia*, imprimé à Palerme en 1805).

§ 603. On m'objectera que si le pétrole était l'agent principal de l'embrasement des volcans, on devrait du moins en apercevoir quelques traces dans les éruptions: je répondrai que dans les éruptions, les traces du pétrole ont été en effet souvent observées. Dolomieu à la page 98 de la *Dissertation de Bergman sur les produits volcaniques*, imprimée à Florence, dit dans une note, que les scories récentes qui couvrent les laves, donnent bien souvent des indices non équivoques d'huile de pierre, sont grasses, onctueuses, fuligineuses, et font détoner le nitre, mais qu'elles perdent bientôt ces parties oléagineuses, et n'en retiennent aucun vestige. Martino, auteur

napolitain, dit aussi : *Ignis qui extremo incendio effluxit anno* 1631, *rebus corporibusque adhœrebat quasi esset unctuosus.* Mais Serrao s'explique encore plus clairement dans l'histoire de l'éruption du Vésuve qui eut lieu en 1737, écrite pour l'Académie des sciences de Paris : à la page 142 de la 5.e édition, il assure qu'il a eu sous ses yeux des blocs de roche et des pierres des nouvelles laves qui avaient été vomies, et que ces blocs et ces pierres présentaient des traces de pétrole. Humboldt, Gay-Lussac et De Buch étant montés sur le Vésuve pendant que le volcan était en activité, furent enveloppés par une masse de vapeurs très-épaisses et noires. Mais quelle fut la sensation qu'ils éprouvèrent simultanément ? *On sent l'asphalte*, se dirent-ils entr'eux ; *cette odeur est précisément celle du pétrole.* Telle fut l'impression qui se renouvella toutes les fois qu'ils furent enveloppés par les mêmes vapeurs (Voy. *Bibl. britan.*, tom. 30, pag. 257). Le même fait a été encore confirmé par Humboldt dans la *Relation historique du voyage aux régions équatoriales*, tom. 1, chap. 5, où en parlant du pétrole de la péninsule d'Araya, il assure que de temps en temps on en sent l'odeur aux bords des cratères allumés. Nous avons donc plusieurs observations qui nous portent à penser que le bitume fluide prend une part très-active dans les embrasemens du Vésuve. Passons maintenant à

l'Etna. Ferrara, historien très-exact de ce volcan, affirme avoir souvent observé du pétrole souterrain autour des fentes, près des nouvelles bouches des éruptions ; et d'avoir plusieurs fois recueilli sur les matières qui forment les bords du cratère, beaucoup de scories récemment rejetées, qui étaient enduites de la même huile. Dans l'ouvrage qui a pour titre : *Histoire naturelle de la Sicile*, imprimé à Catane en 1813, il fait mention de quelques laves, qui, dans leurs cavités, contenaient des gouttes de naphte de couleur jaune obscure, et d'une odeur très-forte : voilà un autre volcan qui nous offre les mêmes indices de pétrole. Enfin pendant l'éruption qui eut lieu en 1707, dans l'île de Santorino, lorsqu'il se forma une nouvelle île entre la grande et la petite Kammeni, une matière oléagineuse, iridescente, se répandit sur la surface de la mer : cette substance oléagineuse était un pétrole et une naphte (Voy. *Voyage pittoresque en Grèce*, tom. 1, pag. 90). Que si dans les embrasemens volcaniques, les traces du pétrole ne sont pas plus fréquentes, on n'en doit pas être surpris. D'abord ce n'est que depuis peu de temps qu'on a commencé à étudier et à observer les volcans ; et il est bien peu de personnes qui prennent plaisir à les visiter, lorsqu'ils sont en activité. Puis comme la combustion du pétrole a lieu à de grandes profondeurs

au-dessous de la superficie de la terre, il est rare qu'on puisse le reconnoître : les parties oléagineuses se détruisent dans la combustion, et le plus souvent l'odeur en est masquée par l'odeur encore plus forte des gaz acide-muriatiques ou acide-sulfureux. Enfin on doit faire attention que les vapeurs de quelques laves abondent, comme nous le dirons dans la suite, en muriate ammoniacal, et l'ammoniaque est une des substances contenues dans les bitumes fluides.

§ 604. De cette série de faits, qui s'accroîtra avec le temps, il me semble qu'on peut déduire que le pétrole est le principal agent de l'embrasement des volcans. C'est ce qu'avait déjà pensé Bergman, en sorte que je n'ai fait que reproduire son idée, la développer et la corroborer de plusieurs preuves. Dans sa dissertation sur les produits volcaniques, § 16, ce célèbre auteur propose cette question: « Comment le feu naît-il » dans les cavernes souterraines, et par quels mo» yens se conserve-t-il? » Et il la résout en observant qu'on ne connoît dans tout le règne fossile, de matière plus appropriée à cet objet, que l'huile de pierre. Une fumée épaisse et copieuse accompagne toujours sa combustion; et Bergman regardait comme très-vraisemblable que cette noire et épaisse fumée qui sort quelquefois en grande quantité et avec véhémence, des cratères

volcaniques, doive être attribuée au pétrole. Examinons maintenant, mais sans nous appesantir sur les détails, si par la combustion de cette matière, on peut rendre raison des principaux phénomènes des volcans. J'observe d'abord que dans quelques relations d'embrasemens volcaniques sous-marins, on a parlé de flammes qui se font voir à la superficie et au milieu des eaux de la mer (Voy § 277). Mais les substances oléagineuses, et en particulier les pétroles peuvent se conserver allumés dans l'eau (Voy. ce qui a été dit au § 600). Cependant dans la théorie des volcans, le phénomène le plus embarrassant est celui de leurs périodes tantôt de fureur, tantôt d'action modérée et pour ainsi dire régulière, et tantôt de parfaite tranquillité. Il n'y a que la combustion d'un fluide qui puisse se concilier avec de pareilles circonstances. Le pétrole filtre, comme l'eau, à travers la terre, et circule dans ses canaux internes. Il pourra en quelque site s'en former un amas qui se consumera dans une combustion produite par quelqu'une de ces combinaisons qui ont souvent lieu dans la nature. L'incendie durera jusqu'à ce que le pétrole soit consumé, et il sera plus ou moins considérable, selon les degrés d'intensité qu'aura la combustion, c'est-à-dire, selon la quantité et la pureté de la substance combustible. La matière une fois consumée, et l'aliment

se trouvant épuisé (1), on verra cesser aussi les phénomènes qui pourront cependant se renouveler, s'il se forme un autre amas suffisant de fluide bitumineux, et s'il survient une cause qui soit propre à l'enflammer. Que si à mesure que le pétrole se consume dans le lieu où il s'est amassé, il est remplacé par quelque source qui fournisse de nouvelle matière, l'embrasement pourra continuer pendant plusieurs siècles, c'est-à-dire, tant que durera la cause qui fournit l'aliment. Telle est peut-être la constitution du volcan de Stromboli, dont l'époque la plus reculée que l'histoire nous fasse connoître, est antérieure d'environ trois siècles à l'ère chrétienne (Voy. *Strabon*, liv. 6): depuis ce temps jusqu'à présent, les explosions de ce volcan sont régulières et continues, si l'on excepte quelque courte période de grandes éruptions, qui sont probablement produites par des afflux extraordinaires de pétrole. Un autre phénomène qu'on observe très-souvent dans les volcans, est leur voisinage de la mer, ce qui a fait penser à la majeure partie des naturalistes qu'il y a une communication

(1) Du temps de Pline, on voyait dans la campagne d'Agrigente, plusieurs sources de pétrole (Voy. § 602); maintenant il n'y en a qu'une dite *degli Strazzanti*, dans le jardin de S.e Anne; les autres ont pris diverses directions; quelques-unes existent dans des lieux dont les anciens n'ont fait aucune mention (Voy. *Ferrara*).

entre la mer et l'intérieur des volcans. Mais si la cause productrice de ceux-ci est une matière fluide, cette matière en circulant dans l'intérieur de la terre, doit toujours se diriger vers les parties les plus basses, comme c'est le propre des fluides. Les parties les plus basses du globe sont celles qui se rapprochent les plus de la mer, et comme les fluides qui coulent sur la superficie de la terre, ont leur cours dans la direction de cette mer, de même ceux qui circulent dans l'intérieur du globe, sont transportés par la force de gravité, vers les grandes profondeurs de cette même mer, du moins autant que le permettent les communications souterraines et le niveau des canaux de circulation. Enfin j'observerai que dans cette hypothèse, il est facile d'expliquer la formation de ces volcans qui se sont allumés au milieu de roches primitives (Voy. §.^{es} 203 et 585). Dans la péninsule d'Araya, qui fait une dépendance de l'Amérique méridionale, Humboldt a observé une source de pétrole très-abondante, qui jaillit des schistes micacés, et de ces schistes sortit une grande masse d'eau salée, mêlée d'asphalte pendant le tremblement de terre qui bouleversa Cumana en 1530. Voilà un nouvel exemple qu'on peut joindre à ceux que nous avons rapportés dans les §.^{es} 600 et 601, sur la fréquente association du pétrole avec l'eau salée, phénomène qui mérite une attention réfléchie,

puisqu'il est démontré par une série de faits. Lorsque l'habile observateur Menard écrivait dans le *Journal de physique*, tom. 81, pag. 43: « Où » a-t-on jamais vu les pétroles et les bitumes » placés sous le granit, dans le granit, ou seu- » lement sous les marbres? » Il ne pouvait pas connoître les faits qui nous ont été communiqués, depuis peu de temps, par M.r Humboldt. Mais admettons que les substances bitumineuses aient leur gisement dans les roches qui appartiennent aux formations postérieures à la primitive (quoiqu'on ne doive pas perdre de vue ce qui a été dit dans le § 406), admettons que les roches de transition et les secondaires soient les plus voisines de la superficie de la terre, cela n'empêche pas qu'il n'existe des fentes et des canaux souterrains de communication par lesquels le bitume fluide peut couler et s'amasser dans les vides de l'intérieur des roches primitives, qui, par leur situation respective, sont les plus basses.

§ 605. Sur le continent Européen, il n'y a maintenant qu'un seul volcan en activité; mais sans parler des contrées qui pourraient être l'objet de quelque contestation, nous avons en Italie, en France, en Allemagne, en Espagne et ailleurs des traces incontestables de nombreux volcans éteints, et dont l'existence a précédé les temps historiques. Nous ignorons si ces volcans se sont respectivement succédés, ou si quelques-uns ont

existé simultanément ; mais il est certain que dans beaucoup de parties de l'Europe, les volcans ont autrefois exercé leurs fureurs. Comment donc à présent leur nombre a-t-il si fort diminué dans quelques lieux ? Je pense que la nature a à sa disposition des moyens pour produire les substances bitumineuses et oléagineuses, indépendamment des matières animales et végétales ; mais je pense encore que celles-ci en accroissent considérablement la quantité : et cela ne doit pas nous surprendre. Les nitrates, les phosphates, les sels alcalins et autres substances qui se trouvent dans les produits du règne fossile où ils n'ont eu, ce semble, aucune relation avec les êtres organiques animaux ou végétaux, résultent aussi en grande abondance, de la décomposition ou de la combustion des mêmes matières animales et végétales. Cela posé avant que l'espèce humaine s'établît et se propageât en Europe, la superficie de cette partie de la terre était abandonnée aux forces de la nature : qui sait pendant combien de siècles elle a été couverte de forêts, et peuplée d'animaux ? Combien et quels étonnans amas de matières végétales et animales n'ont-ils pas dû se former en divers lieux, et constituer ces dépôts de matières combustibles qui sont restées ensevelies dans les couches terrestres ? Mais les bitumes fluides, s'ils n'ont point trouvé de base à laquelle ils aient pu s'attacher, ont été obligés

de circuler dans la terre, en suivant l'inclinaison des canaux souterrains, et ils se sont rassemblés dans les diverses cavernes où ils ont donné naissance aux volcans. L'ordre actuel des choses se trouvant établi, et à mesure que l'espèce humaine s'est multipliée, le nombre et la grandeur de ces dépôts qui autrefois se formaient si fréquemment et étaient si étendus, ont dû diminuer: par conséquent la production du bitume fluide a dû aussi décroître. Cela pourrait bien être la cause de ce grand nombre de volcans qui dévastent même à présent quelques parties de l'Amérique. Nous sommes habitués à voir de petites combustions de bitume fluide; notre imagination est accoutumée à n'envisager que de petites flammes produites par de petites quantités de matière: mais avec quelle échelle pourrions-nous mesurer les effets qui résulteraient d'un lac de bitume enflammé dans un lieu fermé comme un fourneau à réverbère?

§ 606. Reste maintenant à examiner de quelle manière pourra commencer la combustion. Le pétrole est volatil, et comme il fournit beaucoup de gaz hydrogène, il s'allume facilement. Une étincelle pourra suffire pour occasionner un incendie, et les combinaisons capables d'exciter cette étincelle, ne sont pas bien difficiles à imaginer. Les exemples de mines de charbon fossile qui s'allument sans qu'on en connoisse la cause,

sont assez fréquens. On pourrait indiquer bien des circonstances où dans les grandes cavernes souterraines il se développe un degré de chaleur capable de produire une combustion. Il est encore très-probable que l'électricité souterraine ait quelque influence sur cette opération. La quantité de matière électrique, qui, suivant les relations de tous les observateurs, se développe dans les éruptions et dans les détonations souterraines qui les accompagnent, donne beaucoup de vraisemblance à cette conjecture. Que sera-ce ensuite si quelque principe phosphorique s'unît au pétrole? La fréquence du phosphore dans le règne fossile, et la facilité avec laquelle il se combine avec les huiles, rendent très-probable la conjecture qu'au pétrole s'unit quelque principe phosphorique, et que par suite de cette union, il se développe un gaz hydrogène phosphoré qui s'enflamme au seul contact de l'air, et peut produire de grandes explosions avec le concours de l'oxigène. J'observerai encore que suivant quelques chimistes, l'acide sulfurique peut enflammer le pétrole, comme il allume les huiles volatiles. Klaproth (*Dict. de chimie*, art. *manganèse*) rapporte sur l'autorité de Black, que l'oxide noir de manganèse, mêlé avec l'huile de lin cuite, prend feu et s'enflamme, et Fourcroy (*Système des connoissances chimiques*, sect. 5, art. 10, § 38) enseigne que le manganèse s'enflamme

par suite de son mélange avec l'acide muriatique oxigéné. Plusieurs phénomènes démontrent que les acides sulfuriques et muriatiques jouent quelque rôle dans l'intérieur des volcans, comme nous aurons occasion de le dire. Les roches qui contiennent le manganèse et ses oxides, ne sont rien moins que rares dans le globe, et les effets qui d'après les observations de Black, sont produits par l'huile de lin, pourraient bien l'être aussi dans quelque circonstance, par le pétrole. Il paroît donc que nous ne devons pas être fort en peine pour concevoir la manière dont la combustion peut commencer, et si sur la superficie de la terre, nous ne manquons pas d'exemples d'embrasemens, je dirais presque spontanés, le même phénomène pourra se répéter encore au-dessous de la superficie de la terre, dans des sites qui seront favorables à la production du même effet. Il sera bien plus difficile de déterminer quelle est la source d'où peut dériver l'oxigène nécessaire à la combustion d'immenses masses de bitume fluide. Nous nous occuperons bientôt de cet objet, et nous indiquerons les moyens dont la nature peut se servir pour maintenir la combustion.

CHAPITRE XCVIII.

Application des précédentes conjectures aux circonstances particulières du Vésuve.

§ 607. Il résulte de ce que nous avons dit dans le chapitre précédent, que la formation d'un volcan dans une partie du globe, dépend nécessairement du concours des circonstances suivantes : — l'existence de quelque vaste caverne souterraine ; — l'afflux d'une quantité considérable de bitume fluide ; — l'intervention d'une cause qui produise l'incendie ; — la présence d'une substance capable de fournir l'oxigène ou l'accès à l'air atmosphérique. Comme il est assez difficile que ces quatre circonstances se combinent dans un même site, les volcans ne sont pas aussi fréquens qu'ils pourraient l'être, si l'action d'une ou de deux causes suffisait à leur formation. A ces premières causes qui sont de nécessité absolue, on peut joindre d'autres causes accessoires ou secondaires, dépendantes des circonstances locales. Ces causes subalternes pourront influer sur les embrasemens des volcans, en modifier les opérations, et en faire varier les produits. Je désire qu'on prête une attention réfléchie à ce que je vais dire, afin qu'on ne me

reproche pas d'avoir proposé une hypothèse trop compliquée. Le premier agent, l'agent général des volcans, me paroît être un et très-simple, c'est-à-dire, l'inflammation du pétrole; mais lorsque le feu est allumé dans un lieu, il doit agir sur tout ce qui se trouve dans sa sphère d'activité; et comme les couches de la terre ne sont pas partout les mêmes, les effets de la cause principale qui ne change jamais, pourront être modifiés par le concours d'autres substances, et par la multiplicité des combinaisons de ces substances: et de là résultent des différences dans la manière d'agir du volcan, et dans le caractère de ses productions. L'Etna et le Vésuve sont des volcans ardens; cependant les vapeurs du premier abondent en acide sulfureux, et celles du second en acide muriatique. Dans les laves vésuviennes tant anciennes que modernes, on observe très-fréquemment des amphigènes qu'on chercherait vainement dans la majeure partie des lieux volcaniques, hors de l'Italie. Les feld-spaths qui se présentent à peine dans les laves de quelques volcans, sont tellement abondans dans celles des Champs-Phlégréens, et principalement de l'île d'Ischia, qu'ils occupent la plus grande partie de la masse. Comme le Vésuve appartient a l'Italie, et que c'est le volcan que nous pouvons étudier avec le plus de facilité et le moins de peine, ce sera à ce volcan et à ses phénomènes,

que nous appliquerons les conjectures que nous avons proposées dans le chapitre précédent.

§ 608. Nous ignorons l'époque du premier embrasement du Vésuve ; mais il est certain que cette époque doit remonter à une antiquité très-reculée, et peut-être antérieure aux temps historiques, puisque du temps de Strabon, cette montagne était parfaitement tranquille, et qu'on avait même perdu la mémoire de ses anciens embrasemens. En effet, cet auteur aussi habile physicien qu'exact historien, en faisant la description de cette contrée, et parlant de la fertilité du sol, observe avec beaucoup de discernement que d'après la nature des pierres, on pouvait conjecturer que ce site avait été autrefois en combustion. Si, de son temps, la tradition des embrasemens se fut conservée, il y a lieu de présumer qu'il en aurait fait mention, au lieu de recourir à un argument dont la force ne pouvait être appréciée que par les philosophes. A l'appui de ce que Strabon nous assure, je dirai que les pierres dont anciennement on avait fait usage pour la construction tant de la ville de Pompeïa que de celle d'Herculanum, étaient des laves volcaniques dont quelques-unes sont parfaitement semblables à celles qui sortent maintenant du Vésuve. Peu d'années après Strabon qui était contemporain d'Auguste et de Tibère, les éruptions commencèrent de nouveau

sous le règne de Titus, c'est-à-dire, l'an 79 de notre ère. Depuis cette époque jusqu'à nous, le Vésuve a été généralement reconnu pour un volcan, bien que quelquefois il ait été tranquille pendant plusieurs années : ces intervalles n'étaient pas assez considérables pour détruire la mémoire de ses embrasemens. Sa plus longue période de repos que l'on connoisse, fut depuis 1500 jusqu'en 1631. Pendant cet espace de temps, son cratère intérieur devenu accessible jusqu'à la profondeur d'un mille, était revêtu de plantes et de gros arbres, et c'était une chose vraiment curieuse de voir les animaux paître, et les hommes couper du bois dans un lieu qui avait tant de fois vomi des torrens de flammes. Le Vésuve s'étant enflammé de nouveau en décembre 1630, ses éruptions ont été plus fréquentes : il y a cependant eu des intervalles de repos qui souvent ont duré plusieurs années.

§ 609. L'antiquité très-reculée de ce volcan, la multiplicité, l'intensité et l'intermittence de ses incendies ne peuvent donc point se concilier avec l'hypothèse d'une mine de charbon fossile ou de couches de pyrites et de sulfures métalliques qu'on supposerait dans un état de combustion. Si une mine de charbon fossile s'embrase, le feu doit s'éteindre après un certain temps, et lorsque la substance charbonneuse se trouve consumée (Voy. § 586 et suiv.). Les sulfures de fer

une fois enflammés, ne tardent pas à se détruire; et comme dans les volcans, on observe des embrasemens aussi grands qu'intenses, il est certain que si ces embrasemens provenaient des pyrites, ils ne pourraient durer que pendant un court espace de temps, c'est-à-dire, jusqu'à la consomption des sulfures métalliques. Mais par rapport à ces sulfures, il est à remarquer qu'ils peuvent se décomposer tranquillement et pendant un long cours de siècles, pourvu qu'ils ne s'enflamment point; et dans leur décomposition, ils produiront des vapeurs et de la chaleur. Nous en avons des exemples dans les *Lagoni* de la Toscane, et dans la solfatara de Pouzzole, qui, du temps même de Strabon, produisait beaucoup de vapeurs chaudes. Il est donc bien possible que la pyrite participe aux opérations d'un volcan, mais c'est seulement comme cause accessoire, et jamais comme cause principale : en accroissant la température, elle serait tout au plus l'un des moyens qui provoquent l'embrasement.

§ 610. Dans la chaîne de l'Apennin qui environne le Vésuve, il y a beaucoup de substances bitumineuses, et il paroît que cette contrée renferme une grande quantité de charbons fossiles ou d'argile bitumineuse. On en voit des traces à Gifone dans la principauté de Salerne, ainsi que dans la province de Montefusco; et j'en ai encore observé des indices aux environs de Bénévent.

La pierre calcaire fétide de Castellamare est pénétrée par le bitume, et le calcaire fétide se trouve ordinairement au voisinage des substances bitumineuses. Dans cette chaîne de montagnes, il existe des sulfures de fer; et si l'on en remarque à la superficie de la terre, il est très-probable qu'il y en a aussi dans le sein des mêmes montagnes. Il est encore très-vraisemblable que les sulfures de fer sont ou mêlés avec les substances bitumineuses, ou très-rapprochés de celles-ci, puisque le plus souvent le charbon fossile et les pyrites ont leur gisement dans les mêmes contrées. Si les pyrites pénétrées par l'humidité, se décomposent lentement et sans s'enflammer, il se développera du gaz hydrogène sulfuré, et il en résultera quelque degré de chaleur qui pourra accroître la température du lieu au point de produire un incendie. Cette chaleur pourra encore agir sur les substances bitumineuses, et en faire distiller le pétrole; et comme les charbons fossiles sont riches en soufre et en ammoniaque, ces substances pourront s'unir au pétrole qui a la propriété de les dissoudre.

§ 611. Dans le lieu où est situé le Vésuve, je conçois donc des vides et des cavernes dont il ne me paroît pas qu'on puisse révoquer en doute soit l'existence, soit l'étendue. Toute la matière qui forme le Vésuve, le mont Somma et la base de ces deux montagnes (matière qui a été ou fondue,

ou modifiée par le feu, ou lancée par la force des éruptions en morceaux détachés), toute cette matière, dis-je, étant sortie des entrailles de la terre, a dû y laisser beaucoup de cavernes, et c'est dans ces cavernes que travaille actuellement le volcan, étendant toujours de plus en plus son foyer. Je considère comme absolument fausse l'opinion de Buffon et de quelques autres naturalistes, qui ont pensé que la fournaise des volcans est placée dans la masse même de la montagne, et peu loin de sa sommité. Je conçois donc se rassemblant dans ces cavernes souterraines, le pétrole qui distille des Apennins, de la manière que je viens de l'exposer, ou qui provient de régions souterraines plus éloignées, et dont la présence dans le voisinage du Vésuve est démontrée par les bulles qui s'élèvent au-dessus de la superficie de la mer, à la base du volcan (Voy. § 602). Il me semble encore probable qu'au pétrole se joigne une matière phosphorique ainsi que quelque quantité d'eau saturée de muriate de soude. La première conjecture est fondée sur l'observation que la pierre calcaire de l'Apennin de Castellamare, près du Vésuve, pulvérisée et jetée sur le feu, donne une lumière phosphorique verdâtre, comme celle de l'Etramadure et de Marmarosch. J'ai répété plusieurs fois cette expérience sur quelques variétés de carbonate calcaire de cette contrée, et j'ai toujours

obtenu le même effet. Ensuite pour ce qui regarde l'eau chargée de sel marin, je penche à croire qu'elle se rassemble dans les cavernes du Vésuve avec le pétrole, vu la quantité de sel marin qui existe dans les Apennins, à l'est du Vésuve (je prie le lecteur de se rappeler de ce que j'ai dit dans les §.es 600, 601 et 605 sur le mélange du pétrole avec l'eau salée). Les eaux de Castellamare très-voisines du Vésuve, sont chargées de muriate de soude. Entre Salerne et Pœstum, il y a un fleuve d'eau salée, et dans les environs d'Avellino, il existe plusieurs sources d'eau de la même nature. Comme tous les fluides qui circulent dans le globe, tendent vers les parties les plus basses, c'est-à-dire, vers la mer, il semble très-probable que ces différentes substances fluides se dirigent par les canaux souterrains, vers les profondeurs du Vésuve qui est situé à la plage de la mer. Le pétrole étant spécifiquement plus léger que l'eau salée, doit surnager; et comme il est volatil, et qu'il fournit beaucoup de gaz hydrogène, il s'enflamme très-facilement par l'action d'une cause pour si peu intense qu'elle soit, et même spontanément s'il est mêlé avec quelque principe phosphorique, comme on l'observe dans l'hydrogène phosphoré.

§ 612. Je ne vois aucun principe de physique qui répugne à cette hypothèse que j'ose dire fondée en toutes ses parties, sur les observations

locales, et qui, selon moi, satisfait aussi aux phénomènes. Avec cette hypothèse, on peut rendre raison des embrasemens du Vésuve et de leur intermittence; par elle, on trouve encore l'origine de l'acide muriatique qui quelquefois prédomine dans la fumée que le cratère exhale, du muriate d'ammoniaque et du muriate de soude qui se subliment dans les vapeurs de quelques laves: celle de 1794 fut très-riche en ces deux produits salins. Si l'ammoniaque est composée d'azote et d'hydrogène, il est très-facile que cette combinaison ait lieu dans les entrailles d'un volcan (1), outre qu'elle peut procéder encore du pétrole qui en contient quelque dose; — de la quantité d'acide carbonique qui se développe dans les grandes éruptions, et se manifeste par des mofettes passagères; — du soufre et de l'acide tant sulfurique que sulfureux, selon les divers degrés d'oxigénation. Il me semble très-probable, comme je l'ai déjà dit au § 405, que quelques substances qu'on trouve autour des bouches ignivomes soient non des éduits, mais bien des produits, c'est-à-dire, des résultats des combinaisons qui doivent avoir eu lieu dans ces vastes cavernes, avec un moyen aussi efficace que le

(1) Les expériences de Ritter et de Lampadius ont confirmé celles de Berthollet, desquelles il résulte que l'ammoniaque est composée de 807 d'azote et de 193 d'hydrogène, ou 76 du premier, et presque 24 du second.

feu appliqué dans sa plus grande intensité, à tant de corps de diverse nature. Si cependant on croyait que ces substances n'ont pu se former sans le concours des matières qui les contenaient précédemment, il ne serait pas bien difficile d'expliquer la présence de celles-ci.

§ 613. Dans cette hypothèse, on peut encore concilier l'opinion de ces physiciens qui veulent absolument faire agir l'eau dans les éruptions volcaniques. D'après les raisons que j'exposerai bientôt, je ne puis me persuader qu'il existe une communication entre la mer et l'intérieur des volcans ; et dans la masse d'une montagne petite, isolée et composée de substances successivement rejetées, comme l'est le Vésuve, je ne saurais imaginer des réservoirs d'eau, dont les parois s'ouvrent lorsque la montagne vient à éprouver quelque convulsion. Si l'eau réduite en vapeurs est le moyen dont la nature se sert pour produire les éruptions, et qu'on croie que la seule dilatation des gaz produite par la chaleur de l'incendie, soit insuffisante pour opérer les mêmes effets ; s'il est vrai que les volcans ont quelquefois vomi des torrens d'eau ou de substances boueuses, il me semble plus raisonnable de penser que dans quelque endroit des gouffres volcaniques, il se sera rassemblé, pendant les intervalles de repos, une certaine quantité d'eau, qui, au moment de l'embrasement, s'élevera en

vapeurs, et conservera cette forme tant qu'elle restera renfermée entre les parois du volcan enflammé, et qui quand elle viendra à se refroidir par le contact de l'air, se condensera en fluide. Il importe encore d'observer que comme de fréquentes combinaisons et décompositions d'un grand nombre de substances doivent nécessairement avoir lieu dans l'intérieur d'un volcan, on peut supposer bien des circonstances dans lesquelles des quantités considérables d'eau seront produites, et d'autres circonstances dans lesquelles ce fluide sera décomposé. Ainsi l'eau tantôt réduite en vapeurs, tantôt produite par une combinaison de ses principes, et tantôt décomposée par l'action de quelque substance, peut, ce me semble, avoir beaucoup d'influence dans les opérations des volcans; et cette même eau qui aura été produite dans une circonstance, sera décomposée dans une autre.

CHAPITRE XCIX.

De l'oxigène nécessaire à l'embrasement des volcans.

§ 614. Reste maintenant à examiner le problème touchant la source d'où dérive l'oxigène nécessaire aux grandes combustions des volcans, lesquelles s'opèrent dans des cavernes souterraines séparées et fort éloignées de l'atmosphère. Les récentes expériences de Davy obligent à admettre que la lumière et la chaleur peuvent se produire dans beaucoup de cas indépendamment de la présence de l'oxigène, et que les phénomènes de la combustion ont lieu dans toute combinaison rapide. Mais faisons abstraction de cette nouvelle doctrine qu'il ne nous serait pas bien difficile d'appliquer aux volcans, et ne prenons pour base de notre recherche que les principes généralement reçus et ce qui arrive le plus communément. M.r Thomson, savant naturaliste anglais et mon ami, étant à Naples, entreprit l'examen de ce problème, et crut en avoir trouvé la solution dans l'acide carbonique. Il pensait que le feu du volcan agissant sur la pierre calcaire de l'Apennin qui est au voisinage, en séparait l'acide carbonique, et que par une opération

successive, il décomposait cet acide, en sorte que l'oxigène resté libre pouvait servir à alimenter la combustion. Quoique sur bien des points de l'histoire volcanique, mes idées fussent parfaitement conformes à celles de M.r Thomson, je ne pus adopter sa nouvelle conjecture, et je lui proposai mes doutes dans une lettre qui fut insérée au Journal littéraire de Naples, en septembre 1798.

§ 615. Dans la décomposition de l'acide carbonique, l'oxigène qui est un de ses principes, doit certainement se développer; mais pour obtenir cette décomposition, il est nécessaire que l'acide carbonique soit séparé de la pierre par la force du feu. Quel est donc le principe qui mantient le feu, et lui donne un degré d'énergie capable de calciner la pierre? Si l'on pensait que dans l'intérieur du volcan le feu ne s'éteint jamais, et si par cette raison, sans remonter à la première origine de l'embrasement, on le concevait comme maintenu et alimenté par l'oxigène qui se développe successivement, une pareille hypothèse pourrait être admise, en la restreignant néanmoins au court intervalle de quelques années qui s'écoulent quelquefois entre les éruptions du volcan: mais lorsque le volcan a été tranquille durant le cours de quelques siècles, il ne paroît pas qu'il se soit conservé dans son sein un embrasement sensible et capable de calciner la pierre

calcaire. A l'époque où son cratère était jusqu'à la profondeur de près d'un mille, couvert de plantes et d'arbres, suivant la description qu'en faisait Braccini avant 1631, peut-on supposer qu'il existait dans ses entrailles une combustion permanente? De quelle source le volcan retira-t-il donc cette immense quantité d'oxigène qui lui était nécessaire pour produire un incendie, qui en peu de jours bouleversa une grande étendue de territoire, et occasionna des désastres incalculables, la ruine de cinquante divers cantons, et la mort de quatre mille personnes?

§ 616. En outre, l'acide carbonique qui se dégage de la pierre calcaire, avant de se décomposer et de se résoudre en ses principes, non-seulement ne peut point contribuer à la combustion, mais au contraire la doit faire cesser. Si la calcination de la pierre calcaire s'opérait dans des cavernes fermées et inaccessibles à l'air atmosphérique, l'acide carbonique qui se développerait, devrait bientôt éteindre le feu; et si l'on faisait intervenir l'air atmosphérique, ne serait-il pas inutile de recourir à la décomposition de l'acide carbonique. Enfin le Vésuve depuis fort long-temps ne rejette que rarement quelque morceau de carbonate calcaire, et la terre calcaire n'est elle-même contenue dans la pâte des laves qu'en une fort petite quantité, en sorte qu'il est très-probable que le foyer du volcan

a déjà dépassé la base de l'Apennin, et qu'il travaille maintenant sur une roche primitive fort différente ; auquel cas, il ne peut exister dans ce foyer une grande quantité d'acide carbonique. Il me paroît donc que pour rendre raison des embrasemens volcaniques, et assigner une source plus naturelle à l'oxigène qui est nécessaire pour alimenter ces embrasemens, on doit recourir à quelqu'autre principe différent de celui de la décomposition de l'acide carbonique.

§ 617. L'idée la plus simple qui se présente à l'esprit pour expliquer de quelle manière la combustion peut se maintenir dans l'intérieur d'un volcan, c'est de supposer que cet intérieur n'est pas inaccessible à l'air atmosphérique. Quelle que soit la profondeur des cavernes volcaniques, je ne vois pas pourquoi l'air ne pourrait point y pénétrer : sa présence dans des souterrains très-profonds est démontrée par la lente combustion des charbons fossiles, laquelle dure quelquefois pendant des siècles. Les mêmes fentes à travers lesquelles circule le pétrole avec l'eau, présentent un libre passage à l'air qui pénètre ainsi dans les entrailles des montagnes et en remplit les vides. L'idée des poètes qui ont placé le palais d'Éole dans les cavernes des montagnes, n'est donc pas si absurde. Le feu allumé dans les profondeurs du volcan, absorbera l'air de tous les soupiraux qui y aboutissent, et l'action

du vent sera d'autant plus grande, que ces soupiraux seront prolongés : ces mêmes soupiraux feront l'office des tuyaux d'air qu'on construit dans les grandes fonderies. Supposons cependant que ces communications avec l'air extérieur n'existent pas : c'est non l'air atmosphérique, mais bien l'oxigène qui est absolument nécessaire à la combustion ; et la coopération de l'air atmosphérique dépend entièrement de l'oxigène qui forme l'une de ses parties constitutives. Par conséquent tous les corps qui peuvent fournir l'oxigène, peuvent servir à la combustion. C'est ainsi que nous voyons la poudre brûler dans le vide ; et dans l'atmosphère méphitique de la grotte du Chien, près de Naples, j'ai fait enflammer des huiles essentielles avec l'acide nitreux. Dans l'un et l'autre de ces deux cas, l'oxigène est fourni par l'acide. S'il y a donc dans l'intérieur du volcan, des substances qui contiennent l'oxigène, elles pourront servir à maintenir la combustion. La première substance qui se présente, est l'eau dans l'état fluide ou vaporeux : si cette eau subit une décomposition par l'effet de quelqu'une de ces nombreuses combinaisons qui ont toujours lieu dans l'intérieur des volcans, l'oxigène qui est l'un de ses élémens, devenu libre, pourra contribuer à alimenter le feu. Mais indépendamment de l'eau il y a plusieurs autres substances que les chimistes modernes ont, avec juste raison, appelées

les soutiens de la combustion; tels sont, par exemple, quelques peroxides métalliques, et spécialement ceux de fer et de manganèse. La grande abondance de fer qu'on observe dans les produits des volcans, démontre que ce métal a quelque influence dans leurs opérations; et ce n'est pas faire une supposition invraisemblable, que de concevoir dans les lieux où sont situés les foyers des volcans, des couches de roches chargées de fer peroxidé ou même de pyrites. Ce fer peroxidé peut être facilement privé d'une partie de son oxigène, passer à ces divers degrés d'oxidation qu'il présente dans les matières vomies par les volcans, et être encore rendu à son premier état métallique, puisque beaucoup de laves agissent fortement sur le barreau aimanté. Nous connoissons donc diverses substances sur lesquelles nous pouvons fonder nos conjectures, et qui nous offrent quelques indices propres à nous guider dans la solution du problème.

CHAPITRE C.

Réflexions sur l'activité des volcans.

§ 618. Plusieurs géologues ont attribué aux volcans une grande influence dans ces bouleversemens généraux qu'on observe à la superficie du globe ; mais si l'on veut mesurer la sphère d'activité d'un volcan, sur la quantité des matières qu'il a rejetées de son sein, cette sphère d'activité semble assez limitée, et se restreint à de petites extensions en comparaison de la superficie terrestre. Quelques volcans ont exercé leur fureur en Italie, avant la fondation de Rome (1),

(1) Patrin dans le *Nouveau Dictionnaire d'histoire naturelle*, première édition, tom. 23, pag. 379, dit que le nombre des volcans qui brûlent maintenant, est plus grand qu'il n'a jamais été, et que toutes les parties de l'Italie, en commençant par le Véronais, le Vicentin et le Padouan jusques à l'extrémité de la Calabre, sont couvertes de traces incontestables d'anciens volcans. La première proposition ne me paroît pas vraie, puisqu'en Europe, les seuls volcans allumés sont l'Écla, le Vésuve, l'Etna et quelque île adjacente à la Sicile. D'un autre côté, nous sommes certains d'après les observations qui ont été faites, que dans beaucoup de parties de la France, de l'Italie, de l'Allemagne et des îles Britanniques, les volcans ont autrefois exercé leur fureur : nous ignorons seulement si ces volcans furent contemporains ou s'ils se succédèrent les uns aux autres ; et comme toutes les contrées volcanisées de l'Italie, jointes ensemble, ne

comme le démontrent les grands cratères qui depuis ont formé les lacs d'Albano, de Nemi, etc.; cependant les Apennins de Monte Fortino, de Segni, de Norma, de Core, etc., qui étaient très-voisins de ces volcans, présentent entièrement à découvert leur roche calcaire. J'ai parcouru toute cette chaîne de montagnes calcaires secondaires, qui, en quelque points, sont en contact avec les anciens volcans éteints; et la seule trace qui j'y ai aperçue de ceux-ci, consiste en des dépôts de tufs qui remplissent les vallées. Sur une branche avancée de l'Apennin, se forma anciennement le grand volcan de la Rocca Monfina (1),

---

forment qu'une petite partie de cette péninsule, il n'est pas moins évident que la seconde proposition est aussi erronée que la première. En effet, si l'on excepte quelques parties des monts Euganéens et Berici, dans l'Italie supérieure, la chaîne volcanique qui depuis le mont Ammiata, en Toscane, et les collines Cimini, s'étend jusqu'à Velletri; le rameau qui serpentant dans l'Apennin et passant par Pofi et Tikiena, unit les bouches ignivomes éteintes de l'État romain avec celles de Rocca Monfina et des Champs-Phlégréens, et le mont Vulture dans la Pouille; tout le reste de l'Italie ne présente, du moins que je sache, aucune trace volcanique.

(1) Il est à désirer que ce lieu qui m'a paru très-intéressant pour la géologie et la lithologie volcanique, et qui est situé si près de la route de poste de Naples, soit visité par les naturalistes qui se rendent en foule dans cette capitale. Dans un voyage que je fis à Rocca Monfina, je fus très-contrarié par de fréquentes pluies qui m'empêchèrent d'examiner plusieurs endroits, et surtout de vérifier la position du principal cratère, position que j'ai indiquée dans la *Carte physique générale de la*

et il ne produisit d'autre effet, que celui de couvrir des matières qu'il vomissait, une partie de cette branche de l'Apennin. Le Mont-Messico (1), plus célèbre par les vers d'Horace que par ses vins, est la dernière extrémité calcaire de cette même branche de l'Apennin, qui n'a pas été couverte par les matières volcaniques, et où l'on ne remarque aucun désordre, ni aucun renversement de couches. La base du Vésuve se confond avec celle des monts de Castellamare, dans lesquels on ne remarque pas plus d'irrégularité qu'il n'y en a dans les autres monts calcaires, très-éloignés des volcans; et dans une contrée qui de temps immémorial a été agitée par leurs convulsions, les cimes élevées de l'île de Caprée n'offrent aucun mélange de matière volcanique, ni aucun bouleversement particulier qu'on puisse attribuer au volcan encore actif qui en est très-rapproché, ainsi qu'aux autres volcans éteints, mais peu éloignés.

Campanie. J'ai plusieurs fois formé le projet d'y retourner, mais les circonstances ne me l'ont pas permis.

(1) Quelques naturalistes ont dit que le Mont-Messico est un volcan éteint: ils ont peut-être été induits en erreur ou par les matières volcaniques qui en couvrent la base, ou par la figure conique que présente cette montagne, vue de profil et de loin. Je l'ai examinée sous tous ses aspects, et même du côté de la mer où sont les ruines de l'antique *Sinuessa*, et j'ai reconnu qu'elle est calcaire dans toute sa masse, et qu'elle appartient à l'Apennin dont elle a été séparée par l'éruption du volcan de la Rocca Monfina.

§ 619. Cependant si les volcans n'ont pas en général influé sur l'état actuel de la superficie terrestre, on ne peut pas se dissimuler qu'ils n'aient produit des changemens considérables dans les lieux qui ont été le théâtre de leur fureur, ou sur lesquels a pu s'étendre leur sphère d'activité. Tous les volcans ne sont pas doués du même degré d'énergie et d'intensité. Quelle énorme différence n'y a-t-il pas entre le Vésuve et l'Etna? Ne pourrait-on pas dire que le premier n'est qu'une foible image du second? Les volcans d'Amérique sont gradués sur une échelle bien plus grande encore. Il est à remarquer que les effets des convulsions volcaniques dépendent non-seulement du degré d'énergie du volcan, mais même des circonstances locales, parmi lesquelles, une des principales me paroît être le voisinage de grandes cavités souterraines. Lorsque le feu est allumé dans la vaste fournaise d'un volcan, ses effets doivent se faire ressentir partout où les vapeurs et les gaz développés et dilatés par la chaleur, trouvent un espace où ils peuvent s'étendre: alors ils agissent contre les parois et les voûtes des cavités, les ébranlent, et sont même capables d'en occasionner l'écroulement. Ces terribles effets pourront se propager à des grandes distances du foyer, selon que le permettront les communications des cavités souterraines. D'après cela, on ne doit pas être surpris si les volcans

ont changé l'aspect de quelque partie du globe (Voy. § 560). Nous en trouvons un exemple dans l'opinion très-probable de Pallas, que l'ancienne communication du continent Européen avec le continent d'Amérique, formée par une continuation de terres très-élevées, fut rompue vers le pôle septentrional, par l'effet des opérations des volcans dont tant la péninsule de Kamtschatka que les îles qui depuis cette péninsule s'étendent jusqu'au nord de l'Amérique, présentent les traces; et il est aussi très-vraisemblable que les embrasemens volcaniques contribuèrent à la submersion de l'Atlantide (Voy. § 144), et à l'ouverture du Bosphore de Thrace (Voy. § 563). Si l'Amérique est presque coupée en deux grands continens qui ne sont unis que par une étroite langue de terre, c'est probablement en grande partie l'effet des volcans. « En » considérant, dit Du Paget (Voy. *Journal des* » *mines*, n.° 18), la position géographique et » l'ensemble des îles de ce vaste et riche Archipel » depuis la Foride jusqu'à l'embouchure de l'Ore- » noque; en examinant avec attention la cor- » respondance et la similitude des différentes » substances qui composent les deux rives des » canaux ou détroits qui séparent les îles, il est » impossible de ne pas regarder cet Archipel » comme les débris d'un grand continent déchiré, » bouleversé par une irruption de l'Océan, et

» dont le résultat a formé le golfe du Mexique. » Cette irruption de la mer peut avoir été l'ouvrage de ces volcans dont l'archipel des Antilles présente les immenses travaux dans presque toutes les petites îles, depuis la Trinité jusqu'à S.t Eustache. Les soufrières de la Martinique, de S.te Lucie, de la Dominique, de la Guadeloupe, ne sont que d'anciens volcans dont l'activité a diminué. Le volcan de S.te Lucie a beaucoup de rapport avec la solfatara près de Naples. On trouve dans les autres îles d'anciens cratères bien caractérisés : il en est de même de ce vaste continent dont les débris ont formé les nombreuses îles du Japon. Nous sommes donc autorisés à dire que les volcans ont pu quelquefois contribuer à changer l'état de quelque partie de la superficie terrestre; mais qu'on ne doit pas pour cela, leur attribuer d'avoir exercé une influence générale sur l'état actuel du globe.

§ 620. La considération des phénomènes volcaniques intéresse beaucoup la géologie, puisque ce sont les opérations les plus grandes et les plus surprenantes, qui puissent être soumises à nos sens, et dont il nous est pourtant facile de déduire les conséquences les plus plausibles. Si l'expérience et l'observation doivent guider nos raisonnemens, nous ne saurions certainement considérer des effets plus lumineux que ceux que les volcans nous présentent. A la vérité il ne nous est

pas permis de pénétrer dans leurs entrailles, de voir les combinaisons et les décompositions qui s'effectuent dans leur intérieur; mais nous pouvons du moins en étudier les produits, et observer les phénomènes qui accompagnent la formation de ces produits. Ajoutons que plusieurs substances seraient restées éternellement ensevelies dans le sein de la terre, si les volcans ne les avaient arrachées de leur site natif, et ne nous les avaient présentées tantôt altérées, et tantôt intactes. En observant la diverse composition des laves, nous pouvons former des conjectures très-vraisemblables sur la nature de quelques roches, qui par leur position échappaient à nos recherches. Je crois cependant qu'il convient d'examiner en particulier, dans les chapitres suivans, chacune des principales opérations des volcans.

CHAPITRE CI.

Des vapeurs des volcans.

§ 621. Les vapeurs et les exhalaisons sont l'opération la moins énergique des volcans actifs dans leur état de tranquillité. Alors on voit s'élever du fond ou des fentes des parois internes et même quelquefois de parois externes du cratère, des masses de vapeurs qui se réunissant, remplissent toute la capacité de l'entonnoir (1), et poussées

(1) L'entonnoir des volcans est le cratère intérieur ou cône renversé. Une montagne ignivome a le plus souvent la figure d'un cône droit, tronqué à une certaine distance de la base, de sorte que celle-ci est beaucoup plus large et plus étendue que la cime : ce cône tronqué s'appelle cratère extérieur. Mais lorsqu'on arrive à son sommet, on trouve une vaste cavité, de forme conique, large à son embouchure et qui se resserre vers son fond : cette cavité s'appelle entonnoir ou cône renversé ou cratère intérieur. Dans les volcans éteints le cratère intérieur est quelquefois changé en lac, et d'autrefois, rempli des matières qui sont tombés des parois, il s'est transformé en une plaine. Ce second phénomène a aussi lieu parfois dans les volcans actifs. Hamilton en décembre 1766 trouva le cratère du Vésuve fermé par une croûte qui y formait une plaine ; et Menard lorsqu'il visita ce volcan en 1813, ne vit à la sommité qu'une sorte de haut vallon informe et peu profond, au milieu d'une aire large d'un demi-mille ou à peu près dans son grand diamètre (Voy. *Observations avec réflexions sur l'état et les phénomènes du Vésuve pendant une partie des années* 1813 *et* 1814). Le sommet des

en haut par un mouvement de tourbillon, se répandent dans l'air. Autrefois lorsqu'on parlait de ces vapeurs, on les qualifiait toujours de sulfureuses, comme si elles ne contenaient uniquement que l'acide sulfureux. Ferber dans sa 9.e lettre, pag. 184, dit: Lorsque le vent est fort, la fumée de la sommité du Vésuve qui a toujours une forte odeur de soufre, est insupportable. Spallanzani dans le *Voyage aux deux Siciles*, a écrit que se trouvant sur le Vésuve, il fut enveloppé par un tourbillon de fumée, chargée de vapeurs sulfureuses. Hamilton dans sa 1.e *Lettre sur les volcans d'Italie*, assure que la fumée qui sort de la bouche du volcan lorsque le temps est pluvieux, est blanche et très-humide (1); mais beaucoup moins nuisible que les exhalaisons sulfureuses qui sortent de plusieurs fentes sur les flancs de la montagne. La fumée du Vésuve n'est pas toujours privée de soufre; une partie de cette fumée se précipite quelquefois en forme de soufre, tandis que l'autre s'oxigénant par son mélange

---

volcans actifs est sujet à des variations continuelles; tantôt il s'élève à cause des matières qui lancées en haut, tombent sur ses bords et s'y arrêtent; et tantôt il s'abaisse à cause des matières qui s'en détachent. Les grandes éruptions font presque toujours varier l'état du cratère ainsi que la configuration et la hauteur de ses bords.

(1) Cette couleur blanche devait faire pressentir à M.r Hamilton la présence de l'acide muriatique qui était peu nuisible, se trouvant mêlé avec une forte dose d'eau.

avec l'air atmosphérique, se transforme en acide sulfureux. Mais toutes les fois que j'ai pu visiter et examiner de près ce volcan, j'ai reconnu dans les vapeurs qui en sortent, l'acide muriatique qui se manifeste par une odeur de citron, et une couleur blanche qu'il prend en se mêlant avec la vapeur aqueuse de l'atmosphère, ou même seulement avec l'haleine de celui qui en est près. C'est ce qu'a aussi éprouvé M.r Menard de la Groye qui assure que la présence de l'acide muriatique dans les vapeurs du Vésuve, n'est pas une chose équivoque, et que cet acide s'y développe en grande abondance. Il convient donc de dire que quelquefois c'est l'acide sulfureux qui prédomine dans les vapeurs du Vésuve, et que d'autres fois c'est l'acide muriatique, selon l'état des combinaisons intérieures. M.r Humboldt dans la note qui est à la pag. 136 de la *Relation historique du Voyage aux régions équinoxiales*, dit qu'ayant visité le Vésuve avec M.r Gay-Lussac, avant la grande éruption de 1805, et pendant que la lave sortait du cratère, il reconnut l'acide sulfureux qu'on sentait de fort loin. Il n'est pas possible que des physiciens si expérimentés se soient trompés sur une chose si facile à reconnoître. Enfin il importe de dire que le Vésuve fut dans un état d'agitation continuelle plus ou moins violente, depuis le mois de mai 1813 jusques à la fin de décembre de la même

année, lorsque la grande éruption du 25 et du 26 décembre eut lieu, éruption qui fut très-bien observée et décrite par M.r le Chevalier Monticelli, secrétaire de l'Académie royale de Naples. Dans les différentes visites que pendant cet espace de temps, ce savant fit au Vésuve, il observa constamment dans les vapeurs de ce volcan, une telle abondance d'acide muriatique, que souvent il lui fut impossible de s'approcher des sites qu'il aurait voulu examiner. Lorsque dans le mois de mai de l'année suivante, il retourna au Vésuve, il fut très-surpris de ne reconnoître dans les vapeurs que l'acide sulfureux et de trouver sur les scories récentes et près des fuméroles, le soufre et le sulfate de chaux où l'année précédente on ne voyait que des sels muriatiques. Il y a encore des volcans dont les vapeurs paroissent ne contenir que du soufre. Lors de l'éruption qui se manifesta le 22 janvier 1792, dans l'île de la Martinique, les arbres, les pierres et tous les objets qui furent exposés aux vapeurs du volcan, se trouvèrent couverts de soufre.

§ 622. Puisque l'acide muriatique est si fréquent dans les vapeurs des volcans, il n'est pas bien surprenant qu'on le trouve dans quelques-uns de leurs produits. Spallanzani depuis l'an 1793, a reconnu cet acide muriatique dans une pierre ponce et dans quelques verres noirs et tigrés de Lipari, comme aussi dans quelques laves

du Vésuve, de l'Etna, de Stromboli et de l'île de Vulcano (1). Une partie considérable de la sommité du Puy-de-Sarcouy, dans la chaîne volcanique du Puy-de-Dôme, est formée d'une pierre poreuse et légère, qui, selon les analyses de Vauquelin, contient beaucoup d'acide muriatique. Quelques naturalistes ont cru voir dans ces phénomènes, une preuve irréfragable de la communication de la mer avec l'intérieur des volcans, comme si l'on ne pouvait point obtenir de l'acide muriatique sans le concours des eaux marines: cependant dans l'Intendance de Valladolid, au Mexique, pays entièrement volcanisé, et où le volcan de Giorullo, qui est à une distance de 36 lieues de la mer, brûle encore, Humboldt a observé une production singulière d'acide muriatique (Voy. ce qui a été dit aux §.es 405 et 412).

§ 623. Outre les acides libres, les vapeurs des volcans contiennent des substances salines, métalliques, et du fluide aqueux dans l'état de

(1) Ces analyses sont rapportées dans le chap. 22 de ses voyages. Ce savant naturaliste, en raisonnant sur l'origine de cet acide, semble persuadé que ce même acide se dégage des lieux souterrains ou plus probablement de la mer même, qu'il pénètre dans les crevasses volcaniques, et qu'il est produit par la décomposition du muriate de soude, à l'aide des acides sulfuriques qui abondent dans les volcans. Il paroît que Spallanzani n'a reconnu dans les vapeurs d'aucun volcan, la présence réelle de l'acide muriatique.

vapeur. Près de la fente d'une lave encore fumante du Vésuve, Thomson trouva une masse solide, compacte, d'une couleur cendrée verdâtre, entièrement soluble dans l'eau, et qui, après l'évaporation du fluide, présenta en se cristallisant un sulfate de potasse. Dolomieu nous assure avoir recueilli dans plusieurs courans de laves de l'Etna, le carbonate de soude sublimé sous la croûte des scories. Dans le § 404, nous avons rapporté plusieurs faits relatifs aux productions salines du Vésuve, de l'Écla et de l'île de Bourbon, auxquels nous joindrons les suivans. Dans l'Etna, le muriate d'ammoniaque est extrêmement copieux, et on le trouve en morceaux et en croûtes cristallisées sous les voûtes et dans les fentes des laves. Carrera et Boccone ont écrit que dans les laves de 1635 et de 1669, on en recueillit en assez grande quantité pour en faire un commerce à Catane, à Messine et même hors du royaume. M.r Ferrara (Voy. *Champs-Phlégréens de la Sicile*, pag. 286) assure en avoir vu une quantité de plus de mille livres qu'on avait retirée de la lave de 1780. Aux substances salines, il faut joindre les matières métalliques qui se subliment avec les vapeurs qui s'élèvent ou immédiatement du cratère ou des laves encore fluides. Les vapeurs de la lave du Vésuve du 1805 produisirent beaucoup de muriate de cuivre, et Monticelli rapporte que la lave qui dégorgea du même volcan la nuit du

9 octobre 1813, fut reconnue quelques mois après couverte de fer spéculaire. L'arsenic sulfuré tant rouge que jaune, est fréquent dans les vapeurs du Vésuve, de la Solfatara et des autres volcans: le rouge dit *rubis d'arsenic* est souvent cristallisé. Dolomieu dans ses *Additions à la dissertation de Bergman sur les produits volcaniques*, fait encore mention de l'antimoine et du mercure; mais je n'ai pu obtenir aucune indication certaine sur ces deux substances métalliques. Enfin les observations de Menard démontrent que la lave, bien que dans l'état de fusion, contient aussi en abondance de l'eau qui se manifeste par le moyen d'une fumée aqueuse continue, pendant tout le temps que dure l'incandescence, fumée qui est privée de toute odeur (Voy. *Journal de physique*, tom. 80, pag. 386). De Buch avait aussi observé que les vapeurs qui s'élevaient dans les explosions de 1805, étaient en grande partie aqueuses. La nature de ces vapeurs doit être sujette à beaucoup de variations qui dépendent de l'état interne du volcan, et de la nature des substances dont les vapeurs se dégagent ou auxquelles elles s'unissent dans leur passage. Quelquefois les principes acides prédomineront dans ces vapeurs; d'autres fois l'eau pourra s'y trouver en si grande abondance, qu'il n'y aura aucun danger à les respirer.

§ 624. Ce que nous avons dit ci-dessus de l'acide muriatique, se vérifie encore par rapport

aux autres substances salines. Comme ces substances se trouvent en abondance dans les vapeurs des volcans, elles s'unissent souvent aux matières qui ont souffert l'action de ces volcans. Klaproth a observé la soude à la quantité de 8 pour 100 dans la lave petro-siliceuse de la roche Sanadoire, en Auvergne, et à la dose d'environ 6 pour 100 dans les prismes basaltiques du Hasenberg, en Bohême. Kennedy a découvert la soude dans les basaltes de Staffa à la quantité de 4 pour 100, ainsi que dans la lave de l'Etna de 1662. Le pechstein du Cantal contient la soude : elle se trouve aussi dans l'analcime de Montecchio maggiore, contrée volcanisée du Vicentin, à la quantité depuis quatre et demi jusqu'à quatorze pour cent, selon Vauquelin qui a encore reconnu dans la Chabasie, cette substance mêlée avec la potasse à la dose de 9 à 10 pour 100. Dans des lieux éloignés de la mer, j'ai vu tantôt le carbonate et tantôt le muriate de soude se montrer en forme d'efflorescence, sur quelques tufs volcaniques et sur plusieurs courans de lave. Parmi les matières volcaniques que j'ai nommées, il y en a quelques-unes que plusieurs naturalistes ne regardent pas comme telles; j'en parlerai lorsqu'il s'agira des produits volcaniques contestés; il me suffit pour le présent de démontrer la présence des substances salines dans quelques produits volcaniques.

§ 625. Ensuite pour ce qui regarde la potasse, Klaproth l'a trouvée dans le fer octaèdre volcanique, et Kennedy dans les pierres ponces. La potasse existe aussi dans la pierre alumineuse de la Tolfa (1), matière qui selon toutes les apparences a été exposée à quelque opération volcanique, à moins qu'on ne veuille la considérer comme une lave décomposée et altérée. Les amphigènes si fréquens dans les contrées volcaniques de l'Italie méridionale, contiennent environ 20 pour 100 de potasse, et cet alcali se trouve encore dans les laves qui renferment les amphigènes. Vauquelin a reconnu la potasse dans ce fossile que l'on n'a rencontré jusqu'ici que dans les pays

(1) En faisant mention de la pierre alumineuse de la Tolfa, je crois ne pas devoir passer sous silence le phénomène de sa cristallisation observé par MM.rs Gismondi et Brocchi. Les cristaux ordinairement fort petits sont agroupés ensemble dans les fentes et dans les cavités de la roche qui sert de matrice aux filons, et ces cavités sont bien souvent revêtues d'une couche plus ou moins épaisse de pierre alumineuse. On remarque dans ces cristaux les deux formes que prend l'alun, savoir, le cube et l'octaèdre. On sait que dans la pierre de la Tolfa, une dose considérable de terre siliceuse et alumineuse enveloppe l'alun; malgré cela, l'intervention de ces deux sortes de terre ne fait point varier la forme de cristallisation, comme on l'observe dans l'arénaire de Fontainebleau, dans le quartz rouge de Compostelle, etc. Au contraire la présence ou le manque d'eau fait changer la forme du sulfate de chaux, et lorsqu'on ajoute une petite dose de strontiane, on voit aussi changer la forme du carbonate calcaire. Que de mystères renferme encore le phénomène de la cristallisation!

volcaniques, auquel j'avais donné le nom de *lazulite*, qui fut appelé *lazialite* par M.r le professeur Gismondi, et que l'on a enfin nommé *Haüyne* en l'honneur de l'illustre auteur qui a si bien mérité de la science minéralogique. Klaproth (Voy. les *Mémoires de chimie*, tom. 1, pag. 287) ayant fait l'analyse de l'alun que l'on trouve en efflorescence sur les parois de la grotte de Misène, et qui lui présenta sur mille parties, 470 de cette substance dans toute sa pureté, proposa la question suivante: « Où la nature prend-elle » la quantité d'alcali végétal nécessaire à la for- » mation de l'alun, dans cette grotte composée » de tuf volcanique, et où la végétation ne peut » avoir lieu ? » Klaproth laissa la question indécise; mais alors on ne connoissait pas encore avec quelle abondance la potasse existe dans les pierres ponces et dans d'autres productions volcaniques. La grotte de Misène est creusée dans un tuf volcanique composé de fragmens de scories, de laves et principalement de pierres ponces; et dans ce lieu, il y a un développement lent, mais continuel de gaz hydrogène sulfuré qui se répandant dans l'atmosphère, produit l'acide sulfurique; et celui-ci se combine avec l'alumine et la potasse des matières volcaniques.

§ 626. Qu'il me soit permis de faire ici une courte digression. Le célèbre Klaproth à la fin de l'analyse que j'ai citée, conjecture qu'il y a

aussi de la potasse dans l'alun du volcan demi-éteint de la Solfatara. Ce soupçon lui vint d'un opuscule que je fis imprimer à Naples en 1792, et qu'il me fit l'honneur de citer. En parlant de l'alun de la Solfatara, je ne dis pas qu'il fut nécessaire d'employer la potasse pour le faire cristalliser : je n'avais publié ce petit écrit que pour donner la description d'un lieu si singulier, ainsi que de ses produits; et ce ne fut que par occasion, que je parlai dans une note de la manufacture d'alun, sans entrer dans aucun détail. Cependant comme je vois que mon silence a donné lieu à une opinion équivoque, je dois rectifier cette opinion, en avertissant qu'au commencement des travaux, il ne m'était pas possible d'obtenir l'alun cristallisé ; mais après la concentration régulière des lessives, j'avais toujours un magma salin, gras et onctueux au toucher, ce que j'attribuais à un excès d'acide qui empêchait la cristallisation, d'après l'idée de Bergman alors généralement adoptée. La belle découverte de Vauquelin, sur la vraie nature de l'alun, ne fut connue qu'en l'an 5 (1797-1798). Ainsi en me conformant à l'idée de Bergman, pour délivrer le fluide de l'excès d'acide, j'eus recours à la lessive des savonniers, et quelquefois par économie, à l'urine putréfiée ; par le premier moyen, on introduisait la potasse dans l'alun, et par le second l'ammoniaque. Mais revenons à notre sujet.

§ 627. Les vapeurs des volcans ont la propriété de dissoudre la terre siliceuse, ce qui est l'effet de la chaleur, de l'eau et des principes chimiques qu'elles renferment, comme on voit les eaux du Geyser qui sont très-chaudes et contiennent la soude, selon l'analyse de Black, former des stalactites siliceuses. Hamilton dans la lave du Vésuve de 1767, trouva de petits globules siliceux semblables aux perles par leur couleur et par leur forme. Thomson près de la bouche d'où sortit la lave du même volcan en 1794, aperçut des masses de sables volcaniques unis par un ciment siliceux qui en couvrait encore la surface, et formait en quelques endroits de petites stalactites perlacées. Crousted parle de pareilles stalactites siliceuses de l'île de l'Ascension, et les décrit: *Scoriæ constantes globulis vitreis conglomeratis.* Telle paroît encore l'origine des stalactites siliceuses de la montagne de Santa Fiora, de celles de l'île d'Ischia (1) et des croûtes siliceuses semblables au pechstein de la solfatara de Pouzzole; car on ne peut pas douter de la nature volcanique de ces divers

(1) Parmi celles-ci, j'en ai vu quelques-unes de très-belles, dures, compactes et d'une apparence quartzeuse, formant des liens siliceux qui unissaient ensemble quelques amas de petites pierres ponces. On eut dit qu'une substance siliceuse fluide s'était répandue entr'elles, et que là où elle s'était trouvée en plus grande abondance, elle avait formé de petites masses qui ressemblaient au quartz laiteux.

lieux. J'ai examiné plusieurs échantillons de cette substance à laquelle on a donné le nom d'hyalithe ou même de verre de Müller (ces échantillons provenaient les uns de Francfort, et les autres de Hlinik, en Hongrie), et cette substance dite encore *quartz hyalin concrétionné*, m'a paru une véritable stalactite siliceuse semblable à celle que j'ai trouvée dans quelques laves du cratère d'Astruni, près de Naples, et que j'ai décrite dans les *Voyages physiques et lithologiques dans la Campanie*, tom. 2, pag. 64. Si la roche de Hongrie dans laquelle on trouve l'hyalithe a beaucoup de ressemblance avec quelques laves des Champs-Phlégréens, celle de Francfort me semble identique avec beaucoup de laves poreuses bien qu'on ait voulu lui attribuer le nom de *mandelstein*. L'albo-opale des monts Euganéens (1) est encore une stalactite siliceuse qui s'est formée dans les vides et dans quelques fentes des laves de cette contrée, ainsi que cette substance

(1) Dans le *Journal de Padoue*, tom. 33, pag. 88, on a nié ce phénomène. *L'albo-opale des monts Euganéens*, y dit-on, *est une substance que nous, bien que du pays, nous ne connoissons pas du moins sous ce nom dont ni Strange, ni Dolomieu, ni Fortis, ni Orologio, ni Terzi, ni Da-rio n'ont fait usage.* J'invite le savant rédacteur de cet article à lire ce que Fortis a écrit dans le tom. 6 des *Mémoires de la Société italienne*, pag. 245. Voici comme il s'exprime : « La lave petro-siliceuse des monts » Euganéens présente des cavités dans son intérieur, tantôt en» tièrement vides, tantôt remplies de terre siliceuse en couches

opaline, en lames minces mamelonnées, que M.r Cordier a trouvée dans le cratère du Pic de Ténériffe, au près d'incrustations de soufre. Dans l'île Gracieuse, l'une des Canaries, M.r De Humboldt observa un basalte poreux dont les cavités allongées depuis deux jusqu'à huit lignes de diamètre, étaient tapissées de calcédoine, et d'autres basaltes couverts d'une substance mamelonnée indiquée sous le nom de verre volcanique ou d'hyalithe. Ne serait-ce pas encore là l'origine de l'opale noble? Je n'oserais l'assurer; mais je penche à le croire, après avoir vu cette précieuse substance dans le basalte de Francfort, roche que je regarde comme une lave compacte. Le guhr siliceux des volcans de l'île de France, analysé par Klaproth, contient 72 de silice, 21 d'eau, et par là se rapproche de la nature de l'opale que Karsten regarde comme une silice hydratée.

» pulvérulentes et aréneuses; et *tantôt enfin enduites d'agate.* » Si le compilateur du *Journal de Padoue* veut bien examiner les échantillons *enduits d'agate*, il verra que la substance siliceuse de forme stalactitique dont les cavités sont revêtues, qui est de couleur tantôt grise, tantôt rougeâtre, et que Fortis avait appelée *agate*, est cette même variété de pierre siliceuse, que les Allemands ont nommée albo-opale, demi-opale, etc. (Voy. Brochant, *Minéralogie*, tom. 1, pag. 347). Fortis avait vu et connu cette substance; mais la publication de ses écrits remontant à une époque de plus de 20 ans, il n'est pas bien surprenant qu'il ait donné à cette même substance un nom différent de celui qui s'est postérieurement introduit dans la géologie.

§ 628. Les acides contenus dans les vapeurs des volcans agissent sur la superficie des laves qui sont exposées à leur action, et celles-ci prennent différentes couleurs correspondantes aux divers degrés d'oxidation du fer qu'elles contiennent. Menard parmi les laves altérées du Vésuve, a observé la série entière des degrés d'oxidation du fer, caractérisés par les nuances qui s'y rapportent, et dans l'ordre déterminé par Kirwan qui est le suivant: 1.° bleuâtre, 2.° vert, 3.° brun, 4.° rouge, 5.° jaune, 6.° jaune pâle, 7.° blanc. Comme la couleur la plus fréquente est le jaune ou le jaune pâle, plusieurs naturalistes trompés par cette apparence, ont cru voir des efflorescences de soufre sur la superficie de toutes les laves altérées près de la bouche des volcans. Il importe enfin de remarquer que sous la dénomination de vapeurs de volcans, on peut encore comprendre ces exhalaisons méphitiques passagères qui se répandent dans quelques endroits voisins des volcans, surtout à l'occasion des grandes éruptions. J'examinai les mofettes qui se formèrent en divers lieux voisins du Vésuve, pendant l'éruption de 1794, et je les trouvai composées de gaz acide-carbonique et de gaz azote, avec quelque mélange d'acide sulfurique dont la présence était démontrée par la baryte qui se précipitait de sa dissolution dans l'acide muriatique. Ces émanations méphitiques détruisent

tout germe de végétation dans les lieux qu'elles envahissent. Cependant on croit communément que les oliviers et les poiriers se préservent de cette influence destructive, ce qui serait un phénomène aussi curieux que singulier de la physique végétale. Dans l'objet de déterminer les substances que contiennent les vapeurs des volcans, nous avons pris pour base de nos recherches, les produits que nous pouvons y reconnoître à l'aide de nos sens; mais il est très-vraisemblable qu'il y a d'autres produits qui nous sont encore inconnus, ou parce qu'ils sont très-volatils, ou parce qu'ils ne laissent aucune trace visible qui puisse nous faire apercevoir de leur existence. Tels sont les fluides gazeux, savoir, les gaz acide-carbonique, azote, hydrogène, etc.: quelques-uns de ces fluides se montrent parfois dans les mofettes passagères, mais il est probable qu'ils existent dans toutes les vapeurs des volcans, en plus ou moins grande quantité, et qu'ils ont beaucoup d'influence dans les opérations volcaniques. Une exacte analyse chimique des vapeurs des volcans qui tendrait principalement à déterminer la nature des gaz qu'elles contiennent, serait un travail digne d'occuper les soins des chimistes qui sont à portée de pouvoir l'entreprendre; mais ce travail, suivant moi, devrait être répété plusieurs fois, en diverses circonstances et dans les différentes phases du volcan.

§ 629. Il nous reste à rechercher qu'elle peut être l'origine des acides, des alcalis et des autres substances contenues dans les vapeurs des volcans. Je ne cesserai de répéter que dans ces laboratoires immenses et prodigieusement actifs, il doit exister une succession de combinaisons chimiques dont le nombre est infini. Le nitre qui se montre en si grande abondance dans certaines circonstances et dans quelques matières, et le sel marin qui l'accompagne toujours, démontrent que l'acide nitrique et l'acide muriatique s'engendrent tranquillement dans le sein de l'atmosphère. On peut voir ce qui a été dit dans le § 413 sur la génération spontanée des sels dans les eaux et dans l'air. Pourquoi donc de semblables combinaisons ne pourraient-elles pas avoir lieu dans les cavités de l'intérieur des volcans? Au chapitre XCVII, nous avons exposé les raisons qui rendent très-probable l'hypothèse que les embrasemens des volcans dépendent de l'inflammation du bitume fluide. Les substances bitumineuses fournissent l'ammoniaque, beaucoup de gaz hydrogène carburé, accompagné quelquefois d'acide carbonique et d'hydrogène sulfuré. Dans les §.^es 600, 601 et 605, nous avons parlé de la fréquente union des bitumes fluides avec les eaux chargées de sels muriatiques, et dans le § 617, nous avons fait voir qu'il est très-probable que dans les couches terrestres où réside le foyer des volcans,

où du moins il pénètre, il y ait des roches qui contiennent le fer suroxigéné ou encore les pyrites. La potasse même qu'on croyait autrefois appartenir exclusivement aux végétaux, on reconnoît aujourd'hui qu'elle existe souvent dans le règne fossile. On peut donc dans les lieux où brûlent les volcans, admettre la présence de toutes ces substances qui par leurs combinaisons et par leurs décompositions donnent naissance aux produits dont nous traitons; et si le moyen le plus efficace que nous ayons pour opérer les décompositions et les nouvelles combinaisons de beaucoup de substances est le feu, qui pourra évaluer l'activité de ce moyen, lorsqu'il est employé en grand et dans les mains de la nature? On dira peut-être que je suis forcé de recourir à beaucoup de principes; mais je prie le lecteur de réfléchir, 1.° que là où l'on voit paroître un grand nombre de divers produits, on doit nécessairement admettre un grand nombre de diverses causes; 2.° que tous les principes que j'ai supposés ont quelque fondement dans la nature: leur application pourra, si l'on veut, être hypothétique, mais leur existence n'aura rien d'imaginaire. Lorsqu'il s'agit de rendre raison de ces produits à la génération desquels il ne nous est pas permis d'assister, nous devons nécessairement recourir à l'influence des causes que nous connoissons.

CHAPITRE CII.

Des éruptions de matières incohérentes.

§ 630. Les jets de matières détachées, quelquefois tranquilles, lents et continués, d'autres fois interrompus, violens et tumultueux, forment la seconde opération des volcans. Ceux-ci de temps en temps sont, pour ainsi dire, dans un état d'action modérée, pendant lequel ils lancent hors du cratère, quelques amas de pierres et de terres, qui d'abord se dilatant en forme de girandoles, et puis retombant en grande partie dans le gouffre qui les avait vomis, en sont rejetés de nouveau. Leur projection ne s'éloigne pas beaucoup de la ligne verticale; mais lorsqu'ils sont hors du cratère, ils s'étalent en gerbes, selon l'expression de M.r Menard, et pendant que les matières du milieu retombent dans le cratère, les autres s'en éloignent, et se déchargent sur le dos du cône. Ces jets composés de pierres enflammées, sont lumineux pendant la nuit, ce qui a donné lieu à l'opinion vulgaire que des flammes sortent de la bouche du cratère. Cette bouche ne vomit jamais de véritables flammes, si l'on excepte quelque inflammation accidentelle et passagère de gaz hydrogène: en effet, il n'est pas possible

que les flammes depuis la profondeur du gouffre où doit être le foyer de l'embrasement, parviennent jusqu'à la cime du cratère. M.r Menard ayant analysé les causes qui peuvent produire l'apparence de flammes dans les explosions des volcans, se fonde principalement sur l'observation qu'il a faite lui-même, qu'outre les pierres d'un volume sensible, il y a dans chaque projection, une grande quantité de sable embrasé; et il est persuadé que c'est ce torrent de points lumineux, du moins en grande partie, qui par leur nombre infini, leur imperceptibilité et leur éclat ne pouvant être distingués, paroissent ainsi comme un feu continu, et d'autant mieux que chacun d'eux encore, à raison de la vivacité de son mouvement, doit produire l'apparence d'un trait. Ces mêmes jets se succèdent avec une grande irrégularité, et souvent avec une telle fréquence, que les pierres d'une éruption sortent de la bouche pendant que celles lancées par l'éruption précédente sont encore en l'air ou retombent: dans ce cas, la hauteur à laquelle les pierres s'élèvent n'est pas ordinairement fort grande; mais d'autres fois ces jets de matières incohérentes deviennent très-volumineux. Dans la grande éruption du Vésuve de 1794, aussitôt après que la lave eut cessé de couler des flancs du volcan, les éruptions des matières détachées et terreuses du sommet commencèrent et durèrent sans interruption

pendant plusieurs jours. On voyait à chaque instant sortir de la bouche du cratère, un amas si démesuré de pierres et de matières terreuses, qu'il en remplissait tout l'espace bien qu'il eût près d'un mille de périmètre. Cet amas s'élevait à une grande hauteur, et se dilatant dans l'air, il formait une autre montagne qui paroissait plus grande que celle qui l'avait vomi. Les matières terreuses et pulvérulentes abondent dans ces éruptions. Ces matières proviennent en grande partie du violent frottement que souffrent les pierres, et qui réduit en poussière celles qui sont les moins dures et offrent par conséquent une moindre résistance.

§ 631. Cependant les explosions de matières incohérentes sont quelquefois isolées, et forment une seule grande éruption. Au lieu de se succéder les unes aux autres, elles se réunissent en une colonne immense et d'un diamètre égal à celui de la bouche du volcan, qu'on voit s'élever dans l'air à une grande hauteur, et ensuite se dilater et s'étendre par son sommet, en prenant la forme d'un pin si bien décrite par Pline, le jeune (1),

(1) Voici les paroles de Pline qui observa cette éruption du port de Misène : *Nubes, incertum procul intuentibus ex quo monte (Vesuvium fuisse postea cognitum est) oriebatur, cujus similitudinem et formam non alia magis arbor quam pinus expresserit. Nam longissimo velut trunco efflata in altum, quibusdam ramis diffundebatur; credo quia recenti spiritu erecta, deinde senescente*

dans sa lettre à Tacite, sur la mort de son oncle. Braccini dans la relation de l'éruption du Vésuve de 1631, dit que la hauteur de la colonne (1) qui sortait de la bouche du volcan, prise de Naples avec un quart de cercle, dépassait trois milles. Il est probable que dans cette observation, il se glissa quelque erreur qui en exagera le résultat. Lorsque la force de gravité prévaut sur celle d'impulsion communiquée par le volcan, cette immense agrégation de matières se décharge ou sur la montagne même ou sur les endroits où elle a été transportée par la force des vents. La quantité de matière que dans ces circonstances un volcan peut rejeter de son sein, surpasse toute imagination. Quoique le Vésuve soit un des plus petits volcans, il vomit cependant dans l'éruption qui eut lieu au temps de Titus, une si grande

---

eo destituta, aut etiam pondere suo victa, in latitudinem vanescebat, candida interdum, interdum sordida et maculosa, prout terram, cineremve sustulerat.

(1) Le Père della Torre, dans l'histoire du Vésuve, raconte que lors de l'éruption du 20 janvier 1755, ayant calculé le temps que les pierres lancées mettaient à tomber, il le trouva de 8″, d'où il conclut qu'elles étaient montées à la hauteur de 956 pieds de Paris. Bridone sur l'autorité de Recupero dit que les pierres lancées par l'Etna, emploient 21″ pour retomber à terre, ce qui donnerait une ascension de 6615 pieds. La-Condamine qui se trouvait présent à une éruption du Cotopaxi en 1738, jugea que les matières furent lancées à la hauteur de 2766 pieds.

quantité de matières détachées (1) qu'elles suffirent pour ensevelir les deux villes d'Herculanum et de Pompeïa, et pour les couvrir, en quelques endroits, d'une couche de plus de cent pieds de hauteur. La foudre (2) serpente souvent entre ces masses énormes et terribles, composées de scories, de cendres et de morceaux de laves rompues et brisées, et qui, restant en équilibre dans

---

(1) Ces grandes éruptions extraordinaires et isolées semblent n'avoir lieu que dans les volcans qui, après un long intervalle de repos, s'allument de nouveau. Lorsqu'un volcan reste longtemps tranquille, son cratère se ferme, et souvent la vaste ouverture de l'entonnoir se transforme en une plaine, qui, semblable à une immense voûte, couvre la profondeur de l'abîme: mais dès qu'il commence à se mettre en mouvement, la première opération est celle de s'ouvrir un passage et de lancer dans l'air toutes les matières qui s'opposent à ses explosions. Si cette opération est au-dessus de ses forces, son énergie reste comprimée, et il est contraint de chercher une issue dans le côté le plus foible de la montagne. L'éruption qui eut lieu du temps de Titus, et qui ensevelit Herculanum et Pompeïa, était composée, non de matières travaillées par le volcan à cette époque, mais bien des précédentes productions du Vésuve lorsqu'il était dans un état d'activité, qui sait combien de siècles avant (Voy. § 608)! Ces matières parmi lesquelles abondaient principalement les pierres ponces, s'étaient accumulées autour de la bouche, en avaient fermé le cratère, et dans cette circonstance, elles furent seulement rejetées par le volcan.

(2) C'est ce qui a été écrit par plusieurs auteurs qui ont donné la description de quelques-unes de ces singulières éruptions; mais il est possible qu'en observant de loin, ils ont pris pour la foudre ou pour des éclairs, quelques inflammations passagères de gaz hydrogène.

l'air pendant trente ou quarante minutes, soutenues par la nouvelle matière que le volcan continue à vomir, et formant un seule masse démesurée, obscurcissent l'horizon, et menacent de la destruction et de la mort les populations voisines. Parmi les pierres tombées dans ces circonstances, on en a trouvé quelques-unes auxquelles on a donné le nom de bombes du Vésuve, à cause de leur forme sphérique ou sphéroïdale. En les brisant, on reconnoît que ce sont des morceaux détachés d'anciennes laves, qui ayant été fondus de nouveau à leur superficie, ont reçu cette forme par un collision réciproque et par des chocs répétés contre d'autres pierres avec lesquelles ils ont été agités pendant qu'ils étaient encore dans un état de mollesse.

§ 632. Les éruptions de matières incohérentes sont principalement composées, 1.° de morceaux isolés, plus ou moins grands, d'anciennes laves rompues et brisées; 2.° de pierres ponces: celles-ci furent très-copieuses dans les anciennes éruptions du Vésuve; aujourd'hui on n'en voit presque pas; 3.° de scories qui quand elles sont réduites en petits fragmens, reçoivent le nom de *lapilli* (1); 4.° d'une matière terreuse et pulvérulente plus ou moins fine. Deux savans naturalistes, mes amis,

(1) Ces *lapilli* sont quelquefois légèrement vitrifiés, et ressemblent aux scories des fonderies, réduites en petits fragmens.

MM.^{s} Menard de la Groye (*Journal de physique*, tom. 80, pag. 400), et Moricand de Genève (*Bibl. universelle*, tom. 2, pag. 62), se sont occupés de ces substances pulvérulentes, vomies par les volcans, et indiquées en général par le nom de cendres. Ces naturalistes distinguent les *sables* des *cendres*. Les premiers sont noirâtres, pesans, brillans; les grains en sont plus ou moins sensibles. Les cendres au contraire sont blanchâtres ou grisâtres dans leur état naturel, très-légères et si fines qu'elles s'introduisent partout. Dans leur apparence, elles ressemblent parfaitement aux cendres ordinaires, dont cependant elles diffèrent beaucoup par leur nature. Comme les *sables* et les *cendres* sont lancés en même temps, ils retombent mêlés ensemble; mais il peut y avoir des circonstances où ils se séparent selon leur diverse gravité spécifique, ce qui sera spécialement l'effet du vent. Les sables sont formés de fragmens de pyroxène, d'amphigène, de péridot, de fer oligiste et de fer oxidulé titanifère. Mais quelle est la nature des cendres? On les considère communément comme produites par la collision et la trituration des pierres qui lancées par le volcan, s'entrechoquent: mais M.^{r} Menard rejette cette opinion par différentes raisons, et principalement parce que la quantité, la ténuité et l'uniformité des cendres lui semblent exclure l'idée d'une simple trituration. De là, il pense

qu'une lave fondue peut, pendant qu'elle est dans l'état de fluidité, être lancée par quelque violente éruption, en sorte que la résistance de l'air la force à se diviser en une infinité de particules très-subtiles, comme cela arriverait, dit-il, si l'on tirait un fusil rempli de plomb fondu, ou comme il l'a éprouvé lui-même quelquefois en tirant avec de l'eau (1). M.r Menard a donné le nom de *lave pulvérulente* à celle qui s'étant trouvée dans une pareille circonstance, a été changée en cendres ou en poussière très-fine. M.r Moricand adoptant en partie l'idée de M.r Menard, admet la possibilité que pendant qu'une

(1) M.r Beddoes, anglais, a proposé une semblable conjecture dans ses *Observations sur les silex* qu'on trouve dans les bancs de craie. Après avoir exposé que pour expliquer quelques phénomènes qu'on observe dans ces silex, relativement à leurs parties soit externes, soit internes, et spécialement à cette poudre blanche qu'on voit quelquefois dans l'intérieur de leurs cavités, il convient de recourir au dégagement de quelque fluide élastique, il ajoute: « La poussière et les cendres vomies en si grande » abondance par les volcans, doivent être l'effet d'une action » à peu près pareille. Supposons une substance en fusion du » dedans ou du dessous de laquelle se dégage rapidement et » avec abondance un fluide élastique aériforme ou à l'état de » vapeur, dispositions très-ordinaires dans le moment d'une » éruption. Ces fluides élastiques sortent avec une violence si » prodigieuse, qu'ils dissipent la matière fondue, et la chassent » devant eux, comme un vent violent fait voler la poussière. » Cette matière arrivant dans l'atmosphère, y devient concrète » en se refroidissant, et retombe comme de la neige sur le sol » environnant. » Voy. *Bibl. brit.*, tom. 12, pag. 411).

lave fluide est encore dans le foyer, ou pour ainsi dire, dans le bain du volcan, il survienne un développement subit de quelque gaz ou fluide élastique, qui, dans son explosion, divisant cette lave en parties très-subtiles, la chasse avec une extrême violence hors du cratère, sous la forme de poussière. Ce second auteur admet donc encore lui-même cette nouvelle espèce de lave pulvérulente; mais comme elle est noirâtre et composée de petits grains qui font qu'elle ressemble à la poudre fine de chasse, il veut qu'on la distingue de cette poussière très-subtile, presque impalpable, de couleur gris-clair, à laquelle on a donné le nom de cendre.

§ 633. Distinguer dans les matières terreuses des volcans, ce qu'on appelle cendre d'avec cette arène ou sable noir composé des substances que nous avons déjà nommées, savoir, de fragmens de pyroxène, d'amphigène, de péridot, de fer oligiste, etc., cela me paroît aussi juste qu'exact: mais doit-on admettre cette nouvelle espèce de lave pulvérulente, et la manière dont elle se forme? Pour expliquer l'origine de la pierre de Sorrente qui a tous les caractères des laves, excepté ceux de la dureté et de la compacité, étant fragile et tendre au point qu'elle ressemble à un tuf, j'avais eu recours à une hypothèse assez semblable à celle de MM.^{s} Menard et Moricand. Dans le tom. 1, pag. 40 des *Voyages dans la*

Campanie, j'ai dit que si dans l'instant où une lave est près de se consolider, il survient un développement général et uniforme de quelque gaz, et que chaque particule de lave ait un espace suffisant à sa cristallisation, ses parties en se cristallisant, subiront réciproquement une retraite ou éloignement d'où résultera un tout cristallisé dans ses plus petites parties, mais peu cohérent (Voy. la fin du § 348), comme serait une masse de sucre. Mon hypothèse était relative à une lave déjà sortie du cratère; au contraire d'après celle de M.r Menard, on considère la lave dans sa fournaise, et l'on suppose le développement d'un gaz capable de lancer hors du cratère, toute la masse de la lave réduite en parties très-subtiles. Une semblable hypothèse n'a certainement rien qui répugne, et dans le § 456 on a vu que par là on peut expliquer l'origine des sables aurifères: mais dans le cas dont il s'agit ici, c'est-à-dire, des cendres volcaniques, il me semble qu'il n'est pas nécessaire de recourir à une combinaison si extraordinaire, quoique je ne nie point qu'elle ne puisse avoir lieu dans quelque circonstance. Comme les éruptions de cendres sont ordinairement accompagnées d'éruptions de laves, il est naturel de penser que la formation des premières est différente de celle des secondes. Si la cendre est une lave pulvérulente, pourquoi ne sort-elle pas du volcan

dans le même état que la lave, vu que l'une et l'autre sont contemporaines. Je sais bien qu'on peut répondre à mon objection; mais quand on cherche la raison d'un phénomène, je crois que la plus simple est la plus probable, pourvu qu'elle corresponde aux conditions du problème. Lorsqu'un volcan est en action, il jette en haut tout ce qui se trouve exposé à sa force explosive, comme morceaux de laves, scories, pierres ponces, verres, roches primordiales arrachées de leur site natif, etc. Ces jets se succèdent souvent le jour et la nuit avec une très-grande rapidité, et durent pendant plusieurs années. De ce choc général et prolongé de toutes les substances dont quelques-unes, comme les scories, les pierres ponces, etc., sont très-fragiles, il devra résulter dans les cavités du volcan, d'immenses amas de terres de divers degrés de grosseur. C'est ainsi, par exemple, que si dans un mortier, on broyait pendant long-temps beaucoup de substances pierreuses, les parties les plus triturées formeraient une poussière très-fine, presque impalpable, qu'on pourrait assimiler à la cendre, tandis que les autres parties seraient rompues et écrasées, mais non pulvérisées. Que si l'on ne croyait pas que la seule trituration soit capable de fournir toutes les matières pulvérulentes, combien d'autres causes dans l'intérieur d'un volcan actif ne peuvent-elles pas contribuer à accroître la quantité

de ces matières ? Telles seraient les suivantes : l'extrême boursouflement des laves, lequel soulève, détache et atténue les parties de leur superficie; les grandes couches terreuses que la force des explosions renverse et fait crouler dans le gouffre; la désagrégation ou la décomposition des croûtes scorifiées, provoquée par les vapeurs acides du volcan, etc. Dans les petites éruptions des volcans qu'on qualifie de modérées, une partie de cette matière terreuse sera lancée en même temps que les pierres, mais sa quantité sera, sans comparaison, beaucoup plus grande dans les éruptions extraordinaires et volumineuses: on pourra donc lui conserver la dénomination de cendre volcanique, en appliquant cette dénomination à cette terre extrémement fine et presque impalpable, qui, dans quelques circonstances, sort en très-grande quantité de la bouche des volcans, et que les vents transportent à des distances très-considérables. Il ne faut pourtant pas que cette même dénomination nous induise en erreur, en nous faisant considérer cette poussière volcanique, comme si elle avait la nature et les propriétés de la cendre des végétaux. Les cendres volcaniques exposées à l'action du feu, rendent quelquefois une odeur sensible de soufre; d'autres lessivées, fournissent le muriate de soude ou le muriate d'ammoniaque, ou le sulfate de fer: ce qui démontre, comme nous l'avons déjà dit, que

les vapeurs des volcans ont en partie contribué à leur communiquer ces propriétés. Suivant les observations de Cordier, ces cendres contiennent dans leur état pulvérulent, les substances élémentaires des laves lithoïdes, vitreuses et scorifiées, et c'est à cause de cela, que cet auteur les divise en cendres feld-spathiques et en cendres pyroxéniques. Les premières sont celles qui fondues, donnent un verre blanc rarement piqué de points verts; les secondes, celles qui fondent en verres ou émaux de couleur noire ou d'un vert-noirâtre plus ou moins foncé (Voy. Cordier, *Mémoire sur les substances minérales dites en masse*, etc., pag. 53). Ces observations de Cordier bien qu'elles ne soient pas en opposition directe avec l'opinion de Menard, rendent néanmoins très-probable l'hypothèse que les cendres dont il s'agit ici, proviennent de la trituration des divers fragmens des substances pierreuses volcaniques. On a observé qu'un volcan qui est dans une grande activité, approche de l'état de repos lorsqu'après quelques éruptions, les cendres blanches commencent à tomber. Cette couleur blanche peut provenir de deux causes: la première est une plus grande trituration ou atténuation; c'est ainsi que le verre vert réduit en poudre très-subtile, présente un aspect blanc. La seconde cause de la blancheur des cendres, c'est d'avoir été exposées plus long-temps à l'action

des vapeurs acides. La cendre que le volcan lance dans les premiers momens de ses éruptions, sort d'une fournaise remplie de matières, et à mesure que cette fournaise se vide, les vapeurs acides peuvent agir plus librement sur le substances qui y restent. M.r Menard exclud cette seconde raison, parce que suivant l'observation de Dolomieu, les cendres des volcans exposées à la calcination, deviennent rouges, d'où il tire la conséquence qu'elles n'ont point été altérées. Je n'ai point examiné les phénomènes de la calcination des cendres volcaniques; mais si, comme je l'ai déjà dit, elles fournissent des substances salines, il est très-probable que leur matière originaire a souffert quelque altération.

CHAPITRE CIII.

Des éruptions boueuses.

§ 634. Les substances terreuses qui sont rejetées par le volcan, peuvent ainsi que nous l'avons dit dans le chapitre précédent, se mêler avec l'eau, et former ce qu'on appelle éruptions boueuses. Comme c'est un objet qui intéresse beaucoup la théorie des volcans, il convient de le traiter en détail, et de le diviser en deux problèmes. En premier lieu, est-il vrai qu'il sort quelquefois des volcans, des torrens de boue, c'est-à-dire, des substances terreuses et pulvérulentes mêlées avec l'eau? En second lieu, la vérité de ce fait étant posée, quelle peut être la source de l'eau dans de semblables éruptions? Chacun entendra que l'on traite ici des volcans qui ont coutume de jeter des matières enflammées, et non des volcans froids ou gazeux comme sont ceux de la Crimée observés par Pallas, celui de Macaluba, en Sicile, décrit par Dolomieu dans le *Voyage aux îles de Lipari*, et ceux des *salses* de Reggio et de Modène, dont Spallanzani, après Valisneri, a traité dans le tome 5 de ses voyages. Les phénomènes de Macaluba dépendent du développement du gaz acide

carbonique, selon Dolomieu ceux des *salses* de Reggio et de Modène, ainsi que des volcans froids de la Crimée, des émanations du gaz hydrogène carburé. A Macaluba, il n'y a aucune trace d'inflammation. Dans les volcans boueux de la Crimée et des *salses*, il survient quelques combustions passagères produites par l'inflammation du gaz hydrogène, mais qui n'ont aucune ressemblance avec celles des véritables volcans.

§ 635. Je ne dissimule pas que toutes les fois que j'ai eu occasion de parler de ces éruptions boueuses, je me suis montré incrédule, parce que toutes les observations que j'ai faites sur le Vésuve, volcan que j'ai eu sous les yeux pendant plusieurs années, me démontraient le contraire; et parce que je ne voyais pas que cette opinion fut appuyée sur aucune observation directe. Je ne niais point la possibilité du phénomène; je doutais seulement qu'il eut eu lieu dans les éruptions du Vésuve, comme on l'a prétendu plusieurs fois. Pendant l'éruption de 1794, je passai deux jours sur la montagne et deux nuits à l'hermitage du *Salvatore*, m'approchant du sommet du volcan autant que le permettait une épouvantable grêle de pierres qui à chaque instant sortaient de la bouche, et en retombant, se répandaient sur la superficie du cône. Plusieurs nuages se réunissaient souvent autour de la montagne, et produisaient de copieuses quantités d'eau qui se

mêlant avec les cendres, formaient de gros torrens de boue, lesquels dévastaient les campagnes situées à la base du volcan, renversaient les maisons, et portaient partout le ravage et l'effroi. Cependant on disait à Naples, et l'on imprimait même dans quelques relations, que des fleuves de boue étaient sortis de la bouche du volcan. Une réflexion très-simple suffisait pour dissiper l'erreur. Une grande partie des dommages causés en cette occasion, par les torrens de boue, eut lieu vers les pays d'Ottajano et de Somma, où ces torrens, s'ils fussent sortis de la bouche du Vésuve, n'auraient pu arriver sans remplir d'abord la vallée dite l'*Atrio del Cavallo*, et sans surmonter la cime des monts d'Ottajano et de Somma, pour descendre de la montagne, et puis se répandre dans la plaine, en suivant la pente du sol.

§ 636. Au moment qu'un volcan déploie l'imposant et terrible appareil de ses forces, par de grandes éruptions de matières incohérentes, il est impossible d'arriver jusqu'à son sommet, et même peu de personnes ont le courage d'en approcher. Si alors quelque pluie très-abondante se répand sur le dos de la montagne, elle transporte la couche superficielle, mobile et non encore durcie de cendres qui la couvrait, forme des torrens de boue, et l'imagination toujours portée au merveilleux, surtout dans ces circonstances,

préfère croire que ces masses fangeuses sont vomies par le cratère plutôt que produites par des nuages qui se sont rassemblés vers le zénith de la montagne. Tout ce qui arrive dans ces circonstances, est attribué au volcan qui est considéré comme l'unique cause de tous les phénomènes. Les histoires du Vésuve, de l'Etna et des volcans d'Amérique attestent que les grandes éruptions sont toujours accompagnées d'abondantes pluies dans le voisinage des volcans. L'éruption du Vésuve de 1538 finit par de grandes pluies de cendre et d'eau. Pendant celle de 1631, des torrens d'eau entraînèrent plusieurs maisons déjà ensevelies sous les cendres : des dévastations à peu près semblables eurent lieu durant l'éruption de 1639 ; à cette époque, une pluie excessive tomba autour du volcan, tandis que le reste de l'horizon était parfaitement serein. D'abondantes pluies accompagnèrent les éruptions de 1754 et 1755 ; celle de 1768 fut remarquable par les torrens qui dévastèrent Portici, la *Torre del Greco* et autres endroits. Enfin pendant l'éruption de 1779, il y eut de fréquentes et d'abondantes pluies ; les nuages qui les produisaient, se confondaient avec les globes de fumée que le vent dirigeait vers Ottajano. On peut voir un long catalogue de semblables pluies qui ont fondu autour d'autres volcans, dans le *Mémoire de DuCarla sur les inondations volcaniques*,

où l'on trouve une explication aussi simple que plausible de ce phénomène (Voy. *Journal de physique*, tom. 20, pour l'année 1782).

§ 637. Du Carla déduit cette explication du principe que la colonne d'air qui s'élève d'un volcan dans le moment de ses grandes éruptions, est très-raréfiée, d'où il suit qu'il y a autour de lui un afflux continuel d'air qui y arrive de tous les points de la circonférence pour remplir le vide produit par la raréfaction, et transporte avec lui les vapeurs qui y sont mêlées. En outre, sur la bouche du volcan, il y a une masse d'air continuellement ascendante ; à mesure que celle-ci se refroidit en s'élevant dans l'atmosphère, elle doit perdre les vapeurs qu'elle contenait en raison de la chaleur dont elle était animée, et ces vapeurs refroidies par le changement de température, tombent en forme de pluie autour du volcan. Les calculs de Du Carla relativement à la quantité d'eau que peut fournir une masse donnée d'air atmosphérique, offrent un résultat presque incroyable, et sont tels qu'une pluie produite par l'action d'un volcan sur l'atmosphère, peut avoir une intensité soixante fois plus grande que celle d'aucun déluge connu ; en sorte qu'on ne doit pas être surpris si les inondations volcaniques ressemblent à des irruptions de la mer. Comme à l'époque où Du Carla écrivait, on n'avait pas encore rectifié la doctrine des vapeurs,

et qu'on les concevait dissoutes dans l'air comme le sel l'est dans l'eau, il y aura beaucoup à retrancher des données sur lesquelles il a fondé son calcul. Que l'on fasse cependant attention qu'il a oublié deux élémens, savoir, la quantité extraordinaire des vapeurs qui s'élèvent d'une montagne qui renferme dans son sein un volcan enflammé, et sur la surface de laquelle coulent des torrens très-étendus de laves fumantes; et la masse d'eau qui doit s'engendrer dans le cratère d'un volcan, par la combinaison de l'hydrogène qui se développe en grande abondance, et qui, dans l'état naissant, se rencontre avec l'oxigène de l'atmosphère, combinaison qui doit être provoquée par la chaleur de l'inflammation, et par la quantité d'électricité hors d'équilibre qui se manifeste dans ces occasions par de violens coups de foudre, comme nous l'avons dit au § 631. Mais laissant à l'écart tous ces calculs qui, dans des questions de cette nature, sont toujours équivoques, disons que l'explication générale donnée par Du Carla, paroît assez vraisemblable, puisqu'elle lève les doutes qu'on pourrait avoir sur l'origine de ces pluies excessives qui accompagnent ordinairement les grandes éruptions volcaniques.

§ 638. Déterminé par ces raisons, après l'éruption du Vésuve de 1794 dont je pus observer beaucoup de phénomènes, je doutai toujours de

ses éruptions boueuses, bien que je les crusse possibles ; et toutes les fois que j'entendais parler de ce phénomène, je le regardais comme une illusion produite par l'impossibilité d'observer de près, et de reconnoître le lieu d'où procédaient ces torrens de boue qu'on prétendait sortis de la bouche du volcan, tandis qu'ils étaient réellement formés par les eaux pluviales qui s'unissaient aux cendres et aux substances terreuses. Ceux qui ont soutenu les éruptions boueuses du Vésuve, se sont particulièrement fondés sur une observation d'Hamilton, que dans le tuf qui a couvert l'antique théâtre d'Herculanum, il y a l'empreinte de la tête d'une des nombreuses statues qui ornaient ce noble édifice, ce qui pourrait faire penser que ce tuf était dans un état de mollesse pâteuse provenant de l'eau qui y était mêlée. Il me semble néanmoins qu'on a donné trop de poids à cette observation, et qu'on doit obtenir le même effet des substances pulvérulentes et atténuées toutes les fois qu'elles sont comprimées pendant un long espace de temps par un énorme poids de matière superposée; et si l'on veut supposer que cette matière terreuse fût dans l'état de boue, cela aura pu être ainsi par son mélange avec les eaux pluviales.

§ 639. A Naples, dans ces dernières années, on a disputé avec une animosité qui convient peu aux discussions scientifiques, sur la manière

dont put avoir lieu la destruction d'Herculanum et de Pompeïa, et l'on a prétendu que l'eau eut plus de part que le feu à cette destruction. Peut-être cet objet ne méritait-il pas d'être traité avec tant de chaleur ; et il me semble qu'on ne peut pas douter de deux choses, savoir que les substances terreuses sous lesquelles ces deux villes furent ensevelies, ne soient de nature volcanique, et que les mêmes substances n'aient été lancées par le Vésuve pendant l'éruption qui eût lieu du temps de Titus (1). Qu'ensuite pendant que le volcan vomissait des matières terreuses, des pierres ponces, des sables et des cendres, il soit tombé de l'atmosphère, des pluies extraordinaires, et que de prodigieux torrens de boue, descendant de la montagne, se soient introduits dans les habitations et dans les enceintes fermées, tout cela qui me paroît assez probable, est bien différent des irruptions de la mer, ou des éruptions boueuses sorties de la bouche du volcan. Dolomieu dans ses *Additions à la dissertation de Bergman sur les produits volcaniques*, parle d'une

(1) Dans la note 3 sur le § 631, j'ai dit que cette éruption fut composée de substances produites par le Vésuve dans son précédent état d'inflammation, et qui ne furent lancées dans l'air qu'à cette époque : il me paroît très-vraisemblable que ces substances avaient formé l'antique cratère éteint depuis long-temps, c'est-à-dire, le cratère de Strabon, qui, sous le règne de Titus, fut soulevé et détruit par les nouvelles opérations du volcan.

éruption aqueuse de l'Etna, arrivée en 1755, et dit avoir examiné le sable que ce torrent avait transporté (j'aurai bientôt occasion de revenir sur cet objet). Je doute beaucoup de la vérité de ce fait, parce que Dolomieu rapporte seulement ce qui lui a été dit par ses guides, gens qui exagèrent toujours dans leurs récits; et que ce torrent, s'il est vrai qu'il ait réellement existé, pouvait procéder, non de la bouche du volcan, mais d'une pluie tombée sur quelque partie de la montagne voisine du sommet, ou de la fonte des neiges et des glaces qu'on trouve toujours vers la cime, comme je le dirai plus bas par rapport aux volcans d'Islande. Je dois faire remarquer que l'opinion commune en Catanie, était que dans cette éruption de l'Etna, il était sorti du volcan avec l'eau, une certaine quantité de coquilles. Dolomieu les chercha, examinant avec beaucoup de soin le sable du site où il croyait qu'était passé le torrent, mais il ne put les trouver. Cependant tout doute sur la vérité du phénomène des éruptions fangeuses a été levé par les relations que M.r Humboldt a données des volcans d'Amérique, et je crois que le lecteur sera bien aise de connoître quelques faits que cet illustre géologue a publiés sur cet objet dans le *Tableau physique des régions équinoxiales.*

§ 640. Les volcans du royaume de Quito jettent des pierres ponces, des basaltes, des porphyres

scorifiés ; ils vomissent une énorme quantité d'argile carburée et des matières fangeuses : mais il n'existe point de mémoire que des laves en soient sorties. La hauteur de ces montagnes colossales qui surpasse cinq fois celle du Vésuve, et leur situation peu isolée sont vraisemblablement les causes de ces anomalies. Malgré l'extrême intensité des forces de ces volcans, on conçoit que si leur foyer se trouve à une très-grande profondeur, la lave fondue ne peut être soulevée jusqu'aux bords du cratère, ni rompre le flanc des montagnes qui jusqu'à la hauteur de 1400 toises sont renforcées par des plate-formes qui les environnent. Il semble donc naturel que des volcans si élevés ne vomissent par leur bouche que des pierres isolées, des cendres volcaniques, de l'eau bouillante et surtout de l'argile carburée et imprégnée de soufre. Ensuite ces volcans présentent de temps en temps au naturaliste, un spectacle qui, quoique moins terrible, est extrêmement curieux. Les grandes explosions sont périodiques et très-rares : le Cotopaxi, le Tangurahua et le Sangay n'en offrent quelquefois pas en vingt ou trente ans ; mais dans ces intervalles, ils vomissent une énorme quantité de boues argileuses, et ce qui frappe davantage l'imagination, une quantité innombrable de poissons.

§ 641. Le Cotopaxi jeta une fois sur les terres du Marquis de Selvalegre, une si grande quantité

de poissons, que leur putréfaction répandit une odeur fétide dans tous les environs. En 1691 le volcan presque éteint d'Imbaburù en vomit des milliers sur les terres qui entourent la ville d'Ibarra. Les fièvres putrides qui se manifestèrent à cette époque, furent attribuées aux miasmes qui s'exhalaient de ces poissons entassés sur la surface de la terre, et exposés à l'action du soleil. L'Imbaburù a continué à jeter des poissons; et lorsque le 19 juin 1698, le volcan de Garguairazo s'écroula, des milliers de ces animaux, enveloppés dans des boues argileuses, furent vomis par la cime. Le Cotopaxi et le Tangurahua jettent des poissons quelquefois par le cratère qui est au sommet de ces montagnes, et d'autres fois par les fentes latérales, mais toujours à 2500 ou 2600 toises au-dessus du niveau de la mer. Maintenant les plaines circonvoisines ayant presque 1300 toises de hauteur, on peut conclure que ces animaux sortent d'un point qui est 1300 fois plus élevé que les plaines sur lesquelles ils sont jetés. Quelques Indiens assurent que les poissons vomis par les volcans, descendent encore vivans le long du dos de la montagne; mais ce qu'il y a de certain, c'est que parmi la quantité innombrable de poissons morts qui descendent en peu de temps du Cotopaxi avec de grandes masses d'eau froide et douce, il y en a très-peu que soient défigurés au point qu'on

puisse croire qu'ils ont été exposés à l'action d'une forte chaleur, ce qui est fort singulier, si l'on fait attention à la mollesse de la chair de ces petits animaux, et à l'épaisse fumée (1) que le volcan exhale en même temps.

§ 642. Ces poissons sont identiques avec ceux qui vivent dans les ruisseaux, au pied des volcans, et que les habitans du pays appellent *prennadillas :* c'est la seule espèce de poissons qu'on trouve dans les eaux de Quito, à 1400 toises d'élévation. Le *prennadillas* est une nouvelle espèce du genre *silurus*, et l'on peut la rapporter à cette division du *silurus*, qui est indiquée par le nom de *pimelodes* dans l'*Histoire naturelle des poissons* de Lacépède. Sa longueur ordinaire est

(1) Il peut naître quelque doute à raison de cette fumée dont parle Humboldt. Il est en effet difficile de concevoir de la fumée sans chaleur, et ici la chaleur ne concorde guère ni avec l'intégrité et la conservation de petits poissons dont la chair est fort molle, ni avec l'eau qu'on dit froide. Je crois que ceux qui ont observé de loin le sommet du volcan au moment de ses éruptions, ont pris quelquefois pour de la fumée, les tourbillons de matières pulvérulentes, extrêmement atténuées, et transportées par le vent. C'est ce que j'ai observé quelquefois dans le Vésuve. Me trouvant à la base ou sur le dos de la montagne, il me semblait de temps en temps voir quelque nuage de fumée sortir du cratère. Un bruit sourd que j'entendais en même temps confirmait mon illusion. Mais parvenu à la cime du volcan, je reconnoissais que c'étaient des tourbillons de poussière détachée des parois internes par la chute de quelque pierre, et soulevée par le vent. J'ai parlé de ce phénomène dans les *Voyages physiques et lithologiques dans la Campanie*, tom. 1, pag. 254.

à peine de dix centimètres (4 pouces); il y a cependant des variétés qui ne paroissent pas avoir plus de cinq centimètres (2 pouces) de longueur. Ce poisson vit dans des ruisseaux qui ont une température de 10 degrés du thermomètre centigrade, tandis que les autres espèces du même genre existent dans les fleuves des plaines dont les eaux ont 27 degrés de température. On mange rarement les pimelodes, et les Indiens les plus pauvres sont les seuls qui en fassent usage: son aspect et la mucosité de sa peau le rendent dégoûtant. Vu l'énorme quantité de pimelodes que les volcans du royaume de Quito jettent de temps en temps, on ne peut pas douter que cette étendue de pays ne contienne de grands lacs souterrains où ces poissons se cachent, tandis qu'il n'existe dans les fleuves circonvoisins qu'un petit nombre d'individus. Quelques Indiens pêchent les pimelodes dans les endroits où le ruisseaux sortent des roches: la pêche n'est heureuse ni de jour, ni au clair de lune; il faut une nuit très-obscure, car sans cette circonstance, le poisson ne sort pas du volcan. Il paroît que la lumière incommode ces animaux souterrains peu accoutumés à un stimulant si fort; observation curieuse, puisque les pimelodes de la même espèce qui habitent les ruisseaux voisins de la ville de Quito, vivent à la clarté du jour. Le phénomène des poissons vivans dans des lieux obscurs, n'est pas

nouveau. Dans les eaux dormantes des cavernes du Derbyshire, en Angleterre, et des grottes de Gaileureuth, en Allemagne, où l'on trouve des têtes fossiles d'ours et de lions, on pêche des truites qui sont éloignées de tout ruisseau, et assez élevées au-dessus du niveau des eaux voisines. Dans la province de Quito, le mugissement souterrain qui accompagne les tremblemens de terre, les masses de roches qu'on croit entendre crouler au-dessous de la voûte sur laquelle on marche, l'immense quantité d'eau qui sort de la terre dans les lieux les plus secs lors des explosions volcaniques, et beaucoup d'autres phénomènes annoncent que tout le sol de ce plateau est miné et vide par-dessous.

§ 643. Si l'on peut aisément concevoir de vastes bassins souterrains pleins d'eau, et qui nourrissent des poissons, il n'est pas si facile d'expliquer comment ces animaux sont soulevés à 1300 toises de hauteur et vomis soit par le cratère, soit par les fentes latérales. Voudra-t-on supposer que les pimelodes existent dans des bassins souterrains à la hauteur même d'où ils sortent? Comment se former une idée de leur origine dans une position si extraordinaire, dans le flanc d'un cône si souvent échauffé? L'état de conservation dans lequel on les trouve, fait croire que ces volcans les plus élevés et les plus actifs du globe éprouvent de temps en temps des mouvemens

convulsifs pendant lesquels le développement du calorique est moins considérable qu'il semble qu'on devrait le supposer. Les tremblemens de terre n'accompagnent pas toujours ces phénomènes. Peut-être dans les divers compartimens de l'intérieur du volcan, l'air se trouvant de temps en temps condensé, contribue-t-il à élever l'eau et les poissons; peut-être sortent-ils d'une concavité fort distante de celles qui vomissent le feu volcanique; peut-être enfin les boues argileuses dans lesquelles ils sont enveloppés, les défendent-elles de l'action d'une forte chaleur.

L'exposition de ces faits racontés par un observateur aussi exact que M.r Humboldt, démontre l'existence de quelques éruptions fangeuses dans les volcans d'Amérique, et que ces éruptions ont lieu par la bouche même des volcans. A cette narration, j'ai voulu joindre les conjectures et les réflexions de cet auteur, parce qu'elles peuvent répandre beaucoup de lumière sur un phénomène si singulier, et en faciliter l'explication. Il me reste donc à examiner le second problème, savoir, quelle est la source d'où peut dériver l'eau qui contribue aux éruptions boueuses.

CHAPITRE CIV.

Il n'est pas probable que la mer communique avec l'intérieur des volcans.

§ 644. La conjecture qui se présente d'abord à l'esprit du naturaliste, et je dirai même la plus plausible, est celle de supposer une communication entre la mer et l'intérieur des volcans qui sont souvent situés sur ses plages ou environnés de ses eaux. Lorsque les volcans viennent à s'embraser, l'eau peut pénétrer dans leurs cavernes, et être absorbée de manière à dégorger ensuite par la bouche du cratère. M.r le Baron de Dietrich dans ses *Notes sur les lettres de Ferber*, pag. 206, regarde cette communication comme une vérité prouvée par des faits incontestables. De Luc assure dans plusieurs de ses écrits que le concours de l'eau marine est absolument nécessaire pour exciter les fermentations qui donnent naissance aux volcans. C'est l'opinion de la majeure partie des naturalistes. Nous avons déjà fait pressentir dans plusieurs endroits de cet ouvrage notre opinion sur cet objet (Voy. §.es 405, 590, et 595); nous allons maintenant l'examiner d'une manière plus particulière. J'observe d'abord que les volcans d'Amérique sont jusqu'à présent les

seuls dans lesquels on reconnoît de véritables éruptions boueuses ; et si dans ces éruptions, on considère soit la position des volcans, soit la nature de l'eau et des substances qui lui sont unies, on n'y reconnoîtra certainement aucune coopération de la mer. Ensuite pour ce qui regarde les autres volcans, tous les faits qu'on a racontés de corps marins non pétrifiés trouvés sur le Vésuve ou sur l'Etna, sont équivoques. A ces relations que bien des motifs doivent nous faire considérer comme exagérées, on peut assimiler quelques prétendues observations faites sur les volcans du Kamtschatka qu'on dit avoir jeté une quantité considérable d'os de baleines (Voy. *Journal de physique*, tom. 18). Je ne pourrai jamais me persuader que ces animaux aient été absorbés, cuits et décharnés par les volcans, et qu'ensuite leurs os aient été rejetés entiers et reconnoissables. Devons-nous donc donner un démenti formel à des auteurs dignes de foi qui prétendent avoir trouvé des corps marins sur le dos des volcans ? Il me semble qu'on peut expliquer ce phénomène d'une manière plus facile et moins merveilleuse. Plusieurs volcans sont sortis du fond de la mer ; lors de leur formation, ils ont dû soulever ce fond, et transporter à sa superficie les diverses matières qu'il renfermait : si ces matières n'ont pas été recouvertes par les éruptions postérieures, ou si par

quelque combinaison, elles sont devenues visibles, il est naturel qu'on les retrouve sur le cône du volcan, et qu'on croie qu'elles ont été rejetées dans quelque éruption. Il est encore possible que le volcan se forme au-dessous ou au milieu d'une couche pierreuse coquillière dont les fragmens soient rejetés par la force de quelque explosion, avant que le feu ait pu agir sur eux. Le savant naturaliste Menard (Voy. *Journal de physique*, tom. 81, pag. 53) a soutenu l'opinion de la communication de la mer avec l'intérieur des volcans; et aux observations sur lesquelles on s'appuie ordinairement, il a joint celle qu'il a eu occasion de faire lui-même sur le cratère de Montenovo, où il a trouvé quelques coquilles marines calcinées et brisées: mais il faut faire attention que ce volcan s'éleva du sein du lac Lucrin qui communiquait avec la mer voisine (Voy. § 590), et dont les huîtres et les coquilles étaient célèbres chez les anciens. Il n'est donc pas bien extraordinaire que parmi les matières qui composent le cratère du Montenovo, il y ait des vestiges de ces substances qui gisaient sur le fond de la mer dans le lieu où le volcan s'enflamma.

§ 645. Mais on dira que là où la mer baigne la base d'un volcan, lorsque celui-ci entre en fureur, on voit souvent les eaux marines se retirer de la plage parce qu'elles sont absorbées

par le volcan. Ce fait est confirmé par toutes les relations qu'on a données des éruptions du Vésuve, en commençant par le récit de Pline, le jeune, qui parlant de l'éruption de 79, dans la lettre 20.e, liv. VI, dit: *Mare in se resorberi et tremore terræ quasi repelli videbatur. Certe processerat littus multaque animalia maris in siccis arenis detinebat* (1). Que l'on observe que Pline parle dans cette lettre, des phénomènes du Vésuve ou d'après ce qui lui avait été raconté, ou d'après ce qu'il avait pu voir et observer de Misène où

(1) Pline, le jeune, écrivit deux lettres à Tacite sur la fameuse éruption de 79. La première est la 16.e du livre VI; et dans cette lettre il raconte les circonstances de la mort de son oncle qui fut suffoqué par les vapeurs du Vésuve, près de Stabia. Comme il ne périt personne de la nombreuse suite de celui-ci, on doit plutôt attribuer sa mort à l'asthme dont il était attaqué, qu'à la meurtrière intensité des vapeurs qui à une pareille distance du cratère, ne pouvaient pas être très-dangereuses. La seconde lettre est la 20.e du même livre. Dans celle-ci, Pline parle des phénomènes de l'éruption comme il put les observer de Misène, et comme ils lui furent rapportés par d'autres personnes. Il convient de faire observer que Pline, quand il écrivit cette lettre, n'avait que dix-huit ans; et il paroît que la nouveauté du phénomène avait un peu échauffé sa jeune imagination. Le Vésuve n'est pas un volcan capable d'épouvanter à 14 milles de distance. On évite les suites des tremblemens de terre en restant à la campagne; et à cet éloignement, il pouvait arriver beaucoup de cendres transportées par les vents, mais non de grosses pierres, ni en assez grande quantité pour inspirer de vives alarmes. Les phénomènes des volcans sont certainement aussi grands que terribles; mais souvent ils ne sont pas peu exagérés par notre imagination.

il était resté après le départ de son oncle, c'est-à-dire, d'un lieu qui est éloigné du volcan de plus de 14 milles, en ligne droite. Parmi ces phénomènes, un des principaux était le tremblement de terre intense et continuel qui renversa plusieurs habitations, et auquel on doit attribuer le bouleversement de la mer, comme l'indiquent les expressions *tremore terræ quasi repelli videbatur.* Il sera donc vrai que dans les grandes éruptions, la mer est quelquefois agitée et bouleversée, et qu'elle se retire même de la plage; mais la cause qu'on assigne à ce phénomène, c'est-à-dire, que ses eaux sont absorbées par le volcan, peut être fausse. Les grandes éruptions sont parfois accompagnées, et le plus souvent précédées de fortes secousses de tremblemens de terre qui peuvent influer sur l'état de la mer, en sorte que les eaux se retirant de la plage par l'effet du mouvement de la terre (1), on pourra croire qu'elles sont attirées par le volcan. Comme l'éruption de 1794 fut une des plus terribles de notre temps, s'il eut

(1) En 1755, époque du tremblement de terre de Lisbonne, les eaux de la mer près des îles Açorres, se retirèrent à une si grande distance du rivage, qu'on découvrit dans le fond de la mer, beaucoup de rochers inconnus aux navigateurs : et lors du tremblement de terre de la Calabre, arrivé en 1783, les eaux furent d'abord chassées à une grande distance de la plage où elles retournèrent ensuite avec tant de violence, qu'elles pénétrèrent bien avant dans les terres, inondation qui fit périr plusieurs centaines de personnes.

existé quelque communication entre la mer et l'intérieur du Vésuve, on en aurait eu quelque indice dans cette circonstance; et cependant je passai la nuit pendant laquelle eut lieu la grande éruption de lave qui en peu de temps parvint jusqu'à la mer, à la base même du volcan, dans un bateau près de la plage; et la mer était parfaitement tranquille. Si j'avais ajouté quelque foi à l'opinion commune fondée sur les récits de tant d'écrivains, que dans les grandes éruptions, la mer est absorbée par le volcan, je n'aurais eu garde de m'arrêter long-temps dans cet endroit qui aurait été très-dangereux; mais j'étais persuadé du contraire, et je voulus vérifier la chose par ma propre expérience. Monticelli assure néanmoins sur le témoignage d'autres auteurs, que le 17 mai de l'an 1813, le phénomène de la retraite de la mer eut lieu à la base du Vésuve, et que ce phénomène se renouvella le 9 du mois suivant. Vers cette époque les opérations du volcan avaient commencé; elles furent tantôt plus, tantôt moins fortes, et se terminèrent par une grande éruption dans les derniers jours de décembre. Le long intervalle de temps qui s'écoula entre le 9 juin et le 25 décembre, jour de l'éruption, me paroît suffisant pour démontrer que la retraite de la mer n'eut aucun rapport immédiat avec l'explosion volcanique. Par cette raison, je pencherais à attribuer plutôt cette

retraite, comme l'insinue Monticelli lui-même, à l'ouverture de quelque caverne souterraine, inférieure au niveau de la mer, ouverture qui pouvait avoir été occasionnée par les commotions du volcan voisin.

§ 646. Quelques naturalistes pensent que la situation de la majeure partie des volcans près de la mer est une raison assez forte pour démontrer leur réciproque communication: mais si la principale cause des volcans est le pétrole, doit-on être surpris que cette substance fluide se rassemble en très-grande quantité dans les lieux les plus bas du globe, c'est-à-dire, près de la mer? (Voy. ce qui a été dit dans le § 611). Pour ce qui regarde ensuite les sels et spécialement les muriates produits avec abondance par les vapeurs de quelques volcans, on peut voir ce qui a été dit dans les §.es 405, 612 et 622; et qu'on fasse attention à la fréquente association du pétrole avec les fluides chargés de substances salines, association prouvée par beaucoup d'exemples rapportés dans les §.es 600, 601 et 605. Il me semble que l'hypothèse qui a été proposée dans le chapitre XCVIII, et que nous avons appliquée au Vésuve, mais qui peut encore s'étendre à d'autres volcans dans lesquels on observe à peu près les mêmes phénomènes, il me semble, dis-je, que cette hypothèse fournit une réponse facile à toutes les difficultés. J. A. De Luc, le neveu (Voy.

Bibl. universelle, tom. 1, pag. 216), a récemment cumulé douze argumens pour prouver la communication de la mer avec l'intérieur des volcans. Le premier est que de la bouche des volcans et de leurs laves, il s'exhale en forme de fumée, une si prodigieuse quantité d'eau, que parfois le pays et ses environs sont pendant quelques jours couverts d'épaisses ténèbres. L'évaporation de l'eau douce de sources ne suffirait pas pour expliquer ce phénomène. Je me permettrai de faire observer à M.r De Luc que les ténèbres qui à l'occasion des grandes éruptions, couvrent la contrée où est situé le volcan, proviennent non des vapeurs aqueuses, mais bien de la très-grande quantité de cendres. Les autres argumens de M.r De Luc sont ceux qu'on a coutume d'invoquer pour prouver la communication de la mer avec l'intérieur des volcans, argumens que j'ai déjà examinés, et auxquels il sera très-facile de répondre en faisant usage des principes établis dans ce chapitre et dans les chapitres précédens. Je concluds de tous cela, que je suis entièrement d'accord avec Dolomieu (Notes à la *Dissertation de Bergman sur les produits volcaniques*) que s'il existait une semblable communication, les eaux devraient promptement pénétrer dans les cavernes, et éteindre tout principe de combustion. Le foyer du Vésuve est certainement sur un plan très-inférieur au niveau de la Méditerranée, puisqu'en

quelque endroit de la base de ce volcan qu'on fasse des excavations, et pour si profondes que soient les excavations, on trouve toujours des substances qu'il a vomies. Or si ce même volcan communiquait avec la mer, on ne voit pas pourquoi les eaux de celle-ci n'entreraient pas dans les cavités de la fournaise, et en les remplissant, ne feraient pas cesser la combustion, à moins qu'on ne voulût supposer des communications qui tantôt s'ouvriraient, et tantôt se fermeraient, hypothèse, qui, si elle n'est pas impossible, manque au moins de toute vraisemblance.

CHAPITRE CV.

Conjectures sur l'origine de l'eau qui se manifeste quelquefois dans les volcans.

§ 647. Après avoir exclu la communication de la mer avec l'intérieur des volcans, voyons de quelle source peut dériver l'eau qui sort du cratère dans le cas qu'il s'opère une éruption fangeuse, ou qu'on observe dans les vapeurs qui s'exhalent de la bouche du volcan, de ses fentes et des laves encore incandescentes. L'hypothèse que nous avons proposée pour le Vésuve dans les §.^{es} 611 et 613, et qui peut encore convenir aux autres volcans, nous fournit toute cette quantité d'eau qui est nécessaire pour l'explication des phénomènes. Si donc une masse d'eau, conduite par les canaux souterrains, se rassemble dans les cavités internes du volcan, lorsque celui-ci viendra à s'enflammer, il sera très-facile que cette eau soit réduite en vapeur, forme qu'elle conservera aussi long-temps que durera la température qui lui est nécessaire, mais qu'elle perdra en arrivant au sommet du volcan, ou en se mettant en contact avec l'atmosphère. Cette même eau pourra venir de lieux plus ou moins distans du volcan. Humboldt monta sur la cime du volcan

de Ténériffe, et parvenu au plateau dit *Rambleta*, il y trouva quelques fentes qu'on appelle les *Narines du Pic*, et desquelles il s'exhalait des vapeurs qui paroissaient n'être que de l'eau pure. Ce savant géologue rejeta avec juste raison l'hypothèse hasardée par quelques physiciens qui considèrent ces fentes comme les ouvertures d'un immense appareil distillatoire dont le fond est plus bas que le niveau de l'Océan ; et comme pendant une partie de l'année, le Pic est couvert de neige, il aima mieux croire qu'il y a dans l'intérieur de ce Pic, de grandes cavités qui ont été remplies, par simple infiltration, d'eaux atmosphériques, et que les vapeurs aqueuses procèdent de ces eaux réchauffées par le feu du volcan (Voy. ce qui a été dit de l'Etna au § 639).

§ 648. C'est aux volcans d'Islande, qu'on a principalement attribué le phénomène d'avoir rejeté des torrens d'eau : mais à en juger par les descriptions que nous en avons, il semble certain que les fleuves d'eau qui descendent quelquefois des monts ignivomes de ce pays situé dans un climat très-froid et voisin du cercle polaire, proviennent des vastes glaciers qui, dans les intervalles de repos, se forment sur le dos, et même près de la sommité de ces monts, et qui fondent lorsque le volcan se met en action. Mais il y a une autre cause qui peut fournir une grande quantité d'eau, et la faire épancher dans l'intérieur

d'un volcan enflammé. Parmi les observations faites sur le Vésuve, et rapportées par les naturalistes napolitains, observations qui ont été confirmées par Hamilton et par d'autres étrangers, on trouve presque toujours celle de la diminution de l'eau dans les sources et dans les puits voisins. Si l'on veut attribuer cet effet à la déviation produite dans le cours des eaux par quelque commotion du volcan, il restera à expliquer pourquoi ces eaux reprennent ensuite leur cours ordinaire. En outre, Monticelli observe avec beaucoup de justesse, ou qu'on devrait attribuer une origine commune à toutes les sources qui existent dans des lieux séparés par des distances de plusieurs milles, ou qu'on devrait admettre l'ouverture accidentelle et simultanée des divers réservoirs, hypothèses qui sont toutes deux sujettes à beaucoup de difficultés. Il suit de là, qu'il est bien plus naturel que l'explication du phénomène soit déduite de l'absorption qui a lieu dans l'intérieur des volcans. Le vide produit dans leurs cavités par la chaleur de la combustion, y devra attirer les fluides qui circulent au voisinage, et les obliger pour quelque temps à changer de direction : c'est ainsi qu'une fournaise ardente attire à elle les courans d'air de l'atmosphère.

§ 649. M.r Menard de la Groye (Voy. *Journal de physique*, tom. 80, pag. 409) qui s'est beaucoup

occupé des vapeurs aqueuses et des laves du Vésuve, pense que l'eau existe dans un état de combinaison avec la roche primitive de laquelle résultent les laves; mais je doute qu'en général les substances pierreuses contiennent une dose d'eau aussi considérable qu'il convient de le supposer, pour en pouvoir déduire une quantité appréciable de cette vapeur aqueuse qui sort ou de la bouche d'un volcan ou de ses laves. Les sources que j'ai indiquées ci-dessus, me semblent plus appropriées aux effets qu'on veut expliquer, et dans le cas qu'on les croirait insuffisantes, nous pouvons toujours recourir à l'eau qui se produit dans l'intérieur d'un volcan enflammé. Il me paroît certain et indubitable que dans les vastes et profonds abîmes des volcans, il doit s'opérer une infinité de combinaisons chimiques desquelles résultent des produits qui excèdent tout ce que nous pourrions imaginer. Là où la nature jouit d'une entière activité, où le feu exerce son action sur de grandes masses de matières différentes, où une multitude infinie de diverses substances gazeuses se développent à torrens, il est très-vraisemblable qu'il se forme encore des masses de fluide aqueux, qui, dans son état naissant, aura la forme de vapeur, qui pourra s'élever jusqu'à la bonche du volcan ou jusqu'à la superficie des laves avec lesquelles il se sera mêlé, et qui changeant de température

en se mettant en contact avec l'air atmosphérique, prendra la forme et les caractères de fluide. Mais aucune de ces explications ne peut convenir entièrement aux éruptions fangeuses des volcans d'Amérique, vu la présence des poissons : il est donc nécessaire de chercher une autre hypothèse.

§ 650. Il arrive assez fréquemment que le gouffre des volcans se ferme, de manière que le fond du cratère forme une plaine qui se convertit en lac. Ce cas aura lieu d'autant plus facilement, qu'il s'agira non d'une petite montagne isolée, comme l'est le Vésuve, mais d'une grande montagne réunie à d'autres; en sorte que non-seulement les eaux pluviales, mais encore celles qui, par des canaux souterrains, viennent de réceptacles plus éloignés, puissent se rassembler dans la profonde cavité du cratère restée froide. Les poissons qui se trouvent dans ces réceptables pourront suivre les eaux qui se rendent dans le nouveau lac, et s'y multiplier (1). Lorsque le volcan commencera à s'enflammer ou qu'il surviendra quelque mouvement intestin dans les cavités les plus internes, le premier effet qui devra

(1) Il y a beaucoup d'exemples de cratères volcaniques transformés en lacs peuplés de poissons. Pour en citer quelques-uns, je nommerai les lacs de Ronciglione, d'Albano, de Nemi, etc., dans l'état de Rome ; celui d'Averne près de Naples, etc. Si l'un de ces volcans venait à reprendre son ancienne activité, l'effet de sa première éruption serait celui de rejeter l'eau avec les poissons qui s'y sont multipliés.

s'ensuivre sera celui d'ouvrir un passage à l'action des forces explosives, c'est-à-dire, de rompre, de soulever la voûte qui offre une moindre resistance, et de lancer au dehors toutes les substances dont elle est formée ; et la matière qui sera vomie la première, doit être l'eau du lac qui couvre cette voûte. Cette hypothèse me semble concorder avec les phénomènes rapportés par Humboldt. Les longs intervalles de repos auxquels les volcans dont nous parlons, sont sujets, peuvent donner lieu à la formation de lacs dans quelque partie du cratère éloignée du centre de l'embrasement, et il n'est pas difficile de concevoir une grande quantité d'eau, qui, au moyen des petits canaux souterrains, coule des grandes masses de terre environnantes, et va former et alimenter ces lacs. Les autres circonstances observées par Humboldt, savoir que la plupart des poissons, bien que formés d'une substance extrêmement molle, sont dans un état d'intégrité ; que les éruptions boueuses sont froides; que leur eau est, non salée, mais douce ; et que l'argile qu'elles contiennent est carburée, donnent lieu de penser que dans les périodes d'une apparente tranquillité, les volcans dont il s'agit, passent à l'état de volcans froids ou gazeux, comme ceux dont nous avons parlé dans le § 634. Dans ce cas la cause qui produit ces éruptions singulières, serait, non immédiatement le feu, ni la condensation

de l'air, mais un développement aussi copieux que violent de quelque gaz, comme par exemple, du gaz acide-carbonique, ou hydrogène carburé, ou encore hydrogène sulfuré, c'est-à-dire, une de ces causes qui produisent les éruptions fangeuses des volcans froids de la Crimée, de Macaluba, et des salses de Reggio et de Modène. Toute la différence consiste dans le plus ou le moins d'intensité des phénomènes. Mais qui peut déterminer les degrés dans l'échelle des opérations de la nature? Ces copieux et extraordinaires développemens de fluides gazeux pourront procéder des agitations internes de ces volcans dont la sphère d'activité excède les limites de celle que nous connoissons aux autres : dans ces mêmes volcans, l'agent principal sera encore le feu, mais le siége de ce feu pourra exister à de si grandes profondeurs, qu'on en observera quelquefois les effets à une distance où sa chaleur ne sera pas sensible.

CHAPITRE CVI.

Des éruptions des laves.

§ 651. L'opération volcanique la plus intéressante, et qui mérite l'attention la plus réfléchie de la part des géologues, est celle des éruptions de très-grandes masses d'une matière fondue qui, en se refroidissant, prend la consistance de la pierre, ou qui, pour me servir des expressions de Cordier (Voy. § 219), se change en une infinité de très-petits cristaux ou grains entrelacés, comme dans le granit. C'est au minéralogiste, à déterminer les espèces et les variétés de ces roches; et ceux qui désirent de s'occuper de cette belle partie de la science minéralogique, peuvent consulter les classifications données par Dolomieu, Thomson, Faujas, et récemment par Cordier. Nous bornerons ici nos recherches à ce qui regarde principalement le géologue, c'est-à-dire, à traiter de la formation des laves, de leur nature, de leur origine et des substances qu'elles renferment (1). Dans l'intérieur d'un volcan, comme

(1) Quelques auteurs ont écrit que les laves commencent à sortir du volcan après les matières pulvérulentes. C'est ce qui ne se vérifie pas en général, puisque le phénomène des éruptions n'est soumis à aucune règle fixe. Dans l'éruption du Vésuve de 1794, les jets de matières incohérentes par la bouche ne commencèrent que lorsque la lave, qui, dans cette circonstance, fut la première opération volcanique, cessa de couler.

dans un immense creuset, il s'opère parfois quelques fusions de substances terreuses, pierreuses et même métalliques qui acquièrent ce degré de fluidité qui convient à peu près à un métal fondu. Plusieurs naturalistes ont rejeté cette idée qui me paroît la plus simple, et en traitant de la matière originaire des laves, ils ont imaginé des hypothèses très-compliquées. Dans le § 593, nous avons exposé l'opinion de Patrin qui a prétendu que les laves des volcans résultent de substances gazeuses devenues concrètes : nous allons maintenant examiner quelques autres opinions non moins singulières. J. A. De Luc, le fils (Voy. *Journal de physique*, mai 1816), pense que les laves ne peuvent pas résulter de la fusion des roches ou des substances pierreuses ; et reproduisant avec quelque modification, l'opinion de G. A. De Luc, son père, il a soutenu que la matière première des laves est un mélange d'eau, de sel marin, de sel ammoniac, de fer, de soufre, de silice, d'alumine, etc., le tout dans un état pulvérulent. Cette boue contient les pyroxènes, les amphigènes, les petites lames de feld-spath, le péridot, le sable ferrugineux, souvent octaèdre, etc. Ces petits corps cristallisés furent formés à une époque plus ou moins reculée, et lorsque la boue qui les contenait subit une fusion ignée, ils restèrent enveloppés dans cette boue, sans être fondus, sans changer de nature, parce que

la chaleur n'était pas assez intense pour produire un pareil effet (Voy. *Bibl. britan.*, juin 1816). Les principales raisons sur lesquelles cette opinion est fondée, sont, 1.° que les fragmens des roches primitives rejetés par les volcans, n'ont quelquefois subi aucune altération; 2.° que pour fondre les substances pierreuses, il faut les pulvériser, ce qui ne peut avoir lieu sous terre; 3.° que dans les roches connues, on ne trouve ni le fer, ni l'eau, ni l'ammoniaque, ni le sel marin, etc., tandis que ces diverses substances abondent dans les matières rejetées par les volcans. Pour répondre à ces difficultés, nous dirons en premier lieu, qu'il est possible que, lorsque le feu volcanique agit sur une couche pierreuse qui présente une grande masse, quelque fragment évite l'action du feu, et soit rejeté intact par la force explosive dans quelque éruption de matières détachées. En second lieu, qui peut calculer l'intensité et les effets d'une immense masse de feu allumé dans les vastes abîmes d'un volcan? Au § 586, nous avons exposé les phénomènes observés près de S.t Étienne, en France, dans le lieu dit Riccamary, où la seule combustion du charbon fossile a réduit les roches les plus dures en l'état de scories et d'émaux sans aucune trituration préalable. Les mêmes phénomènes, selon Moricand, se répètent dans la mine de charbon fossile de la Bouiche, en Auvergne (Voy. *Bibl.*

universelle, tom. 2, pag. 60). En troisième lieu, le fer est commun dans quelques roches; il abonde dans les amphiboles, et l'on trouve fréquemment le fer octaèdre dans les serpentines. Ensuite pour ce qui regarde l'eau et les substances salines qu'on voit sublimées dans les laves, il serait inutile de répéter ce que nous en avons dit dans les §.es 623, 627, 647, etc.

§ 652. Lorsqu'il s'est formé de grandes masses fondues dans l'intérieur d'un volcan, ces masses sont sujettes à de tels degrés de boursouflement produit par le développement des gaz, que quelquefois elles s'élèvent jusqu'aux bords du cratère, et s'épenchant en dehors, coulent sur les flancs de la montagne; mais le plus souvent agitées par un mouvement intestin, elles rompent les parois de la cavité dans laquelle elles se sont formées, ou les corrodent en leur communiquant leur propre fusion, comme cela arrive en petit dans les creusets, et sortent avec violence par cette partie de la montagne qui correspond à la cavité même souvent éloignée du cratère. Lorsque ces éruptions latérales sont copieuses, elles sont précédées ou accompagnées de phénomènes plus ou moins grands, comme tremblemens de terre, mugissemens souterrains, etc. (1), analogues à l'intensité des efforts que

(1) Dans le voisinage des volcans, on entend communément des bruits souterrains auxquels on peut appliquer les diverses

doit faire la lave pour s'ouvrir un passage. Dans l'endroit où cette lave parvient à rompre la montagne pour dégorger, il se forme souvent un cône ouvert dans la direction que prend le courant. Ces montagnes coniques formées par les éruptions de laves autour de la bouche d'où elles sortent, sont quelquefois fort grandes. Le Chevalier Hamilton ayant visité l'Etna, évalua à un mille de hauteur et à trois milles de circonférence prise à la base, cette montagne appelée *Monte Rosso*, formée par la grande éruption de 1669, dans le lieu d'où sortit la lave qui s'étendit sur un espace de 14 milles de longueur, et de six

---

dénominations de *détonations*, de *mugissemens*, de *bruissemens*, selon leurs divers degrés d'intensité et de durée, subordonnés aux causes qui les produisent, et à la manière dont-ils se propagent. On peut les réduire à trois modifications. Les bruits souterrains appelés *détonations*, sont excités par les coups que la lave fondue frappe contre les parois internes des cavités dans lesquelles elle est agitée par l'effet du bouillonnement : c'est ainsi qu'un fluide qui éprouve une forte ébullition dans un vase fermé et qui n'est pas entièrement rempli, heurte avec violence contre les parois de ce vase. D'autres fois les pierres qui se détachent des côtés du cratère, et tombent en roulant dans l'abîme, ou celles qui lancées en haut, s'entrechoquent dans la cavité de l'entonnoir, produisent un bruit sourd qui répété en plusieurs lieux, peut être comparé au *bruissement* des vagues de la mer. Enfin des torrens de fluides gazeux circulant dans les cavités internes des volcans, et cherchant une issue, semblent *mugir*; et l'on peut leur appliquer ces beaux vers de Virgile :

Illi indignantes magno cum murmure montis
Circum claustra fremunt.

milles de largeur en quelques endroits (Voy. *Œuvres complètes du Chevalier Hamilton*, pag. 106). L'évaluation de la montagne me semble cependant exagérée: on voit sur l'Etna plusieurs de ces montagnes formées par diverses éruptions. Dans l'éruption du Vésuve de 1760, l'effort que fit la lave pour sortir de la base méridionale du cône, fut si grand qu'il forma cinq collines, les unes à côté des autres, et toutes ouvertes dans la direction du courant. A l'endroit par lequel la lave sort du volcan, il y a toujours un violent et copieux développement de gaz qui lancent en haut les scories, les sables, les cendres et toutes les matières incohérentes qui s'amoncellent près de la bouche: ces substances, en retombant, se répandent autour de cette bouche, et donnent naissance à des collines de forme conique par rapport à la manière dont elles sont produites, et qui croissent aussi long-temps que durent les projections. D'autres fois la lave, en rompant la montagne, y forme une fente longitudinale. Lors de l'éruption du Vésuve de 1794, l'ouverture faite par la lave dans la montagne était de 2375 pieds de longueur, et de 237 de largeur. Dans le Vésuve qui est un petit volcan, les éruptions par la bouche sont assez fréquentes; au contraire dans l'Etna qui est un volcan d'une grande élévation, sur dix éruptions de lave, à peine y en a-t-il une qui s'effectue par la cime;

toutes les autres s'ouvrent une issue par la base. Spallanzani dans le *Voyage aux deux Siciles*, tom. 1, pag. 221, après avoir décrit la lave de 1787, qui sortit immédiatement du cratère très-élevé de l'Etna, ajoute que la raison de la rareté des éruptions immédiates par le cratère, en comparaison de celles qui s'opèrent par les flancs de la montagne, se présente naturellement. Le centre de l'Etna étant très-profond, la matière liquéfiée par le feu, mise en effervescence par les fluides élastiques, et poussée du centre à la circonférence dans toutes ses parties, par ces fluides, peut beaucoup plus facilement déchirer et ouvrir quelque côté de la montagne où elle trouve une moindre résistance, et en sortir en formant un courant, que de surmonter la force de gravité, en s'élevant à une hauteur aussi considérable que celle des bords du cratère. Dans l'île de Ténériffe, on ne connoît aucune éruption de lave qui soit descendue de la cime du volcan: le petit nombre de celles dont on a conservé la mémoire, se sont effectuées par des ouvertures latérales. Cependant le contraire arrive quelquefois, et il n'est pas difficile de concevoir que dans l'intérieur d'un volcan, la lave poussée par l'élasticité des vapeurs échauffées, ne puisse monter à une hauteur très-considérable (Voy. ce qui a été dit à cet égard dans le § 165). Que si le volcan indépendamment de sa grande

élévation, est environné de chaînes de montagnes qui en renforcent les flancs et la base, comme on le voit dans les volcans d'Amérique, il sera alors possible que la lave n'ait ni la force de s'élever jusqu'à la bouche du cratère qui se trouve trop exhaussé, ni celle de rompre en quelque endroit la montagne à cause de l'extrême épaisseur de ses flancs; et que la matière reste dans le fond du creuset exposée à de nouvelles fusions, jusqu'à ce que réduite en scories, brisée et triturée, elle soit rejetée par quelque violente explosion. Néanmoins comme il peut arriver que le centre de la combustion dans les cavités internes d'un volcan change de place, en sorte que sa plus grande activité prenne une autre direction, les masses des fusions qui n'ont pas eu la force de s'élever jusqu'aux bords du cratère ou de rompre les flancs de la montagne, pourront s'affermir et se consolider dans quelque partie interne du gouffre (1). A plus forte raison en sera-t-il de même si le volcan vient à s'éteindre, ce qui est arrivé plusieurs fois. Si l'on pouvait faire de grandes excavations autour de la base

(1) Entre Naples et Cumes, on observe un groupe de grandes bouches volcaniques dont plusieurs sont si rapprochées entr'elles, qu'on ne peut les considérer comme appartenant à des volcans distincts et séparés; il paroît qu'il n'y avait qu'un seul volcan qui s'ouvrit des issues tantôt dans un lieu, tantôt dans un autre, mais toujours à de petites distances.

des volcans éteints, et pénétrer jusqu'aux cavités où le feu était autrefois allumé, on y trouverait certainement beaucoup de lits de lave qui sont toujours restés sous terre. Peut-être est-ce là l'origine de plusieurs amas de laves basaltines qu'on voit maintenant à la surface de la terre, et qui ne sont devenus visibles qu'après la destruction des cratères, et à cause du changement qui s'est opéré dans l'aspect du sol.

§ 653. Les laves coulent d'après les lois des fluides, remplissent les vallées qu'elles rencontrent sur leur passage, et se répandent également dans la plaine, en se mettant à un même niveau. Le développement des gaz et des vapeurs produit souvent dans leurs courans, quelques séparations de continuité qui sont internes ou externes. Les premières forment des cavités qui ressemblent à des grottes ou à des galeries fermées de toutes parts par la lave elle-même, ou ouvertes par quelque côté où les gaz et les vapeurs ont pu se faire une issue (Voy. §.^{es} 135-567): ces cavités sont ordinairement tapissées de belles cristallisations salines. Les secondes, c'est-à-dire, les séparations de continuité externes, bien qu'originairement produites par le développement des gaz et des vapeurs, comme les intérieures, présentent néanmoins quelques circonstances particulières qui méritent d'être examinées. Qu'il me soit permis de répéter ici ce que j'ai dit ailleurs

sur ce sujet. Ces ouvertures ont d'ordinaire une des trois formes suivantes, ou une fente longitudinale, ou un gonflement de la lave en façon de cône terminé par une ou deux petites bouches, ou un affaissement de la lave en guise d'entonnoir dont les parois ondulées en spirale vers le centre du cône renversé, donnent l'idée d'une masse de matière molle, agitée par un mouvement tourbillonnant, et frappée d'un refroidissement subit. Les deux premières sortes d'ouverture ont une profondeur qui excède l'épaisseur de la lave, et l'on voit qu'elles sont le produit d'une force qui s'est élevée du sol sur lequel cette lave coulait. En effet, lorsqu'elle passe sur un terrain, elle doit agir sur ce terrain avec une extrême énergie, et jusqu'à une certaine profondeur. S'y rencontre-t-il une masse de fluides? Cette masse doit aussitôt être réduite en état de vapeurs, qui, par leur élasticité, souleveront le terrain et déchireront la lave pour se faire une issue. Les phénomènes que présentent les explosions qui arrivent quelquefois dans la fonte des métaux, donnent une idée de ce qui peut avoir lieu dans les courans de lave. Si la force des gaz et des vapeurs produit tantôt de longues fentes, tantôt des cônes terminés par quelques bouches, ces effets différens désignent seulement le mode suivant lequel elle se développe. Si son développement est successif et modéré, il se formera un

cône ouvert à son sommet ; s'il est impétueux, violent, il produira une fente. C'est ainsi qu'un torrent furieux brise et ouvre la digue qu'on lui oppose, et que si une masse fluide tend à rompre les parois de son récipient, elle les pousse en dehors, les boursoufle d'abord, et enfin y fait un trou. La troisième espèce d'ouverture résulte d'un mécanisme tout-à-fait différent. Il se forme des vides dans les courans de lave, parce qu'il s'est développé des gaz qui s'y sont trouvés renfermés. La couche de lave qui en fait la voûte, séparée du reste de la masse, et commençant à se consolider, doit produire quelque fente par où le gaz parvient à s'échapper. La voûte n'étant pas encore parfaitement solide, s'affaisse et forme un entonnoir. Pour vérifier les phénomènes que nous venons d'expliquer, il faut examiner les courans de lave dans les premiers jours de leur formation, lorsque les sables, les pierres, les scories et autres matières incohérentes n'ont point encore altéré l'aspect originaire de ces ouvertures.

§ 654. La superficie des laves se consolide au contact de l'air, et se couvre de scories, c'est-à-dire, de ces parties que le copieux développement des gaz a rendues plus poreuses et plus légères, ou qui formées dans le creuset même du volcan, comme le pense M.r Menard, sont ensuite entraînées par le torrent de la lave, et retenues ou repoussées vers la superficie à cause

de leur moindre gravité spécifique. Toutes les laves ne sont pas également chargées de scories à leur superficie, et parmi celles du Vésuve, j'en ai trouvé quelqu'une, même récente, qui en était entièrement privée. Si ces scories sont le plus souvent comme les écumes et les crasses des corps fondus, il est évident que leur quantité plus ou moins considérable devra dépendre de beaucoup de causes, savoir, de la nature des matières fondues, du degré de fusion, du développement des gaz, etc. L'absence des scories dans quelques courans de lave est un phénomène très-instructif, et fournit une réponse de plus aux objections de ceux qui nient l'origine volcanique de quelques roches parce qu'elles ne sont point accompagnées de scories. Par-dessous ces scories, la lave continue sa marche, se repliant sur elle-même, et poussée par la nouvelle matière que le volcan fournit. De ce roulement que la lave fait sur elle-même, il suit qu'à mesure qu'elle avance, les scories qui se trouvent à la partie supérieure ou antérieure du courant, passent à l'inférieure. Outre ces scories que j'appellerai *mobiles*, les laves (Voy. Cordier, *Mémoire sur les substances minérales dites en masse*) sont ordinairement couvertes d'une écorce scorifiée (1),

(1) De la diverse nature de cette écorce scorifiée, le naturaliste précité déduit l'explication du phénomène de la stérilité absolue de quelques anciens courans de laves, pendant qu'on

souvent très-épaisse à la surface supérieure, et quelquefois très-mince à la surface inférieure. La rapidité avec laquelle les laves coulent, dépend de trois causes principales, savoir, de leur fluidité, des circonstances du sol et de l'impulsion qu'elles reçoivent de la nouvelle matière qui sort de la fournaise. La fluidité n'est pas la même dans toutes les laves; cette qualité leur est plus ou moins propre. La lave qui sortit du Vésuve le 13 août 1805, était éminemment fluide. Melograni dans le *Manuel de géologie*, pag. 276, dit que dans les quatre premières minutes, elle parcourut un espace de trois milles, ce qui pourrait paroître surprenant vu que la configuration du sol ne présentait point un plan incliné, continué et uniforme. De Buch qui fut témoin oculaire de cette éruption, et en fit la description dans une lettre à M.r Pictet, assure que le feu s'élança comme le vent de la cime jusqu'à la base, que sortir du sommet et arriver au pied de la montagne fut presque une même chose,

---

en voit d'autres très-modernes, couverts d'une riche végétation. J'ignore du reste, si comme le veut M.r Cordier, la présence du feld-spath contribue en général à faciliter la décomposition des scories, et à les réduire en terre végétale. La superbe lave de l'Arso, dans l'île d'Ischia, est très-abondante en feld-spaths; sortie du volcan en 1302, sa superficie en 1788 était absolument stérile, et aussi âpre, inégale et boursouflée, que si la lave eût coulé depuis deux mois (Voy. Dolomieu, *Mémoire sur les îles Ponces*, pag. 33).

et qu'ensuite il se dilata avec une vélocité incroyable.

§ 655. Comme la dénomination de *lave* peut convenir à toutes ces substances auxquelles le feu du volcan a communiqué l'état de fluidité, on doit encore rapporter aux laves les vitrifications. On peut avec M.r Faujas (Voy. *Muséum d'histoire naturelle*, tom. 3, pour l'année 1817) réduire celles-ci à trois variétés, savoir, émaux, verres et pierres ponces. Nous devons considérer les émaux comme des verres opaques, qui participent un peu de l'aspect pierreux, mais qui ont acquis un caractère particulier vitreux qui leur a été imprimé par le feu, et qui est mixte entre le verre et certaines pierres d'un aspect luisant. Tous les émaux volcaniques ne se ressemblent pas; ils diffèrent entr'eux, 1.° par les couleurs, puisqu'il y en a de noirs, de gris, de blanchâtres, et de toutes les nuances de ces couleurs; 2.° par le plus ou le moins d'opacité, quelques-uns étant doués d'un certain degré de transparence; 3.° par la manière d'agir sur le barreau aimanté; 4.° par les substances qu'ils renferment, et qui sont ou le feld-spath, ou le péridot granulaire. En Italie, les anciens volcans des Champs-Phlégréens, des îles d'Ischia et de Ponce, et ceux des Monts-Euganéens ont fourni une grande quantité d'émaux. Les verres sont le produit de substances pierreuses qui par la

nature et par les doses relatives de leurs élémens, ainsi que par l'action ou plus intense, ou plus prolongée du feu, se sont entièrement changées en verre, c'est-à-dire que leurs diverses parties qu'avant on eut pu distinguer à l'œil, se sont assimilées et réduites en une pâte homogène, douée de quelque degré de transparence dans les bords. Ces verres ont reçu le nom de pierres obsidiennes: leur couleur est ordinairement le noir. Quelques volcans ont produit et produisent encore une grande quantité de verres, tels sont les volcans des îles de Lipari, de Volcano, de Ténériffe, de Bourbon, de l'Ascension, de l'Islande, et ceux de l'Amérique (Voy. ce qui a été dit dans le § 275). Les pierres ponces sont des verres extrêmement boursouflés; leur grain est vitreux, leur texture filamenteuse, striée et cellulaire, d'où résulte une masse très-légère et qui peut surnager l'eau: leur couleur est ordinairement le blanc ou le gris. Les pierres ponces sont beaucoup plus communes que les émaux et les verres: on les trouve autour des volcans qui ont produit des vitrifications, et même dans les matières vomies par les volcans qui ont fourni peu ou point de vitrifications. Les éruptions modernes du Vésuve donnent rarement des pierres ponces; ces productions volcaniques étaient au contraire très-abondantes dans les anciennes éruptions. Nous devons à M.r

Faujas une observation fort intéressante, et qui peut répandre beaucoup de lumière sur la formation des pierres ponces. Cet auteur distingue deux sortes d'obsidiennes ; les premières sont celles qui résultent de la fusion des laves prismatiques ou simplement compactes : ce verre est compacte, brillant, à peine un peu transparent dans ses bords les plus minces, et d'une couleur noire si foncée, que rien jusqu'à présent n'a pu le décolorer. Si après qu'il s'est refroidi, on l'expose à des nouvelles fusions, il se fond constamment en verre très-noir, et ne passe jamais à l'état de pierre ponce blanche ou grise. L'autre variété d'obsidienne est celle qui résulte de la fusion des laves porphyroïdes et feld-spathiques. « Ce verre » est presque aussi noir que l'autre, avec la » différence que sa couleur paroît ne tenir ni » au fer, ni au titane, mais à une sorte d'élé- » ment fuligineux, peut-être à un état particu- » lier de carbone qui fait paroître ce verre très- » noir en raison de son épaisseur : mais les bords » en sont translucides, et plutôt légèrement en- » fumés que véritablement noirs. Si après que ce » verre provenu des laves feld-spathiques et por- » phyroïdes, a été refroidi, on en expose un » fragment de la grosseur d'un œuf de poule » environ à un feu de forge ordinaire et à nu, » on ne tarde pas à voir que le verre commence » à rougir, se boursoufle, devient spongieux,

» léger, perd sa couleur noire, et acquiert la » blancheur et la contexture striée de la pierre » ponce. » La cause de cette différence qu'on remarque entre les deux obsidiennes, M.r Faujas la fait consister dans la quantité de fer titané que contiennent les laves compactes et basaltiques, quantité qui quelquefois excède 20 pour 100. Que les pierres ponces doivent leur origine aux roches feld-spathiques, c'est ce que M.r Faujas avait déjà dit dans sa *Classification des produits volcaniques*, pag. 628; mais il serait à désirer qu'une exacte analyse comparative des laves basaltiques compactes et des porphyroïdes ou feld-spathiques confirmât sa conjecture, et démontrât qu'il existe une plus grande quantité de fer titané dans les premières que dans les secondes. Enfin il paroît que quelques pechstein doivent être rapportés aux vitrifications des volcans. Nous avons dit dans le § 234, que le pechstein du Cantal est une production volcanique. La soude qu'il contient (Voy. § 624) rend encore plus probable cette opinion d'ailleurs confirmée par les observations des MM.s Mossier et Grasset, qui ont observé le pechstein en grandes coulées, les unes à l'ouest du Cantal, les autres au pied de cette montagne volcanique. On peut voir ce qu'a écrit sur ce sujet M.r Faujas de S.t Fond dans la *Classification des produits volcaniques*, pag. 589, et principalement dans les *Mémoires du Muséum*

d'histoire naturelle, tom. 2, année 1815, où par une nombreuse série de morceaux recueillis en divers lieux de la France, de l'Allemagne, de l'Italie et des autres parties du globe, il démontre que l'action des feux volcaniques peut changer en pechstein diverses substances minérales, siliceuses et porphyroïdes. Il pense que ces pechsteins n'ont pas été produits par le feu volcanique appliqué directement aux roches dont ils tirent leur origine, mais qu'ils sont des modifications qui se sont opérées par la chaleur que les volcans actifs leur ont communiquée, chaleur qui *agissait en plus grande masse dans les profondeurs de la terre, et portait par communication, son action très-long-temps soutenue, sur des porphyres ou sur des roches feld-spathiques.* Quoique je trouve quelque difficulté à concevoir cette opération volcanique proposée par M.r Faujas, et qu'il me semble plus simple et plus naturel de regarder quelques pechsteins comme des vitrifications d'un genre particulier, dépendant ou de la nature de la roche dont ils procèdent, ou du degré de chaleur qu'ils ont subi, ou bien de la manière qu'ils se sont refroidis; comme je n'ai point eu occasion de voir ces roches en place, et d'observer leur gisement natif, je crois devoir m'abstenir de porter mon jugement sur cet objet.

CHAPITRE CVII.

De quelques variétés de laves qu'on n'a observées jusqu'à présent que dans l'Italie méridionale.

§ 656. Nous avons dit dans le § 651, que nous laissions aux lithologues le soin de décrire les diverses variétés des laves, et que nous nous bornerions à donner quelques notions générales sur l'origine et le mode de formation de ces roches : nous croyons cependant qu'il ne sera pas inutile de faire ici un bref examen de quelques variétés, dont il nous paroît que jusqu'à présent les auteurs qui ont publié des classifications de ces substances pierreuses, ne se sont point occupés. La première de ces variétés est celle qui a été récemment déterminée par M.r Brocchi, mon collègue, et à laquelle il a donné le nom de *nécrolite*. En parcourant le midi de l'Italie, à commencer par le Mont-Ammiata ou de Santa Fiora, en Toscane ; de là passant par la chaîne des monts Cimini, à l'est de Viterbe, et ensuite gagnant la Tolfa et la Manziana, on trouve sur tous ces points, une roche qui résulte de la réunion de beaucoup de feld-spaths de couleur quelquefois grise, d'autres fois laiteuse, avec de petites écailles de mica tantôt noir, tantôt métalloïde.

A ces deux substances qui prédominent, sont quelquefois associés, bien que rarement, des pyroxènes en grains soit noirs, soit verdâtres, et des fragmens de quartz. La pâte de cette lave est un feld-spath en masse, et la couleur de la roche communément grise, mais aussi parfois rougeâtre. Quelquefois elle agit sensiblement sur le barreau aimanté ; d'autres fois elle est entièrement privée de cette faculté. Dans l'ouvrage de M.r Brocchi qui a pour titre : *Catalogue raisonné d'une collection de roches, disposé par ordre géographique pour servir à la Géognosie de l'Italie*, on peut voir une exposition détaillée de toutes les variétés de cette roche. En 1786, je fis imprimer à Rome un petit essai minéralogique sur plusieurs sites du territoire romain, dans lequel je soutins l'origine volcanique de quelques collines de la Tolfa, composées d'une lave que j'appelai *granitique*. Dolomieu en jugea de même. M.r le professeur Santi dans son *Voyage au Mont-Ammiata*, reconnut l'origine volcanique marine de la montagne de Santa Fiora ; et M.r Faujas dans sa *Classification des produits volcaniques*, section 1.ère, n.° 1, parle d'une lave granitoïde de Santa Fiora, en Toscane, analogue à quelques laves qu'on trouve dans le Mont-Dor, aux îles Ponces et à Lipari : au n.° 4, il décrit une variété de cette espèce de lave, qui procède encore du Mont-Ammiata, et mérite une attention

particulière ; voici ses propres paroles : « Lave » granitoïde à fond de feld-spath granuleux » rougeâtre, striée comme la pierre ponce, et » de feld-spath blanc en cristaux frittés avec » quelques lames hexagonales de mica brun, de » très-petits grenats rougeâtres, en partie fon- » dus, et une substance noire vitreuse qui paroît » être de l'hornblende ; elle est foiblement atti- » rable. » Personne que je sache, n'avait examiné la chaîne des monts *Cimini*, dans le territoire de Viterbe, laquelle peut être considérée comme l'anneau qui lie le Mont-Ammiata aux collines de la Tolfa. C'est donc aux observations de M.r Brocchi, que nous devons la connoissance de la continuation de cette ligne des anciens volcans éteints de l'Italie. Dans quelques lieux où l'on trouve la roche dont il s'agit ici, elle est indiquée sous la dénomination de *peperino*, dénomination qu'on ne pouvait introduire en géologie, puisqu'elle y était déjà reçue pour exprimer un conglomérat particulier, aussi volcanique, mais qui n'a point participé à la fluidité ignée des laves : cependant comme on lui a donné dans quelqu'autre lieu le nom de *pierre morte*, M.r Brocchi a jugé convenable de traduire ce nom en grec, et de le transformer en *necrolite*. Du reste, cette roche n'est autre chose qu'une variété de lave granitoïde.

§ 657. Une autre variété de lave qui mérite d'être connue, est celle qu'on trouve dans quelques endroits des Champs-Phlégréens, et qui diffère de toutes les autres, ayant cette légèreté et ce foible degré de dureté qu'on observe dans les tufs. J'ai parlé de cette lave dans les *Voyages physiques et lithologiques dans la Campanie*, où je rapporte que le savant naturaliste Thomson fut le premier à soupçonner qu'une pierre connue à Naples sous le nom de *pierre de Sorrente*, avait été originairement une lave. Les observations que j'ai eu occasion de faire sur le lieu même, m'ont confirmé dans cette opinion. Sous la terre végétale qui forme la surface extérieure de cette plaine, se trouve un massif volcanique, gris, tendre, friable : sous celui-ci, la même matière plus compacte et d'un gris plus obscur ; et en s'enfonçant davantage, on la rencontre encore plus compacte et plus noire. C'est de cette troisième espèce dont on fait usage dans la construction des édifices: on l'emploie surtout pour les marches d'escaliers et les chambranles des portes et fenêtres. Comme elle est tendre, on la travaille facilement, et on lui donne la forme que l'on veut. On n'y discerne point ces morceaux détachés de matières hétérogènes qui se trouvent communément dans les tufs ; et en l'observant avec une bonne loupe et à un jour favorable, on voit que son grain est cristallisé, mais égal et serré comme du sucre

en pain. Elle contient quelques lames de mica, beaucoup de feld-spaths polis et brillans: quelques particules de fer cristallisé s'y trouvent répandues. Elle est parfaitement opaque, peut se diviser en lames très-minces sans s'égrener, et présente une cassure conchoïde. En examinant la coupe des nombreuses carrières qu'on exploite au bord de la mer, on reconnoît que la matière est partout la même, qu'elle ne diffère que par la couleur plus ou moins noire, et parce qu'elle se montre plus ou moins compacte. Le passage d'une couche à l'autre est pour ainsi dire insensible: le seul changement de couleur en forme la ligne de démarcation qui n'est jamais dans le même plan horizontal, et court tantôt en ondulant, tantôt en serpentant en zig-zag. Ce qui dans cette pierre mérite une attention particulière, ce sont les cavités dont elle abonde et qui sont remplies d'une substance vitreuse noire ou grise, filamenteuse, offrant un tissu de fils longitudinaux, croisé par des fils transversaux, parmi lesquels il se trouve souvent des fragmens de feld-spath fondu. Pour l'ordinaire ces cavités n'excèdent pas deux à trois lignes de longueur, mais il s'en trouve aussi de grandes qui ont plus de six pouces. La substance filamenteuse qui remplit ces cavités, est la même dont le tuf paroît formé, en sorte que l'œil peut suivre le passage de l'une à l'autre. Enfin il convient de remarquer que le plus souvent

ces cavités sont de forme allongée, que leurs plus grands diamètres sont horizontaux, que la substance filamenteuse dont elles sont pleines, est quelquefois si dure, et ses filamens d'une telle consistance, qu'on la reconnoît pour une lave poreuse. Quelle aura pu être la cause de la structure particulière de cette lave, de sa fragilité et de sa légèreté? Nous avons déjà dit dans le § 633, que si dans l'instant où une lave est près de se consolider, il se fait un développement général et uniforme de quelque gaz, et que chaque particule de la lave ait un espace suffisant pour sa cristallisation, ses parties en se cristallisant, subiront réciproquement une retraite ou éloignement, d'où résultera un tout cristallisé dans ses moindres parties, mais peu cohérent, comme serait, pour me servir d'un exemple familier, une masse de sucre. Cette hypothèse explique les variétés de la pierre de Sorrente, et pourquoi près de la surface de la terre elle est plus poreuse, plus fragile, présente de plus grandes cavités, le développement du gaz étant plus abondant vers la partie supérieure du courant, que dans l'intérieur de sa masse; ce qui doit produire une moindre cohérence des parties, et des vides plus fréquens. La substance vitreuse qui occupe ces cavités, est la matière même de la lave qui, ayant joui d'un espace plus libre, s'est d'autant plus approchée de l'état de cristallisation.

Quant à la différence de couleur des parties voisines de la surface, ou intérieures du courant, il est aisé d'en assigner la cause. Lorsque la lave était fluide, l'état de raréfaction était plus grand à sa surface où plus de gaz se développait : ainsi le fer qui s'y trouvait mêlé a dû se réunir dans les parties inférieures, ce qui s'accorde avec l'expérience : car la pierre noire de Sorrente attire sensiblement l'aiguille aimantée, tandis que la pierre grise est privée de cette faculté. Aussi aperçoit-on à la loupe dans la première, de petits cristaux de fer. J'ai observé une roche analogue à celle de Sorrente dans quelques autres lieux de la Campanie, et spécialement dans le groupe des collines volcaniques de Téano, vers Casal.

§ 658. L'autre variété de lave que nous ne devons pas passer sous silence, est celle qu'à Naples on appelle *piperno*, nom qu'il ne faut pas confondre avec celui de *peperino* dont nous avons parlé ci-dessus. Près de Naples et dans les lieux appelés Pianura et Soccava, on trouve une roche qui s'étend sur un espace de quelques milles, et qu'au premier aspect on prendrait pour une brèche composée de deux matières différentes: mais examinée avec attention et à l'aide d'une bonne loupe, on voit que sa substance est unique, quoiqu'elle se présente sous divers aspects qui naissent de ses différens caractères extérieurs. En effet, quelques-unes de ses parties sont de

couleur cendrée-claire, tirant au blanc; celles-là sont tendres, friables, ont le grain cristallisé, mais gros et peu cohérent: elles contiennent des fragmens de feld-spath, des lames de mica quelquefois de couleur d'or, et de petits cristaux de fer spéculaire qui paroît s'être séparé de la masse, et forme de petits filamens capillaires. Quelques autres de ses parties sont de couleur cendré-obscur tirant au noir: celles-ci sont dures, compactes, ont le grain cristallisé, mais fin et serré. Elles ressemblent parfaitement à la lave basaltique la plus compacte, et l'on y reconnoît de petits feld-spaths, le plus souvent polis et brillans. Quelquefois, mais rarement, ces parties dures et compactes sont un peu vitreuses; alors elles ont le grain du pechstein. Souvent on trouve dans le *piperno*, des cavités occupées par une matière vitreuse, granuleuse, filamenteuse qui ne les remplit pas en entier, mais laisse de petits vides entre ses filamens. Ce qui est digne d'attention, c'est que les parties dures et noirâtres ont constamment une forme allongée, relevée au milieu de leur section; elles sont amincies et aplaties en forme de lance à leurs extrémités. Toujours parallèles entr'elles, elles ont leur grand axe dans la direction du courant. Leur plus grande dureté fait qu'elles resistent davantage à la décomposition; d'où il arrive que dans ces pierres exposées depuis long-temps à l'action de l'air, on voit

ces parties saillantes sur leur surface. L'hypothèse qui me parut ainsi qu'à M.r Thomson la plus naturelle pour expliquer la formation de la lave de Sorrente, peut s'appliquer encore, avec quelque modification, à la formation du *piperno*. Supposons donc que pendant que la lave coulait avec sa fluidité ordinaire, il s'est fait dans la majeure partie de sa masse, un développement général d'un gaz qui s'interposant entre ses plus petites particules, a empêché leur parfaite approximation. Où ce gaz s'est développé, les parties en se refroidissant sont restées peu cohérentes: où le développement a été moindre, le rapprochement des parties a été plus grand: où le développement n'a point eu lieu, le contact a pu être parfait. Ainsi le *piperno* peut se considérer comme une substance intermédiaire entre les laves de Sorrente et de Casal, laves qui ont l'apparence du tuf, et les laves qui ont la dureté et la compacité qui leur convient. Pour expliquer ensuite la configuration et la position des parties plus compactes, il suffit de réfléchir que quand une masse de matière coule dans une direction, si elle contient des parties qui, quoique molles et fluides, ne se sont pas entièrement assimilées à la masse, celles-ci prennent constamment une forme allongée, et ont leur grand axe dans la direction du mouvement. De l'uniformité dans la position des grands axes résulte leur parallélisme

réciproque (Voy. ce qui a été dit sur ce sujet au § 384). La lave *piperno* a été récemment observée par M.r Brocchi, dans quelques endroits de la chaîne des monts Cimini, où elle forme encore quelque amas colonnaire basaltique (Voy. la planche n.° 43). Dans une lettre que cet auteur me fit l'honneur de m'adresser, en exposant en détail les caractères de cette pierre et son gisement, il se déclare ouvertement pour l'opinion que dans son origine cette même pierre a été une lave.

§ 659. Le savant naturaliste M.r Léopold Gmelin dans une dissertation qui a pour titre: *Observationes oryctognosticæ et chemicæ de Haüynâ*, imprimée à Heidelberg en 1814, a été le premier qui a parlé d'une lave qu'il appelle *sperone*, pour lui conserver le nom sous lequel elle est connue dans les pays de l'antique *Latium* où on la trouve. Cette roche forme la majeure partie des monts qui s'étendent depuis Tusculum, aujourd'hui Frascati, jusques à Rocca Priora et Rocca di Papa. On la rencontre encore dans les monts Algido, Artemisio et de la Fajola, en sorte que c'est la roche prédominante à la sommité de la chaîne des monts qui se prolongent depuis Tusculum jusqu'à Velletri. Je dis qu'elle prédomine spécialement à la sommité de ces monts; cela n'empêche pourtant pas qu'elle ne se montre aussi quelquefois à leur base. Les parois du cratère

qu'on appelle aujourd'hui le lac de Nemi, dans le lieu qui correspond au pays et à l'endroit où est située la fontaine de la Nymphe Égérie, sont formées de lave *sperone*. Cette lave est remplie de pores, et ses couches irrégulières s'étendent très-loin. M.r Gmelin a observé dans quelques-uns de ces pores, de petites lames de mica d'une couleur rouge-obscur. La pâte de cette pierre est terreuse, de couleur gris-obscur: elle contient un très-grand nombre d'amphigènes, beaucoup de pyroxènes et peu de micas. Les observations de M.r Gmelin ont été confirmées et étendues par M.r Brocchi, qui, dans le *Catalogue raisonné*, etc., pag. 65, dit que la lave *sperone*, dans les lieux où on la trouve, accompagne presque toujours la lave basaltine, en sorte qu'on doit la considérer comme une modification de celle-ci; mais que comme elle forme quelquefois des roches entières, il convient de la distinguer par une dénomination particulière. En examinant ce que les deux auteurs précités ont écrit sur la lave *sperone* et sur les laves compactes de la même contrée, il m'a paru que ces laves sont des roches identiques, et qu'elles ne diffèrent entr'elles, que parce qu'elles sont plus ou moins poreuses. Dans la lave *sperone* qui occupe les parties les plus élevées, le développement des gaz a été plus considérable parce que la matière était moins comprimée, et il en est résulté une pierre beaucoup plus poreuse.

M.r Brocchi dans le même *Catalogue raisonné*, etc., fait mention d'une autre lave qu'il appelle *nenfro*; c'est le nom qu'elle porte vulgairement. Cette roche est de couleur brun-sombre, quelquefois gris-noirâtre, d'autres fois châtain; sa fracture est terreuse et mate, grossière et inégale; sa dureté médiocre, et son grain terreux. Elle contient beaucoup de feld-spaths brillans, et des fragmens de pyroxène. Son caractère particulier est d'être traversée par des veines en forme de coupeaux, tortueuses, ondoyantes, tantôt linéaires, tantôt fort larges, d'une lave très-dure qui approche de l'émail. M.r Brocchi ne doute pas que cette même roche ne soit une lave, et qu'on ne doive lui assigner une place entre la lave *piperno* et la lave ordinaire. Ses observations l'ont convaincu que les veines noires ne sont que des modifications de la pâte elle-même: c'est ce que démontrent leur tenuité qui est quelquefois capillaire, et leurs fréquentes ramifications, circonstances qui n'auraient pu avoir lieu, si c'étaient des corps étrangers et enveloppés. On trouve cette lave dans les monts Cimini où elle est quelquefois configurée en colonnes prismatiques, comme à la Rocca Rispampani (Voy. planche 41), et elle se montre encore parfois dans le groupe des collines volcaniques de la Tolfa et de Bracciano.

CHAPITRE CVIII.

Réflexions sur la fluidité des laves.

§ 660. Dolomieu s'est ouvertement opposé à l'idée que les laves des volcans aient été fluides et fondues au moyen d'une dose proportionnée de chaleur. Dans la lettre à M.r Pictet (Voy. *Journal des mines*, n.° 22), en parlant des substances qui furent enveloppées dans le pays de la Torre del Greco, par la lave du Vésuve de 1794, il expose que les objets de différente nature que la lave a diversement modifiés, lui paroissent prouver une vérité qu'il proclamait depuis long-temps, c'est-à-dire, que la chaleur des laves n'a pas l'intensité qu'on lui suppose, et qu'elle n'approche pas même de celle que l'art développe, quand on forme des vitrifications; il ajoute que les laves ne sont pas des demi-vitrifications, et que leur fluidité n'a aucun rapport avec celle de nos vitrifications artificielles: il insiste sur la même opinion dans le rapport fait à l'Institut, de ses *Voyages des années V et VI.* Cependant les observations sur lesquelles il fonde son opinion, me semblent très-équivoques. Il considère les phénomènes produits par la lave de 1794, dans quelques substances appartenant

aux habitations du pays de la Torre del Greco, où le courant de cette lave n'arriva qu'après avoir parcouru un espace d'environ trois milles, dans un intervalle de cinq à six heures, et par conséquent lorsque sa chaleur était sensiblement diminuée: mais nous apprenons des observations faites dans cette circonstance, que la chaleur de la lave, même près de sa superficie et à une grande distance de la fournaise, était si considérable qu'elle parvint à volatiliser des substances qui ne fondent que difficilement (Voy. § 17). Eusuite parmi les corps enveloppés par la lave, certainement quelques-uns furent fondus, comme les substances métalliques que l'on trouva cristallisées (Voy. § 220); et si d'autres restèrent intacts, on doit attribuer cet effet, non à la foiblesse de la chaleur de la lave, mais bien à la manière dont ils furent enveloppés et comprimés par la lave elle-même, en sorte qu'ils n'eurent plus aucun contact avec l'air atmosphérique. Ainsi quelque limite qu'on veuille assigner à la chaleur des laves, on ne dira certainement pas qu'elles ne puissent brûler le bois. Spallanzani ayant introduit un bâton dans les ouvertures d'une lave vomie par l'Etna depuis onze mois, vit aussitôt ce bâton fumer et le moment d'après jeter des flammes. Le Chevalier Hamilton laissa tomber quelques morceaux de bois dans les fentes d'une lave sortie du Vésuve depuis environ trois ans et

demi ; dans l'instant ces morceaux de bois s'enflammèrent, quoique la lave n'eût aucune communication avec le volcan, et que l'endroit où se faisait l'expérience, fût tout au moins éloigné de quatre milles, de la bouche dont cette lave était sortie. Les arbres enveloppés par la lave, s'enflamment et sont réduits en cendres dans la partie supérieure qui reste à découvert ; mais le manque d'air empêche la combustion du tronc qui, environné et comprimé par la lave, ne peut s'enflammer. Le volcan de l'île de Bourbon a fourni des échantillons dans lesquels on voit des morceaux de tronc de palmier, enveloppés et pénétrés par une lave extrêmement fluide (Voy. *Journal de physique*, tom. 60, pag. 442). M.r Faujas (Voy. *Essai de géologie*, tom. 2, pag. 419) nous a laissé la description de ce curieux phénomène. « Une grande éruption du volcan donna » naissance à un vaste courant de lave qui, se » portant au loin, atteignit une plantation de » palmiers. Les arbres s'embrasèrent subitement; » mais bientôt la lave les recouvrant et intercep- » tant l'air, la combustion cessa, et les bois » passèrent à l'état de charbon. L'incandescence » long-temps soutenue opéra sur les parties li- » gneuses ainsi carbonisées, des retraits d'une » certaine régularité, favorisés par la disposition » fibreuse de ces bois. La lave s'insinua ensuite » dans les fentes des retraits, et se moula sur

» les noyaux charbonneux. » Il est évident que la conservation de ce bois charbonisé a été l'effet du défaut d'air qui l'a empêché de brûler et de se consumer. Tous les phénomènes rapportés par Dolomieu et autres auteurs, pour prouver que les laves ont peu de chaleur, sont donc équivoques, ou comme relatifs à la superficie des laves et à des lieux éloignés de la bouche de la fournaise, ou parce qu'ils dépendent de bien d'autres circonstances; et je suis entièrement de l'avis de M.r Hall, savoir, que la chaleur des volcans excède de beaucoup ce qui est nécessaire pour réduire en fusion les laves et toutes les matières qu'elles contiennent. Je prie le lecteur de ne pas prendre en considération pour le moment les cristallisations renfermées dans les laves; c'est un objet que j'examinerai bientôt. Spallanzani dans le chapitre 23 des *Voyages aux deux Siciles*, après avoir exposé en détail toutes les raisons qu'on peut alléguer dans cette question, déclare formellement qu'il est d'une opinion contraire à celle de Dolomieu.

§ 661. Le même Dolomieu soutenant que la chaleur des laves est peu intense, pour expliquer leur fluidité, imagina que cette fluidité dépendait d'un autre principe étranger au feu. Il ne pouvait pas nier la fluidité des laves, puisqu'on les voit couler d'après les lois et à la manière des fluides; il ne pouvait pas non plus

nier qu'elles ne forment des roches par leur refroidissement : mais ne voulant pas renoncer au système que les roches ont été produites dans l'eau, et au principe que l'on n'obtient que du verre par les fusions ignées, il fallait trouver une fluidité différente de celle que l'on produit par le feu, et diminuer autant que possible la chaleur des laves. Dolomieu s'est exprimé avec beaucoup d'obscurité, lorsqu'il a voulu déterminer la nature de ce principe de la fluidité des laves, différent du feu. Dans son *Mémoire sur l'île Ponce*, pag. 296, il avait attribué le boursouflement des laves au gaz inflammable qui y est contenu, et qui s'en développe à un certain degré de chaleur ; et il avait considéré l'intérieur d'un volcan, comme un vaste récipient dans lequel était renfermé le soufre dont la fermentation accrue par le concours de l'eau, donnait lieu aux plus terribles explosions : mais dans les *Additions à la dissertation de Bergman sur les produits volcaniques*, il rectifia cette idée en affirmant que lorsque le feu rend fluide la matière qui constitue les laves, il ne fait que diminuer la force d'agrégation qui unissait leurs molécules. Il est aidé dans cette opération, par le soufre qui possède à un degré éminent la propriété de s'introduire dans les corps, et de les rendre fluides à la manière de l'eau, qui, lorsqu'elle pénètre une masse d'argile, en fait une pâte coulante. Lorsqu'ensuite l'agent

de cette fluidité se dissipe, la force d'attraction resserre de nouveau les parties constituantes, et rend la pierre à son premier état de dureté (1). Dolomieu faisait donc intervenir le feu dans la production de la fluidité des laves, mais seulement en cette quantité qui est nécessaire pour la fluidité du soufre, opinion qui me paroît fausse puisqu'elle supposerait ou que ce principe est très-abondant dans les laves (2), tandis qu'elles en sont ordinairement dépourvues, ou que tout leur soufre se serait dissipé, hypothèse difficile à

(1) Je ne puis me dispenser de relever une équivoque que fait M.r De Drée dans son beau *Mémoire sur le nouveau genre de liquéfaction ignée des laves pierreuses*, inséré dans le *Journal des mines*, n.° 139. Il dit, pag. 56: « Je ne suis ni du sentiment » de Dolomieu qui présumait que le soufre pouvait être un des » agens de ce genre de liquéfaction, ni de celui de Breislak » qui l'attribuait à l'eau saturée de muriate de soude »; et il cite la pag. 292 du 1.er volume des *Voyages physiques et lithologiques dans la Campanie*. J'observerai que je n'ai jamais attribué la fluidité des laves à l'eau saturée de muriate de soude. A l'endroit cité par M.r De Drée, j'ai dit que les vapeurs du Vésuve et de quelques-unes de ses laves abondent en acide muriatique, ce qui est une chose de fait, et n'a aucun rapport avec les conjectures qu'on peut faire sur la cause de la fluidité des laves.

(2) S'il est une partie connue du globe dans laquelle le soufre abonde, c'est certainement la Sicile, où les mines de cette substance occupent une immense étendue. Ces mines sont situées dans cette partie de l'île qui commence vers le centre, et s'étend jusqu'à la mer du midi: mais elles ont leur gisement dans des lieux où les volcans n'ont point exercé leur action, et au milieu de terres qui sont des dépositions de l'antique océan (Voy. Ferrara, *Champs-Phlégréens de la Sicile*).

admettre. Les expériences faites par Spallanzani sur ce sujet, et rapportées dans le chapitre 23 de ses *Voyages aux deux Siciles*, sont très-ingénieuses. Ce célèbre physicien démontra par une longue série de faits, que le soufre ne peut point servir de fondant aux roches qui probablement se transforment en laves, et qu'il ne facilite en aucune manière leur fusion. Il paroît que Dolomieu changea ensuite d'opinion, puisque dans le rapport de ses voyages des années V et VI, que nous avons déjà cité, il place sous l'écorce consolidée du globe, la cause inconnue qui produit la fluidité des laves, et qu'il pense que les phénomènes des volcans appartiennent à des circonstances que nous ignorons, parce qu'elles sont étrangères à tous les moyens que nous avons d'observer la nature. Il doute cependant qu'il puisse exister une vraie inflammation dans les profondeurs d'où sortent les laves, et où l'air nécessaire pour entretenir une combustion active, ne peut avoir aucun accès. Ainsi il admet un effet pyrophorique qui produit l'inflammation, mais seulement quand les laves soulevées par les fluides élastiques, viennent en contact avec l'air atmosphérique, et sont près d'être vomies : alors des globes de fumée se changent en globes de feu, et ils annoncent au milieu d'un fracas terrible, une prochaine éruption. Mais il me semble bien difficile de concevoir, sans l'action du feu,

une assez grande activité de fluides élastiques pour pouvoir soulever du fond de ces vastes profondeurs jusqu'à la superficie de la terre, des masses immenses, et donner à celles-ci la force de rompre les parois de la montagne, et de produire des globes de fumée. Il n'y a que l'élasticité des fluides aériformes, animée par la chaleur, qui soit capable de produire des effets si surprenans. La seule expansion des fluides élastiques dans une température ordinaire, me paroît insuffisante; mais si à cette expansion, on joint la dilatation produite par un accroissement de température, il n'y a point d'effet, pour si étonnant qu'il paroisse, qu'on ne puisse en attendre. En outre, nous ne connoissons d'autre fluidité que celle qui dépend du calorique: une petite quantité (je dis *petite* relativement à notre manière de voir) suffit pour donner la fluidité aux corps qui en sont susceptibles sous la pression et dans la température ordinaire de l'atmosphère, comme l'eau, le mercure, etc.; il en faut une plus grande dose pour rendre fluides les métaux et les substances pierreuses. Or si nous excluons l'idée du feu, nous ne serons pas peu embarrassés pour concevoir quel est le principe d'où dérive la fluidité des laves, et qui les soulève jusqu'à la superficie de la terre. La transformation des globes de fumée en globes de feu au contact de l'air, l'inflammation spontanée des

laves, et cette opération que Dolomieu appelle pyrophorique, sont des mystères très-difficiles à comprendre, et hors de toute vraisemblance. Pour ce qui regarde la nécessité du concours de l'air pour alimenter le feu souterrain, on peut voir ce qui a été dit dans le chap. XCIX. Du reste, je serais tenté de croire que la contemplation des phénomènes volcaniques a tellement frappé l'imagination de beaucoup de naturalistes d'ailleurs très-instruits, que toute explication simple et naturelle leur a paru trop peu digne du sujet: cependant entre les embrasemens d'un volcan en activité et le feu d'un de nos fourneaux, il n'y a d'autre différence que celle qui existe entre l'effrayante explosion du tonnerre et la petite étincelle d'un électrophore. Si une mort inopinée n'avait pas enlevé l'illustre Dolomieu à la science qu'il aimait avec ardeur, et pour laquelle il avait fait de si grands sacrifices, il aurait peut-être fixé ses idées sur cet objet important; car nous savons du célèbre M.r De Drée, son beau frère et son héritier, ainsi que de M.r Faujas, son ami, qu'il avait fini par croire que les matières travaillées dans les profondes cavités de la terre parvenaient par une application particulière du feu, à une liquéfaction telle que les parties composantes étaient seulement désagrégées, mais non dénaturées. Il est probable que les expériences de M.r Hall l'avaient induit à admettre l'action de la chaleur combinée avec la pression.

§ 662. M.r Menard a reproduit quelques principes de Dolomieu, qu'il a néanmoins beaucoup modifiés. Il convient que le soufre ne peut être la cause de la fluidité des laves ; qu'on ne saurait admettre deux différentes espèces de feu ; et que la manière dont le feu agit en grand, est fort différente de sa manière d'agir en petit: malgré cela, il pense que la fusion des laves doit être attribuée, non exclusivement à l'action du feu, mais à la présence de quelques fondans qui se sont unis à ces laves. « Ce sont ces subs- » tances très-fusibles, évaporables et combusti- » bles, ou leurs composans, qui ont pu causer la » fusion des laves, entraîner dans leur fonte la » pâte des roches inconnues ou quelconques dont » ces laves tirent leur origine, et servir préci- » sément de *flux* à ces roches. » Par-là, le refroidissement des laves ou leur passage à l'état de fluidité dépend de la consommation des fondans; et de la manière dont ces fondans se dissipent ou s'évaporent, M.r Menard déduit le passage de la lave à l'état de vitrification ou de cristallisation, ou bien de pétrification. Examinant ensuite quels peuvent être ces fondans, ses conjectures portent principalement sur l'oxigène et sur l'eau, substances qui peuvent être fournies par les roches sur lesquelles le volcan travaille. Ce n'est là qu'une ébauche de la théorie de M.r Menard ; et quoique je ne puisse adopter ses idées

sur cet objet, je ne laisserai pas de dire que cette théorie est très-ingénieuse, et qu'elle mérite d'être examinée dans ses divers détails, et telle qu'elle est rapportée dans l'ouvrage qui a pour titre: *Observations avec réflections sur l'état et les phénomènes du Vésuve pendant une partie des années* 1813 et 1814. Les principales raisons sur lesquelles M.r Menard se fonde pour supposer l'intervention des fondans, sont à peu près les mêmes que celles dont Dolomieu avait fait usage et que nous avons déjà examinées. Il en ajoute pourtant une qui peut donner lieu à beaucoup de doutes: il dit que la matière des laves soumise aux procédés de l'art, exige pour se refondre un degré supérieur à celui qu'elle avait en sortant du volcan; et que cela arrive parce que le fondant qui la rendait fluide, s'est dissipé. Cependant M.r Faujas qui s'est beaucoup occupé de la fusion des laves compactes, assure (Voy. *Annales du Muséum d'histoire naturelle*, tom. 3, an 1817) que le verre des laves compactes acquiert une grande fluidité dans un creuset de verrerie, et au même feu qui fond le verre ordinaire, mais qu'il est intraitable et ne saurait être soufflé. Ajoutons que Spallanzani qui a fait une étude particulière du même objet, rapporte une observation faite par le professeur Botis, sur la lave qui coula du Vésuve en juillet 1779. Ce professeur dans le mois de septembre de la

même année, en visitant le courant de lave, y observa une petite concavité dans laquelle le feu était si intense, qu'y ayant jeté quelques morceaux de laves poreuses, il les vit se liquéfier comme la poix. Ensuite pour assigner une source à cette chaleur quelconque qu'on est forcé d'admettre pour expliquer la fluidité des laves et de leurs fondans, M.r Menard pense qu'il n'est pas nécessaire de recourir à une véritable combustion, et il propose un moyen qu'il appelle « plus » simple et non moins satisfaisant, quoique plus » conjectural. » Il imagine donc « que la matière » première des laves est par l'effet de la grande » chaleur qui peut exister à la profondeur où » elle se trouve, absolument dépourvue d'eau, » et que cependant elle a comme la chaux et » la plupart des substances terreuses ou alcalines » caustiques, une grande affinité pour ce liquide; » qu'elle est enfin comme une espèce de chaux » vive. Si cette chaux vient a être baignée ou » seulement humectée par l'eau, soit infiltrée, » soit absorbée, soit abîmée des puits ou de la » mer, qui n'en voit tout de suite les effets? Ce » sera cette eau qui en se combinant avec la » terre ou pierre caustique, et passant ainsi à » l'état solide ou à un état moins liquide, lais- » sera dégager son calorique avec bouillonne- » ment, production de fumée, etc. » Plusieurs difficultés se présentent contre cette hypothèse

qui a quelque analogie avec celle de Davy, dont on peut voir l'exposition au § 588. La première est relative à la chaleur interne capable de calciner la pierre-mère des laves (1). La seconde difficulté consiste en ce que l'eau arrive précisément lorsque la pierre est calcinée, car la présence de l'eau si on la considérait comme antérieure, aurait dû empêcher la calcination. Enfin la troisième difficulté est que M.r Menard en supposant la roche originaire des laves déjà privée d'eau, renonce à une ressource qu'il s'était ménagée pour expliquer l'abondance de ce fluide dans les opérations des volcans. En combinant ce qui a été écrit par beaucoup de naturalistes sur ces bouches ignivomes, et ce que j'ai pu voir pendant l'espace de quelques années en observant le Vésuve, il me paroît qu'il existe dans l'intérieur des volcans, un feu réel produit par l'inflammation du bitume fluide, et je pense que toutes les substances exposées à l'action de ce feu, passent à un véritable état de fusion plus ou moins parfaite, selon les degrés d'intensité de

(1) C'est le savant naturaliste Thomson qui a introduit le nom de *pierre-mère des laves*, pour indiquer la roche, de la fusion de laquelle résulte une lave. On trouve fréquemment dans la partie interne et la plus compacte des courans de lave, quelques masses pierreuses différentes de la lave elle-même, à laquelle elles ne se sont pas assimilées: on regarde celles-ci comme des parties de la roche qui a produit la lave.

la chaleur et de fusibilité de ces substances. Nous sommes habitués à ne juger de l'action du feu que par les petits effets qu'il produit communément, et nous ne faisons pas attention que les anomalies que nous remarquons dans le feu des volcans, dépendent de sa quantité, de la grandeur des masses sur lesquelles il agit, et des modifications qu'il peut, dans sa manière d'agir, recevoir du concours de beaucoup de circonstances.

CHAPITRE CIX.

De la modification des laves dans leur passage de l'état de fusion à celui de pierre.

§ 663. Lorsqu'une lave se refroidit, elle forme une substance pierreuse, dure, compacte, communément sonore, de couleur le plus souvent noirâtre ou grise, d'un grain tantôt terreux, tantôt cristallisé, selon les combinaisons de la fusion ou du refroidissement; et dans cette substance, on voit enveloppées ainsi que dans une pâte, quelques matières étrangères, comme des pyroxènes, des amphiboles, des olivines, des micas, des feld-spaths, des amphigènes, etc. Les parties supérieures des courans de lave sont ordinairement plus poreuses, tandis que les parties centrales sont compactes. Cette règle n'est pourtant pas générale, car il y a des laves qui dans la majeure partie de leur masse présentent une pâte compacte et unie; il y en a d'autres dans lesquelles le développement des gaz ayant été plus copieux, leurs parties les plus internes sont parsemées de pores qui ont ordinairement la forme elliptique, et l'on a observé que leur grand axe coïncide avec la direction du courant de lave (Voy. § 384). Le développement des gaz dans

une lave encore fluide, peut être assez abondant et assez multiplié dans tous les points de la masse, pour produire une diminution sensible dans le degré de dureté de cette masse (Voy. ce qui a été dit dans le § 657). La génération d'une roche compacte et pierreuse, formée d'une substance fluide et fondue, a beaucoup embarrassé les naturalistes qui voulant rapporter l'explication de tous les phénomènes géologiques, et la production des différentes roches du globe aux précipitations et cristallisations opérées dans l'eau, cherchent des argumens pour exclure l'action du feu dans la génération des substances pierreuses. Dans les §.es 221 et suiv., nous avons émis quelques conjectures sur cet objet; c'est maintenant le cas d'en faire un examen particulier. Que les laves avant de se consolider en pierre, soient des substances fondues, c'est une vérité de fait sur laquelle on ne saurait élever le moindre doute. Il n'est pas également certain que leur fusion ait été produite par le feu; je crois avoir néanmoins dans le chapitre précédent, rendu cette conjecture assez probable. Mais comme des fusions terreuses que nous connoisons, il résulte en général du verre, il me reste à examiner comment il arrive que les fusions volcaniques, au lieu de verre, donnent des substances pierreuses.

§ 664. On a plusieurs solutions de ce problème; commençons par celle qui est le plus

communément adoptée. Les physiciens ont observé que le verre peut facilement perdre ses caractères et prendre ceux de la pierre. La première idée de ce passage d'un corps de l'état de verre à celui de pierre, nous a été fournie par Réaumur, dans la composition de cette substance connue sous le nom de *porcelaine de Réaumur*, qu'on obtient par le moyen de la cémentation du verre avec le gypse et avec le sable. Mais après Réaumur, on a observé des effets à peu près semblables, même indépendamment de la cémentation. Dès 1791, pendant que je demeurais à Naples, je reçus de Palerme, une caisse contenant plusieurs vitrifications qui se produisent dans les fours à chaux de Saint-Martin, vitrifications dont M.r De Borck avait parlé dans la *Lithologie sicilienne*, imprimée à Rome en 1778, et qu'il avait comparées aux laves des volcans. Quelques-unes de ces vitrifications sont dans l'état d'émail; d'autres présentent des parties radiées et configurées en étoiles. Dans quelques échantillons, les étoiles et les rayons se multiplient et se confondent, en sorte que la substance perd toute apparence d'émail, et prend les caractères extérieurs de la pierre. Les couleurs qu'on observe dans ces échantillons sont aussi très-variées: les uns sont gris, les autres verts; ceux-ci noirs, ceux-là d'une couleur bleue si foncée et tellement uniforme, qu'on peut les comparer aux basaltes bleus du Vicentin:

quelquefois ils ont été facilement substitués au lapis-lazuli dans quelque ornement. De semblables observations ont été faites par M.r Amoretti, sur le verre qu'on obtient de la fusion du trapp d'Intra, près du lac Majeur. Mais les plus beaux échantillons dans ce genre, sont ceux que j'ai recueillis dans la verrerie des MM.s Venini, près de Varenne, sur le lac de Côme. Au fond des creusets de cette verrerie, lorsqu'ils se sont refroidis lentement, on remarque que la superficie du verre qui y était resté, a commencé à se cristalliser en forme rayonnante; que cette cristallisation a peu à peu pris de l'accroissement d'abord à la surface; qu'ensuite elle s'est propagée dans les parties intérieures; et que les centres d'attraction s'étant multipliés, il s'est formé une étoile autour de chaque centre. Les rayons de ces étoiles sont de petits prismes très-déliés; quelquefois on les voit épars dans l'intérieur de la masse vitreuse, tantôt isolés, tantôt entrelacés en forme de macle, et d'autres fois agroupés. Souvent la masse du verre jusqu'à la profondeur d'un pouce et même plus, s'est transformée en une substance d'un aspect blanc, luisante comme la calcédoine, de texture fibreuse, parfaitement opaque, et tout-à-fait semblable à une pierre. Le même phénomène se répète dans quelques plaques de verre à vitres laissées trop long-temps dans le four. Enfin nous ne devons pas passer sous silence

un fait très-curieux rapporté par Fleuriau de Bellevue dans le *Journal de physique*, tom. 60. Lors des guerres de France, dans une verrerie près de la Rochelle, les creusets étaient pleins de verre prêt à être coulé; un corps de troupes étant survenu à l'improviste, les ouvriers prirent la fuite et abandonnèrent leur fabrique : y étant retournés quelques mois après, ils furent fort surpris de trouver dans leurs creusets des substances pierreuses au lieu du verre qu'ils y avaient laissé. Ces pierres étaient fibreuses au point qu'on les aurait prises pour des trémolites; leur couleur était blanchâtre.

§ 665. Il suit de ce que nous venons de dire, que le verre fondu, en se refrodissant lentement, prend les caractères extérieurs de la pierre. Si donc nous supposons qu'une lave fondue se refroidisse avec beaucoup de lenteur, comme en effet cela arrive généralement (Voy. §.^{es} 121 et 150), ce qui s'opère dans le verre, pourra se vérifier dans cette lave, c'est-à-dire qu'elle pourra se consolider de manière à présenter les caractères de la pierre. C'est ce qui a été confirmé par les belles expériences de M.^{r} James Hall, rapportées dans la *Bibl. britan.*, vol. 14. Elles mettent hors de doute cette vérité que par l'action du feu, on peut obtenir de véritables pierres. De ces expériences, je n'en citerai qu'une qui mérite une attention particulière, et

qui a beaucoup d'analogie avec celles dont nous avons parlé dans le § 259. M.r James Hall fit fondre au feu de réverbère le winstone (pierre qui a beaucoup de ressemblance avec le basalte et le trapp), et après l'avoir maintenu pendant plusieurs heures dans son état de chaleur, en le faisant refroidir lentement, il en obtint une substance différente du verre, d'une texture semblable à celle du winstone, de fracture âpre, pierreuse, cristalline, avec beaucoup de facettes brillantes éparses dans toute la masse, ce qui formait un grain cristallisé, plus apparent dans les cavités produites par l'ébullition, dont les parois étaient tapissées de petits cristaux. Le résultat général obtenu par M.r Hall dans ses expériences, fut que par l'action d'un feu violent et continué pendant quelque temps, et par un refroidissement lent, on produit une substance qui a tous les caractères de la pierre (1). Au contraire on a une masse vitreuse, si le refroidissement est prompt, et si l'action du feu n'est pas fort prolongée. Les expériences de M.r Hall faites dans des creusets ordinaires et sur de petites quantités, ont été répétées en 1804, par M.r Grégory Watt, sur une échelle beaucoup plus

(1) On a donné divers noms à ces substances pierreuses produites par une modification du verre. Thomson qui s'est principalement occupé de cet objet, les a appelées *glastein* ou pierre de verre; quelques-uns les ont nommées *vitrites*, d'autres *cristallites*, etc.

grande, au moyen d'un fourneau à réverbère dont il pouvait disposer dans une fonderie de fer. Ces nouvelles expériences furent publiées en trois extraits dans la *Bibl. britan.*, tom. 30. Les principaux phénomènes observés par ce savant physicien, dans une masse de cinq pieds et demi de longueur et de deux pieds et demi de largeur, sur une hauteur de 4 pouces à une extrémité et de 18 à l'autre, qu'il retira de la fusion de ce basalte auquel Kirvan avait donné le nom de *ferrilite*, furent les suivans: 1.° ayant fait refroidir promptement une portion de la masse fluide, il en obtint un verre dans lequel on observait une tendance à une certaine disposition particulière; on y remarquait beaucoup de petits globules presque sphériques, disséminés en grand nombre, qui en certains endroits s'agroupaient ensemble; et là où s'opérait leur réunion, il se formait une masse homogène dont le grain ne ressemblait ni au verre, ni au basalte, mais imitait celui de quelques variétés du jaspe; 2.° si le refroidissement était lent, la matière prenait une texture plus pierreuse; il se formait des sphéroïdes un peu éloignés les uns des autres, qui quelquefois avaient deux pouces de diamètre, rayonnans en fibres distinctes comme l'hématite. Si deux sphéroïdes voisins venaient à se toucher, leurs fibres ne se confondaient pas, et paroissaient réciproquement impénétrables, comme

si leurs surfaces se fussent repoussées et comprimées ; il n'y avait presque pas d'adhérence dans le point de séparation ; et si l'une de ces sphères était entourée par l'autre, sa figure se modifiait en un polyèdre irrégulier ; 3.° la température favorable à la disposition des molécules continuant pendant le refroidissement, la texture fibreuse disparoissait ; elle devenait d'abord compacte, tenace, homogène, ensuite granulée ; et la masse entière était traversée par des lames cristallines très-fines, qui s'entrecroisaient dans tous les sens, et formaient de petits cristaux qui observés à la loupe, semblaient des facettes de prismes presque rectangulaires, terminés par des plans perpendiculaires à l'axe.

§ 666. Il me paroît donc qu'on doit regarder comme une vérité de fait, qu'on peut obtenir des roches pierreuses au moyen des fusions de substances terreuses, vérité sur laquelle j'insiste depuis plusieurs années, et qui a été si non contredite, du moins constamment dissimulée par beaucoup de géologues. Mais les physiciens ne se sont pas contentés de vérifier les faits, ils ont encore voulu en connoître l'explication. De là, on a examiné quelle pouvait être la cause qui produisait un état si différent dans les caractères extérieurs du verre, et l'on a cru trouver cette cause dans la matière alcaline que l'on emploie pour la composition du verre, et dont une partie

se volatilise par un feu intense et continué, et par un refroidissement lent et progressif. C'est principalement le docteur Lewis qui a cherché à démontrer que les changemens produits dans la texture du verre, dépendent de la sublimation de la partie saline qui se sépare par l'action du feu, à l'aide de l'affinité particulière des substances voisines. Kirwan a également insisté sur cet objet (Voy. *Bibliothèque britannique*, vol. 15). Supposons donc vraie l'opinion de Lewis et de Kirwan, c'est-à-dire que le passage du verre à l'état de pierre dépende de la sublimation de la matière alcaline : sachant aujourd'hui combien la potasse et la soude sont fréquentes dans le règne fossile, et spécialement dans les produits volcaniques (Voy. §.es 216, 623 et 625), on comprend aisément que les laves pouvaient se trouver dans les mêmes circonstances que le verre. Rien n'empêchait que les roches qui fondaient par l'action du feu, ne continssent la soude ou la potasse, et par conséquent l'état de pierre auquel les laves passaient en se refroidissant n'était pas incompatible avec leur fusion antérieure. Les substances pierreuses pourvues de la dose nécessaire de matières alcalines, pouvaient être réduites en verre par la force du feu volcanique, et lorsque ces matières salines se sont volatilisées en grande partie, le composé par l'effet du refroidissement, s'est consolidé en pierre,

retenant souvent quelque trace de la première dose de matière alcaline.

§ 667. Les observations rapportées dans les paragraphes précédens, ainsi que les expériences de Hall et de Watt, démontrent qu'on peut obtenir le passage du verre à l'état de pierre, indépendamment de la cémentation de Réaumur. Celle-ci produit avec promptitude le même effet qui résulte d'un refroidissement lent; mais en substance, les résultats des deux opérations sont les mêmes. M.r D'Artigues dans un Mémoire très-instructif, lu à l'Institut de France le 20 mai 1804, et inséré dans le tome 50 des *Annales de chimie*, dit, pag. 322, que personne n'avait imaginé ou osé publier que la cristallisation du verre et la cémentation par le procédé de Réaumur soient une même chose. Cette proposition me paroît sujette à beaucoup de restrictions. Je n'aurai point la présomption de citer ici ce que j'ai écrit sur cet objet à la pag. 175 de la *Topographie physique de la Campanie*, imprimée à Florence en 1798, et que j'ai répété, pag. 286 et suiv. du tom. 1.er des *Voyages physiques et lithologiques dans la Campanie*; je me bornerai donc à faire observer que dans les *Transactions philosophiques de Londres* pour l'année 1786, où l'on rapporte, pag. 530, les expériences faites par Keir, sur la cristallisation du verre, on dit en propres termes, que *la porcelaine de Réaumur*

n'est autre chose qu'un verre cristallisé par l'action d'un feu continué, et qui en se cristallisant, est devenu opaque et blanc par la nouvelle disposition de ses parties. Parmi plusieurs autres naturalistes français qui se sont occupés du même objet, MM.[s] Fleuriau de Bellevue (1) dans le *Journal de physique*, tom. 60; Guiton-Morveau dans les *Annales de chimie*, tom. 73; Bosc d'Antic et Fournay dans le *Journal des mines*, n.° 177, méritent une mention particulière. La principale conséquence de leurs observations, est que la conversion du verre en pierre dépend d'un changement qui s'opère dans la constitution physique du verre. En effet, le verre dévitrifié n'est plus sensiblement électrique par le frottement, résiste davantage à la fusion, et est doué d'une

(1) Parmi les différentes observations que ce savant physicien a faites sur les pierres produites par la fusion du verre, il en est une bien digne de remarque; c'est celle que ces matières pierreuses forment de la gélatine dans l'acide nitrique. Vu qu'entre les substances d'origine aqueuse ou regardées comme telles, il est excessivement rare d'en voir qui soient douées d'une semblable propriété, et qu'au contraire un très-grand nombre de celles qui ont été produites par le feu, la possèdent plus ou moins, M.[r] Fleuriau de Bellevue pense que cette propriété peut servir en quelque sorte de *critérium*, et fournir de puissantes conjectures sur l'origine de beaucoup de fossiles. Il est singulier que cette même propriété ait été observée dans beaucoup de météorolites: cette circonstance pourrait contribuer à donner quelque poids à l'opinion de ceux qui attribuent ces pierres aux volcans lunaires ou situés sous les pôles.

dureté et d'une gravité spécifique plus considérables. A la vérité les auteurs précités voudraient faire abstraction de la cémentation de Réaumur et du refroidissement lent de Hall et de Watt; mais puisqu'ils conviennent des faits exposés, et qu'ils admettent un changement dans la constitution physique du verre, il restera à examiner de quel principe procède ce changement qui pourrait bien avoir pour cause le refroidissement lent à la faveur duquel les molécules élémentaires peuvent prendre une disposition nouvelle et différente.

§ 668. Jusqu'à présent nous avons considéré les laves dans l'état de véritable fusion d'où résulte le verre; et si au lieu de verre, on obtient une substance pierreuse, c'est-à-dire, une lave lithoïde, ce changement auquel on a donné le nom de dévitrification, doit être attribué ou à l'évaporation de quelque partie volatile, ou à un refroidissement lent. Ainsi les laves vitreuses ou obsidiennes seraient celles qui étant dans l'état de véritable fusion, se sont refroidies ou promptement ou de façon qu'il ne s'est point opéré de changement dans la constitution physique du verre. Quant aux laves pierreuses, elles seraient celles qui ont été d'abord obsidiennes, et se sont ensuite transformées en pierre, de la manière que nous l'avons déjà dit. Mais M.r De Drée (Voy. *Journal des mines*, n.° 139) a porté plus

loin ses recherches, et il a voulu examiner si les laves lithoïdes sont véritablement le résultat de la dévitrification, ou si elles ne sont pas plutôt le produit d'une fusion ignée particulière et différente de la fusion vitreuse, comme nous l'avons exposé au § 221. La différence qu'on remarque entre la théorie de M.r De Drée et celle des autres physiciens qui l'ont précédé dans la même recherche, est que ceux-ci pensent que la matière avant de parvenir à l'état pierreux, a été complétement fondue; tandis que M.r De Drée prétend au contraire que dans la liquéfaction, les substances ne sont que ramollies par l'interposition du calorique, sans qu'il y ait changement d'état comme dans la fusion vitreuse. Les principales conséquences que cet auteur a déduites d'une longue série d'expériences, sont que les roches avec une application particulière de chaleur et dans quelques circonstances, peuvent parvenir à un état de liquéfaction ignée tel qu'elles deviennent fluides sans presque perdre aucun de leurs principes constitutifs, sans que les substances composantes soient dissoutes ainsi que dans la fusion vitreuse, et sans qu'il survienne aucun changement notable dans la constitution de la roche, au point que la matière fondue se consolidant de nouveau, fournît une pierre où l'on retrouve dans le même état et dans les mêmes dispositions, les substances qui composaient

la roche originaire. Le principe général pour parvenir à cette liquéfaction ignée est de s'opposer au développement des substances expansives, d'empêcher l'accès des substances étrangères quelconques, et d'éloigner de la matière, toute application immédiate du feu. Dans cette opération, l'action du calorique procure seulement le ramollissement de la matière en détruisant pour quelques momens la cohésion fixe des molécules; mais elle ne produit point la désorganisation des substances comme dans la fusion vitreuse.

§ 669. Quoique les idées de M.r De Drée soient très-ingénieuses, on y rencontrera bien des difficultés, lorsqu'on voudra appliquer les circonstances de ses expériences aux circonstances dans lesquelles se trouvent les laves. La principale et la plus embarrassante de ces difficultés est d'empêcher dans la matière fondue, la volatilisation des substances quelconques, ce qui certainement ne se vérifie point dans les laves dont les phénomènes indiquent d'abondans développemens de fluides aériformes. Malgré cela, les observations de cet auteur ont contribué à confirmer toujours de plus en plus une vérité physique très-importante, savoir que les matières fondues ne donnent pas toujours du verre, mais que quelquefois elles offrent pour résultat des substances pierreuses. Cependant si l'on réfléchit mûrement

sur ce point, on ne tarde pas à se convaincre que l'application qu'on voudrait faire des expériences des MM.^{s} De Drée et Hall, aux laves, n'est rien moins que satisfaisante, et que la véritable raison du phénomène est peut-être beaucoup plus simple que celle que nous imaginons. A la vérité M.^{r} Watt a cherché à agrandir ses expériences; mais quelques quintaux de matière sont bien peu de chose en comparaison de ces masses démesurées (1) desquelles résultent les laves. En effet, la manière dont le feu s'applique à un fourneau, et celle dont il agit sur une petite quantité de matière, ne peuvent fournir aucune règle qui convienne aux grandes fusions volcaniques. Il y a plus, dans une petite masse, le mélange des élémens peut être égal, ce qu'on ne doit pas espérer de trouver dans une immense quantité de matière. Il est donc possible que les

(1) La lave qui sortit du Vésuve en 1737, fut calculée par Serao à 1,479,898 toises cubiques; et j'ai évalué celle qui en 1794 dégorgea du même volcan par deux différens points et presque en même temps, à 2,804,440 toises cubiques. Ces masses bien que fort grandes, sont peu considérables en comparaison de celles vomies par les autres volcans. Le courant de lave rejeté par le volcan de l'île de Bourbon en 1776, fut calculé à 9,350,000 toises cubiques; celui de 1787, à 11,700,000 toises cubiques; et le troisième de 1791, à 7,840,000 toises cubiques. Recupero mesura la longueur d'une lave sortie du flanc septentrional de l'Etna, et trouva qu'elle était de 40 milles. Enfin suivant la relation envoyée à la cour de Londres par le Comte de Wilckensea qui se trouvait en Catanie en 1669, époque

laves vitreuses ou obsidiennes soient celles dans lesquelles la fusion a été parfaite ou à cause d'un plus grand mélange de parties fusibles, ou parce qu'une application du feu plus intense et plus uniforme dans tous les points, a produit cette générale assimilation de substances qu'exige la formation du verre. Mais comme il est difficile d'obtenir un pareil résultat dans des masses excessivement grandes, il s'ensuit que les laves lithoïdes doivent être beaucoup plus fréquentes, parce que dans ces laves, la fusion ayant été moins parfaite et l'intensité du feu moindre en proportion de la matière, une fusion générale et complète de toutes les parties n'a pu avoir lieu. Les laves lithoïdes seraient donc celles qui n'ont reçu que le degré de chaleur nécessaire pour les rendre fluides (degré de chaleur certainement bien grand, puisqu'il s'agit de substances pierreuses et d'énormes masses), mais qui n'ont

---

d'une grande éruption de l'Etna, le courant de lave qui fut alors vomi par ce volcan, s'étendit sur une surface de 15 milles de longueur et de 7 milles de largeur. Mais la lave la plus surprenante de toutes sous le rapport de sa grande extension, est celle décrite par Pennant (*Le Nord du globe*, tom. 1), laquelle, sortie d'un volcan de l'Islande en 1783, occupa une étendue de 94 milles de longueur et 50 milles de largeur. Cet auteur après avoir exposé l'immensité de pays couvert par cette lave, ajoute que la hauteur perpendiculaire des côtés du courant était de 80 à 100 pieds; en sorte qu'elle submergea tous les villages qu'elle rencontra sur son passage.

point subi cet autre degré de chaleur beaucoup plus intense qu'eut exigé la parfaite assimilation des parties. Ces deux divers degrés peuvent correspondre à la liquéfaction ignée et à la fusion vitreuse de M.r De Drée. Ajoutons que toutes les laves ne procèdent pas de substances également fusibles: en général, toutes contiennent de la silice, de l'alumine, de la chaux, de la magnésie, du fer titané, etc.; mais les doses relatives peuvent être différentes, en sorte qu'il en doit résulter des composés plus ou moins fusibles; et ce degré de feu qui réduira à l'état de verre un composé plus fusible, pourra ne produire que le ramollissement et la fluidité d'un composé moins fusible. Dans les laves soit vitreuses, soit lithoïdes, les élémens sont les mêmes; mais les doses relatives de ces élémens peuvent être différentes dans les parties d'une même masse: aussi voyons-nous souvent que la nature unit dans une même masse de lave, par beaucoup de nuances intermédiaires, la pâte vitreuse à la pâte lithoïde. Si l'on demande de quel principe dépend donc la transformation en pierre, qu'on observe dans les cristallites et dans les produits obtenus par Hall, Watt, etc.? Je répondrai qu'un refroidissement lent peut opérer le même effet qui résulterait d'une fusion imparfaite. Aussi long-temps qu'une masse de verre est dans un état de fusion complète, ses élémens sont également mêlés et

confondus: si ce mélange se refroidit promptement, les diverses parties s'unissent en cet état d'agrégation auquel le feu les a réduites; mais si la chaleur diminue insensiblement, les forces attractives ont le temps d'agir, les divers élémens se rapprochent et s'unissent, selon les lois de leurs affinités, et retournent à peu près à leur premier état.

CHAPITRE CX.

Des substances cristallisées renfermées dans les laves.

§ 670. Les laves lithoïdes, d'une pâte homogène et égale, sont très-rares : presque toutes contiennent quelques substances hétérogènes, savoir, des micas, des pyroxènes, des feld-spaths, des quartz, des olivines, des zéolithes (1), des leucites ou amphygènes d'Haüy. Quelquefois ces substances sont entières et bien cristallisées ; mais souvent on les voit rompues et brisées. Presque toutes les laves renferment des micas ; celles qui présentent des quartz sont rares ; il est moins extraordinaire d'en trouver qui sont embellies par des téolites. Les pyroxènes, les feld-spaths et les amphigènes constituent communément les principaux caractères des laves. Plusieurs laves de l'Italie, particulièrement celles des volcans éteints du territoire romain, et quelques-unes du Vésuve sont tellement remplies d'amphigènes, que ceux-ci composent la majeure partie de la

(1) Sous la dénomination de zéolithes je comprends toutes ces espèces minéralogiques qui ont été avec juste raison distinguées par Haüy, et indiquées par les noms de *mésotypes*, de *stilbites*, d'*analcimes*, de *chabasies*, etc.

lave qui les unit et en forme le ciment. Les laves de l'île d'Ischia sont très-abondantes en feldspaths, et les pyroxènes prédominent dans celles de l'Etna. Le problème se réduit donc à ceci: les substances cristallisées, contenues dans les laves, étaient-elles formées antérieurement; préexistaient-elles dans les matières et dans les couches pierreuses fondues par le feu du volcan, et ont-elles été enveloppées dans les laves: ou bien se sont-elles formées dans la lave elle-même, et doit-on les considérer comme le produit de quelques élémens contenus et épars dans les laves? La première idée qui se présenta à l'esprit des observateurs, fut celle de penser que ces cristallisations appartenaient à quelques roches internes du globe, qui avaient été exposées à l'action du feu volcanique. A la vérité on trouvait de la difficulté à concevoir comment ces mêmes cristallisations avaient pu se conserver dans la fusion de la roche primordiale qui les contenait; mais cette difficulté semblait aplanie, lorsqu'on réfléchissait que plusieurs des cristaux renfermés dans les laves étaient brisés, et qu'on tâchait de diminuer autant que possible la chaleur des laves, comme nous l'avons dit dans les §.es 653 et suiv. Cependant la difficulté devenait invincible relativement à la zéolithe, substance qui fond à un degré de chaleur, même très-léger: aussi plusieurs naturalistes avaient-ils cru devoir faire une

exception en faveur de cette substance et de ses diverses espèces, en la considérant comme produite par le moyen de l'infiltration dans les pores des laves après leur refroidissement; et quant à toutes les autres substances moins fusibles, on les regardait comme ayant été détachées et arrachées des roches internes du globe par l'action du feu.

§ 671. Dolomieu, très-grand partisan de l'infiltration, a soutenu l'opinion que les zéolithes qu'on trouve dans les cavités de quelques laves, ont été produites par l'eau marine qui s'est infiltrée dans ces laves, après leur refroidissement; et il a tellement étendu cette idée, qu'il n'a pas cru possible qu'il existe des zéolithes, dans d'autres laves que celles qui ont été autrefois couvertes par la mer. Mais nous avons quelques laves du Vésuve (1) qui contiennent des zéolithes, quoiqu'il soit bien certain qu'elles n'ont pas été couvertes par la mer. M.r Maclure m'a assuré avoir trouvé

(1) Dans les *Voyages physiques de la Campanie*, tom. 1, pag. 198, en décrivant le courant de lave sorti du Vésuve en 1037, et qui de Santa Maria à Pugliano descend au Granatello, passant près de la porte principale du jardin du Roi, je parle d'une substance rouge, lamellaire, qui se trouve unie en masses incrustées tantôt dans la pâte de cette lave, tantôt dans ses pores: je la regardai alors comme un mica; mais je crains d'avoir fait une méprise, et autant que je puis me rappeler les échantillons, je soupçonne que la substance que je pris pour un mica, pourrait bien être la stilbite laminaire, rouge, semblable à celle des vallées de Fassa dans le Tyrol, et de Zuccanti dans le Vicentin.

à la Torre del Greco, dans quelques masses de laves qui semblent appartenir à l'éruption de 1794, la stilbite avec des piroxènes. La sarcolite ou l'analcime trapézoïdale, de couleur de chair, fréquente dans le Tyrol et dans le Vicentin, a été encore reconnue par Thomson, dans les laves erratiques du mont Somma, et dans celle de Capo di Bove, près de Rome. Nous avons au contraire soit dans les Champs-Phlégréens, soit ailleurs, de nombreux courans de laves qui ont coulé jusques dans la mer, et dans lesquels on n'aperçoit point de zéolithe, en sorte qu'il paroît que la formation de cette substance n'a aucun rapport avec les eaux marines. Ajoutons avec Kirwan, que si les zéolithes avaient été produites par l'infiltration de l'eau marine, elles présenteraient ainsi que les laves qui les contiennent, quelque trace de sel marin, ce qui ne se vérifie point par l'analyse. Dolomieu prit spécialement pour base de son opinion, les observations faites sur les laves zéolithiques de l'Etna et des îles des Cyclopes: mais il me paroît que la composition même de ces laves aurait dû le convaincre du contraire. La zéolithe dans les laves qui la contiennent, se trouve cristallisée tant dans les pores que dans les cavités, mais elle est encore éparse dans la pâte dont elle forme une partie intégrante; en sorte que si par l'imagination, on la conçoit détruite, on ne voit pas comment beaucoup de

parties de la roche pourraient subsister et rester en pied. C'est ce qu'on observe particulièrement dans quelques laves des îles des Cyclopes, à la base de l'Etna, lesquelles semblent composées de lave empâtée avec la substance zéolithique; elles n'offrent pas la moindre trace de canaux ou fissures par où l'infiltration ait pu pénétrer. Il suit de là, ce me semble, qu'il est plus raisonnable de supposer que la zéolithe s'est formée pendant la consolidation de la lave, que de la regarder comme postérieurement introduite. Je prie le lecteur de ne pas perdre de vue ce qui a été dit dans les chap. LXXVI et LXXVII, sur l'infiltration, principe dont on n'a que trop abusé en minéralogie, et qui n'a été si facilement admis qu'en raison de sa grande commodité. La manière dont la zéolithe est renfermée dans les laves et disséminée dans leur pâte, ou cristallisée dans leurs cavités, exclud toute idée d'infiltration, et rappelle plutôt celle d'une formation qui a eu pour cause une séparation simultanée à l'époque du refroidissement de la lave, et une consolidation contemporaine de celle de la masse. La planche B, fig. 1.re représente un grand échantillon de mon cabinet: c'est un morceau d'une roche pyroxénique (1) avec beaucoup de zéolithes mésotypes.

(1) Cette substance pierreuse provient de la vallée de Fassa. Je la regarde comme une lave; d'autres l'appeleront un trapp. Pour ne point entrer en discussion sur ce point, je lui ai donné

Il n'est pas possible d'imaginer cette masse avec ses diverses parties, si l'on ne suppose en même temps l'existence de la zéolithe qui les tient unies et liées ensemble. M.r De Gimbernat, savant géologue, m'a assuré qu'ayant bien examiné le gisement de la natrolithe, il s'est convaincu que cette substance ne peut être le produit de l'infiltration. On trouve la natrolithe dans un porphyre sonore où elle forme des veines entourées de toutes parts par la roche porphyritique, sans aucune communication extérieure; et dans quelques-unes de ces veines, on voit de petites masses de la roche enveloppées par la natrolithe, substance qui, suivant les analyses de Klaproth, n'est autre chose qu'une mésotype concrétionnée, mamelonnée, jaunâtre et jaune-rougeâtre, à tissu fibreux et serré (Voy. Lucas, *Tableau méthodique des espèces minérales*, 2.e partie, pag. 184).

§ 672. La grande fusibilité de la zéolithe ayant obligé beaucoup de naturalistes à la regarder comme formée postérieurement à la consolidation des laves qui la contiennent, et non comme enveloppée dans ces laves, il semble que la fusibilité, la délicatesse et la fragilité de quelques autres cristallisations que l'on trouve dans certains courans de lave, exigeraient aussi qu'on

le nom de roche pyroxénique, à cause du grand nombre de pyroxènes qu'elle renferme. Quelle que soit son origine, le phénomène qu'elle présente est toujours le même par rapport à la zéolithe.

exclût pour elles, le principe de leur préexistence dans les roches sur lequelles le feu des volcans a agi, ainsi que de leur mélange avec la pâte des laves; et qu'on eût recours à des infiltrations imaginaires. Il y a dans le voisinage de Rome, la fameuse lave de Capo di Bove qu'on peut considérer comme une riche mine de substances fossiles. Dans cette lave, on observe plusieurs substances quelquefois régulièrement cristallisées, savoir, des péridots, des feld-spaths, des pyroxènes, des amphigènes, des wollastonites (1), des zéolithes, des pseudo-sommites, du mica, de l'haüyne, du fer titané, des mélilites, des abrazites (2), etc. Quelques-unes de ces

(1) Depuis long-temps on avait observé dans cette lave une substance cristalline d'une couleur de chair, très-lamelleuse. On l'avait considérée tantôt comme un feld-spath, tantôt comme une grammatite (amphibole de Haüy). Dolomieu avait d'abord pris cette substance pour une variété de feld-spath, mais dans ses notes manuscrites, d'après le témoignage de M.r Leman, il penche à la regarder comme une substance nouvelle. C'est à cette même substance que M.r Brocchi a donné le nom de *tafelspath* (Voy. *Journal de Brugnatelli* pour le mois d'octobre 1814). Mais M.r Leman (Voy. article *meionite* du *Nouveau Dict. d'histoire naturelle* du 1818) pense qu'elle doit être distinguée du *tafelspath*, et qu'elle est une substance qui approche beaucoup de la *meionite*, mais qu'elle en diffère par quelques caractères et par son gisement. M.r Leman a proposé de donner à cette substance le nom de *wollastonite*, la dédiant à l'un des chymistes physiciens qui font le plus d'honneur à ce siècle, M.r Wollaston de la Société royale de Londres.

(2) Comme cette substance trouvée depuis peu de temps par le professeur Gismondi, peut être peu connue, j'en donnerai ici

cristallisations fondent facilement en un verre transparent et sans bulles. Est-il possible que des cristaux aussi délicats que fragiles aient été transportés par la lave, exposés à sa chaleur, et enveloppés dans sa pâte, sans perdre leurs

---

une courte notice. Ce savant minéralogiste, à qui nous devons encore la découverte de l'haüyne dans le peperino de Marino, en examinant la variété des laves de Capo di Bove, dont la couleur est d'un gris bleu, et qui contient des taches disséminées, d'un jaune verdâtre, qu'on doit présumer appartenir à la mélilite, remarqua une concrétion calcaire de couleur jaune, cristallisée en petits prismes allongés, et terminés à leurs deux extrémités par des pyramides très-aiguës, sur laquelle reposent quelques cristaux octaèdres, petits, mais distincts, qui ont le luisant, la transparence et la fracture du verre. La substance dont se composent ces cristaux, se trouve le plus souvent en masse dans les fentes et les cavités des laves, ou dans de petites masses hémisphériques; sa couleur est communément d'un bleu grisâtre, et parfois rose. Ces cristaux rayent le verre, et laissent une légère trace sur la calcédoine. Pulvérisés et mis dans l'acide nitrique, ils ne font point effervescence, et ne se dissolvent pas; mais peu de temps après, ils se coagulent en une gélatine. Au chalumeau, il sont phosphoriques, perdent leur luisant, prennent un aspet terreux, et deviennent friables sans fondre. Pulvérisés et mis à la même épreuve, leur poussière à l'égal de celle des zéolithes, se résout au premier coup de feu en un petit globe d'eau sur lequel surnage la substance terreuse, jusqu'à ce que toute l'eau soit évaporée, et continuant à être échauffée, elle jette une belle lumière phosphorique, et se convertit en une poussière sèche, rude au tact, et qui ne s'attache point à la langue. Le nom d'*abrazite* donné à cette substance, indique qu'elle ne fait point effervescence avec les acides, et qu'au chalumeau elle ne bout, ni ne fond. On l'a aussi appelée *zéagonite*.

formes régulières (1) ? En les voyant tapisser les parois des cavités de manière qu'ils n'y sont attachés que par un côté, ne devons-nous pas être certains que leur formation dépend de quelqu'autre cause ? Et si l'on veut recourir à l'infiltration, combien de différentes infiltrations ne sera-t-il pas nécessaire de supposer ? Quelle a été l'origine de ces infiltrations, et comment est-il arrivé que toute trace du canal qui les a conduites dans des espaces parfaitement fermés, se soit effacée ?

§ 673. Imaginons une roche contenant les cristallisations que l'on trouve dans les laves, et soumise à l'action du feu d'un volcan. Comme la quantité de matière est immense, l'intensité du feu ne pourra pas être également énergique sur tous les points : de là il n'est pas étonnant que quelques parties plus réfractaires échappent

(1) Aux substances précitées, il en faut joindre une autre, dont il ne me convient pas de rappeler le nom qu'un sentiment trop grand d'amitié pour moi a suggéré à M.r Menard de la Groye : c'est celle que j'ai observée dans un courant de lave de la solfatara de Pouzzole et dont j'ai parlé à la page 132 du second volume des *Voyages dans la Campanie*. Elle a été aussi trouvée dans la lave de Capo di Bove et décrite ainsi par M.r Brocchi dans le *Catalogue raisonné d'une collection des roches*, pag. 28. « C'est une substance de couleur roussâtre, filamenteuse comme » le coton le plus fin. Un groupe de ces fils exposé à la flamme » du chalumeau, commence par se rétrécir et puis il fond en » une scorie noire fortement attirable à l'aimant. » Je crois qu'on trouve la même substance aussi dans les laves de Volvic en France.

à la fusion commune, et restent enveloppées dans la lave (1). Mais les autres fondront et formeront une masse plus ou moins fluide selon que le feu sera plus ou moins actif. Cette masse boursouflée, pressée, agitée et soulevée par le développement des gaz, s'ouvre enfin un passage pour sortir de la fournaise, transportant avec elle les parties qui ne se sont pas assimilées au tout, et auxquelles la fusion ne s'est pas communiquée: lors qu'elle arrive à la surface de la terre, elle coule ainsi qu'un fleuve, poussée par la nouvelle matière qui dégorge du volcan, et transportée par la propre force de gravité, selon l'inclinaison du sol. Cependant lorsqu'elle s'arrête dans son cours, refroidie à sa surface extérieure par le contact de l'air, elle conserve long-temps et quelquefois pendant l'espace de plusieurs années la chaleur et la fluidité dans les parties intérieures (Voy. §.es 150 et suiv.). Au sein de cette tranquille fluidité ignée, les forces attractives se développent, et le jeu des affinités commence: alors les élémens des substances qui avaient été fondues

(1) Les observations de M.r Faujas prouvent que le pyroxène si commun dans les produits de quelques volcans, peut se conserver, sans fondre, dans une lave coulante. Il a vu des morceaux de basalte fondus dans un four à chaux construit avec cette pierre, et dans lesquels les pyroxènes conservaient en entier leur forme régulière.

et dissoutes, s'unissent, se séparent des autres matières de nature différente, et se cristallisant de nouveau, forment des produits semblables aux primitifs. On ne saurait évaluer le nombre des combinaisons qui, vu l'immensité de la masse, peuvent s'effectuer dans cette opération, et donnent lieu à ces phénomènes qu'on observe dans la position relative des cristallisations, phénomènes bien propres à favoriser des opinions contradictoires, toutes les fois que l'on se plaît à généraliser, et que l'on veut établir des règles fixes sur les diverses époques de formation des substances cristallisées. Quelquefois on trouve des cristaux d'amphigène contenant des fragmens de pyroxènes, ou des cristaux de feld-spath, et d'autres fois des pyroxènes qui renferment dans leur masse quelques cristaux d'amphigène (Voy. ce qui a été dit dans le chapitre XXXVII, sur la cristallisation des substances douées de différens degrés de fusibilité).

§ 674. Ce principe avait été adopté par M.r Hall dès 1790, ainsi qu'on le voit dans une note du 14.e volume de la *Bibl. britan.* pour l'an 1799, où il dit que la formation des substances isolées contenues dans les laves, et les autres particularités que ces laves présentent dans leur structure interne, ce qui leur est commun avec le granit et le basalte, doivent être entièrement attribuées à la cristallisation qui s'est opérée pendant le

refroidissement lent dont la fusion a été suivie, comme il l'avait annoncé en 1790 ; et il cite le 3.e vol. des *Transactions d'Édimbourg*. M.r De Luc ne croit pas à la possibilité des cristallisations formées au sein des laves fluides, parce qu'il lui semble (Voy. *Journal des mines*, n.° 115, pag. 22) que le jeu des affinités ne peut avoir lieu que lorsque les molécules sur lesquelles elles agissent, sont en pleine liberté de s'unir, ce qui, suivant lui, ne saurait arriver que dans les fluides qui sont en un état de parfaite liquidité. Or l'état des laves n'est pas tel ; elles sont certainement fondues, mais leur fusion est dense et pesante ; elles n'ont de mouvement progressif que sur des pentes rapides ou à cause de l'impulsion qu'elles reçoivent de la matière qui sort du volcan, les pousse en avant et les fait écarter sur les côtés. Comment, demande M.r De Luc, le jeu des affinités pourrait-il avoir lieu dans une telle masse? J'observerai que la fluidité des laves est à peu près semblable à celle des métaux fondus dans lesquels il se forme beaucoup de cristallisations, comme le démontrent les géodes métalliques de Monge, et ces cristaux qu'on trouve dans les scories et dans les fentes des fourneaux à fusion des fonderies (Voy. § 19). J'ai parlé dans le § 653, de la fluidité des laves, et ce degré de fluidité me paroît plus que suffisant pour que la matière puisse librement obéir à l'impulsion de la polarité

cristallifique. L'action de cette force n'est point empêchée par le mouvement, puisque la lave, lorsqu'elle a cessé de couler, s'arrête dans le lieu où elle est parvenue; et que si elle se consolide promptement à sa superficie, ses parties internes restent long-temps fluides. Je ne vois donc pas de difficulté à admettre que les molécules élémentaires de beaucoup de substances cristallisées que l'action du feu avait dissoutes, puissent s'unir de nouveau et reproduire les mêmes cristaux. Cependant je n'entends pas généraliser mon idée, ni établir comme une règle fixe que toutes les substances cristallisées qui ont été dissoutes par l'action du feu volcanique, doivent se cristalliser régulièrement pendant le refroidissement de la lave: beaucoup prendront l'apparence de grains cristallins, ne pouvant, faute d'espace, former des cristallisations régulières; et l'agrégation mécanique de plusieurs diverses espèces de ces grains cristallins constituera la pâte et la base de la lave. Il pourra encore arriver qu'il en résultera de nouveaux composés et de nouvelles espèces cristallisées, puisque, comme l'observe M.r Watt, lorsque la simple fusion a lieu dans un corps, la seule agrégation des molécules intégrantes est détruite. La fluidité consiste dans la facilité avec laquelle ces molécules se meuvent les unes à côté des autres; et une diminution régulière de température facilitant leur union,

les mêmes espèces qui existaient dans la masse, ne peuvent pas manquer de se recomposer. Mais si les molécules intégrantes ont été dissoutes et décomposées, ou si leurs parties constitutives ont été disséminées dans le fluide, il est peu probable qu'une union quelconque puisse recomposer les mêmes molécules intégrantes, et former ensuite de nouveaux cristaux ; il est au contraire bien plus naturel de croire qu'alors la même roche pourra donner naissance à des compositions très-différentes, qui, dans leurs principes constitutifs, conserveront seulement quelque trace de leur nature primitive. De là on peut déduire la raison pour laquelle on trouve dans beaucoup de produits volcaniques quelques substances cristallisées que l'on observe rarement dans d'autres roches connues. L'opinion commune est que les foyers des volcans pénétrant dans les entrailles de la terre, agissent sur des roches que nous ne connoissons pas (Voy. § 203), parce que nous ne pouvons pas étendre nos recherches au-delà de l'écorce du globe, et que nous ne saurions pénétrer à l'aide de nos excavations, jusqu'où un volcan peut arriver: mais il y a lieu de présumer que quelques-unes de ces substances cristallisées qu'on n'a trouvées jusqu'à présent que dans les contrées volcaniques, sont de vrais produits des volcans et des résultats de nouvelles combinaisons qui s'opèrent dans les laves encore fluides.

§ 675. Enfin il importe de faire observer que dans les grandes cavernes des volcans, il doit s'effectuer d'innombrables cristallisations, soit par sublimation, comme il arrive dans les fourneaux à fusion, soit pendant les intervalles de repos, lorsque l'intensité du feu diminue, et que les matières qui étaient fondues se refroidissent. S'il nous était possible de pénétrer dans les entrailles d'un volcan éteint, et de parcourir ces immenses cavernes où a long-temps résidé la fournaise du volcan, combien de fossiles nouveaux aussi instructifs qu'intéressans ne pourrions-nous pas y découvrir? L'activité du volcan vient-elle à se reveiller, ces cristallisations peuvent être fondues de nouveau et remaniées par le feu; elles peuvent se mêler à la nouvelle lave sans se fondre, toutes les fois que le degré de chaleur n'a pas l'intensité nécessaire à leur fusion; et elles peuvent encore être vomies par la force explosive du volcan sans avoir été altérées par le feu. Probablement c'est cette dernière combinaison qui a produit, 1.° ce nombre immense d'amphigènes et de pyroxènes qu'on trouve isolés dans quelques contrées volcaniques, et qui semblent être tombés en forme de grêle épaisse. L'Etna et le Vésuve rejettent quelquefois une multitude énorme de pyroxènes isolés; et les amphigènes pareillement isolés sont si fréquens dans les environs de Frascati, près de Rome, qu'il semble

que le sol en est semé. Il est présumable que ces derniers sont sortis de la bouche du volcan éteint du mont Latiale qui est dans le voisinage ; 2.° le sable ferrugineux ou fer oxidulé titanifère, souvent régulièrement cristallisé, qu'on trouve en si grande quantité près de beaucoup de volcans éteints ou actifs. Dans la plage de Pouzzole, il est si copieux qu'on a jadis tenté de le fondre pour en retirer du fer : sur la côte orientale de l'île de Ténériffe, il forme des bancs considérables ; et à S.t Pierre de la Martinique, il couvre une plage qui est flanquée de laves (Voy. *Recherches* de Cordier *sur divers produits volcaniques*, dans le tom. 21 du *Journal des mines*). Suivant Bouguer, on trouve encore cette arène ferrugineuse dans les profonds vallons qui sont à la base des volcans du Pérou ; elle fait souvent partie de ce sable dont nous avons parlé dans le § 632.

Il me paroît donc que les cristallisations qu'on trouve dans les substances et dans les terres volcaniques, peuvent se rapporter à quatre classes qui comprendront, savoir : la première, les cristallisations sur lesquelles, par quelque circonstance particulière, le feu n'a nullement agi ou du moins n'a agi que très-foiblement, et qui ont conservé leur état ; la seconde, celles qui fondues par le feu et mêlées avec la pâte de la lave, se sont recristallisées par le refroidissement ;

la troisième, celles qui ont été produites de nouveau dans l'intérieur de la lave encore fluide au moyen de combinaisons qui ont fourni de nouveaux composés; à la quatrième appartiendront ces cristallisations qui se sont formées dans les entrailles des volcans, et ont été vomies par la force explosive de ces volcans, ou qui se sont unies aux laves dont elles peuvent se séparer lorsque ces laves viennent à se décomposer. Je crois devoir insister quelques instans sur ce dernier genre de produits. J'ai nommé ci-dessus ceux qui sont les plus communs, comme les pyroxènes, les amphigènes et le fer titané; mais il en est quelques autres qui méritent un examen particulier.

§ 676. Dans le mont Somma ou dans l'antique Vésuve, on trouve une très-grande variété de fossiles minéraux détachés, spécialement parmi les matières qui sont le produit des anciennes éruptions. On y voit des roches composées qui semblent appartenir exclusivement à ce volcan; telles sont, par exemple, quelques roches calcaires avec du mica, de l'idocrase, de la néphéline, du pyroxène granulaire, etc. On a dit, et je l'ai répété moi-même, que ces roches n'ont point souffert l'action du feu, et que la force des explosions les a détachées de leurs couches originaires. Assurément elles ne présentent aucun caractère qui puisse faire soupçonner que le feu ait contribué à leur formation. Mais dans quel

autre lieu a-t-on jamais trouvé de semblables roches ? A la vérité les volcans pénètrent à des profondeurs qui nous sont inconnues : il n'est pourtant pas moins certain que dans l'intérieur des volcans, il peut s'opérer une infinité de nouvelles combinaisons, et se former des substances pierreuses par le moyen du feu, sans qu'elles en offrent la moindre trace. Le savant Comte Borkowski dans un *Mémoire sur la sodalite*, remarque que la découverte de cette substance pierreuse, près du Vésuve, est d'un intérêt tout particulier pour la géologie. D'après les nombreuses observations qu'on a faites sur les matières vomies par ce volcan, il lui paroît évident que les substances qu'on y rencontre, sont le produit du feu, vu la difficulté qu'il y a de concevoir que des espèces si différentes comme la néphéline, la meionite, l'idocrase, l'amphigène, le pyroxène, le grenat, l'amphibole, le spinelle (1), la sodalite et autres, se soient trouvées formées et rassemblées dans le fond du cratère, ainsi que dans un magasin, pour être rejetées par le volcan. La sodalite du Vésuve présente spécialement le caractère de fusion, puisque dans l'échantillon que l'auteur précité possède, elle est

(1) Je crois que les spinelles de Borkowski sont les cristaux octaèdres dont j'ai parlé dans mes *Voyages physiques et lithologiques dans la Campanie*, tom. 1, pag. 164, et que j'ai appelés *pléonastes*.

entourée par la pierre ponce. Aux substances dénommées par M.r le Comte Borkowski, j'ajouterai les suivantes : beaucoup de variétés de chaux carbonatée, quelques-unes même cristallisées, la chaux sulfatée, le fer spéculaire, la trémolite, l'épidot, le péridot ou chrysolite des volcans, les mélanites et plusieurs variétés d'haüyne. M.r Étienne Moricand dans quelques-unes des roches du Vésuve a observé le titane siliceux-calcaire et les jargons. M.r le Chevalier Monticelli dans une lettre en date du 23 septembre 1817, m'écrivit qu'il avait avec M.r le professeur Gismondi, déterminé plusieurs variétés de cristallisations de tafelspath dans les matières rejetées par le Vésuve, et que cette substance cristallisée en tables hexaèdres, avait été encore reconnue par M.r le Chevalier De Ruggiero. M.r Monteiro dans quelques morceaux du Vésuve, appartenant à la belle collection de M.r Haüy, a remarqué la chaux fluatée unie à l'idocrase brun, à l'amphibole noir et à la néphéline. Je dois encore faire mention de la *zurlite*, substance ainsi nommée en l'honneur de M.r le Chevalier Zurlo, zélé amateur des sciences naturelles. Elle fut observée par M.r Remondini qui professeur de minéralogie et directeur du Muséum en 1810, fut enlevé par une mort prématurée à la science qu'il cultivait avec beaucoup d'ardeur. L'excessive rareté de cette substance n'a pas permis d'en faire l'analyse, mais M.r Remondini

en a donné la description dans un Mémoire lu à l'Académie des sciences de Naples, où il expose les caractères qu'il a pu remarquer seulement dans deux échantillons, un desquels faisait partie de la collection des fossiles vésuviens de M.r l'abbé Botis. Ces caractères observés par M.r Remondini, d'après l'indication qu'a bien voulu m'en donner M.r le Chevalier Ruggeri savant chimiste dans une de ses lettres, sont les suivans: 1.° couleur vert d'asperge, mais la raclure a une couleur gris de perle clair; 2.° dans la fracture récente, on remarque de petites lames de couleur d'un blanc verdâtre; 3.° elle fait légèrement feu au briquet; 4.° elle ne raye pas le verre, mais elle est rayée par le quartz et le couteau; 5.° on la trouve en masse et cristallisée en cubes qui quelquefois en se prolongeant en hauteur, présentent la figure d'un parallélipipède rectangulaire; 6.° les cristaux sont raboteux à la superficie, parfois à faces convexes, solitaires, implantés le plus souvent sur la substance elle-même ou agroupés; 7.° la structure est granulaire; 8.° la fracture est écailleuse et presque inégale; 9.° la gravité spécifique (lorsqu'au moyen de l'acide nitrique, elle a été délivrée de la chaux carbonatée à laquelle elle est toujours unie) est de 3,274; 10.° elle se dissout en partie et avec effervescence dans l'acide nitrique, donnant à la solution une couleur jaune; le reste conserve

la couleur de la masse; 11.° réduite soit en fragmens, soit en poussière, elle est infusible au chalumeau; 12.° unie à la soude boratée, elle donne un verre noir. J'ai dans ma collection un petit échantillon de cette substance, lequel au premier aspect paroît avoir beaucoup de ressemblance avec quelques échantillons de ce minéral qu'on a nommé *ghelenite*; mais la gravité spécifique, l'épreuve du chalumeau et autres caractères prouvent qu'il est d'une nature différente. Dans le *Catalogue de la collection minéralogique particulière du Roi de France*, par M.r le Comte de Bournon, imprimé à Paris en 1817, on parle, pag. 36, d'une série assez considérable de la topaze du Vésuve, gisement qui n'avait pas été encore cité pour cette gemme. M.r De Bournon s'était cependant déjà occupé de cet objet dans son bel ouvrage de minéralogie imprimé à Londres en 1808, où il dit, pag. 195, 2.e vol. aux notes: « J'ai observé depuis peu parmi les » morceaux de cette roche singulière et si fort » mélangée, qui est particulière à la Somma, » des cristaux de topaze d'un jaune assez ana- » logue à ceux du Brésil, et dont la forme pré- » sente des particularités qui sont propres à cette » variété. Ils sont renfermés dans les cavités de » petites masses granuleuses qui appartiennent à » la même topaze, dont la couleur est d'un » gris sale un peu jaunâtre. Cette topaze a été

» déterminée d'une manière aussi habile qu'in-
» génieuse par le D.r Wollaston. Il est très-facile
» de la confondre avec l'idocrase et surtout avec
» certains grenats qu'on rencontre souvent sur
» les mêmes morceaux. » En 1797, j'eus sous les yeux ces topazes de Somma dont parle M.r De Bournon, mais je les plaçai alors parmi les substances indéterminées de cette contrée: on peut voir l'indication que j'en ai donnée dans la *Topographie physique de la Campanie*, pag. 128, n.° 3, et dans les *Voyages physiques et lithologiques*, tom. 1, pag. 163, n.° 3.

Dans le même catalogue, pag. 52, M.r De Bournon donne la description d'une nouvelle substance qu'il a trouvée dans quelques roches de la même montagne, et à laquelle il a donné le nom d'*humite*, en l'honneur du savant M.r Hume, vice-président de la Société géologique de Londres. « La forme de l'*humite*, dit-il, est
» pyramidale, et ses pyramides qui sont de di-
» verses dimensions, semblent devoir être octaè-
» dres: mais leurs plans sont très-difficiles à
» saisir et encore plus à déterminer, par la
» grande quantité de facettes dont habituelle-
» ment elles sont surchargées. Ces plans sont
» fréquemment striés transversalement. Sa cou-
» leur est le brun rougeâtre de cannelle foncé;
» elle est très-transparente et d'un lustre écla-
» tant, ce qui semblerait devoir annoncer en

» elle une pierre dure: cependant elle ne raye
» le quartz qu'avec beaucoup de difficulté . . . .
» elle est de la Somma où elle a une gangue
» très-particulière, qui est une roche composée
» de topaze granuleuse d'un gris sale, mélangée
» de quelques grains de topaze d'un jaune pâle
» un peu verdâtre, qui offre quelques cristaux
» de cette même couleur dans les cavités; de
» mica d'un vert brun, réfractant parallélement
» et à son axe ou à travers ses pans, une cou-
» leur très-belle d'un rouge orangé très-foncé,
» et probablement aussi d'haüyne incolore. »

Il résulte de tout ce que je viens de dire, que les alentours du Vésuve présentent une foule de substances très-différentes. Or, je demande, quelle est la contrée du globe où les naturalistes ont pu observer un si grand nombre de fossiles, et des fossiles d'une nature si différente? Néphélines, meionites, idocrases, amphigènes, pyroxènes, grenats, micas, amphiboles, spinelles, la sodalite, le titane-siliceo-calcaire, les jargons, la chaux carbonatée, fluatée et sulfatée, le fer spéculaire, les trémolites, l'épidot, le péridot ou chrysolite des volcans, les mélanites, l'haüyne, le tafelspath, la zurlite, la topaze, l'humite. On sera bien plus embarrassé si l'on réfléchit que souvent dans le même échantillon, on trouve réunis quatre, cinq et même plus de ces minéraux. Les substances que j'ai nommées

sont celles qui ont été déterminées jusqu'à présent, mais combien n'en existe-t-il pas qui sont encore inconnues dans la riche collection des produits vésuviens de M.r le Chevalier Monticelli, et combien d'autres ne gisent-elles pas ensevelies dans les vallons du mont Somma ? Les autres contrées volcaniques qui ont fourni un grand nombre d'espèces minéralogiques, sont celles du Latium et de Rome en Italie, et des environs du lac Laach, en Allemagne; mais leur nombre jusqu'à présent n'égale pas celui des espèces propres du Vésuve. Peut-être dans ce volcan, les diverses combinaisons ont-elles été plus fréquentes et plus copieuses, parce qu'il a eu des intervalles de repos plus nombreux et même plus longs; peut-être la facilité avec laquelle on parcourt ses alentours, et le grand nombre d'observateurs qui ont visité tous ses recoins, ont-ils fait connoître beaucoup de substances qui ailleurs gisent encore ensevelies dans la terre. Concluons que dans les terrains volcaniques du lac Laach, du Latium et sortout du Vésuve, on trouve une réunion de substances pierreuses qu'on n'a jusqu'à présent observées dans aucune autre partie du globe; que quelques-unes de ces substances paroissent appartenir exclusivement aux contrées volcaniques; et que par conséquence il est très-probable qu'elles sont des productions fabriquées par la nature, dans les immenses laboratoires des volcans.

CHAPITRE CXI.

Des amphigènes ou leucites de Werner.

§ 677. Parmi les cristallisations que les laves renferment, les amphigènes d'Haüy, ou leucites de Werner, méritent une mention particulière : ce sont des substances cristallisées (1) qu'on trouve en très-grande quantité dans quelques laves, et spécialement dans celles de la basse Italie. J'ai cru pendant long-temps que ces substances avaient préexisté dans les roches fondues par le feu du volcan, et qu'elles avaient été enveloppées dans les laves. Mon opinion était spécialement fondée sur l'autorité de quelques naturalistes qui ont prétendu avoir trouvé les amphigènes dans quelques roches non volcaniques. Le-Lièvre a assuré en avoir vu dans les Pyrénées, près de Gavarnie, et Dolomieu dans la gangue d'une mine d'or du Mexique. De plus, on rencontre souvent des amphigènes, tant cristallisés qu'en masse, dans les morceaux détachés de pierre calcaire, qui ont été

(1) La forme déterminable connue de l'amphigène est la trapézoïdale, ou celle d'un solide circonscrit par 24 trapèzes ; mais le professeur Gismondi a trouvé des amphigènes cristallisés en octaèdres réguliers, en octaèdres cunéiformes et en cubo-octaèdres.

lancés par le Vésuve, lors de ses premières éruptions ; et dans les roches composées de micas, de pyroxènes, de grenats, etc., dont les fragmens erratiques sont si fréquens sur le mont Somma et dans beaucoup d'autres contrées volcaniques. On croit communément que ces substances pierreuses n'ont nullement souffert l'action du feu. De là, il me paroissait très-probable que les amphigènes qui existent dans les laves, eussent originairement appartenu aux roches qui avaient été fondues par l'action du volcan. La difficulté avec laquelle ils fondent, contribuait encore à fournir une raison probable pour expliquer comment ils avaient pu se conserver au milieu des laves. Cependant je conçus quelques doutes en observant un échantillon recueilli par Thomson dans le courant de lave de Capo di Bove. On voyait dans une cavité de cet échantillon, quelques petits cristaux d'amphigène qui n'étaient attachés aux parois que par un côté, position qui ne pouvait convenir à une substance enveloppée. Ensuite il s'éleva des doutes sur l'existence des amphigènes dans les roches non-volcaniques. Humboldt dans la *Relation historique du voyage*, tom. 1, pag. 156, dit que l'existence des amphigènes dans l'Arcudal,

---

La roche qui servait de matrice à ces cristaux, était encastrée dans le peperino, et composée de grenat, de pyroxène, de mica et d'amphigène amorphe.

en Norvège (1), en Écosse, dans les Pyrénées, en Transilvanie et dans le Mexique, n'est fondée sur aucune observation exacte. Les pierres calcaires contenant des amphigènes qu'on trouve en morceaux détachés dans les vallons du mont Somma, ont aussi donné lieu à diverses réflexions. En examinant les caractères de ces pierres, on ne sait à quelle espèce de carbonate calcaire on doit les rapporter. Elles diffèrent du calcaire primitif par leur grain, par leur texture et par leur couleur. En outre, les amphigènes sont en général, non disséminés dans la pâte du calcaire, mais bien adhérens à la superficie ou aux parois de quelque fente, et avec eux, on voit épars quelques corpuscules noirs qui semblent être des fragmens de pyroxène. Tout cela peut faire soupçonner que ces pierres calcaires ont été exposées

(1) M.r le Baron De Buch dans son intéressant voyage en Norvège et en Laponie, raconte que dans la belle collection de fossiles de la Norvège, possédée par le savant professeur Schumacher de Copenhagen, il vit un superbe échantillon d'amphigènes de Frédéricsvaern. Les cristaux sont aussi gros que ceux d'Albano : on y distingue la double pyramide octogone dont la sommité est terminée par quatre faces; leur couleur blanche fait qu'ils ressemblent encore davantage aux amphigènes de Rome. On les trouve isolés sur l'amphibole, dans une roche siénitique, qui contient souvent des circons. Cependant M.r De Buch ne dissimule pas que les naturalistes français considèrent ce fossile comme un analcime. Peut-être ne sera-t-il pas inutile de voir ce que nous avons écrit sur cette roche de la Norvège, aux §.es 201, 202-298.

à quelque opération du volcan, comme nous l'avons dit dans le paragraphe précédent; et ce soupçon s'accroît encore si l'on réfléchit que dans ces conglomérats calcaires, l'amphigène le plus souvent ne présente pas sa forme régulière de cristallisation.

§ 678. Les observations de M.r De Buch ont répandu beaucoup de lumière sur l'objet que nous examinons (Voy. *Journal de physique*, tom. 48, pag. 262 et suiv.). Étant monté lui-même jusqu'au cratère du Vésuve, il fut très-surpris de trouver dans les deux courans de 1767 et 1779, dont le dernier coula sur l'autre, un grand nombre de petites taches blanches, et une plus grande quantité encore de petits points brillans disséminés dans toute la masse de la lave. Une loupe médiocre montra d'abord que les taches blanches étaient évidemment des amphigènes bien cristallisés, et que les points brillans étaient pareillement des amphigènes, et non moins bien cristallisés. Ces derniers sont tout-à-fait transparens (1) et paroissent avoir la couleur noire de la

(1) La couleur ordinaire des amphigènes est le gris sale; cependant on en voit plusieurs de couleur roussâtre : lorsqu'ils commencent à se décomposer, ils deviennent blancs. Ils ont un léger degré de transparence, surtout lorsqu'ils sont mouillés. Une seule fois j'en ai vu un qui était isolé; il avait été trouvé dans les excavations de Pompeïa: les deux tiers de sa masse étaient parfaitement transparens; mais le reste était devenu opaque par l'effet de la décomposition.

lave qu'on voit au travers. Leur éclat les distingue et fait remarquer leur forme polyèdre. On poursuit ces points jusqu'à une petitesse où ils se perdent absolument à la vue. Une loupe plus forte en fait voir de plus petits encore ; et de l'autre côté, ils s'agrandissent jusqu'à ce que l'œil non armé même n'ait plus de doute sur leur nature d'amphigène. Il paroît que l'amphigène est sorti peu à peu de la masse de la lave, ou que la majeure partie de celle-ci s'est transformée en amphigènes par l'effet du refroidissement. Comment concevoir une préexistence de tant de millions de si petits cristaux qu'à peine on les reconnoît ? Assurément ce ne sont point des débris de cristaux détruits ; leur forme régulière est trop marquée, et ils n'auraient pu conserver ni transparence, ni éclat.

§ 679. Si deux courans modernes du Vésuve présentent des phénomènes bien capables de faire connoître la formation des amphigènes dans la lave elle-même, pendant qu'elle passait de l'état de fluidité à celui de solidité, il y a aussi des courans de lave dont l'ancienneté rend l'origine presque problématique, et qui confirment le même fait par des phénomènes encore plus curieux et plus décisifs. Nous choisirons celui qu'on trouve à gauche, en descendant de Civita-Castellana à Borghetto, près de Rome. Ce courant repose sur un amas de brèches calcaires, ce qui prouve

que les éruptions des volcans de cette contrée sont postérieures aux alluvions qui formèrent les collines d'Otricoli, et celles des autres lieux circonvoisins. La lave a le grain cristallisé, et contient une infinité d'amphigènes dont quelques-uns ont l'aspect luisant-vitreux : d'autres, par un effet de la décomposition, présentent une fracture terne ; et il y en a qui sont entièrement farineux. La lave est pleine de cavités dont quelques-unes ont les parois lisses et luisantes comme si elles avaient été vernissées : dans d'autres, on voit des parties stalactitiques qui indiquent l'état de fusion de la roche antérieurement à sa consolidation. Ensuite les amphigènes présentent des phénomènes aussi intéressans qu'instructifs. Je visitai ce lieu avec M.r De Buch, et celui-ci ayant publié ses observations dans le *Journal de physique*, tom. 48, pag. 262 et suiv., je me bornerai à les rapporter et à y ajouter quelques réflexions.

§ 680. Dans la lave de Borghetto, la plupart des cristaux d'amphigène ont un diamètre de cinq lignes, et il n'est pas rare d'en trouver de 8 à 10 lignes. Ils contiennent presque toujours un point noir au centre, autour duquel le cristal paroît s'être formé ; qui pourtant, ce qui est très-singulier, n'est pas cohérent avec la masse de l'amphigène. Il y a toujours un petit vide entre-deux, et la matière noire ne touche l'amphigène qu'en peu de points, comme si elle l'avait

repoussé. On remarque très-facilement par une couleur blanche-jaunâtre plus ou moins foncée, que l'amphigène entoure ce point en couches très-minces qui ont la forme d'un polyèdre octogone, provenant de la coupe des cristaux dont la forme ne paroît jamais être modifiée. En admettant que l'amphygène était antérieur à la masse qui le renferme, il faut en dire autant de ce point d'appui, qui ne manque que rarement dans ces cristaux : mais souvent quand ce même point était trop grand, l'amphigène n'a pas été en état de l'entourer entièrement, et c'est alors qu'on le voit adhérent à toute la roche dont il ne diffère pas. On a souvent remarqué qu'un cristal de pyroxène prenait la place de ce point informe, et plusieurs fois même ses deux extrémités passaient l'amphigène qui plus rond et plus court ne l'entourait qu'à moitié. La formation de l'amphigène devait donc être bien postérieure à celle du pyroxène. La roche n'est pas tout-à-fait compacte : elle contient quantité de trous, ronds quand ils sont petits, très-allongés quand ils ont plus de grandeur ; preuve qu'ils se sont formés en effet dans une masse coulante qui emporte les bulles de gas qui se développent et cherchent à s'échapper dans la direction de son cours (Voy. § 657), mais qui ne peut agir sur la forme des petites bulles qu'elle emporte sans en changer la figure. Or les amphigènes qui se trouvent entre ses

petits trous, sont ronds, toutes leurs faces sont égales : mais ceux qui sont voisins des vides allongés, sont constamment allongés eux-mêmes dans la même direction. Ce phénomène est des plus singuliers et mérite une attention particulière. La constance du fait prouve qu'il n'y a aucun accident qui l'ait produit, et qu'il doit y avoir un rapport entre la forme des vides et l'allongement de l'amphigène qui les environne. Ces amphigènes ont les angles nets, les faces très-bien prononcées. Il ne paroît donc pas qu'on puisse imaginer l'amphigène préexistant, fondu et entraîné comme le gaz dans le vide; car dans ce cas toute la forme du cristal aurait été détruite. On n'aurait vu qu'un globule informe ou rond, au lieu d'un polyèdre octogone allongé, qui ne se méconnoît jamais, pas même les couches concentriques qui entourent le noyau noir au milieu. Il paroît donc évident que les parties constituantes de l'amphigène se rassemblèrent et sortirent de la lave pendant qu'elle coulait, et que le mouvement composé de cette substance dans le sens du courant et vers le centre de cristallisation, lui a fait prendre cette forme allongée.

§ 681. Si l'on voulait donner à cette roche de Borghetto le nom de trapp ou d'amigdaloïde, ou de wacke, ou bien toute autre semblable dénomination, qu'on fasse attention que cette même roche forme une couche superficielle

d'une certaine étendue ; qu'elle est située sur les bords du Tibre, aux confins d'une contrée évidemment volcanique, et où commencent les collines de transport parsemées de gravier fluviatile et de brèches calcaires, et qu'enfin elle a son gisement immédiatement sur des couches de ce gravier et de cailloux. Quelques excavations faites au-dessous pour extraire le gravier à l'usage des routes, ont mis à découvert sa face inférieure, de manière qu'on ne peut point faire d'équivoque. Tous les géologues reconnoissent que les dépositions de graviers fluviatiles et de brèches calcaires qu'on voit sur certains points de la superficie de notre globe, sont des phénomènes des époques plus récentes. Comment s'est-il donc formé depuis ces dépositions, une couche isolée de trapp ou de mandelstein ? Comment concevoir cette nouvelle précipitation ? Quel est le fluide qui l'a produite, et où aperçoit-on les traces du séjour de ce fluide ? Mais si au contraire cette roche est sortie d'un volcan, où était placé le cratère de ce volcan ? Ceci est une autre question : je n'ai pas vu ce cratère, je n'ai pas eu non plus le temps de le chercher; mais un de mes amis, M.r Dureau de La-Malle, le fils, de retour d'un voyage à Naples, m'a communiqué la notice suivante : « En sortant de » Malborghetto, on voit un courant de lave pleine » d'amphigènes gisant sur une déposition calcaire,

» et quantité de roches lancées par une éruption
» volcanique. On désirait de connoître la bouche
» de laquelle avait pu sortir cette quantité de ma-
» tière : j'ai cru l'avoir trouvée près le pont qu'on
» traverse entre Malborghetto et Otricoli. Le cir-
» cuit du cratère est d'environ un mille. Plus loin
» de l'autre côté du Tibre, le château *Delle For-*
» *miche* et un autre petit fort sont bâtis sur deux
» cônes volcaniques très-aplatis, semblables au
» mont Vico de l'île d'Ischia. Là une couche de
» tuf volcanique est superposée à des cailloux
» calcaires roulés. »

§ 682. Quiconque voudra bien réfléchir sur les phénomènes observés dans les amphigènes de Borghetto, et décrits avec tant de précision par M.r De Buch, se convaincra du peu de fondement de l'opinion de ceux qui prétendent que les amphigènes existaient antérieurement à la lave, et que celle-ci, pendant qu'elle était fluide, les enveloppa et s'introduisit dans leur intérieur au moyen de quelque fente, et par un espèce d'infiltration. Pour éclaircir tout doute sur cet objet, j'ai sacrifié six des plus beaux cristaux isolés d'amphigène que j'avais dans ma collection, choisissant ceux dont la superficie ne présentait aucune fêlure, même la plus légère. Tous avaient de trois à cinq lignes de diamètre. Dans l'intérieur de trois de ces cristaux, je ne pus observer aucun corps étranger : dans deux, je

trouvai de petits fragmens d'une substance terreuse noirâtre qui avait toute l'apparence de la lave. Je hasardai de frapper un coup sec sur un de ces échantillons, et le cristal se partagea en deux portions égales. L'intérieur de ce cristal était formé d'une belle pâte vitreuse blanche, et au centre se trouvaient unis deux corpuscules noirs, qui observés à la loupe, furent reconnus être des fragmens de pyroxène. Ils étaient de tous côtés resserrés et entourés par la pâte de l'amphigène. J'ajouterai que dans les collines volcaniques d'Albano, près de Rome, on trouve quelques morceaux erratiques d'une lave compacte, grise, dans laquelle sont enveloppés de gros cristaux d'amphigène opaque, de couleur d'un blanc sale, et dont la fracture a l'éclat de l'ivoire. Dans la pâte de cette lave, on voit souvent disséminée en petits grains l'haüyne; et les amphigènes contiennent quelquefois des grains de pyroxène, de petits fragmens de lave, et d'autres fois bien que rarement quelque grain d'haüyne. Je possède quelques-uns de ces échantillons qui démontrent que les amphigènes s'y sont consolidés et cristallisés au milieu de la lave encore fluide, en sorte qu'ils en ont enveloppé quelques parties, phénomène qui rappelle cette description faite par Spallanzani dans ses voyages en Sicile, d'une roche des monts Euganéens, laquelle contient des feld-spaths qui font vivement feu au briquet, qui

forment des lames très-brillantes, et dont les plus grands ont cinq à six lignes. Chaque feld-spath renferme une parcelle de la base ou de la lave qui lui sert comme de noyau, et occupe une bonne partie de sa masse. Il paroît certain que la cristallisation de ces feld-spaths s'est effectuée au milieu de cette même substance dont quelques parcelles ont resté renfermées et enveloppées dans la pâte même des feld-spaths. On ne peut donc pas douter qu'il n'y ait des circonstances dans lesquelles des substances cristallisées sont produites dans les laves encore fluides; et si les amphigènes n'existent réellement que dans les roches volcaniques, il sera très-probable que cette substance est le produit des opérations des volcans, non-seulement lorsqu'elle se trouve dans les laves, mais encore quand on la rencontre empâtée avec des micas, du carbonate calcaire et autres substances qui n'appartiennent pas ordinairement au règne volcanique.

FIN DU VII.^e LIVRE.

LIVRE VIII.

DES PRODUITS VOLCANIQUES CONTESTÉS.

CHAPITRE CXII.

Du basalte.

§ 683. Nous n'avons parlé jusqu'à présent que des roches évidemment volcaniques, c'est-à-dire, de celles qui se trouvent près des volcans, soit actifs, soit éteints, mais dont les cratères sont encore reconnoissables, ou qui étant mêlées avec des scories, des pierres ponces, etc., démontrent d'une manière si claire et si évidente par leur gisement, le mode de leur formation, qu'on ne saurait élever le moindre doute à cet égard. Cela n'empêche pas qu'on n'ait cherché à jeter de l'incertitude sur l'origine de ces pierres : en donnant le nom de *produits pseudo-volcaniques* aux scories, aux pierres ponces, etc., qui les accompagnent, on a voulu rendre problématique l'opinion qu'elles ont été produites par le feu des volcans. Il y a d'autres roches qui peuvent donner lieu à des doutes

plus raisonnables, parce que leurs circonstances géognostiques ont été tellement changées, et je dirais presque masquées par les événemens arrivés dans un long cours de siècles, qu'il est nécessaire d'apporter l'attention la plus réfléchie, et d'avoir l'esprit dégagé de toute prévention, pour reconnoître leur origine et la manière dont elles ont été formées. La détermination de ces roches forme aujourd'hui un des points les plus controversés dans la géologie; et comme la plus fameuse de ces mêmes roches est le basalte, ce sera par lui que commencera notre examen.

§ 684. La première question qui se présente, consiste à savoir si la roche à laquelle les lithologues modernes ont donné le nom de *basalte*, est la même que celle qui a été indiquée sous cette dénomination par les anciens, et spécialement par Pline; ou si elle est du moins une roche analogue (1). On peut lire ce que Fortis

(1) M.r Thomas Hare croit que le mot *basalte* a été substitué à celui de *basilto*, terme dérivé de *basilica* (maison royale); et comme dans les édifices royaux, il y a toujours des colonnes et des pilastres, il pense qu'on donna le nom de *basilto* à une pierre ordinairement configurée en colonnes prismatiques qui imitent les pilastres. Si l'on voulait faire des recherches étymologiques sur ce point d'érudition lithologique, il me paroît qu'on ne devrait pas négliger celle du célèbre Caluso, secrétaire de l'Académie royale de Turin. Ce savant d'une immense érudition, comme l'a appelé Dolomieu, et qui avait une connoissance très-étendue des langues orientales, ayant cherché la racine du mot

a écrit sur ce point de nomenclature, dans la géologie du Vicentin, pag. 173; et je suis persuadé que la question tant débatue sur l'origine des basaltes serait déjà décidée, si les lithologues étaient d'accord sur la qualité de la roche à laquelle on doit donner ce nom. Pline en parlant du basalte, a été très-concis, et en le comparant à une substance métallique aussi connue que le fer, il s'est dispensé de le décrire. Il dit seulement, livr. 36, chap. 7, que le basalte fut trouvé dans l'Éthiopie, et qu'il a la couleur et la dureté du fer (1). Si cette fameuse statue du Nil, avec seize enfans représentant les crues de

---

basalte, dans l'hébreu, le syriaque, le caldéen et l'arabe, a trouvé que dans toutes ces langues un mot à peu près semblable signifie *cuit*, *brûlé*, *grillé*; que le mot *bselt*, *bsalt* est en éthiopien, le féminin de l'adjectif *bsul*, qui signifie *cuit*; et la dénomination *bselt*, ou *bsalt*, veut dire pierre blûlée ou cuite (Voy. Dolomîeu, *Mémoire sur les îles Ponces*, pag. 198).

(1) Il paroît que Strabon avait en vue cette pierre (bien qu'il ne la nomme pas) lorsqu'en parlant d'une pyramide qui fut érigée à une célèbre courtisane par ses amans, il écrit dans le liv. 17: *Ab ipsis fere fundamentis usque ad medium constat ex nigro lapide ex quo mortaria faciunt ab extremis Æthiopiæ montibus delato; qui cum et durus sit et operatu difficilis reddidit opus sumptuosum:* et bientôt après racontant les circonstances de son voyage en Éthiopie, il dit: *Per totam fere viam videre erat multis in locis quasi hermes petram arduam, rotundam, politam, propemodum sphæricam nigri ac duri lapidis ex quo mortaria fiunt super majore petra positam, ac rursum super ea aliam. Nonnullæ per sese jacebant. Earum maxima erat non minore XII pedum diametro, atque omnes majores quam harum dimidiæ.*

ce fleuve, que l'Empereur Domitien fit placer dans le temple de la Paix, et qui suivant l'expression de Pline, au chap. précité, fut faite avec la plus grande masse de basalte qu'on eût trouvée jusqu'alors, si cette statue, dis-je, existait encore, la question serait facile à décider : mais ce monument est inconnu ; il gît peut-être enseveli sous les nombreuses ruines de l'ancienne Rome ou dans le lit du Tibre. Les antiquaires et les artistes ont encore contribué à accroître la confusion, en donnant le nom de basalte à beaucoup de pierres grises, verdâtres, etc., auxquelles la description de Pline, malgré son extrême concision, est inapplicable. Ainsi ils ont appelé *basalte*, tantôt un petro-silex vert, tantôt une pierre de couleur d'un noir grisâtre et d'une structure granulaire ; quelquefois une pierre calcaire noire compacte, d'autres fois une roche amphibolique.

§ 685. Après le renouvellement des sciences, Agricola fut, je crois, le premier naturaliste qui reproduisit le nom de basalte, et qui le donna à ces roches noirâtres prismatiques sur lesquelles est bâti le château de Stolpen (Voy. planche XXI de l'atlas) en Misnie (1). Depuis cet illustre

(1) Cet auteur vivait en Allemagne au commencement du XVI.e siècle. Voici ses propres paroles : *Marmor est ferrei coloris qualis est basaltes ab Ægyptiis in Æthiopiâ repertus, cui non cedit misenus neque colore, quem eximie ferreum habet, neque*

auteur, toutes les roches analogues à celles de Stolpen, et souvent configurées de la même manière, ont reçu le nom de basaltes, et si le basalte de Pline n'était extrait que des montagnes d'Éthiopie, celui des modernes, c'est-à-dire, d'Agricola est très-frequent dans diverses contrées. Emmerling dans le *Manuel de minéralogie*, tom. 2 de la 1.re partie, a fait mention des principaux lieux dans lesquels on trouve le basalte, savoir, en Angleterre, dans l'Écosse et dans l'Irlande, en Islande, en Espagne, dans la partie méridionale de la France, dans la partie occidentale de la Bohême, dans la Hesse (l'Habischtwald, le Meisner, le Vogelsgebirge), dans la Saxe électorale, dans la Moravie, dans le Palatinat supérieur près du Rhin, dans le Fuldès, dans la Silésie, Suévie, Transilvanie, Stirie, Hongrie, Suède, Norvège, Italie et autres parties du globe parmi lesquelles je nommerai le Groenland où M.r Giesecke, professeur de minéralogie à Dublin, trouva d'énormes colonnades de basalte prismatique.

§ 686. Parmi les auteurs de notre âge, Daubuisson mérite surtout d'être cité: c'est à lui que nous devons une description du basalte aussi détaillée qu'exacte (Voy. son *Mémoire sur les basaltes*

---

duritie quæ tanta est, ut eo fabri ferrarii pro incude utantur. Super hunc basaltem Stolpa ars Episcopi Miseni est extructa: pilæ vero sunt angulatæ. Agricola, *De naturâ fossilium, lib. VII.*

de la Saxe). Voici les caractères que cet auteur lui assigne : « La couleur du basalte est le noir » grisâtre plus ou moins foncé: lorsqu'il est poli » et mouillé, il a un aspect bleuâtre. Dans » quelques variétés, la couleur prend une teinte » de vert; dans d'autres, de brun ou de rouge. » Il se trouve en masses et en couches, recou- » vrant des montagnes dont-il forme ordinaire- » ment la cime. Le plus souvent ces masses ou » couches sont divisées en prismes plus ou moins » réguliers, et qui ont communément plusieurs » mètres de long: quelquefois elles sont divisées » en plaques ou en boules à couches concen- » triques. Quelques variétés présentent des cavités » bulleuses en plus ou moins grand nombre. Sa » cassure est mate et presque terreuse, mais à » grains fins : quelquefois elle passe à la conoïde » évasée, d'autres fois à l'inégale à gros grains. » Il présente souvent des *pièces séparées grenues* (1).

(1) Nous avons conservé l'expression wernérienne de l'auteur, *pièces séparées grenues*, à laquelle il semble qu'il eût été mieux de substituer celle proposée par M.r Napione, de *pièces agrégées grenues*, et qui comprend l'*agrégation* et la *séparation*; puisqu'on ne peut pas dire que les pièces soient *agrégées*, s'il n'y a pas de division ou de séparation entr'elles : au contraire elles peuvent être *séparées* sans être *agrégées*. Pour bien entendre ceci, il convient d'observer que quelques fossiles paroissent composés de petites pièces ou de petites parties réellement unies entr'elles, mais qui ayant chacune ses contours, sont séparées les unes des autres par des fentes souvent insensibles: ces pièces agrégées

» Il est difficile à casser, lorsqu'il n'est pas fendillé. Les prismes, surtout lorsqu'ils sont petits, résonnent sous le marteau comme une enclume. Les fragmens ont les bords d'autant plus aigus, que la cassure approche plus de la conchoïde : ce sont les plus durs et les plus compactes. Sa dureté varie : les variétés dans lesquelles la cassure est conchoïde, donnent quelques étincelles au briquet : les autres se laissent attaquer avec le couteau ; celles qui sont criblées de cavités bulleuses, ont souvent quelque chose de sec et d'aigre au toucher. » Cette description détaillée de Daubuisson embrasse le peu de caractères indiqués par Pline, et présente les caractères extérieures des basaltes des lithologues modernes. Parmi ces caractères, on doit surtout considérer celui de la divisibilité *en boules*, et qui concorde avec la description du basalte d'Éthiopie, donnée par Strabon qui appelle ce basalte *petram rotundam propemodum sphæricam* (Voy. la 2.e note du § 684).

§ 687. M.r Grégoire Wad, savant danois, dans la *Description des fossiles égyptiens du Musée*

---

peuvent être de figure granulaire ou avoir la forme, soit de couches très-minces, soit de petits prismes unis ensemble ; c'est ainsi que la pierre calcaire oolitique est composée de pièces agrégées granulaires sphéroïdales. Les Wernériens ont déterminé toutes les petites particularités qu'on peut observer relativement à ce caractère extérieur.

Borgien, pag. 7, établit deux espèces de basaltes, un de formation primitive (par conséquent contemporain des granits), et qui est composé d'amphibole, de grains de quartz et de feld-spath; l'autre de formation plus récente, et c'est le basalte des modernes. Il pense que les anciens ont employé dans leurs ouvrages, ces deux sortes de pierre; qu'ils se sont servis de l'une pour restaurer les monumens faits avec l'autre (exemple qui a été imité par les artistes modernes (Voy. § 213), et qu'ils les ont comprises toutes deux sous le même nom à cause de leur apparente ressemblance. Que si l'on veut ensuite former des conjectures sur leur origine, lorsqu'il s'agira du basalte des anciens, c'est-à-dire, de celui de Pline ou de cette roche qui, suivant Wad, est composée d'amphibole, de grains de quartz et de feld-spath, et que cette même roche sera réellement associée aux granits et autres roches primitives, on devra lui supposer une origine commune avec celles-ci, et l'exclure du catalogue des produits volcaniques. Avant de porter plus loin nos conjectures, il convient donc d'attendre que quelque savant naturaliste pénétrant dans l'Éthiopie puisse observer et décrire le véritable gisement du basalte exploité et travaillé par les Égyptiens (Voy. ce qui a été dit au § 213). Je ne crains pas de dire que tout ce que les lithologues modernes ont écrit sur le basalte de

Pline, est très-vague et fort indéterminé, et ne peut par conséquent nous fournir le moyen de remonter à sa formation. Admettons en effet que ce basalte soit une roche amphibolique, qu'il contienne des particules quartzeuses et feld-spathiques, est-ce une raison pour croire qu'il ne puisse être l'ouvrage des volcans? L'amphibole, le quartz, le feld-spath sont-ils donc par leur nature étrangers aux produits volcaniques? Il n'y a que le gisement qui puisse servir de base à des conjectures plausibles. Cependant dans l'incertitude où nous sommes touchant les circonstances géognostiques du basalte de l'Éthiopie, il importe d'observer que Pline, après avoir dit dans le chapitre 7 du liv. 36, que le basalte était extrait des montagnes de l'Éthiopie, assure dans le chapitre 26 du même livre, qu'Obsidius trouva dans l'Éthiopie, un verre qui ressemblait à la pierre. Comme le verre ou la pierre obsidienne est certainement une lave vitreuse, la circonstance rapportée par Pline pourrait bien donner lieu à quelque conjecture sur le gisement du basalte de l'Éthiopie. Enfin j'ajouterai que Humboldt dans les *Considérations sur les steppes*, pag. 95, paroît pencher à croire que les Égyptiens tiraient des montagnes d'Harutsch, situées à l'ouest de leur pays, le véritable basalte dont ils se servaient pour faire leurs vases et leurs statues. Suivant Renuel, ces montagnes formaient

le *mons ater* de Pline, et Humboldt a regardé le basalte qui s'y trouve, comme analogue à celui du Vicentin : mais ce dernier étant entièrement semblable au basalte de la Saxe, de la Bohême, etc., il pourrait bien s'ensuivre encore que le basalte des Égyptiens est analogue à celui d'Agricola et des modernes.

§ 688. Il y a peu d'années que les opinions des naturalistes sur l'origine des basaltes étaient diamétralement opposées : tandis que quelques-uns en attribuaient généralement la formation au feu, d'autres ne voulaient admettre que la précipitation dans l'eau. Parmi les premiers, M.r le Chevalier Hamilton mérite une mention particulière. Il imagina que les grandes masses de matières fondues par le feu dans l'intérieur des volcans, se cristallisaient quelquefois par l'effet, soit d'une fusion plus tranquille, soit de leur manière de se refroidir, et prenaient la forme prismatique ; et qu'ensuite le volcans venant à s'éteindre, et le cratère se détruisant par l'écroulement des parties fragiles et incohérentes, les seules roches basaltiques restaient en pied et devenaient visibles. Ainsi suivant M.r Hamilton, on doit considérer toutes les roches basaltiques, comme des laves cristallisées. Il est assurément très-probable que quelques amas basaltiques ont eu cette origine ; mais l'idée de la cristallisation ne peut s'appliquer à la formation des basaltes.

La structure et la régularité des substances cristallisées ne concordent nullement avec cette grande variabilité qu'on remarque dans les angles, dans le nombre des faces des prismes basaltiques et dans la disposition des parties qui composent leurs masses. En outre, on doit observer que les basaltes, comme nous aurons occasion de l'exposer, se trouvent quelquefois non-seulement dans les volcans éteints, et dont les cratères se sont écroulés, mais encore dans les volcans actifs et dans les courans de lave qui sont sortis de ces bouches ignivomes. Après Hamilton, il y a eu un principe de rapprochement entre les géologues, et il semble que l'on se soit proposé une espèce de transaction par laquelle on est convenu de reconnoître la possibilité de la formation des basaltes, tant par la voie du feu que par celle de l'eau. La lave sortie du Vésuve en 1794, a beaucoup contribué à persuader plusieurs géologues, et me trouvant alors à Naples, j'ai entendu moi-même quelques savans naturalistes du Nord rétracter leurs opinions. L'autorité de De Buch a fini par convaincre les géologues raisonnables. Ce célèbre minéralogiste très-versé dans la lithologie allemande, après avoir bien examiné ce courant de lave, la décrit ainsi dans une lettre insérée dans la *Bibliothèque britannique*, tom. 16, pag. 228: « Lorsqu'on détache les mor-» ceaux de son intérieur, il est impossible d'y

» reconnoître un seul caractère qui distingue cette » pierre de nos basaltes de la Bohême, de la » Silésie, de la Hesse et de la Saxe. La masse » est compacte, sans éclat, grise-noirâtre, privée » de pores et de trous. Il semble donc que la » question si le basalte peut être produit par » les volcans, est entièrement décidée. En dou- » ter encore ce serait vouloir porter trop loin » le scepticisme. Il y aurait cependant trop de » hardiesse à conclure de là que tout basalte » est une lave. » Je me permettrai quelques réflexions sur ces dernières paroles de De Buch. Elles tendent à prouver qu'il est très-vraisemblable que les roches appelées basaltiques par les modernes, et auxquelles conviennent les caractères indiqués par Daubuisson, ou les basaltes d'Agricola, appartiennent aux productions volcaniques.

§ 689. J'observerai d'abord que l'analogie a toujours eu une grande force en physique, et que lorsqu'elle est bien conduite, elle nous ouvre la voie qui mène à beaucoup de vérités auxquelles nous ne sommes pas toujours assurés d'atteindre, mais dont nous pouvons du moins approcher, en raisonnant d'après ce que nous connoissons. Les roches que M.r De Buch a reconnues pour être des basaltes et qui furent produites dans l'éruption du Vésuve de 1794, sont parfaitement semblables à un grand nombre de

celles qu'on trouve autour de l'Etna, dans les îles Éoliennes, près de l'Écla en Islande, sur le Pic de Ténériffe, et dans beaucoup d'autres contrées où il y a des volcans enflammés. Il suit de là que les roches basaltiques dont nous pouvons avec certitude reconnoître l'origine, sont toutes produites par des volcans. Il semble donc que nous sommes autorisés a former la même conjecture relativement à celles de la formation desquelles, vu leur ancienneté, nous ne pouvons pas découvrir des traces. En outre, dans les laves des volcans, nous avons de l'aveu même de M.r De Buch, une roche basaltique évidemment et certainement formée par le feu. Qu'on nous fasse voir maintenant une autre roche basaltique, c'est-à-dire, une pierre qui ait les mêmes caractères et qui soit d'une origine différente, mais également certaine et incontestable. Un pareil basalte dont la formation aqueuse certaine, sûre et évidente se soit opérée sous nos yeux, n'a du moins que je sache, été cité par aucun auteur. Tous les argumens des neptunistes sont indirects, c'est-à-dire, qu'ils tendent à prouver que quelques basaltes ne peuvent avoir été produits par le feu. Parmi ces argumens, je n'en trouve aucun qui me paroisse convaincant, et tous à peu près se réduisent à ceux qui ont été proposés par M.r Richardson dans ses deux lettres au célèbre Pictet insérées dans la *Bibl. britan.*, tom. 18, pag. 313

et 413 (1). La première concerne les basaltes de la péninsule de Port-Rush, en Irlande; fondé sur les phénomènes qu'on y observe, M.r Richardson rejette absolument l'hypothèse de leur formation par la voie du feu. Dans la seconde lettre, comparant les caractères des basaltes des autres contrées de l'Irlande et du fameux pavé des Géans, avec ceux des basaltes de la Sicile décrits par Dolomieu, il en démontre l'analogie, et établit que les basaltes de l'Irlande n'ont pas été produits par le feu, soit selon la manière des *volcanistes*, soit d'après celle de leurs réformés les plutonistes (2); d'où il déduit que l'on doit porter

(1) Le même auteur dans deux autres lettres adressées à M.r Davy, et insérées dans le même Recueil, tom. 44 et 45, a traité de la structure des roches basaltiques de Derry et d'Antrim, au nord de l'Irlande, mais sans entrer dans la question sur l'origine des basaltes. Dans la 1.ère lettre, il décrit les stratifications basaltiques et la construction interne des masses basaltiques prismatiques de ce lieu; dans la seconde, de la considération des phénomènes géologiques de cette contrée, il passe à une recherche plus générale relativement à l'origine des inégalités irrégulièrement distribuées sur la superficie du globe, qu'il croit être l'effet de l'action des causes *gigantesques* et *surprenantes* qui ont enlevé et transporté les parties intermédiaires dont on ne trouve plus les traces. Il est à remarquer que dans cette seconde lettre, en parlant de la structure géologique du pays qu'il décrit, il observe que les masses basaltiques sont superposées à une couche de pierre calcaire blanche.

(2) C'est-à-dire, des partisans du système de Hutton, dans lequel il s'agit non de la fournaise des volcans, mais du foyer de la combustion générale, qu'on doit chercher beaucoup plus

le même jugement pour les basaltes de la Sicile, puisque la ressemblance qui existe entre les deux contrées et leur basaltes respectifs, autorise à conclure que leur origine est uniforme. M.r Richardson étend encore cette analogie aux basaltes de Bolsena, d'après la description que Ferber en donne dans la lettre 7.e Je n'entends point traiter la question de savoir si les roches de Port-Rush ont été ou n'ont pas été formées par la voie du feu? Il y aurait de la témérité, à moi, de parler de roches dont j'ignore le gisement. Il est possible que M.r Richardson ait donné le nom de basaltes à des roches auxquelles ce nom ne saurait convenir, ainsi que j'aurai occasion de le remarquer dans le cours de cette discussion: je dirai seulement que les raisons qu'il allègue

---

bas, savoir, dans le sombre royaume de Pluton, selon l'expression de M.r Pictet. Pour bien sentir la force de cette expression, j'observe que Hutton et son savant commentateur Playfair soutiennent que les basaltes ainsi que les autres roches analogues n'ont pu être formés dans l'eau : ils regardent comme une chose certaine l'origine de ces roches par la voie du feu ; mais il croient que ce feu est tout autre que celui qui produit les laves et les éruptions des volcans, et qu'il a agi dans des circonstances et par des lois absolument différentes. Je tâcherai de démontrer dans les chapitres suivans, que les roches dont il s'agit, ne diffèrent en rien des laves des volcans, et que les phénomènes observés dans les contrées soit volcanisées, soit basaltiques, sont les mêmes : par conséquent il ne paroît pas qu'il soit nécessaire de recourir à une nouvelle hypothèse qui ne laisse pas que d'avoir quelque chose de mystérieux.

pour prouver que les roches basaltiques n'ont point participé à la fluidité ignée, sont insuffisantes pour former en faveur de son opinion un degré de probabilité raisonnable ; et qu'il est au contraire naturel de penser que les basaltes de la Sicile, ceux de Bolsena et toutes les autres véritables roches basaltiques ont éprouvé l'action du feu volcanique.

CHAPITRE CXIII.

On discute la première difficulté que M.r Richardson déduit de la différence de grain et de configuration dans une même masse basaltique.

§ 690. La face occidentale de la péninsule de Port-Rush présente un escarpement formé de colonnes basaltiques grossièrement taillées, et hautes de 70 à 80 pieds. Au côté oriental, on observe au contraire un système complet de couches alternatives d'une grosseur uniforme, et qui varie depuis 10 jusqu'à 20 pouces. Dans les deux faces opposées, la même matière est disposée et configurée de deux manières différentes, c'est-à-dire, à l'ouest en colonnes sans couches apparentes; à l'est en couches sans colonnes. Les couches du côté oriental sont formées de basaltes de deux espèces très-différentes; l'une à grains grossiers, l'autre à grains très-fins. A la superficie des couches des deux espèces de basalte, on observe quelques lignes de retraite, c'est-à-dire, formées par le resserrement de la masse, d'où sont dérivés tant les basaltes à gros grains que ceux à grains fins, lesquels se divisent en d'autres plus petits, et ceux-ci successivement

en d'autres encore moindres, jusqu'à ce qu'ils se réduisent à des prismes, pour ainsi dire, primitifs qui n'ont pas plus d'un demi-pouce de diamètre. A la face méridionale de la péninsule, les basaltes sont mêlés d'une manière singulière. On voit dans un endroit une agrégation de couches d'une espèce; dans un autre un amas semblable de couches d'une espèce différente; mais le plus souvent les couches alternent entr'elles: dans ce cas, la ligne de démarcation est distincte, et les couches changent de nature sans que la solidité et la continuité de la pierre soient interrompues, en sorte que si l'on frappe avec le marteau les fragmens composés de deux différentes couches, ils ne se cassent pas toujours dans la ligne de séparation. Le basalte à gros grains à mesure qu'il se rapproche du basalte à grains fins, prend un grain moins grossier, mais jamais au point que le passage d'une espèce à une autre devienne insensible et gradué. La conséquence que M.r Richardson tire de ces observations, est que la roche de Port-Rush ne peut avoir été produite d'un seul jet, comme cela aurait dû arriver, si elle avait été dans l'origine un courant de lave, puisque les colonnes de la face occidentale ont été formées simultanément, tandis que les couches accumulées du côté oriental démontrent une formation par des opérations successives.

§ 691. J'observe d'abord que la différence de grain ne peut pas indiquer dans les substances pierreuses, une nature différente, pas même une espèce différente; tout-au-plus elle faira une variété peu notable. D'après la description donnée par M.r Richardson des couches du côté oriental, il est difficile de concevoir leur formation par le moyen de dépositions successives. A l'exception du grain, la matière est absolument la même. Les parties de la roche qu'on appelle couches, sont tellement unies et continues, que quelquefois les coups du marteau ne suffisent pas pour les séparer. Or les couches formées par des dépositions successives ne paroissent pas pouvoir composer un tout uni et continu. Si ces dépositions dont les couches ont résulté, ont été successives, elles se seront opérées à diverses époques, et leur consolidation aura aussi eu lieu en des temps différens: mais deux couches consolidées en deux temps différens ne peuvent, ce semble, former une seule masse continue. En admettant encore l'hypothèse que deux dépositions ou précipitations opérées successivement fussent tout-à-fait semblables, et que soit par la pression des parties supérieures, soit par l'attraction des surfaces, il put résulter quelque union entr'elles, cette union, vu la différence des grains, serait si foible, qu'elle devrait se détruire au moindre choc.

§ 692. Il résulte de la description de la roche de Port-Rush faite par M.r Richardson, 1.° que cette roche n'a pas le même grain dans toute son extension; 2.° qu'elle est configurée différemment dans ses diverses parties, c'est-à-dire, en prismes au côté occidental, et en couches au côté oriental. Voyons maintenant si ces phénomènes répugnent à la fluidité ignée, et s'ils sont différens de ceux que nous présentent les véritables laves des volcans. J'ai examiné plusieurs courans de lave du Vésuve et des Champs-Phlégréens, et je n'ai trouvé aucune de ces laves de quelque étendue, qui eût partout le même grain. Dans celle de 1794, le grain était généralement cristallisé ou saccaroïde; mais dans quelques parties, il était terreux, et dans d'autres tellement fin, serré et uni, qu'il imitait celui du petro-silex. Cela ne peut pas être autrement, puisque le grain de la lave dépend de plusieurs principes, et en particulier du mélange des terres plus ou moins parfait, de leur fusion plus ou moins considérable, de l'intensité de la chaleur, du développement des gaz, et des circonstances du refroidissement. Or il n'est pas possible qu'il n'y ait quelque variation par rapport à l'un ou à l'autre de ces élémens, dans les différentes parties d'une aussi énorme masse de matière que celle qui forme un courant de lave (Voy. ce qui a été dit sur cet objet dans

la note du § 669). Si nous pouvons juger de l'énergie d'un volcan par la vaste étendue de son cratère, les anciens volcans de l'Italie devaient être beaucoup plus actifs que les modernes. Le cratère actuel du Vésuve est très-petit en comparaison de ceux d'Astruni, du Gauro, du lac d'Averne, et autres des Champs-Phlégréens. Beaucoup de volcans éteints de l'état Romain sont gradués sur une échelle bien plus grande encore. On ne doit donc pas être surpris que des extensions de plusieurs milles soient couvertes de courans de lave; et il n'est pas possible que pendant la fusion de ces masses énormes, partout les parties hétérogènes se soient mêlées de la même manière et dans les mêmes proportions, que la chaleur se soit également distribuée, et que les progrès du refroidissement aient été uniformes. La différence de grain dans la même roche, non-seulement ne répugne pas à sa fluidité ignée primitive, mais j'ose dire qu'il n'est pas vraisemblable qu'une roche d'une grande étendue, si elle a été produite par ce moyen, puisse avoir le même grain dans toute sa masse.

§ 693. Cependant la roche de Port-Rush est configurée du côté occidental en colonnes prismatiques, et présente du côté oriental quelques couches dont la surface est divisée en prismes qui se subdivisent en d'autres prismes plus petits. Tous les naturalistes s'accordent à reconnoître

dans la configuration prismatique d'une roche l'effet, soit de son desséchement, soit de son refroidissement. Voyons donc si une masse rendue fluide par la fusion ignée, et formée d'un seul jet, suivant l'expression de M.r Richardson, peut prendre des configurations différentes dans divers sites. Nous en avons un bel exemple dans ce courant de lave du Vésuve qui a été décrit au § 193, et dont la planche I.re offre le dessin : tous les phénomènes relatifs aux configurations qu'on observe dans la roche de Port-Rush, y sont parfaitement copiés. Là on voit une masse pierreuse qui par tous ses caractères extérieurs ressemble entièrement au basalte, et qui a été certainement dans un état de fluidité ignée, puisqu'on sait en quelle année elle a dégorgé du Vésuve. Cette masse est configurée tantôt en véritables couches distinctes, non par une différence accidentelle de grain, mais par une séparation réelle de la masse ; et tantôt en prismes qui se divisent quelquefois en d'autres prismes plus petits. A cet exemple pris d'une lave gisante à la base d'un volcan actif, j'en joindrai un autre qu'on peut observer dans une ancienne lave qui appartient à un volcan éteint depuis un temps immémorial. Dans un courant de lave du volcan de Murol, en Auvergne, on observe 1.° la partie supérieure formée de scories, de cendres, de pouzolane, etc., matières

qui démontrent jusqu'à l'évidence l'origine ignée de la roche avec laquelle elles sont en contact; 2.° la lave dense et compacte; 3.° la lave configurée en colonnes prismatiques de 19 à 20 mètres de hauteur, d'un grain très-fin et extrêmement compacte; 4.° la lave tabulaire qui termine les basaltes; 5.° une lave schisteuse dans laquelle la lave tabulaire va se perdre.

CHAPITRE CXIV.

Seconde difficulté qu'on oppose à raison des empreintes des corps marins dans le basalte, et des couches de charbon fossile placées au-dessous.

§ 694. La pierre à grains fins que l'on observe à la partie orientale, et qui contient une plus grande quantité de silice, présente beaucoup d'impressions de coquilles et surtout de cornes d'ammon. Ces impressions se trouvent non-seulement à la superficie de la couche, mais encore dans son intérieur. M.r Richardson ayant mis dans le fourneau d'une chaudière à évaporation, un morceau de cette roche, observa que les coquilles se changèrent en chaux très-fine, et que le reste de la masse se fondit en partie, et en partie se réduisit en scories. Une roche dont la pâte renferme des corps marins, ne peut avoir été dans un état de fluidité ignée : le feu aurait détruit ces corps marins.

§ 695. En premier lieu, je crois devoir relever quelque obscurité qui se trouve dans l'exposition de M.r Richardson. On parle d'une roche tellement chargée de terre siliceuse, que M.r Pictet a cru devoir l'indiquer par le nom de *basalte siliceux*. On commence par dire que cette roche

présente des impressions de corps marins et de cornes d'ammon, et l'on ajoute que les coquilles se changèrent en chaux très-fine au feu d'un fourneau. Les impressions des cornes d'ammon ne sont certainement pas rares dans la pierre siliceuse, mais je ne sache pas qu'on ait encore vu ces corps marins fossiles avec leurs coquilles naturelles, excepté les microscopiques, dans quelques sables. M.r Richardson est trop bon physicien pour ne pas distinguer les impressions des corps marins, des corps marins eux-mêmes; et pour concilier les circonstances de son récit, je ne vois d'autre moyen que celui de supposer dans la roche de Port-Rush, plusieurs morceaux de pierrre calcaire qui contenait des empreintes de corps marins.

§ 696. En second lieu, j'observe que je n'ai jamais pu voir un vrai basalte coquillier, non-seulement sur les montagnes, mais encore dans aucun cabinet, sans excepter même ceux des grandes collections de Paris. M.r Fortis qui avait beaucoup voyagé et observé en naturaliste expérimenté, dit positivement dans la *Géologie du Vicentin*, qu'il n'y a pas d'exemple qu'une seule production marine se trouve renfermée dans des basaltes prismatiques. Les coquilles fossiles de Montecchio Maggiore, près de Vicence, sont, non dans le basalte, mais dans une brèche ou dans un conglomérat volcanique qui a séjourné

dans la mer et s'y est endurci. Kirvan fait mention de fragmens de colonnes basaltiques conservés dans le collége de Dublin, et qui renferment des corps marins. Il ne dit pas de quelle partie de l'Irlande ils proviennent, mais il semble probable qu'ils sont du lieu décrit par M.r Richardson : et celui-ci ne dissimule pas que, selon le rapport de Banks, les minéralogistes de Londres pensent que cette roche n'est pas un véritable basalte. Telle est encore l'opinion de beaucoup de lithologues de Dublin. Quelques membres de la Société d'Édimbourg s'étant transportés sur le lieu, observèrent que quoiqu'il y ait des couches qui ont beaucoup de ressemblance avec certaines espèces de basalte, la plupart néanmoins en diffèrent entièrement. Ils remarquèrent aussi que la roche à gros grains qui semble être réellement un basalte, et qui a son gisement entre les couches de la roche siliceuse, ne contient pas le moindre vestige d'animaux marins ; et que souvent des bancs du véritable basalte, il part des veines et des ramifications qui s'interposent entre les couches de la roche siliceuse, mais que celle-ci ne se montre jamais disposée de cette manière entre les bancs de l'autre (Voy. les *Actes de la Société royale d'Édimbourg*, tom. 5, pag. 111). M.r De Luc ayant examiné cette roche coquillière regardée comme basaltine, reconnut que c'est une pierre argileuse semblable à celle qu'on trouve

sur quelques côtes de l'Angleterre, disposée en couches et contenant des empreintes de cornes d'ammon. Enfin tout doute sur la nature de cette même pierre a été levé par les récentes observations des MM.^{s} Conybeare et Buckland qui se sont convaincus qu'elle n'est autre chose qu'un schiste argileux endurci, changement qui, d'après la conjecture de M.^{r} Playfair, a été produit par la masse contiguë de basalte.

§ 697. Pour prouver la nature basaltine de la roche de Port-Rush, il serait inutile de recourir à sa configuration prismatique dans quelques-unes de ses parties, puisque cette configuration n'appartient pas exclusivement au basalte. Dans les Champs-Phlégréens, j'ai souvent trouvé des prismes très-réguliers de tufs. M.^{r} Faujas dans le tom. 1.^{er} des *Annales du Muséum*, a décrit les tufs prismatiques des environs d'Andernach. Des colonnes prismatiques de petro-silex composent une grande partie de la montagne de Conistone. Les marnes et les argiles desséchées présentent des divisions prismatiques. Les roches porphyritiques sont quelquefois divisées en prismes. Haüy a établi une variété de mine de fer argileux à laquelle il a donné le nom de bacillaire, parce qu'elle affecte toujours la division prismatique. Dans le schiste argileux, on trouve quelquefois des prismes quadrangulaires très-réguliers. L'ardoise elle-même prend bien des fois cette forme.

Une des couches de sulfate de chaux de Mont-Martre se divise naturellement en prismes très-réguliers. Saussure dans le § 1004, parle d'une roche quartzeuse trouvée sur la montagne du grand S.t Bernard, et qui avait, à la manière d'une colonne de basalte, la forme d'un prisme à cinq faces. Enfin le pavé du grand souterrain de la mine de sel du Nortwich présente des compartimens en poligones, la majeure partie hexagones, qui imitent les sections des prismes basaltiques, et font connoître que la masse du sel est naturellement configurée en prismes verticaux. Il suit de tout cela que la roche dont M.r Richardson s'est occupé, n'est pas une roche basaltine, mais qu'elle est plutôt une pierre argilo-siliceuse, qui ayant souvent une couleur brune ou grisâtre, peut être facilement confondue avec le basalte: son extrême fusibilité et la fréquence avec laquelle elle contient des veines et des nœuds de carbonate calcaire, s'accordent encore avec les observations rapportées par M.r Richardson.

§ 698. Mais supposons que la roche de Port-Rush soit un véritable basalte, la présence des corps marins dans l'intérieur de cette roche sera-t-elle un argument démonstratif contre sa fluidité ignée primitive? Peut-il y avoir des laves avec des corps marins ou avec leurs empreintes? Un pareil phénomène ne me semble pas

impossible. Toutes les substances qu'une lave rencontre sur son passage, doivent rester enveloppées dans sa pâte, et par leur refroidissement, elles formeront un tout plus ou moins uni au reste de la masse, et seront plus ou moins conservées ou modifiées ou détruites, selon la fluidité de la lave, sa chaleur, la nature du corps enveloppé et les circonstances de sa position. Cordier (Voy. *Journal de physique*, tom. 62) assure que les laves sorties du volcan actif de Ténériffe, et qui ont coulé jusque dans la mer, se sont empâtées avec les coquilles. Je ne dois pas passer sous silence une observation faite par M.r Brocchi dans l'île d'Ischia, contrée entièrement volcanisée. Près du mont Tabor, dans une couche de marne couverte par un gros lit de lave, il trouva plusieurs espèces de coquilles, quelques-unes assez rares, et dont il a donné la description dans la *Conchyologie fossile sous-apennine*. Si l'on fait attention au très-grand nombre de laves, qui sorties des volcans, se sont répandues sur des terrains coquilliers ou ont pénétré dans la mer, on sera surpris de voir que le phénomène des corps organiques marins renfermés dans les laves, ne soit pas plus fréquent.

§ 699. Si donc sur l'ancien sol de la péninsule de Port-Rush, il y avait des coquilles fossiles ou des pierres avec des empreintes de corps marins, et qu'un courant de lave se soit répandu

sur ce sol, on pourra aujourd'hui retrouver ces corps ou leurs empreintes dans la masse de la lave. Je crois, en outre, qu'on ne voudra pas nier l'existence des volcans d'origine sous-marine; et dans ce cas, il est très-naturel que les diverses substances qui se trouvent au fond de la mer soulevé et bouleversé par l'action du volcan, se mêlent à ses laves. Ces corps marins seront ou détruits ou altérés, ou pourront conserver encore leur état, selon les circonstances dans lesquelles ils auront été enveloppés. Ils auront éprouvé ce qui est arrivé aux autres substances qui sont facilement altérées par la chaleur, lorsqu'elles sont en contact avec l'air, et qui conservent cependant leur état naturel lorsqu'elles sont tellement comprimées par une lave que toute communication avec l'atmosphère leur est enlevée (Voy. ce qui a été dit aux §.es 258-654). Si dans les roches du Vésuve nous trouvons quelquefois des corps étrangers, nous en sommes peu surpris, parce que nous savons que cette montagne est un volcan d'où sortent des laves à la masse desquelles doit se mêler tout ce qui se trouve sur la ligne de leur passage: mais si le Vésuve ne se fut pas enflammé du temps de Pline, la mémoire de ses éruptions serait maintenant tout-à-fait perdue pour nous, comme elle l'était presque du temps de Strabon; et l'ancienne existence de ce volcan, ainsi que celle des volcans de

beaucoup d'autres montagnes semblables, serait aujourd'hui un problème pour beaucoup de personnes.

§ 700. Avec les principes que nous venons de rappeler, on peut facilement expliquer cet intéressant phénomène géologique sur lequel quelques naturalistes ont tant insisté, savoir, celui des couches de charbon fossile ou de lignite placées sous des basaltes, comme on l'observe dans le Meisner, dans le Westerwald, dans la principauté de Nassau, dans le Steinberg près de Munder, dans l'île de Skie en Écosse, et dans le Bolca en Italie; ou au milieu de basaltes ainsi qu'on le voit dans l'île de Suderoé, une des îles de Feroé. Le *Journal de physique*, tom. 22, an 1783, contient un Mémoire de Soulavie où il est encore fait mention de rameaux d'arbres, de morceaux de bois et même d'une table taillée avec la hache, qu'on a trouvés sous un lit de lave basaltique, de 100 pieds de hauteur, sortie du volcan de Butaresse, en Auvergne, dont on ne reconnoît plus le cratère. Mais le fait le plus singulier sous ce rapport, est celui dont parle M.r Faujas qui dans un schiste argileux, au-dessous d'une masse de lave de 1200 pieds de hauteur, trouva un très-grand nombre de plantes dans un tel état de conservation, que transportées à Paris, elles furent reconnues pour appartenir aux espèces qui végètent maintenant dans

la même contrée. Comme les phénomènes géologiques du Meisner relatifs à l'objet que nous discutons, se trouvent toujours cités dans les ouvrages des neptunistes, il ne sera pas inutile d'entrer à cet égard dans quelque détail.

§ 701. Dans le *Journal des mines*, n.° 22, on lit une description du Meisner, description que M.r Coquebert a tirée des auteurs allemands. La sommité de cette montagne présente une plate-forme composée d'une masse basaltique de plus de 100 mètres de hauteur. Au-dessous, on trouve une couche de bois bituminisé qu'on extrait par plusieurs points, et qui dans quelques endroits a de 20 à 28 mètres de hauteur. Ce qu'il y a de fort extraordinaire dans cette couche, c'est que souvent on y observe des pièces coupées d'une longueur uniforme, et que l'on peut distinguer celles coupées avec la hache des autres qui l'ont été avec la scie. Ce fait a été observé par M.r Beroldingen qui a examiné avec beaucoup d'attention les phénomènes de ce lieu. Or si un pareil fait publié depuis long-temps, et qui n'a, du moins que je sache, été jamais contesté, est vrai, il en faudra conclure que le Meisner doit sa formation au feu souterrain, puisque ce n'est que dans les pays volcaniques, qu'après l'existence de la société et des arts, des montagnes ont pu se former. En effet, si ces pièces de bois charbonisées sont aussi reconnoissables que

le dit M.r Beroldingen ; si d'après leur situation, il est impossible de supposer qu'elles aient été transportées dans ces galeries ou qu'elles y aient été introduites par le moyen des fentes de la montagne, il ne pourra rester aucun doute que le basalte du Meisner ne soit vraiment d'origine volcanique. Qu'on joigne cette observation de M.r Beroldingen à celle de M.r Soulavie que nous avons rapportée dans le paragraphe précédent ; l'une et l'autre concourent à démontrer que dans quelques parties du globe, il s'est formé des roches dures et compactes après l'établissement de la société et des arts, phénomène qu'on aura bien de la peine à expliquer si l'on ne veut pas recourir aux volcans.

§ 702. Cordier (Voy. *Journal de physique*, tom. 63) ayant examiné les laves granitoïdes tant poreuses que massives des volcans éteints de l'intérieur de la France, trouva qu'elles sont composées de feld-spath, de pyroxène et de fer titané. En comparant ces laves à la roche qui occupe la cime du Meisner, et que plusieurs géologues placent en tête des grünstein secondaires, il reconnut entre celle-ci et les premières une parfaite analogie. On conçoit difficilement comment tous les auteurs qui ont écrit sur le granitelle du Meisner, ont pu équivoquer relativement à sa composition ; et cette équivoque paroîtra bien plus étrange, si l'on réfléchit que

cette roche a été l'objet d'une foule de commentaires. Il est bien certain, dit Cordier, que cette même roche n'est rien moins que formée de feld-spath et d'amphibole, ainsi qu'on l'a cru, mais qu'elle se compose au contraire de feld-spath, de pyroxène et de fer titané, ce qui donne un nouveau poids à l'opinion de Beroldingen, de Woigt et de quelques autres naturalistes sur l'origine volcanique du Meisner.

§ 703. Pour ce qui regarde le prétendu contact du basalte avec le charbon fossile du Meisner, nous avons les belles observations de Woigt, rapportées dans son Voyage minéralogique aux montagnes de la Hesse. Ce savant minéralogiste observa que la base du Meisner est formée au sud d'arénaire, et au nord de calcaire qui repose sur l'arénaire. Sur ces deux roches, mais plus spécialement sur l'arénaire, gît et s'étend le charbon fossile. Au-dessus du charbon, est une mince couche d'argile, couverte par les masses basaltiques qui revêtent toute la superficie de la montagne. M.r Woigt s'assura que la partie supérieure du charbon fossile la plus voisine du basalte a été altérée, en sorte qu'on reconnoît qu'elle a souffert l'action du feu: elle est pleine de gerçures, très-friable, maigre, dépouillée de la partie huileuse, et par conséquent brûle difficilement. Il remarqua aussi que le bois bitumineux, le charbon piciforme (pechkole) et le

charbon scapiforme (stangenkole) étaient parfaitement charbonisés, et que le charbon piciforme avait repris sa texture ligneuse primitive. Ces modifications pénètrent plus ou moins dans la masse du charbon fossile, selon que la couche d'argile qui le sépare du basalte, a plus ou moins de hauteur. On reconnoît que cette argile est elle-même altérée, c'est-à-dire, durcie, divisible en barres, et pénétrée par l'huile qui s'est séparée du charbon fossile.

§ 704. Plusieurs naturalistes avaient encore écrit que dans le voisinage de Cassel, le charbon fossile est couvert par le basalte, et que celui-ci est en contact immédiat avec le premier : mais M.r Woigt, lettre 4.e, a démontré qu'il y a une couche d'argile entre le basalte et le charbon fossile. Les phénomènes de cette localité sont semblables à ceux de la précédente. Nous ne devons pas passer sous silence les observations faites par le même auteur sur la montagne dite Blaukuppe (Cime bleue) dans laquelle un grand dépôt basaltique coupe les couches de l'arénaire qu'on reconnoît altérée au voisinage du basalte, et cette altération diminue à mesure que l'une s'éloigne de l'autre, en sorte qu'à la distance de huit à dix pieds, l'arénaire se montre avec tous les caractères qui accompagnent celle des montagnes circonvoisines. M.r Hausmann de Gothingue m'a assuré avoir vérifié sur la montagne

Blaukuppe, ce phénomène de l'arénaire altérée au voisinage du basalte; ajoutant qu'il avait trouvé cette altération tout-à-fait semblable à celle qu'il a observée plusieurs fois dans des morceaux d'arénaire qu'on avait employés à la construction de quelques fourneaux de fusion pour le fer. Ces altérations produites par une cause qui très-certainement émane du basalte, ne peuvent être attribuées qu'au feu, puisqu'on voit le quartz gercé, les parties métalliques unies en dendrites, et les noyaux argileux répandus dans l'arénaire, transformés en jaspe-porcelaine (thermantide d'Haüy). M.r Woigt par une série d'observations locales, démontre que cette roche basaltique ne peut avoir été déposée sur la cime de la montagne, ni de cette cime avoir pénétré dans les fentes de l'arénaire; mais qu'elle s'est ouvert un passage parmi cette arénaire, s'élevant avec violence de bas en haut. Les mêmes phénomènes ont été observés par M.r Hoff dans la masse basaltique du Pflasterkaute, voisin du Marksal, et dans un autre amas pareillement basaltique du Steinsburg près Suhl. Cependant les observations de M.r Hoff avaient été précédées par celles de M.r Woigt qui de l'inspection des circonstances locales avait déduit les mêmes conséquences. Toutes ces observations de MM.s Woigt, Hausmann et Hoff en Allemagne coïncident avec celles de Playfair en Écosse. La plupart de ces

mêmes observations sont rapportées dans l'intéressante note 45 sur le Winstone, de l'ouvrage qui a pour titre : *Explication de la théorie de Hutton.* J'en choisirai deux. La célèbre roche basaltique dite *Salisbury Craig* repose sur des lits sablonneux et marneux qui dans la ligne voisine du contact, sont changés en une espèce de petro-silex ou même de jaspe. — Dans l'île de Skie, sous le basalte, on trouve le charbon fossile, mais tellement modifié qu'à peine, quand il brûle, jette-t-il quelque peu de flamme, tandis qu'à une plus grande distance du basalte, il conserve la nature du litantrax ordinaire. De pareils phénomènes ont été observés par MM.[s] Conybeare et Buckland (Voy. *Bibl. universelle*, avril 1818) qui ont vu le schiste argileux converti en schiste siliceux par son contact avec le basalte, et par suite du même contact, la houille réduite à une sorte de coak à demi-brûlé, et qui n'est plus d'usage que pour les fours à chaux.

CHAPITRE CXV.

Troisième difficulté déduite de la présence de la zéolithe, et quelquefois de l'eau dans les roches basaltiques.

§ 705. M.r Richardson a recours à la zéolithe qui lui semble être d'une grande importance dans la question sur l'origine volcanique du basalte; et il croit que la présence de cette substance a embarrassé Dolomieu et les autres partisans du système volcanique. Selon M.r Richardson, on ne trouve pas la zéolithe au Vésuve, et ni le docteur Gillen, ni Forster n'en ont aperçu la moindre parcelle au voisinage des nombreux volcans qu'ils ont observés avec tant d'attention dans leurs fréquens voyages; mais il pense au contraire que cette substance abonde dans tous les pays basaltiques. Il paroît à M.r Richardson que Dolomieu accorde beaucoup lorsqu'il dit n'avoir jamais trouvé la zéolithe dans les laves de l'Etna, excepté dans celles qui ont coulé jusque dans la mer. En effet, dans le catalogue raisonné des produits de l'Etna, par le même Dolomieu, il n'est nullement question de la zéolithe qui n'est indiquée que pour se trouver dans les basaltes. C'est ainsi que la plupart des

basaltes de l'Irlande contiennent la zéolithe en abondance et à toutes les hauteurs.

§ 706. J'observe qu'on trouve souvent la zéolithe parmi les produits volcaniques du Vésuve, puisqu'elle est fréquente dans les laves du mont Somma, et que ces deux montagnes ne diffèrent qu'en ce que le mont Somma est une partie de l'ancien cratère, et que le Vésuve est le nouveau cratère qui commença à se former du temps de Titus. Cela posé, j'ai souvent rencontré dans les laves du mont Somma, les espèces de zéolithe suivantes: 1.° l'analcime trapézoïdale d'Haüy, en cristaux de 24 faces, dans les vides de quelques laves; 2.° la mésotype en forme rayonnante, opaque et blanche, souvent couverte d'un enduit très-mince de substance calcaire qui produit une effervescence superficielle après laquelle reste la matière zéolithique; 3.° la même substance, mais sans aucune forme déterminée, tellement répandue dans la pâte de quelques laves, qu'elle en forme une partie intégrante. Thomson a trouvé dans les mêmes laves, la sarcolite ou analcime couleur de chair. Brocchi dans le *Catalogue raisonné d'une collection de roches*, imprimé à Milan en 1817, parle à la pag. 228 d'une stilbite amorphe et lamellaire de couleur rouge, entrelacée avec le pyroxène verdâtre, laquelle en quelques endroits est dans son état naturel, mais en très-grande partie altérée par le feu, et réduite en

lave brune, poreuse, où néanmoins on aperçoit souvent avec une bonne loupe, les caractères du pyroxène. M.r Maclure découvrit cette substance dans un courant de lave de la Torre del Greco, à la base du Vésuve. Enfin j'ai reçu de M.r Spedalieri, professeur à l'Université de Pavie, mon ami, un fragment de scorie de l'Etna, de l'éruption de 1811, dans lequel on voit deux beaux groupes radiés d'une blanche zéolithe mésotype. Je crois inutile de répéter ici ce que j'ai déjà dit dans le § 631 et suiv. sur l'origine des zéolithes dans les matières volcaniques; et il me semble que j'ai assez expliqué mes idées sur cet objet.

§ 707. Si dans les basaltes, la zéolithe est assez fréquente, il n'est pas rare d'y trouver aussi le carbonate calcaire. Dans quelques anciennes laves du mont Somma, j'ai vu le carbonate de chaux cristallisé en beaux groupes rayonnans, avec des filamens blancs et délicats qui se répandent dans les espaces de quelques cavités. Ces cristallisations calcaires ont été prises quelquefois pour des cristallisations zéolithiques. Brocchi dans le catalogue ci-dessus cité, aux pag. 224, 225 et 226 nomme quelques variétés de laves recueillies sur le Vésuve, et qui renfermaient le spath calcaire. J'ai eu occasion d'observer quelques échantillons de laves de l'Etna, dans lesquels il y avait plusieurs globules de spath calcaire qui remplissaient

les espaces où ils étaient renfermés ; et je possède quelques autres échantillons pareillement de laves de l'Etna, dans lesquels la matière calcaire a formé de belles cristallisations rayonnantes, composées de plusieurs prismes pyramidaux solides qui ont les caractères de l'aragonite. Cordier et La-Métherie (Voy. *Journal de physique*, tom. 56, pag. 222) ont encore observé l'aragonite rayonnante dans quelques laves de l'Auvergne. Woigt dans son *Voyage aux monts basaltiques de la Hesse*, lettre 1.re, nomme un mandelstein (amygdaloïde) volcanique dans les vides duquel on voit le spath calcaire cristallisé en petites pyramides trièdres doubles ; et dans la lettre 4.e en parlant des laves poreuses et des basaltes de Carlsberg, il fait mention du basalte avec le spath calcaire à rayons. Il me semble impossible de concevoir la formation de ces cristallisations au moyen d'une infiltration postérieure, puisque les parois des cavités qui les contiennent, sont parfaitement fermées de tous côtés par la substance de la lave. Ensuite la délicatesse des filamens est telle qu'on ne peut pas supposer que ces groupes cristallins aient été enveloppés et transportés par la lave. Je ne trouve donc pas de moyen plus facile pour expliquer leur formation, que celui de recourir au principe que j'ai déjà indiqué, c'est-à-dire de supposer que certaines particules disséminées dans la pâte de la lave, se sont

rassemblées et cristallisées en cette forme dans quelques cavités. L'acide carbonique dont les laves sont abondamment pourvues dans leur état de fluidité, s'est combiné avec les parties calcaires, et dans le sein d'une masse fluide par l'action du feu, il en est résulté une cristallisation de carbonate calcaire.

§ 708. Pour ce qui regarde l'eau renfermée dans les laves, ce phénomène bien que rare et curieux, n'est cependant pas nouveau: Fortis en parlant avec beaucoup d'érudition des agathes enhydres qu'on trouve dans quelques laves du Vicentin, en a donné une explication très-ingénieuse. Il croit que ces laves ont été travaillées par le feu, et en même temps par l'eau portée à son plus haut degré d'incandescence; que cette eau fangeuse plus ou moins saturée de particules terreuses de diverse nature, s'est trouvée renfermée au moment du refroidissement, entre les regonflemens qu'elle avait occupés pendant le bouillonnement des grandes masses; que l'évaporation de l'eau contenue dans les petites cellules, s'opérant dans le temps nécessaire au refroidissement des grandes masses, a cessé à mesure que la lave en se refroidissant, est dévenue moins perméable; et qu'enfin les différentes terres se sont lentement et tranquillement rapprochées et durcies en masses amorphes ou cristallisées selon les lois de leurs affinités et

les circonstances particulières. Cependant cette explication qui ne laisse pas d'avoir quelque chose de mystérieux, n'est proposée par Fortis que pour les laves du Vicentin dans lesquelles on trouve ces petits globes de calcédoine contenant de l'eau, et une bulle d'air ou de quelque gaz qui surnage et rend visible le mouvement de l'eau. Mais M.r Richardson ne voudra pas reconnoître ce que j'appelle laves du Vicentin pour de véritables laves : ainsi je n'insisterai ni sur ce phénomène, ni sur l'eau qu'on trouve dans quelques masses de la roche basaltique des environs de Rome, que la plupart des lithologues reconnoissent néanmoins pour une véritable lave.

§ 709. Pendant mon séjour à Naples, M.r Thomson y fit transporter un bloc de lave qui était dans un des vallons du mont Somma. Cette lave contenait dans ses cavités plusieurs belles cristallisations de carbonate calcaire blanc, radié ; et en rompant le bloc, on trouva de l'eau (1) dans

(1) Comme la présence simultanée de l'eau et du carbonate calcaire dans les pores de cette masse pourrait fortifier en quelque manière l'idée de l'infiltration, je crois qu'il importe de noter une circonstance très-intéressante, c'est que les cristallisations calcaires étaient non-seulement nichées dans les espaces intérieurs, mais se montraient encore dans beaucoup de points de la superficie, en sorte que si l'on voulait déduire leur origine de l'infiltration, il faudrait supposer que toute la masse avait été couverte par un fluide chargé de terre calcaire, hypothèse évidemment contredite par les circonstances locales, comme je l'examinai

quelques-uns des vides. L'explication de Fortis ne peut s'appliquer à cette roche, qui selon toutes les apparences n'avait pas été formée par le concours de l'eau, puisque c'était un morceau détaché d'un ancien courant de lave. Je ne crois cependant pas que le problème soit insoluble. Les vides qui sont dans l'intérieur des laves, proviennent des gaz qui s'y sont arrêtés et qui n'ont pu arriver jusqu'à la superficie. Les gaz qui se développent dans la fusion des laves, sont principalement l'hydrogène, l'azote et le carbonique; mais il est très-probable qu'il se développe aussi quelquefois de l'oxigène. Si quelques particules d'hydrogène et d'oxigène se rencontrent dans une cavité encore embrasée, elles peuvent se mêler, et dans leur déflagration former de l'eau qui conservera la forme gazeuse tant que la lave ne sera pas refroidie. Ce cas est peut-être plus fréquent qu'on ne pense: les détonations et les jets lumineux qui se succèdent à la superficie de quelques courans de laves, doivent être attribués au mélange de ces deux gaz qui s'enflamment. Si cette combustion a lieu, non à la surface,

---

moi-même sur le lieu, lorsque je fus vérifier le bloc dont il s'agit, planté dans une des parois du vallon, avant que M.r Thomson le fit transporter à Naples. Comment pourrait-on concevoir qu'une eau chargée de terre calcaire, ait pénétré dans l'intérieur des pores d'une lave dure et compacte, et qu'elle y ait formé des cristallisations qui souvent remplissent tout l'espace?

mais dans l'intérieur de la lave lorsqu'elle commence à se consolider, l'eau qui se sera produite, restera renfermée dans le vide, pourvu que les parois soient assez compactes pour en empêcher l'évaporation. Mais il est un moyen encore plus simple pour expliquer ce phénomène. Nous avons parlé au § 623 de l'eau contenue dans les vapeurs des laves, et au § 647 et suiv. de celle qui peut se trouver dans l'intérieur d'un cratère. Comment pourrait-il donc paroître étrange qu'une petite quantité de ce fluide soit quelquefois nichée dans la cavité de quelque substance volcanique? Cette eau dans l'état de vapeur, était unie à la lave fondue, et pendant le refroidissement de celle-ci, elle a repris son état de fluidité.

CHAPITRE CXVI.

On répond à quelques autres difficultés proposées par M.r Richardson.

§ 710. Ce savant naturaliste pense qu'on ne trouve point de basaltes prismatiques près des volcans actifs. Mais une grande partie de la base de l'Etna est formée de basaltes prismatiques (Voy. Ferrara, *Histoire de l'Etna*). Au promontoire sur la cime duquel est bâtie la ville d'Acireale, on voit de nombreuses colonnes prismatiques de lave. Au-dessous du lieu dit la Scala, il y en a de différentes grandeurs, et au bas de la plage figurent de grosses colonnes qui sont superposées à d'autres, et se subdivisent en plusieurs prismes plus petits. La plage au-dessus de laquelle est situé le petit pays de la Trezza, présente de tous côtés des laves prismatiques de différentes formes et grandeurs: là on remarque un mur formé par l'union de colonnes en petits prismes articulés qui partent du même centre, et se prolongent dans diverses directions. La montagne de la Motta Santa Anastasia se compose d'immenses amas de colonnes prismatiques; il en est de même des alentours de Monte Finocchio. Dans le lieu dit la Rocca della Capra, on voit une fente remplie

de lave qui y coula de la partie supérieure : cette lave est entièrement divisée en prismes qui se subdivisent en d'autres prismes plus petits. Enfin tous les naturalistes connoissent les prismes des fameux rochers dits des Cyclopes (Voy. planche 46). Dolomieu nous assure que l'on connoît les époques de quelques-uns des courans de laves de l'Etna qui ont formé des basaltes, comme sont ceux de 15.e 16.e et 17.e siècles (Voy. les *Notes et additions à la dissertation de Bergman sur les produits volcaniques*, pag. 68). Gioeni qui connoissait très-bien l'Etna, a observé des basaltes colonnaires sur la cime de ce volcan, et a souvent trouvé des basaltes parfaitement caractérisés dans les excavations faites au milieu des laves sorties des flancs de l'Etna. Les exemples que j'ai cités, et ceux que je rapporterai bientôt, démontrent l'équivoque où est tombé M.r Richardson, en affirmant qu'on ne trouve point de basaltes près des volcans actifs, et que les basaltes de l'Etna n'ont point été produits par des courans des laves, mais que leur existence est antérieure à l'embrasement des volcans.

§ 711. La description que Spallanzani nous a donnée de l'intérieur du cratère de Volcano, près l'île de Lipari, mérite d'être lue avec une attention particulière. Ce naturaliste étant descendu dans l'intérieur de ce gouffre pendant qu'il était dans un état de tranquillité, observa

au milieu des verres, des pierres ponces et des scories, un lit de lave presque vertical, divisé longitudinalement en prismes articulés. Quelques-uns de ces prismes étaient tombés sur le plan du cratère; Spallanzani en fit tomber d'autres en les touchant avec un bâton. Leur figure était celle d'un prisme pentagone, leur longueur de neuf à dix pouces, et leur grosseur d'environ six pouces : leur parfaite conservation et la fraîcheur de leurs formes indiquaient que leur origine n'était pas d'une époque fort reculée. La description que le même auteur fait de cette lave configurée en prismes, n'est pas moins intéressante. Elle était de couleur d'un gris cendré et livide; mais broyée, elle donnait une poussière blanche. Sa texture était un peu écailleuse; elle avait presque le grain et la dureté du silex, était transparente dans ses bords, et de fracture conchoïde. Deux morceaux frappés l'un contre l'autre rendaient le son du caillou. Mais les volcans que nous avons nommés, ne sont pas les seuls volcans actifs qui ont formé des basaltes. En 1706, il sortit du volcan de Ténériffe, un grand courant de lave qui remplit le port de Guarachico, et cette lave a été décrite par Cordier, et reconnue pour une lave noire, compacte, *prismatique* avec beaucoup de cristaux de pyroxène et d'olivine. Dans la description du même volcan de Ténériffe donnée par M.r Henri

Bennet, président de la Société géologique de Londres (Voy. *Bibl. britan.*, mars 1815), il est dit que M.r Escolar a observé autour de ce volcan, quelques bancs de lave d'une étendue considérable, qui sont de formation prismatique. Il n'y a présentement dans l'île de Madère aucun volcan actif; mais la nature de ses produits et deux cratères qu'on y voit encore intacts, démontrent l'origine volcanique de ce sol. Quelques courans de laves qui reposent sur des lits de scories, de cendres et de pierres ponces, sont configurés en colonnes prismatiques (Voy. le Mémoire de M.r Grey Bennet dans le tom. 1.er des *Transactions de la Société géologique de Londres*).

§ 712. Dans l'île de Bourbon où il y a un volcan actif d'une très-grande intensité, on voit le sol en beaucoup d'endroits couvert de colonnades régulières de prismes basaltiques (Voy. les planches 50, 51, 52 et 53): l'observateur, dit Bory de S.t Vincent, qui parcourra cette île, pourra assister en quelque sorte à leur formation. Je terminerai cette série de faits par une courte indication des phénomènes de quelques laves du Vésuve. Au § 693, j'ai parlé des prismes basaltiques de la Scala, c'est-à-dire, d'un courant de lave sorti du Vésuve en 1632, d'après le témoignage d'Hamilton dans ses *Lettres sur les volcans d'Italie*, pag. 257. J'ai décrit ce lieu tel qu'il était, lorsque je le visitai plusieurs fois avant

1798; mais quand M.r Brocchi s'y transporta en 1812, pour l'examiner, les continuelles excavations qu'on y avait faites pendant les années précédentes, avaient rendu visible une plus grande quantité de colonnes basaltiques. Il trouva ce site si intéressant qu'il le fit dessiner sous ses propres yeux, et c'est à son amitié que je dois le dessin que j'ai fait graver et qu'on voit planche 1.ère La même tendance à la configuration prismatique s'observe encore dans un autre courant de lave peu éloigné, appelé de Calastro. Hamilton avant moi, avait comparé les colonnes prismatiques de ce courant aux basaltes colonnaires de Bolsena et du pavé des Géans (Voy. sa lettre écrite au Chevalier Pringle, président de la Société royale de Londres, et les planches 3, 4 et 40 de mon atlas géologique). Voilà donc deux véritables laves du Vésuve qui ont formé des basaltes prismatiques, et auxquelles je pourrais encore joindre celle du Granatello dans laquelle on trouve souvent des prismes basaltiques.

§ 713. Cette série de faits que je viens de rapporter, me paroît démontrer qu'une masse de matière devenue fluide par l'action du feu, peut prendre la configuration prismatique lorsqu'elle se refroidit, et ce qui s'opère en grand dans les courans de lave, a aussi quelquefois lieu dans les petites masses soumises aux opérations de nos laboratoires. Dans le cabinet de

M.r Thomson, j'ai vu une belle masse de cristal qui provenait d'une fabrique d'Angleterre, et représentait en petit un groupe de colonnes quadrilatères : elle s'était formée au fond d'un creuset d'une fabrique de cristaux. J'ajouterai qu'afin que les parties de quelques corps reçoivent une pareille configuration, il n'est pas nécessaire que ces corps aient participé à la fluidité ignée : il suffit quelquefois que l'état d'inflammation diminue, et que le refroidissement commence. Lorsque le feu s'éteint dans un gros morceau de bois, nous voyons souvent paroître à la superficie plusieurs figures rectilignes, ordinairement quadrilatères qui sont les extrémités des colonnes prismatiques qui se forment dans la masse à mesure qu'elle se refroidit. La configuration prismatique peut donc résulter tant du desséchement d'une substance rendue molle par le mélange de l'eau, que du refroidissement d'une substance fondue ou echauffée par le feu. Beroldingen a supposé que les volcans jettent quelquefois des cendres comme celles qui couvrirent Pompeïa et Herculanum, et que ces cendres tombant dans la mer ou dans quelque grand lac, se mêlent avec l'eau, d'où résulte une espèce de pâte qui, venant ensuite à se dessécher, forme des colonnes prismatiques plus ou moins régulières : mais cette idée qui peut s'appliquer aux tufs prismatiques qu'on voit

dans quelques lieux, comme nous l'avons dit au § 697, ne saurait convenir aux roches basaltiques dures et compactes, qui sont le produit, non d'une matière pulvérulente et sablonneuse, mais bien d'une matière rendue fluide par l'action du feu.

§ 714. Dolomieu en traitant de la formation prismatique des basaltes, a avancé deux propositions qui me semblent sujettes à de graves difficultés. La première est que l'on ne trouve jamais de basalte que dans les laves qui ont coulé dans la mer. Cependant il a depuis modifié cette opinion, puisque dans le rapport fait à l'Institut de ses voyages des années V et VI, il a reconnu que les laves qui avaient rempli quelques fentes, s'étaient configurées en prismes, bien qu'elles n'eussent pas éprouvé le contact de l'eau. La seconde proposition de Dolomieu est que toutes les laves compactes qui sont arrivées jusqu'à la mer avec une certaine épaisseur, ont pris la configuration prismatique du basalte. Je ne m'arrêterai point à examiner la première proposition, puisque plusieurs exemples cités dans les paragraphes précédens, démontrent que beaucoup de laves qui ne sont point arrivées jusqu'à la mer, ont pourtant formé des basaltes: je passe donc à la seconde. La lave du Vésuve de 1794 entra dans la mer, et s'y prolongea sur un espace de 362 pieds; elle a 1127

pieds de front, et 30 de hauteur : et cependant on n'y observe aucun principe de configuration prismatique. A la même base méridionale du Vésuve, on voit plusieurs autres anciens courans de laves qui ont pénétré dans la mer sans avoir formé des basaltes. Si l'on fait le tour de l'île d'Ischia, on aperçoit beaucoup de laves sorties des anciennes bouches ignivomes qui s'ouvrirent successivement en divers endroits de cette île. Quoique quelques-unes de ces laves soient parvenues jusqu'à la mer, et que d'autres se soient répandues bien avant au milieu des eaux, je n'ai jamais pu y remarquer les figures prismatiques des basaltes. Kirwan s'est aussi opposé au sentiment de Dolomieu, mais d'une manière qui est contredite par le fait. Il soutient qu'une lave qui entre dans la mer, doit par la force du refroidissement instantané se briser et se diviser en plusieurs fragmens, ce qu'il a démontré par l'expérience, en faisant fondre une masse de basalte et la versant dans l'eau, pendant qu'elle était fluide. Je ne nie pas l'expérience de Kirwan ; mais le fait prouve le contraire dans les laves, c'est-à-dire, dans les grandes masses, puisque nous voyons que leurs courans entrent quelquefois dans la mer, et y forment des roches solides qui présentent tout au plus quelques fentes. La lave du Vésuve de 1794 dont j'ai déjà parlé, pénétra dans la mer sous

mes propres yeux, sans se rompre, sans se diviser en fragmens. Lorsqu'il ne s'agit que d'une petite quantité de matière, ce que dit Kirwan doit certainement arriver, parce qu'alors tous les points de la masse étant environnés par l'eau, se refroidissent pour ainsi dire en un instant; mais dans les masses d'un grand volume, le refroidissement bien que prompt ne peut être instantané.

§ 715. Des deux précédentes propositions, Dolomieu déduit que la configuration prismatique des basaltes est due au refroidissement rapide auquel ont été exposés les courans de lave. Fortis a défendu l'opinion contraire en soutenant dans la *Géologie du Vicentin*, pag. 185, la *basaltification* locale des boues marines par le refroidissement lent de l'incandescence souterraine. La même opinion a été embrassée, à ce qu'il paroît, par M.r Faujas qui (Voy. *Système minéralogique des volcans*) a dit qu'on voit dans les prismes basaltiques le résultat nécessaire de la perte lente de la chaleur, et qu'il est persuadé que plus le refroidissement est gradué, plus les prismes ont une apparence régulière. Cependant l'opinion de Dolomieu me semble plus probable. Lorsqu'un corps se refroidit lentement, la chaleur s'en séparant peu à peu, les parties se rapprochent insensiblement, et peuvent s'unir en une masse uniforme et compacte: au contraire

dans le refroidissement rapide, la séparation de la chaleur ne peut être uniforme et régulière par toute la masse, parce que les parties qui se refroidissent les premières, se détachant des autres, il en résultera un corps rempli de fentes.

§ 716. C'est ce que confirme l'expérience. Ayant eu occasion d'assister à la démolition de quelques fourneaux de cristaux, j'ai été toujours curieux d'examiner le fond des creusets. Je rapporterai ici les observations que j'ai faites au four de la verrerie de M.r Venini, près de Varène, sur le lac de Côme, et dont j'ai parlé au § 664. Le feu était éteint depuis huit jours, et l'intérieur du four conservait encore une chaleur sensible. J'étais avec M.r le Baron Isimbardi; on retira de ce four en notre présence, huit grands creusets dans chacun desquels il était resté beaucoup de pâte vitreuse qui s'étant refroidie lentement, avait formé dans chaque creuset une masse dure et compacte, sans aucune fente ou ligne de retraite, et qu'on ne pouvait rompre qu'à grands coups de marteau. Dans toutes ces masses, on observait la cristallisation radiée du verre, et l'on pouvait suivre les progrès de la formation de la vitrite ou le passage du verre à l'état de pierre. Au contraire toutes les fois que j'ai fait tirer de quelque fournaise une masse de pâte fluide, et que je l'ai exposée à un refroidissement rapide, j'ai vu se former des crevasses,

et en résulter une masse si peu cohérente, que le moindre petit coup de marteau suffisait pour la rompre en morceaux qui affectaient la forme prismatique. Je conserve une de ces masses de figure presque spheroïdale, formée sous mes yeux dans la fabrique de cristaux du Mont-Cenis, en France. Il me semble donc que pour avoir beaucoup de fentes, il faut que le refroidissement soit rapide et pressé, comme le pensait Dolomieu.

§ 717. Ensuite pour obtenir un refroidissement prompt et tel qu'il puisse convenir à la production des prismes basaltiques, il n'est pas nécessaire de recourir à l'eau de la mer. Le contact de l'air et des autres corps froids suffit pour accélérer le refroidissement des masses fondues. Sous ce rapport, la structure du mont Somma tel qu'il se présente dans la partie presque taillée à pic, et qui correspond à l'*Atrio del Cavallo* et au Vésuve, est très-intéressante. Là on voit que les anciennes laves qui pénétrèrent dans les fentes du cratère primitif de ce volcan, s'y étant refroidies avec beaucoup de promptitude, ont souffert plusieurs crevasses. Ces laves forment divers filons, tantôt verticaux, tantôt inclinés sous divers angles, tantôt enfin repliés en zig-zag, qui dans quelques endroits ont à peine un mètre (3 pieds) d'épaisseur. Les fentes coupent transversalement la direction des filons, et de ces fentes résultent tout autant de prismes qui se

détachent facilement, et alors sur l'épaisseur des filons, on voit des espèces de nombreux gradins qui rappellent l'idée du trapp des Suédois. Cette section du mont Somma est représentée dans la planche 45, d'après le dessin que M.r Brocchi lui-même en fit faire sur le lieu. Ce curieux phénomène se répète dans l'île de Bourbon (Voy. planche 50). Telle a été l'origine de ce mur basaltique si singulier d'Ashnacregs, dans l'île de Mull, une des Hébrides (Voy. planche 10). Cependant comme des fentes qui ne sont que des crevasses produites par la retraite, il se formerait des polyèdres très-irréguliers, et qu'au contraire dans les prismes basaltiques, on remarque quelque espèce de régularité, il semble qu'outre le refroidissement rapide, la formation des basaltes exige quelqu'autre circonstance ; et cette circonstance sera probablement une certaine dose d'alumine ou une combinaison déterminée et encore inconnue de cette substance.

§ 718. Les autres difficultés proposées par M.r Richardson, sont que selon Buffon, Kirwan, Magellan, etc., on ne trouve pas de couches parallèles dans les montagnes volcaniques, tandis qu'au contraire ces sortes de couches sont fréquentes dans les montagnes basaltiques; — que les courans de lave sont plus profonds et plus étroits dans le voisinage des cratères, et qu'ils s'élargissent et perdent de leur profondeur à mesure

qu'ils s'éloignent du centre de l'éruption, configuration qui ne se fait point remarquer dans les roches basaltiques ; — et que selon le sentiment de Spallanzani, les ingrédiens des laves reçoivent une disposition relative à l'ordre de leurs gravités spécifiques ; d'où il résulte que ces laves sont compactes dans le fond à cause de leur plus grande densité ; que plus haut elles prennent la forme cellulaire ; qu'ensuite elles se changent en scories ; et qu'enfin elles sont couvertes de cendres : une semblable distribution de matières ne se vérifie pas dans les basaltes.

§ 719. Pour répondre à ces difficultés, j'observe que les laves, tant qu'elles sont fluides, coulent d'après les lois des fluides, et que par conséquent elles doivent s'adapter aux circonstances du sol. Si un courant de lave trouve un plan égal et uniforme, il s'y répand et forme une couche horizontale ; et si la surface de ce plan était recouverte d'un lit précédent de lave, on aura deux couches parallèles et horizontales : il n'est pas rare de voir qu'une lave a coulé sur une autre lave plus ancienne. Le Vésuve en offre des exemples, et Serrao nous a conservé la notice de l'excavation d'un puits faite au couvent de la *Madonna dell'Arco*, aux environs de Somma, et dans laquelle on fut obligé de tailler quatre diverses couches de laves appartenant à quatre éruptions différentes. Quant à la profondeur de

la lave, elle dépend des circonstances locales : si dans son cours, la lave a dû remplir quelque vallon, elle aura en cet endroit une plus grande profondeur que dans le reste de sa masse.

§ 720. Pour ce qui regarde l'observation de Spallanzani, savoir, l'ordre dans lequel les différentes matières se disposent dans les laves, je dirai que je n'ai jamais rien remarqué de pareil dans aucun des nombreux courans de laves, soit anciens, soit modernes, que j'ai eu occasion d'examiner. Les surfaces supérieures et inférieures des courans de laves sont ordinairement formées de scories qui résultent, non tant des substances qui ne se sont pas assimilées aux autres dans la fusion, que des parties de la lave même rompues et désunies par le développement des gaz, et surprises dans cet instant par le refroidissement qu'a occasionné le contact de l'air ou du sol. Aussi long-temps que les laves sont dans l'état de fluidité, il se développe avec abondance de leurs parties internes, des bulles de gaz azote, hydrogène et carbonique : si ces bulles n'ont pas la force d'arriver à la superficie, elles donneront lieu dans l'endroit où elles s'arrêteront, à des pores proportionnés à leur masse ; et alors on aura une lave poreuse. Mais si à cause de la très-grande fluidité de la lave ou de l'extrême énergie des gaz, les bulles peuvent parvenir jusqu'à la superficie, elles rompront cette superficie, et en détacheront et

souleveront les parties, qui, se consolidant dans cette position, au contact de l'air, resteront poreuses et légères. A mesure qu'une lave poursuit son cours, les scories qui forment la partie superficielle antérieure, tombent et servent pour ainsi dire de lit à la lave qui passe sur elles et les couvre. Il est encore à remarquer qu'il y a des courans de laves plus ou moins poreux, tandis que d'autres sont parfaitement compactes et unis. Ces anomalies dépendent du développement des gaz lequel peut être modifié de différentes manières par les degrés de fusion, par la nature des substances et par leurs diverses proportions. Quant aux cendres qui recouvrent quelquefois la superficie de la lave, elles n'ont aucun rapport avec cette lave, et en sont tout-à-fait indépendantes.

CHAPITRE CXVII.

Réflexions sur le Mémoire de M.r Daubuisson touchant les basaltes de la Saxe.

§ 721. M.r Daubuisson dans le mois de frimaire an XI (décembre 1802) lut à l'Institut de France un Mémoire qui fut ensuite imprimé, et dans lequel il soutient l'origine aqueuse des basaltes, par toutes les raisons qui peuvent la rendre plausible. Il déclare néanmoins qu'il n'entend parler que des basaltes de la Saxe, et qu'il ne prétend pas décider la question si toutes les roches basaltiques ont été formées par le feu ou par l'eau. Cependant des raisons qu'il allègue pour les basaltes de cette contrée, on peut tirer des conséquences générales et applicables aux basaltes des autres pays qui se trouvent dans les mêmes circonstances géognostiques. Lorsqu'il écrivit ce Mémoire, il n'avait pas encore observé des volcans actifs, ni des contrées évidemment volcanisées. Sur l'invitation que lui fit l'Institut, il se détermina à aller visiter les volcans éteints de l'Auvergne, et là s'étant convaincu par ses propres observations, de l'origine volcanique des basaltes de cette province, il lut au même Institut un autre Mémoire dont je n'ai pu voir

que l'extrait dans le *Journal de physique*, tom. 58. Comme plusieurs géologues ne cessent de répéter les argumens énoncés dans le premier Mémoire auquel on a donné, je ne sais par quel motif, beaucoup plus de publicité qu'au second, je crois qu'il ne sera pas inutile d'en faire un examen particulier.

§ 722. Le premier article du Mémoire de M.r Daubuisson contient quelques généralités sur le basalte : il y expose les caractères extérieurs de cette roche, sa gravité spécifique qui est presque triple de celle de l'eau, la manière dont elle se comporte au feu, et les analyses qui en ont été faites par Klaproth et Kennedy. Il traite ensuite de la fluidité des laves dont il attribue justement la cause à la chaleur. Dans le second article, après avoir exposé l'étendue, la forme et la structure de cette chaîne de montagnes de la Saxe à laquelle appartiennent les monts basaltiques, il passe à une description très-détaillée de chacun d'eux, et il rapporte la position de la roche basaltine, son aspect, sa texture, sa nature et sa configuration. De ces observations, il déduit dans l'article 3, quelques conséquences dont les principales sont, 1.° que le basalte se trouve toujours sur le sommet des montagnes, et recouvre constamment les substances qui composent le sol où il est situé; d'où il suit qu'il a été la dernière substance pierreuse

qui s'y est formée. L'auteur ayant examiné quinze montagnes dont le sommet est basaltique, a vu que dans trois de ces montagnes, le basalte est superposé au granit; que dans une, il repose sur le gneiss; dans une autre, sur le schiste micacé; dans trois, sur le porphyre; dans quatre, sur le grès; et dans trois, sur des couches d'arénaire, de sable et d'argile; 2.° qu'il y a une progression et un passage de l'argile au wacke (1), de celui-ci au basalte, et du basalte au grünstein (2). L'identité de ces deux roches est encore

(1) Les minéralogistes allemands ont donné le nom de *wacke* à une pierre argileuse, très-fusible; sa couleur la plus ordinaire est le gris verdâtre foncé qui tantôt passe au vert de montagne ou vert noirâtre, et tantôt au noir grisâtre. Elle a parfois des teintes brunes ou rougeâtres qui procèdent d'un mélange de terre ferrugineuse. Cette pierre est quelquefois poreuse, et les pores contiennent d'autres minéraux. Sa fracture est communément unie, mais souvent elle approche de la terreuse. J'ai examiné divers échantillons de pierres envoyées de l'Allemagne sous la dénomination de wacke, et j'avoue qu'elles m'ont paru entièrement semblables aux laves volcaniques.

(2) Dans les §§.es 245 et 266 j'ai fait mention du grünstein primitif, et celui dont parle M.r Daubuisson, est une roche aussi composée d'amphibole et de feld-spath, mais qui diffère du grünstein primitif parce que son grain est de nature moins cristalline, et que recouvrant ordinairement les couches du basalte, elle semble être le précipité le plus chimique de la dissolution qui a fourni le basalte. Qu'on conserve, si l'on veut, le nom de grünstein pour indiquer une variété de roche primitive; mais on donnera lieu à beaucoup de confusion, si l'on applique le même nom à une substance qui par son gisement et par ses caractères a toute l'apparence d'une variété de lave.

démontrée par les analyses de Kennedy. Dans le 4.e article, M.r Daubuisson énonce les raisons qui donnent lieu de croire que les basaltes de la Saxe ne sont pas d'origine volcanique, et il rapporte quelques observations sur les basaltes en général, lesquelles tendent à appliquer cette doctrine à tous les basaltes, ce qu'il fait plus clairement dans le 5.e article.

§ 723. En examinant les argumens de M.r Daubuisson, je n'en trouve aucun qui n'ait été pesé et réfuté dans les chapitres précédens, excepté celui qui est relatif au passage de l'argile au wacke, du wacke au basalte, et du basalte au grünstein. Je n'ai jamais eu occasion d'observer ce phénomène dont la rectification dépend de l'inspection des lieux; mais je crois qu'il est nécessaire de se bien fixer sur ce qu'on entend par le mot de *passage* (1). Ce mot peut présenter

(1) Dans le § 304 j'ai dit quelque chose de l'idée fausse que réveille le mot *passage* dont on fait un si fréquent usage en géologie. M.r Cordier convaincu lui-même combien on abuse de cette expression, dit: « Je nomme en général *jonction*, la ren-» contre d'une couche volcanique avec une couche de même » origine ou d'une origine différente. La jonction est *distincte*, » lorsque la coupe du plan de rencontre offre une ligne de sé-» paration nettement prononcée: elle est *confuse*, lorsqu'il y a » pénétration entre les matières qui composent les deux faces » de rencontre, et qu'il n'est pas possible de discerner où finit » l'une, et où commence l'autre. De ces pénétrations, il résulte » des bandes plus ou moins parfaitement mixtes, et communé-» ment assez minces. Je leur donne le nom d'*entre-couches*, et

deux idées : la première serait le *contact* ou la *contiguité* de deux substances ; la seconde, la *continuité* de deux substances différentes lorsqu'une se change en une autre et en prend l'apparence. Si par le passage de l'argile au basalte, on entend que ces deux substances se touchent et qu'elles sont contiguës, point de difficulté : il pourrait seulement naître quelque doute si dans une même masse, on voyait une partie argileuse et une autre basaltine en continuation. Du reste, il me paroît que dans ce cas la partie argileuse devrait être regardée come une décomposition de la partie basaltine. Ce phénomène n'est pas rare dans les volcans. Lorsque leurs éruptions ont cessé et que le gouffre s'est fermé, leurs vapeurs continuent pendant plusieurs siècles. C'est ce qu'on voit dans la solfatara de Pouzzole et dans quelques volcans éteints de l'Amérique qui ont passé à l'état de solfatara. Ces vapeurs attaquent les laves, et en décomposent quelques parties qui prennent l'aspect de substances argileuses. J'ai parlé fort au long de ce phénomène dans le tom. 2 des *Voyages physiques et lithologiques dans la Campanie*, phénomène si fréquent dans la solfatara de Pouzzole, que quelques naturalistes l'avaient pris pour base de la doctrine de l'argilisation des

» je nomme roche d'entre-couche, la roche qui les compose. » (Voy. le *Mémoire sur les substances minérales dites en masse*, par Cordier). Ce langage me paroît aussi clair que précis.

laves ou de leur passage à l'état d'argile, le considérant comme un changement, tandis qu'il n'est réellement autre chose qu'un effet de la décomposition.

§ 724. Dans le *Journal des mines*, n.° 153, il y a relativement à la question que nous agitons, une observation très-intéressante faite par M.r Cordier sur le Mezin. Plusieurs courans de laves ont dégorgé dans quelques vallées étroites et profondes de cette montagne, et ensuite les torrens qui y coulaient, ont repris leur lit, en creusant dans les laves elles-mêmes, d'énormes ravins qui quelquefois ont 200 pieds de profondeur. Dans ces ravins on peut observer la régularité des grands prismes basaltiques dont se compose la partie interne du courant, tandis qu'on voit les scories dans la partie supérieure et inférieure. La décomposition de ces scories, à la superficie inférieure, donne lieu, en quelques endroits, à un phénomène très-curieux. Le tuf ou wacke qui en résulte, se mêle avec la boue fluviatile et avec le sable qui avait été couvert par la lave, et ces sites présentent exactement le prétendu passage de l'argile au basalte. Les laves des volcans se répandent souvent sur d'autres matières pareillement volcaniques, mais terreuses, comme cendres, pierres ponces, etc. Selon les observations de Grey-Bennet, dans l'île de Madère, les amas prismatiques de laves reposent sur des

scories, des cendres, des pierres ponces, et sont couverts des mêmes substances (Voy. *Bibl. brit.*, vol. 53, n.° 4). Ces matières se décomposent après une longue suite de siècles, et forment une argile chargée d'oxide de fer, laquelle étant comprimée par les matières superposées, peut acquérir de la consistance, et se convertir en une substance pierreuse de quelque dureté : on sait que l'oxide de fer contribue beaucoup à produire cet effet.

§ 725. Ensuite pour ce qui regarde le passage du basalte au grünstein, il n'y a aucune répugnance à admettre que d'une matière rendue fluide par la fusion, il puisse résulter une roche qui ait dans quelques-unes de ses parties, l'aspect du basalte, et dans d'autres, celui de cette pierre qu'on a nommée grünstein. Dans les grandes masses dont se composent les courans de laves, toutes les parties ne peuvent pas être uniformes. M.r Cordier (Voy. *Journal de physique*, tom. 58) a trouvé le grünstein dans quelques dépendances du Cantal. Cette roche composée de grains tantôt gros, tantôt petits, ici pleine et compacte, là poreuse avec des cavités grandes ou petites, occupe la superficie de quelques plans élevés, et la terre qui la recouvre en partie, est remplie de sable ferrugineux attirable à l'aimant. Elle est superposée au basalte qui est quelquefois configuré en prismes, et repose sur des

fragmens de scories rouges et noires, empâtées ensemble. Il paroît qu'il n'est pas possible de nier l'origine volcanique de ces substances, et par conséquent du grünstein qui a le même gisement qu'elles.

§ 726. Pour ne pas répéter ce que j'ai dit dans les chapitres précédens, je laisse de côté les autres argumens de M.r Daubuisson; mais je ne puis passer sous silence une remarque de cet auteur, insérée au § 53, et par laquelle il attribue à l'amour que l'homme a pour tout ce qui est merveilleux, l'opinion de l'origine volcanique des basaltes. M.r Daubuisson me permettra de comparer les deux hypothèses: chacun pourra aisément reconnoître où prédomine le merveilleux. Les volcanistes disent: comme dans plusieurs parties du globe, il y a maintenant quelques montagnes ignivomes formées par des volcans embrasés, de même il y a eu anciennement de semblables montagnes dans quelques autres lieux. Les cratères de celles-ci sont aujourd'hui méconnoissables, parce que leurs parties fragiles ont été détruites, tandis que leurs parties solides, c'est-à-dire, les laves auxquelles on a donné le nom de basaltes lorsqu'elles sont compactes et homogènes, subsistent encore. Je ne vois là rien de merveilleux, et comme les roches basaltiques sont parfaitement semblables à celles que le feu des volcans produit sous nos yeux (Voy. §.os 684

et 685), la probabilité de cette opinion acquiert une grande force, puisque loin d'être dictée par l'amour du merveilleux, elle paroît au contraire suggérée par l'analogie des faits que nous pouvons observer.

§ 727. Écoutons maintenant ce que disent les neptunistes. Après la formation de toutes les roches qui composent la superficie d'une contrée, sans exclure même celles d'alluvion, une couche de basalte provenant d'une dissolution qui couvrait tout le territoire, s'est déposée sur ces roches. Quelques parties de cette couche pierreuse ont été détruites par les révolutions postérieures, et les cimes de basalte que nous voyons aujourd'hui, en sont les restes. Ainsi d'un côté, on ne veut pas admettre la destruction des parties terreuses et fragiles des cratères, et de l'autre, on établit celle des masses solides intermédiaires des roches basaltines. En outre, comment concevoir cette dissolution et cette précipitation ? Après que la superficie terrestre eut déjà pris sa forme, d'où est venu le fluide nécessaire à sa dissolution ? d'où procédaient les matières qui se sont d'abord dissoutes, et ensuite précipitées? Comment enfin cette dissolution a-t-elle pu séjourner dans les lieux (par exemple, en Saxe, en Bohême, etc.), de manière que l'eau soit précisément restée tranquille en quelques endroits, et y ait pu former ses précipitations?

Quelle idée plus merveilleuse que celle de concevoir l'action des causes *surprenantes* et *gigantesques* qui ont enlevé et transporté les parties intermédiaires et formées d'une pierre dure et compacte, parties dont on ne retrouve plus aucune trace ? J'en appelle au sentiment intérieur de chacun. Cette hypothèse me paroît non-seulement tendre au merveilleux, mais encore inconcevable ; et l'on dirait que l'esprit de la philosophie transcendante cherche à s'insinuer aussi dans la géologie. Je respecte, pour me servir des paroles de M.r Daubuisson, l'*étendard élevé* par *Werner*, mais ce ne sera jamais la bannière du mystère et du merveilleux que j'aimerai à suivre.

CHAPITRE CXVIII.

Examen de quelques difficultés proposées par M.r Brocchi.

§ 728. M.r Brocchi dans un Mémoire sur la vallée de Fassa, au Tyrol, imprimé à Milan en 1811, a soutenu l'origine aqueuse des basaltes. Depuis il s'est déterminé à visiter les parties méridionales de l'Italie. Son voyage très-utile aux progrès de la géologie et de la conchyologie fossile de l'Italie, ainsi qu'on le voit par l'ouvrage intitulé : *Conchyologie fossile sous-apennine*, a beaucoup contribué à rectifier ses idées. Quoique prévenu en faveur de quelques principes particuliers, son esprit a été tojours disposé pour la vérité, et c'est vers ce noble but que toutes ses observations ont été dirigées. A la page 87 de l'ouvrage précité, on commence à s'apercevoir qu'il n'est pas fort éloigné de reconnoître la volcanéité de plusieurs collines du Véronais, du Vicentin et du Padouan. Il s'explique plus clairement sur la nature de quelques roches de ces contrées ou d'autres lieux de l'Italie, dans l'ouvrage qu'il a fait imprimer à Milan en 1817, et qui a pour titre : *Catalogue raisonné d'une collection des roches*; et il ne manquera pas

d'occasions de mieux développer ses idées, de faire connoître sa manière actuelle de voir, et de publier les observations qu'il a faites sur le caractère volcanique du territoire romain et des autres parties de l'Italie méridionale. Cependant comme son travail relatif à la vallée de Fassa fit beaucoup d'impression sur l'esprit des géologues, je me crois obligé d'examiner ce qu'il a écrit touchant les basaltes.

§ 729. Les neptuniens ne pouvaient trouver un orateur plus éloquent, ni un défenseur plus aguerri. Il commence dans l'Introduction par combattre à toute outrance les volcanistes, et il ne les perd jamais de vue toutes les fois qu'il se présente quelque occasion favorable d'élever des difficultés contre leurs principes. Voici comme à la pag. VIII de l'Introduction il livre l'assaut à ses adversaires, avec un bataillon d'argumens réunis dans une seule période : « Lors-
» qu'on leur fait voir que ces roches auxquelles
» ils donnent le nom de laves, alternent à dix,
» à quinze, à vingt reprises avec le calcaire ;
» lorsqu'on leur montre qu'en quelques lieux
» elles sont remplies de testacés marins qui se
» trouvent dans l'état le plus parfait d'intégrité ;
» lorsqu'on leur cite le basalte placé sur une
» substance aussi combustible que l'est le char-
» bon fossile, comme on le vérifie sur la mon-
» tagne du Meisner dans la Hesse ; et lorsqu'enfin

» on considère que ces faits lumineux ne font » pas la moindre impression sur leur esprit, et » qu'ils poursuivent leur carrière avec indifférence, on est forcé de conclure que de pareilles conversions sont extrêmement difficiles, » et je dirais presque désespérées. »

§ 730. Mais les neptuniens sont-ils plus dociles, lorsqu'on leur présente une roche absolument semblable soit par ses caractères externes, soit dans ses principes chimiques, à leurs trapps, à leurs basaltes, grünstein, mandelstein, etc.; et qu'on leur fait voir que cette roche s'est formée par le refroidissement d'une matière fondue, dont on reconnoît le cours près d'un volcan ou encore actif, comme le Vésuve et l'Etna, ou d'une époque assez récente pour que le cratère se soit conservé intact, comme quelques-uns de l'Auvergne et du Vivarais? Lorsqu'on leur fait observer que dans plusieurs lieux, ces roches sont accompagnées de pierres ponces, de scories, de verres, etc., substances certainement produites par le feu; lorsqu'on leur montre des couches de ces roches qui se sont insinuées, et qui ont été comme injectées au milieu des masses et des couches d'autres pierres, exactement comme une matière fluide dans les intervalles des autres substances; lorsqu'on leur fait remarquer ces roches presque toujours gisantes sur les sommités des lieux qu'elles recouvrent,

sans aucune adhérence aux autres roches placées au-dessous, quoique celles-ci se soient formées à des époques très-récentes ; lorsqu'enfin invités à expliquer d'une manière intelligible et qui corresponde aux forces connues de la nature, comment on doit concevoir leurs dissolutions et leurs précipitations, et quelle origine ils assignent au fluide et aux matières qu'il tient en dissolution, ils se trouvent engagés dans un labyrinthe de difficultés, dont ils ne peuvent sortir qu'à force d'imaginer les hypothèses les plus invraisemblables.

§ 731. M.r Brocchi, pag. 53, nous dit qu'un savant minéralogiste a avancé dix-huit argumens contre les volcanistes. Je ne connois point l'ouvrage de cet auteur allemand, mais je crois que M.r Brocchi qui l'a lu et étudié, en a cueilli la fleur. Or les principaux de ces argumens sont les trois que M.r Brocchi a proposés dans son Introduction et que j'ai rapportés plus haut. Pour ne pas ennuyer le lecteur en répétant ce que j'ai déjà dit, je me dispenserai de discuter le second et le troisième argument, car je me flatte d'y avoir suffisamment répondu dans les chapitres précédens. Les neptunistes reprochent aux volcanistes de *poursuivre avec indifférence leur carrière malgré les faits lumineux* que l'on cite contre leur doctrine. On est autorisé à dire que ces Messieurs ne lisent pas, ou qu'ils dissimulent les réponses des volcanistes. Les deux phénomènes de basaltes

coquilliers et de litantrax ou lignites placés au-dessous des basaltes, ont été discutés par Fortis, par moi et par d'autres naturalistes. Malgré cela, les neptunistes poursuivent avec indifférence leur carrière, et répètent toujours les mêmes objections, dissimulant soit les réponses, soit les faits qu'on leur oppose, faits que je n'oserais appeler lumineux, mais qui, pour parler plus modestement, méritent bien d'être pris en considération. Je me borne donc au premier argument qui concerne l'alternation des couches de basalte avec les couches de pierre calcaire évidemment formée par des précipitations qui se sont opérées dans l'eau, argument que les neptunistes proposent comme péremptoire.

§ 732. M.r Faujas dans la *Minéralogie des volcans*, pag. 160 et suiv., a parlé de ce phénomène en décrivant la montagne de Chamarelle dans le Vivarais, où il reconnut une série de couches de pierre calcaire coquillière et de laves basaltiques alternant entr'elles : et dans son voyage en Écosse, imprimé en 1797, tom. 2, pag. 146, il revient sur le même objet à raison d'un pareil phénomène qu'il avait observé dans l'île de Mull, près du site dit Ashnacregs. Avant M.r Faujas, ce fait avait été examiné par M.r Arduino, ainsi que cela résulte d'une lettre insérée dans le Recueil de ses Mémoires, imprimé en 1779, au sujet d'une alternation de couches calcaires et volcaniques que ce savant naturaliste avait

observée et décrite près de S.t Pierre Mossolino, dans le Vicentin. Pour rendre raison de ce phénomène, quelques géologues ainsi qu'Arduino que je viens de citer, ont cru que les laves se sont introduites dans les fentes des pierres calcaires, et souvent aussi entre l'une et l'autre couche en les séparant : d'autres ont eu recours au séjour alternatif de la mer dans le même lieu, et je ne vois pas que cette réponse ait été réfutée. Pourquoi donc répète-t-on toujours la même objection sans se mettre en peine de détruire la réfutation qui en a été faite ? Beaucoup de faits géologiques rendent très-probable l'opinion que la mer a plusieurs fois occupé et abandonné tour à tour quelques parties de la superficie terrestre (Voy. §.es 495 et 567) : c'était l'idée favorite de Fortis, idée qui ne doit pas déplaire aux neptunistes, puisqu'ils aiment tant les grands cataclysmes et l'action des causes surprenantes et merveilleuses ; et surtout à ceux qui admettent que la terre a été plusieurs fois recouverte par les eaux (Voy. § 358). Cependant je crois qu'on peut expliquer le phénomène géologique dont il s'agit, d'une manière encore plus simple et peut-être plus probable.

§ 733. Dans le *Journal de physique*, tom. 25, on rapporte les observations faites par Dolomieu dans la vallée de Noto, en Sicile. Voici en quoi consistent ces observations. Aux environs de Sortino,

on voit des matières volcaniques ensevelies sous des bancs horizontaux de pierres calcaires très-coquillières, et qui contiennent une infinité de madréporites dont quelques-uns sont d'un énorme volume. La base de la montagne de S.t George est calcaire; sur ce premier banc repose une couche volcanique: vient ensuite une autre couche de matières volcaniques et calcaires, et la sommité se compose d'une lave dure. Une autre montagne près de *Copodia* est entièrement volcanique, à l'exception d'une couche de pierre calcaire dure et blanche qui la coupe presque jusqu'à moitié de sa hauteur dans une direction parallèle à la base. La montagne de *Pimelia* est volcanique à sa base, et calcaire à sa sommité. La montagne isolée sur laquelle est située la ville des Carlentins, est moitié volcanique, et moitié calcaire, mais ici la division des deux substances se fait par un plan vertical. Dolomieu en suivant les traces volcaniques, parvint à trouver le cratère d'où ces différentes montagnes sont sorties, et il le reconnut dans la montagne dite *Santa Venere*, clairement indiqué par la présence des scories, des cendres et des laves poreuses. Il s'assura par beaucoup d'observations, que pendant que le volcan de cette contrée versait autour de lui des torrens de matières enflammées, la mer formait sur son dos des dépositions calcaires, en sorte que toute nouvelle éruption trouvait un

sol plus élevé sur lequel se répandaient les matières volcaniques qui ensuite restaient ensevelies sous de plus récentes dépositions. C'est ainsi que par l'accumulation successive et régulière des produits du feu et de l'eau, il s'est formé une énorme montagne qui après l'Etna, est la plus haute de la Sicile. Les phénomènes de *Santa Venere* se répètent aux environs d'un autre volcan éteint dans la même vallée de Noto, dit *Monte Lauro.* Un courant de lave sorti de ce volcan fournit des prismes articulés pentagones ou hexagones d'un à deux pieds de diamètre. Mais illustrons ce phénomène par une série de faits que l'histoire nous a transmis.

§ 734. Pline, liv. 2, chap. 87, raconte que la 4.e année de la CXXXV olympiade, c'est-à-dire, 236 ans avant notre ère, une éruption volcanique forma les deux îles de *Théra* (aujourd'hui Santorino) et *Thérasia.* Cependant le savant auteur de l'*Argonautique* d'Apollonius de Rhodes, imprimé à Rome en 1794, observe que selon le témoignage d'Hérodote, liv. 4, chap. 147, l'île de Théra existait du temps de Cadmus, c'est-à-dire, environ douze siècles auparavant; ce qui avait été encore remarqué par Arduino. De là, on peut conjecturer que Pline confondit la première apparition de l'île avec une éruption arrivée vers la CXXXV olympiade, pendant laquelle l'extension de cette île s'accrut. Il y a lieu de croire

que le volcan qui donna naissance à Théra ou Santorino, s'ouvrit dans la pierre calcaire, puisque Raspe dans son ouvrage plein d'érudition, intitulé : *Specimen historiæ naturalis globi terraquei præcipue de novis e mari natis insulis*, citant Coronelli et Tournefort, dit qu'il y a dans cette île le mont S.t Étienne entièrement composé de marbre. Olivier dans son *Voyage de l'Empire ottoman*, chap. 30, parle aussi des monts S.t Étienne et S.t Élie, et il pense que bien que ces monts soient en quelques endroits couverts de pierres ponces, ils n'ont pourtant pas souffert l'action du feu : en effet, ils sont entièrement calcaires et formés d'un marbre blanc de mauvaise qualité. Les laves en se répandant sur ce calcaire, se seront insinuées dans ses fentes, et en auront rempli toutes les fractures. Il sera donc très-possible de trouver une roche calcaire, même primitive, en contact avec une roche basaltique. Dans l'éruption qui donna plus d'étendue à l'île de Théra, il se forma une autre île dite Thérasia.

§ 735. Cent trente ans après, c'est-à-dire, cent six ans avant notre ère, une autre éruption forma entre Théra et Thérasia, une île nouvelle dite *Iéra*. Après une période de 110 ans, c'est-à-dire, l'an 4.e de l'ère vulgaire, une troisième éruption produisit l'île Thia éloignée de deux stades d'Iéra. Ces faits rapportés par Pline dans l'endroit déjà cité, sont confirmés par Strabon

au liv. 1.er; par Sénèque dans les *Questions naturelles*, liv. 6, chap. 21; par Plutarque dans le liv. *De Pythiæ oraculis*; par Pausanias dans le liv. 8, chap. 23; par Justin, liv. 30, chap. 40; par Dion-Cassius, liv. 60, chap. 29, et par Cassiodore dans sa *Chronique*. Peu d'années après, c'est-à-dire, l'an 47 de notre ère, une île qui jusqu'alors ne s'était pas rendue visible, s'éleva tout à coup du fond de la mer près de Théra. Briezio dans son ouvrage intitulé: *Annales mundi*, édition de Venise 1692, tom. 2, chap. 63, fait mention de cette éruption, et ajoute ces paroles bien remarquables: *Mare hoc Ægeum in hac parte sui, fertile fuit novarum insularum subinde ex fundo œquoris erumpentium.* L'an 727, le volcan de Santorino s'alluma de nouveau, et un courant de lave unit Thia à l'île d'Iéra. Nicéphore Patriarche de Constantinople, Théophane, Cedreno et Paul Diacre parlent de cette éruption. En 1427, l'étendue de l'île s'accrut par d'autres courans de laves, et l'éruption qui produisit cet accroissement, ainsi que l'année, le mois et le jour qu'elle arriva, sont indiqués par une inscription placée dans une église de l'île, et rapportée par Raspe. Une sixième éruption en 1573, de laquelle il est parlé dans les *Transactions philosophiques*, n.° 27, forma une nouvelle île appelée la petite *Kammeni*; et en 1650, il y eut encore une autre éruption dont

Kircher, auteur contemporain, a donné la relation.

§ 736. Le même volcan s'enflamma de nouveau en 1707, et alors la petite Kammeni s'agrandit. Le jésuite Bourignon envoya de Santorino une relation très-détaillée de cette éruption, au Marquis de Ferriol, Ambassadeur de France à Constantinople, et cette relation fut insérée dans l'Histoire de l'Académie royale des sciences en 1708. Dans ce récit, on doit observer les circonstances suivantes. Le 23 juin, il y eut un tremblement de terre, et sans autre éclat, on vit sortir des profondeurs de la mer une roche blanche couverte d'une terre légère semblable à de l'argile, et à laquelle beaucoup d'huîtres étaient attachées. Cette roche qui chaque jour devenait plus grande, était certainement le fond de la mer soulevé par la force de l'explosion; et sa couleur blanche fait soupçonner que c'était le même marbre calcaire dont nous avons parlé dans le § 734. Le 16 juillet, la fumée commença à paroître, et dans le même temps on aperçut d'autres roches, de couleur obscure et brûlée, qui, croissant peu à peu, s'unirent à la première, et formèrent une seule île. Enfin le 19 du même mois, le volcan vomit des matières enflammées. L'énoncé de ce phénomène donne lieu à plusieurs considérations.

§ 737. La première est celle de l'étrange mélange qui doit s'être opéré des substances calcaires et des corps marins avec les matières volcaniques. La seconde concerne la manière dont s'effectuent les éruptions des volcans sous-marins. Le fond de la mer, soulevé par la force explosive du volcan, commence à se hausser: jusqu'à ce qu'il parvienne en haut, on ne remarque pas d'autre phénomène: mais lorsqu'il est sorti de l'eau, la lave se montre, et elle est douée d'une telle fluidité et poussée avec tant de force par l'action du volcan, qu'elle peut couler même dans l'eau. Ensuite lorsque le sommet du cône est hors de l'eau, il s'ouvre, et les matières commencent à être vomies par la bouche. Si le gouffre s'ouvrait au-dessous de la superficie de la mer, la masse des eaux s'y précipiterait, et éteindrait la combustion pour si grande qu'elle fût. Il est donc possible qu'une roche que j'appellerai lave, et que d'autres nommeront basalte, trapp, wacke, etc., se trouve placée au-dessous d'une roche calcaire, même primitive, ainsi que la lave dont il s'agit ici, devait l'être au-dessous de ce marbre blanc, peut-être primitif, qui formait le fond de la mer. Enfin dans le même volcan de Santorino, il s'opéra en 1767 une autre éruption pendant laquelle il se forma une nouvelle île appelée l'île *Noire*, trés-voisine de la petite Kammeni. Voilà donc neuf éruptions

dont l'histoire nous a conservé la mémoire, et qui ont eu lieu dans le même site maritime, à des intervalles plus ou moins grands, et dans le cours de quelques siècles. Si par suite de quelqu'une de ces révolutions qui certainement sont arrivées plusieurs fois sur le globe, la mer venait à se retirer de l'île de Santorino, devrions-nous être surpris en voyant neuf conches de laves ou de matières volcaniques alternant avec neuf couches de dépositions marines? Et qui sait combien de fois ce phénomène s'est répété avant le temps où l'histoire a pu nous transmettre la notice de ces événemens? Comme il y a présentement au milieu de la mer plusieurs bouches ignivomes, et que beaucoup d'îles sont en tout ou en partie volcaniques, il est facile de concevoir que même aujourd'hui les phénomènes de l'île de Santorino peuvent se répéter dans beaucoup de parties du globe. Ces phénomènes ont sans doute eu lieu à Délos (1), Rhodes, Anaphé, Néa, Alone, dans l'île anonyme, près de

(1) M.r Brocchi (Voy. *Conchyologie fossile sous-apennine*, pag. 65) croit que Délos et Rhodes sont d'origine neptunique. Il a adopté cette opinion, parce que Philon le juif dit que ces îles parurent peu à peu au-dessus de la surface des eaux, la mer s'étant tranquillement abaissée, et parce que Tournefort et Wheler ont observé le granit dans l'île de Délos, et que selon le témoignage de Pline, les anciens tiraient de Rhodes un beau marbre bigarré à veines d'un jaune d'or. Quant à l'expression de Philon,

Matone, dans la mer de Crète que Strabon dit dans le liv. 1.er, formée *a flammosa quadam efflatione*, et se sont reproduits en divers lieux de l'Océan, dans la mer Atlantique près des îles Açores, et dans la Méditerranée aux îles Éoliennes, près de Lipari et de la Sicile. On peut voir l'ouvrage cité de Raspe qui traite particulièrement de ces îles. La doctrine des volcans sous-marins a pour base un si grand nombre de faits vraiment lumineux, que les révoquer en doute, ce serait vouloir détruire tous les fondemens de la foi humaine.

§ 738. Imaginons donc une montagne dans laquelle il y ait, comme le dit M.r Brocchi, dix, quinze et vingt couches de cette roche que j'appelle lave, et que d'autres nomment trapp ou basalte ou mandelstein, etc.: dans l'hypothèse des volcanistes, il est facile de donner une raison plausible de cette alternation, en supposant un volcan sous-marin qui ait eu des périodes d'intermittence. Les précipitations qui ont

---

il me paroît beaucoup plus probable d'attribuer l'apparition progressive de ces deux îles, à leur soulèvement et à leur accroissement occasionnés par des explosions volcaniques, comme j'ai dit que cela est arrivée dans l'île de Santorino, que d'imaginer que la mer s'est tranquillement abaissée, phénomène très-difficile à expliquer, et dont il n'y a aucune trace dans les lieux circonvoisins. Ensuite la présence des granits et des marbres calcaires n'exclud point celle des matières vomies par les volcans qui s'ouvrent un passage à travers toute sorte de terrains.

produit les couches calcaires se sont opérées pendant l'état de repos; et dans les périodes d'action, les roches volcaniques se sont formées. Si cette réponse ne satisfait pas, je reconnoîtrai volontiers mon erreur; mais si on la trouve raisonnable et conforme à ces faits dont l'histoire nous a conservé la mémoire, je prierai les géologues neptunistes de ne plus reproduire la même difficulté. Essayons maintenant d'expliquer le même phénomène par leurs principes. Qu'on suppose que la dernière couche la plus profonde, mais visible, soit le calcaire: cette couche a été produite par une précipitation qui s'est opérée dans l'eau. Passons à la couche de basalte qui la recouvre: les caractères extérieurs et les principes chimiques de cette seconde roche sont tout-à-fait différens de ceux de la première, en sorte que le calcaire et le basalte sont deux différens genres de pierres. Or de quelle manière devra-t-on concevoir ce changement de précipitation? La difficulté s'accroît si l'on réfléchit qu'on est obligé de supposer autant de changemens qu'il y a d'alternations de couches. M.r Brocchi croit avoir embarrassé les volcanistes en portant jusqu'à quinze et vingt fois le phénomène de ces alternations; mais ils se tirent facilement d'embarras par les périodes d'intermittence des volcans sous-marins. Du reste, je ne sais pas trop comment les neptunistes pourront eux-mêmes se débarrasser

de la difficulté de trouver la cause qui a produit quinze et vingt précipitations différentes dans le même lieu de la mer.

§ 739. J'observe, en outre, que c'est un principe des neptuniens que la force de cristallisation fut très-énergique dans la première période où se formèrent les roches primitives, et qu'ensuite elle diminua peu à peu d'intensité, en sorte qu'on la reconnoît à peine dans les roches calcaires stratifiées, et qu'elle disparoît tout-à-fait dans les roches plus récentes. M.r Brocchi est tellement persuadé de cette doctrine, qu'il lui a consacré plusieurs pages de son Mémoire. Mais si, pour me servir de ses expressions, pag. 29, *les foibles restes de la force de cristallisation se détruisirent enfin par les progrès du temps, et si alors les roches secondaires se formèrent*, comment est-il arrivé que cette force se soit ensuite réveillée pour la production des roches trappéennes et basaltiques? Souvent ces matières pierreuses ont le grain cristallin et sont remplies de substances cristallisées que M.r Brocchi a très-bien décrites dans son Mémoire: là où se trouvent quinze et vingt couches de calcaire alternant avec tout autant de roches trappéennes et basaltines, quel a été le principe qui a rappelé quinze et vingt fois la force de cristallisation? On dira peut-être que ces cristallisations sont postérieures à la formation de la roche et quelles ont été produites par infiltration:

mais je réponds que j'ai de grands doutes sur cette doctrine de l'infiltration, doutes dont je crois avoir suffisamment exposé les motifs dans le chapitre CIX. Ce n'est pas tout ; si l'on voulait rapporter à l'infiltration l'origine de quelques cristallisations, il est certain que M.r Brocchi est persuadé lui-même qu'il y en a plusieurs qui sont contemporaines de la consolidation de la roche ; tels sont ces feld-spaths et ces amphiboles, à raison desquels il dit, pag. 41, *qu'il croit fermement qu'ils sont des portions cristallisées de la pâte des roches qui les contiennent.* A l'époque où se formèrent les roches de trapp, de basalte, etc., qui démontrent par leur gisement être les plus récentes, la force de cristallisation qui, d'après ses principes, était presque éteinte, avait donc son entière intensité dans la période des formations secondaires. Toutes ces difficultés s'évanouissent, si l'on reconnoît l'identité de ces roches avec les laves des volcans.

CHAPITRE CXIX.

Des trapps.

§ 740. De ce que nous avons dit dans les chapitres XLVI et LV, on peut inférer que le nom de trapp a été donné à des roches d'une origine très-différente, ce qui a produit l'extrême confusion d'idées qui règne sur ce point en géologie. Pour éviter cette confusion, il me semble qu'il conviendrait de réduire à leurs classes respectives les substances pierreuses qu'on a coutume de rapporter à la mystérieuse formation trappéenne qui devrait être bannie de la science géologique : alors les trapps primitifs figureraient avec les gneiss, les schistes, etc., sous la dénomination de roches amphiboliques au lieu de celle de roches trappéennes ; et toutes les autres roches auxquelles on a voulu appliquer le nom de trapp, seraient rapportées à la classe des substances volcaniques où elles formeraient différentes variétés de laves (1). Dans le § 336 j'ai signalé

(1) Si par respect pour la mémoire de Bergman et de Wallérius, on veut conserver en géologie le nom de trapp, on ne doit du moins l'appliquer qu'à cette roche à laquelle il peut convenir (Voy. § 279). Parmi les nombreuses variétés de laves, on peut choisir celle qui a la plus grande analogie avec les trapps

la très-grande analogie qui existe entre les terrains incontestablement volcaniques, et ceux qu'on appelle trappéens ; et si nous connoissons l'origine des laves ou du moins la manière dont elles sortent des bouches ignivomes et s'établissent sur le sol, qu'est-il besoin de nous embarrasser dans un labyrinthe de conjectures, et de nous perdre dans un abîme d'invraisemblances pour trouver comment les trapps composés au fond des mêmes substances qui constituent les laves, ont pu se former dans les contrées qu'ils occupent ? Quelques géologues de nos jours semblent vouloir suivre l'exemple de ce célèbre secrétaire de l'Académie des sciences, M.r Fontanelle, qui mettait son esprit à la torture, et imaginait les systèmes les plus bizarres pour expliquer l'origine des corps marins qu'on trouve dans plusieurs parties du globe. Il supposait que les coquilles et les poissons fossiles avaient été déposés par des courans souterrains de la mer, ou bien que leurs germes soulevés par les exhalaisons aqueuses, avaient été introduits dans l'intérieur des roches. Mais si plusieurs corps organiques

---

de Suède, et lui donner le nom de lave trappéenne, ainsi qu'on a attribué à diverses laves les dénominations de *porphyritiques*, *granitiques* ou *granitoïdes*, *nécrolites*, *sperone*, *piperno*, etc. On contribuera toujours à la précision des idées, en distinguant par divers noms les roches qui sont diversement composées et présentent des caractères extérieurs différens, bien qu'elles aient la même origine.

fossiles sont entièrement semblables à ceux qui vivent dans les eaux de la mer, la conjecture la plus naturelle qu'on pouvait former, c'était sans doute de dire que les corps organiques fossiles sont des traces de l'ancien séjour de cette mer. Malgré cela, combien de temps n'a-t-il pas fallu pour que toutes les écoles aient été persuadées d'une vérité si simple ! On peut en dire de même des trapps qui sont les traces des anciens volcans. Cependant M.r Faujas ayant comparé les caractères des véritables laves, c'est-à-dire, des laves dont l'origine est incontestable, avec ceux des trapps, a cru apercevoir entre les uns et les autres, quelques différences réelles qui tendraient à prouver une origine tout-à-fait différente (Voy. *Annales du Muséum d'histoire naturelle* de Paris, tom. 19).

§ 741. Pour premier caractère distinctif, M.r Faujas assigne la dureté des laves, assurant que si l'on fait l'essai avec une pointe d'acier bien trempé sur une lave qui n'ait pas été altérée, non-seulement la lave n'est point entamée, mais l'acier s'émousse et laisse sa trace métallique sur cette lave : au contraire le trapp est facilement rayé par la même pointe d'acier et se réduit en poudre d'un blanc gris ; fait qu'on peut aisément vérifier. A l'exception des verres compactes et d'un petit nombre de variétés de laves qui ont le grain du petro-silex, dans toutes les variétés de laves

que j'ai pu examiner, j'ai vu, en éprouvant la dureté avec une pointe d'acier ordinaire et une force médiocre, se former non la trace métallique de l'acier, mais bien une incision plus ou moins profonde, et une poussière grise provenant de la raclure. J'ai déjà dit ailleurs que si l'on concevait une échelle des divers degrés de dureté, commençant par la dureté des tufs tendres et friables pour arriver à celle des vitrifications compactes, on pourrait avoir quelque variété de lave non décomposée, ni altérée, qui correspondrait à un degré quelconque de cette échelle. Cela ne peut être autrement, puisque la dureté d'une substance qui a été fondue, ou du moins réduite à l'état de mollesse par l'action du feu, doit dépendre de la qualité et de la nature de ses parties constitutives, de la dose relative de ces parties, de la plus ou moins grande énergie, et de la durée du feu et du développement des gaz, élémens qui pouvant varier à à l'infini, doivent produire une infinité de divers degrés de dureté.

§ 742. Le second caractère distinctif, selon M.r Faujas, consiste en ce que le verre qu'on obtient en fondant le trapp, est très-différent du verre qui résulte de la fusion des laves. Le trapp, dit-il, est fusible sans addition d'autres substances ainsi que la lave compacte. Mais le verre qui procède du trapp est transparent et

légèrement verdâtre, tandis que celui de la lave est d'un noir très-foncé, brillant, transparent seulement dans les bords de ses fragmens les plus minces, et conservant toujours une couleur de fumée. A cette observation de M.r Faujas, je répondrai d'abord par une expérience de Klaproth qui ayant fait fondre dans un creuset d'argile le trapp de Joachimsthal, en obtint un verre noir parfaitement fondu, de fracture lisse, conchoïde, dont les écailles et les fragmens étaient seuls transparens (Voy. Klaproth, *Mémoires de chimie*, tom. 1, pag. 46). En outre, je possède une bouteille et un petit vase de la verrerie Perreti d'Intra, où d'après l'idée qu'en avait donnée M.r Amoretti, on fit, il y a déjà plusieurs années, quelques milliers de bouteilles avec le trapp primitif de Selasca (Voy. ce qui a été dit sur cette roche au § 283 et suiv.). Le verre de la bouteille est luisant, opaque et d'un noir foncé; celui du petit vase beaucoup plus mince, est pareillement noir, brillant, un peu transparent, de couleur de fumée, et tel précisément que M.r Faujas décrit le verre qui résulte des laves.

§ 743. Mais M.r Faujas insiste, disant qu'il possède quelques morceaux de verre faits avec le trapp d'Intra, dont M.r Amoretti lui fit présent, et dans lesquels on voit un verre *vert, transparent et rayé dans quelques parties.* Qu'on

fasse bien attention à ces dernières paroles qui indiquent l'équivoque où est tombé M.r Faujas. Il est certain que si le verre fondu reste quelque temps dans l'état de fusion, et qu'il se refroidisse lentement, quelle que soit la substance dont il procède, il subit une modification notable, ses parties commencent à se cristalliser, et prennent une forme prismatique radiée. Nous avons discuté fort au long cet article dans le § 664 et suiv. Cela posé, écoutons M.r Amoretti qui au tom. 19 des *Opuscules choisis*, dans une lettre écrite au professeur Soave, raconte la manière dont se formèrent les verres étoilés à la verrerie d'Intra. « Lors, dit-il, qu'on cessa de travailler, » on fit murer, comme de coutume, toutes les » ouvertures du four dans lequel étaient les pots » avec le reste du verre. Après quinze jours, » et lorsqu'on connut que la chaleur avait cessé » peu à peu, on rouvrit le four, et l'on vit » que le verre qui semblait devoir être noir, » avait la couleur d'un très-beau bleu d'azur, » et qu'il était couvert d'étoiles blanches jaunâ- » tres. Dans quelques pots, le verre qui avait » resté, était d'une pâte azurée et uniforme; » dans d'autres, il était azuré au fond, et vert » foncé à la superficie avec des étoiles blanches. » Les échantillons de verre radié que cite M.r Faujas, et qui lui ont été donnés par M.r Amoretti, appartiennent donc à un verre altéré par le

refroidissement lent, à un verre en partie *dévitrifié*, comme le démontrent les étoiles qu'on y observe.

§ 744. Mais comment arrive-t-il que le verre qui, selon l'expression de M.r Amoretti, *semblerait devoir être noir*, en restant fondu pendant long-temps, et en se refroidissant lentement, prend la couleur verte et un peu de transparence à la superficie? Les trapps contiennent beaucoup de fer, et il paroît que c'est de cette substance métallique que procède la couleur noire du verre. Si ce verre reste fondu pendant long-temps et dans une température toujours décroissante, il en résultera deux effets: le premier sera une diverse oxidation du fer; le second la précipitation vers le fond du vase produite par la plus grande gravité spécifique des parties métalliques. De là, il devra s'ensuivre une diminution d'opacité, et par conséquent un changement de couleur à la superficie. Nous ne devons donc pas être surpris si le verre qui reste dans les pots où il se refroidit lentement, a dans le fond une couleur de bleu foncé, tandis qu'il est vert et un peu transparent à la superficie. Il me semble aussi très-probable que la couleur noire de ces verres procède de quelque substance charbonneuse qui se mêle avec eux dans la première fusion, et qui ensuite se volatilise, la matière restant exposée à l'action prolongée du feu.

§ 745. Dans mon *Introduction à la géologie*, en parlant du verre qu'on peut obtenir des laves des volcans, j'ai fait mention des bouteilles que M.r Chaptal fit fabriquer à Montpellier avec des basaltes des volcans éteints du Languedoc, et de celles qui furent faites à Venise avec les laves des monts Euganéens. M.r Faujas a nié ces deux faits. Par le témoignage de M. Giral, propriétaire de la verrerie d'Érepian, il a prouvé que les bouteilles dont il est question, ne furent point faites avec le basalte, mais avec le verre commun auquel on avait joint un peu de sable volcanique. Si cela est vrai, je me suis trompé, et je ne fairai pas difficulté de rétracter ce que j'ai dit. Mais comment, moi étranger, pouvais-je éviter cette méprise, lorsque le concitoyen de M.r Faujas, M.r Chaptal dans ses *Élémens de chimie*, 3.e édition de 1796, vol. 3, pag. 262, dit: « La lave est susceptible de se vitrifier, et dans » cet état on peut la souffler en bouteilles opa- » ques, d'une grande légèreté : c'est ce que j'ai » fait exécuter à Érepian et à Alez. — C'est ce » qui résulte de mes expériences et de celles que » Joly de Fleury ordonna sous son ministère. » Ne devais-je pas ajouter foi à ce que je lisais dans les écrits de M.r Chaptal, lorsque M.r Faujas lui-même qui me reproche d'être tombé dans l'erreur, avait dit dans sa *Minéralogie des volcans*, pag. 308, « l'on vient depuis peu de tirer parti

» en France du basalte, en le convertissant en » verre : l'on a formé avec ce verre dans les » environs de Montpellier une manufacture de » bouteilles qui ont de très-grands avantages » sur les autres. »

§ 746. Quant aux bouteilles fabriquées à Venise avec les laves des monts Euganéens, M.r Faujas prétend que je me suis également trompé, parce qu'ayant lui-même visité toutes les verreries de Venise, il n'a vu dans aucune qu'on fit des bouteilles avec les laves de ces monts : mais je le prie de réfléchir que je n'ai pas dit qu'on fabrique maintenant à Venise des bouteilles de cette espèce ; j'ai seulement parlé des bouteilles qui y furent faites avec les laves des monts Euganéens, et pour garant de mon assertion, je puis citer Fortis, qui, dans le tom. 6 des *Actes de la Société italienne*, en parlant des produits des monts Euganéens, fait mention des bouteilles fabriquées à Venise par un certain Briati, avec les laves de ces monts, et assure avoir lui-même acheté une partie de ces bouteilles. Ce que Fortis a imprimé, il me l'a confirmé plusieurs fois de vive voix. Je pourrais parler ici des expériences faites à Venise dans la verrerie Barberia, par M.r Corniani, et rapportées dans le Mémoire de celui-ci imprimé en 1810, où il est fait mention non-seulement de bouteilles, mais encore de miroirs, de cornues, de matras,

et autres ustensiles de verre faits avec la fusion d' une substance pierreuse volcanique des monts Euganéens que M.r Corniani appelle *petro-silex perlé* : mais comme je regarde cette substance comme une lave vitreuse, je n'insisterai point sur ces expériences. Je prie le lecteur de me pardonner cette discussion peut-être un peu trop longue, mais dans laquelle j'ai été engagé par la célébrité du nom de M.r Faujas.

§ 747. Le troisième caractère distinctif assigné par le géologue français, est que les trapps agissent seulement par attraction sur l'aiguille aimantée, tandis que les laves compactes sont douées de la polarité. Tous ceux qui voudront s'occuper de ce genre d'observations, reconnoîtront combien ce caractère est variable et dépendant des modifications du fer ; et que si quelques laves sont magnétiques, il y en a plusieurs qui ne sont qu'attirables, et d'autres qui n'exercent qu'une action peu sensible sur le barreau aimanté. Le célèbre physicien Volta entreprit une série d'observations sur cet objet : ces observations faites dans mon cabinet, avec un barreau fortement aimanté afin de pouvoir reconnoître les degrés d'attraction même les plus foibles, furent répétées sur chaque échantillon avec une aiguille foiblement aimantée, pour éviter le renversement des pôles et pour reconnoître la polarité par le moyen de la répulsion. Les échantillons soumis

à l'examen, furent, 1.° quelques variétés de trapps d'Intra dont j'ai parlé plusieurs fois : ces trapps ne donnèrent aucun signe d'attraction ; le seul trapp de Selasca parut quelque peu attirable au barreau aimanté; 2.° plusieurs variétés de laves compactes de l'Auvergne, des monts Euganéens, des environs de Rome et du Vésuve. Ces laves présentèrent un très-grand nombre d'anomalies ; presque toutes se trouvèrent plus ou moins attirables, et par conséquent elles présenteraient le caractère que M.r Faujas assigne aux trapps, ce qui porterait à croire que les observations de cet auteur ont été faites sur des morceaux de laves auxquelles il a donné le nom de trapps. Il y eut très-peu de ces laves qui montrassent quelque degré de polarité. L'échantillon dans lequel cette propriété se manifesta d'une manière plus sensible, fut un morceau que j'avais détaché moi-même de l'intérieur du courant de Pariu à la base du Puy-de-Dôme. Enfin j'observerai que la polarité n'est pas un caractère distinctif des laves basaltines, même lorsqu'elle se montre dans les produits volcaniques. En parcourant un jour la plaine qui est entre le mont Albano et l'Apennin de Segni, je trouvai un morceau erratique de tuf volcanique, dans lequel étaient encastrés quelques amphigènes. La polarité de cet échantillon était très-sensible (1)

(1) Une force magnétique qui se manifestait avec une telle intensité dans une petite masse, n'était unie à aucune attraction

à la distance de six pouces du barreau aimanté. Il ne paroît donc pas qu'on puisse fonder quelque conjecture sur un caractère si variable, et qui dépend d'une foule de combinaisons qu'on ne saurait déterminer.

§ 748. Je ne m'arrêterai point à examiner le caractère pris de la manière de se comporter avec l'électricité. Les trapps, dit M.r Faujas, laissent passer l'électricité, ce qu'on n'observe point dans les laves compactes toutes les fois qu'elles n'ont pas été décomposées par l'action des vapeurs acido-sulfuriques, ou par quelqu'autre cause qui ait altéré cette propriété. Avec les savans Pino, Recagni et Bellani, j'ai examiné plusieurs variétés de laves compactes du Vésuve, de l'Etna, de l'Auvergne et d'autres contrées: à l'exception des obsidiennes ou des verres volcaniques d'Islande et de Lipari, toutes ont été reconnues conducteurs ainsi que les trapps.

§ 749. Reste à examiner le dernier caractère distinctif établi par M.r Faujas, et qui consiste en ce que les trapps ne contiennent jamais le péridot granulaire, tandis que cette substance abonde dans toutes les laves des volcans éteints et actifs

---

avec le fer, phénomène qui mérite une attention particulière, et qui depuis a été observé par M.r Humboldt, dans un porphyre du village de Voisaco, près de la ville de Pasto, en Amérique ainsi que dans une serpentine du haut Palatinat; et par M.r Faujas, dans une serpentine du mont Ramazzo.

de l'un et l'autre hémisphère. Je ne nie point que le péridot, appelé par quelques autres géologues *chrysolyte des volcans*, ne soit fréquent dans les laves de quelques volcans éteints et actifs; mais combien de courans de laves ne pourrait-on pas nommer, dont l'origine est indubitable, et dans lesquels on ne reconnoît pas le moindre atome de cette substance? Les Champs-Phlégréens aux environs de Naples abondent en laves qui ne contiennent point le péridot: le courant encore intact, sorti de la base méridionale de la solfatara, les laves du cratère d'Astruni, celles de Cumes, de Procida, de l'île d'Ischia, etc., en sont tellement dépourvues, qu'il ne m'a jamais été possibile d'y remarquer aucun petit cristal de péridot. M.r Faujas qui connoît parfaitement les laves de l'Auvergne, ne peut pas ignorer qu'on ne trouve point le péridot dans beaucoup de variétés de ces laves. Je possède une série d'échantillons de laves compactes que j'ai recueillis au voisinage de Clermont, à la base du Puy-de-Dôme, dans les environs du Mont-Dor, et en d'autres lieux de l'Auvergne que j'ai visités, échantillons dans lesquels on n'aperçoit aucune particule de cette substance. Gioeni dans la *Lithologie vésuvienne*, a énuméré beaucoup de laves sans chrysolytes: Dolomieu en a fait de même dans le *Catalogue raisonné des laves de l'Etna*, où l'on doit surtout

remarquer la seconde espèce qu'il appelle laves spathiques, très-fréquentes sur l'Etna. Le même auteur dans les *Additions à la dissertation de Bergman sur les produits volcaniques*, en parlant des chrysolytes, assure que les laves qui contiennent des chrysolytes, sont communes dans quelques volcans, et très-rares dans d'autres. M.r Faujas lui-même dans la classification des produits volcaniques qu'il a publiée (Voy. *Essais de géologie*, tom. 2, pag. 2), ne dit pas un mot des chrysolytes en énumérant un grand nombre de variétés de laves, et il n'en parle que dans un appendice ajouté à la section des laves amygdaloïdes. Enfin M.r Brocchi dans son *Catalogue d'une collection de roches*, où il a décrit avec tant d'exactitude, je dirais presque toutes les laves de l'Italie méridionale, ne fait aucune mention de laves avec des chrysolytes. Peut-être a-t-il regardé comme des pyroxènes, ces cristaux que les naturalistes appellent communément chrysolithes des volcans ou péridot ou même olivines.

§ 750. Les cristallisations renfermées dans les laves, sont très-différentes dans les diverses contrées. M.r Brocchi a trouvé dans le pays des Erniciens (1) des laves qui ne contiennent que des

(1) Dans la *Topographie physique de la Campanie*, j'ai dit, pag. 11, que si les volcans du Latium avaient communiqué avec ceux de la Campanie, cette communication avait dû exister du côté de Sora et de San Germano. Ce qui en 1798 n'était pour moi

pyroxènes. Les amphigènes si abondans au Vésuve, dans les laves de la Rocca Monfina, dans celles des environs de Rome et de Viterbe, manquent dans l'Etna et dans d'autres volcans. Les feldspaths fréquens dans les laves d'Ischia, des Champs-Phlégréens et même dans les émaux des collines de Naples, ne se montrent point dans les courans modernes du Vésuve, et l'on ne les rencontre que dans les anciennes laves. Fortis cité à ce sujet par M.r Faujas, a écrit qu'on pourrait croire qu'à une certaine profondeur de la terre, il existe une roche qui contient le péridot granulaire, et forme une espèce d'enveloppe autour du globe, d'où il s'ensuivrait que lorsque les volcans parviennent à cette couche générale d'une roche dont peut-être on ne reconnoît pas l'analogue, il en résulte des laves avec des péridots que l'action volcanique arrache de ces profondeurs. Si l'on voulait adopter cette idée de Fortis, peut-être plus brillante que vraie, on en pourrait conclure que les laves sorties des volcans avant que le centre de leur combustion soit

---

qu'une simple conjecture, a acquis maintenant toute la certitude de la vérité d'après les observations de M.r Brocchi; en sorte que nous pouvons établir en Italie une ligne volcanique qui depuis la frontière de la Toscane, en partant de la montagne de Santa Fiora, s'étendra jusqu'au Cap Misène. Les anneaux qui lient les volcans du Latium avec ceux des Champs-Phlégréens, sont les volcans éteints des Erniciens et ceux de la Rocca Monfina.

arrivé jusqu'à cette couche, ne peuvent point contenir une pareille substance.

§ 751. De tout ce que je viens de dire, il résulte, ce me semble, que les caractères assignés par M.r Faujas, ne sont pas suffisans pour établir une différence positive entre les trapps et les laves des volcans, ce qui est encore confirmé par l'observation que les principes constitutifs des trapps sont à peu près les mêmes que ceux des laves. Qu'on compare ensemble les analyses des premiers faites par Vauquelin, et celles des secondes faites par Klaproth et Kennedy, dans l'une et l'autre de ces pierres, on verra la soude qui avait échappé à l'analyse de Bergman, en une quantité de 3 à 5 pour cent. Le tableau qu'on trouvera à la fin de ce livre, servira à démontrer la très-grande analogie qui existe entre les élémens des trapps compactes, amygdaloïdes, des basaltes, des grünstein et des laves. J'ai rapporté quelques-unes de ces analyses dans le § 288, mais j'ai cru qu'il convenait de les réunir et de les présenter dans un seul tableau. On se convaincra par l'inspection de ce tableau, que les analyses chimiques qui sont d'un grand poids lorsqu'il s'agit de minéraux cristallisés ou de substances formées par une simple composition chimique, n'offrent qu'un foible secours lorsqu'on veut raisonner sur des substances composées de beaucoup de principes constitutifs, non-seulement

différens entr'eux, mais encore sujets à des variations notables dans les doses relatives.

§ 752. Cependant tout doute sur cette matière paroît avoir été levé par les ingénieuses expériences du savant Cordier. Ce naturaliste ayant fait en 1808 la belle découverte de fer titané (1) dans les produits volcaniques, et examiné en détail la classe des roches volcaniques dont l'origine est contestée par un grand nombre de minéralogistes distingués (les roches trappéennes), ne fit pas difficulté d'écrire « qu'on sait aujourd'hui que ces roches sont exactement semblables aux produits les plus récens des feux souterrains (*Journal des mines*, n.° 133). » On peut encore lire son beau Mémoire qui a pour titre : *Sur les substances minérales dites en masse qui entrent dans la composition des roches volcaniques de tous les âges.* En effet M.r Cordier ayant trouvé le moyen de soumettre à une analyse pour ainsi dire mécanique, ces substances pierreuses, a observé qu'elles ne sont autre chose que des granits microscopiques dans lesquels l'uniformité du tissu entrelacé n'est interrompue, que par de très-petites vacuoles. Les minéraux élémentaires qu'on rencontre dans ces granits, sont le pyroxène, le feld-spath, le péridot, le fer titané, l'amphibole, le mica, l'amphigène, le fer

(1) La présence du titane contenu dans la pâte de la lave lithoïdée, avait échappé aux analyses à cause de sa petite quantité.

oxidé oligiste. Ces substances forment diverses associations ternaires et mêmes quaternaires, qui, selon M.r Cordier, se réduisent à deux classes (1); dans la première prédomine le feld-spath ; dans la seconde, le pyroxène. Telle est la composition que M.r Cordier a vérifiée par les analyses mécaniques, examinant plus de deux cents variétés de laves lithoïdes appartenant, 1.° à des terrains très-certainement formés par des volcans allumés ; 2.° à des terrains incontestablement formés par des volcans éteints, et dont les cratères subsistent encore dans leur intégrité ; 3.° à des terrains volcaniques contestés par un petit nombre de minéralogistes, mais qui conservent encore plusieurs traces de leur origine, quoiqu'ils se présentent morcelés en lambeaux plus ou moins vastes, et que les cratères qui en ont rejeté les matériaux, aient été complétement effacés; 4.° à des terrains volcaniques contestés par un assez grand nombre de minéralogistes : ces derniers diffèrent des précédens, soit parce qu'ils n'offrent presque plus de traces évidentes de leur origine, soit parce qu'ils sont recouverts par les plus anciens dépôts marins ou mêlés avec, soit parce qu'en outre ils sont ordinairement situés loin de tout volcan éteint ou brûlant.

(1) En faveur des produits volcaniques de l'Italie méridionale, je crois qu'on pourrait ajouter une troisième classe, savoir, celle dans laquelle l'amphigène prédomine.

§ 753. La manière dont les roches trappéennes sont disposées à la superficie de la terre, fait quelque impression sur l'esprit de plusieurs personnes. M.r Reuss nous enseigne que la formation trappéenne relativement aux autres roches (et, suivant lui, c'est ici un des articles les plus importans) se présente toujours dans des gisemens variés et enveloppans, le plus souvent déchirés et interrompus. On la trouve toujours reposant sur d'autres montagnes, comme sur les roches secondaires les moins anciennes, ce qui démontre qu'elle est d'une origine très-récente. Les roches de trapp ont souvent leur gisement sur les grès, sur les charbons fossiles et sur les pierres calcaires secondaires; quelquefois encore sur les schistes argileux, sur les gneiss et même sur les granits. Les montagnes formées de cette pierre ont, dit Brochant, une disposition particulière qui les caractérise; elles affectent la forme conique, semblent isolées les unes par rapport aux autres, et il est rare qu'elles forment des chaînes aussi unies que celles des montagnes des autres formations. Mais c'est précisément là la bizarre physionomie des contrées volcaniques. Il suffit d'observer les alentours des volcans et des pays certainement volcanisés, pour reconnoître que les courans de laves sortis de la terre ou fluides ou demi-fluides, tantôt ont rempli les vallons, tantôt se sont répandus sur la sommité des collines; tantôt enfin un grand

courant s'est divisé en d'autres courans moins considérables, selon les accidens du sol qu'il a été forcé de parcourir. Les laves enveloppent et couvrent toutes les substances qu'elles rencontrent sur leur passage. Le mode de gisement des roches trappéennes, leurs déchirures, leurs interruptions et leur position sur les roches secondaires, et même sur les formations les plus récentes, correspondent donc aux phénomènes des laves, de même que la structure des montagnes trappéennes est en rapport avec celle des cônes formés par les diverses explosions dans un district volcanique. L'hypothèse de divers courans de laves sortis de différentes bouches, me paroît plus vraisemblable, plus conforme aux opérations de la nature, et beaucoup plus facile à concevoir que celle d'une grande formation trappéenne très-étendue, qui ensuite a été rompue et mise en pièces, en sorte qu'après la destruction de ses parties intermédiaires, il n'en est resté que les sommités (Voy. § 723). Bory de S.t Vincent parlant des filons de trapp de l'île de Bourbon, observe que leur étrange disposition rejette toute théorie qu'on voudrait imaginer pour rendre raison de leur formation, vu que dans cette île tout, absolument tout a souffert l'action du feu. Aux réflections que nous venons de faire sur ce sujet, nous aurons occasion d'en joindre quelques autres lorsque nous parlerons de la destruction des cratères.

CHAPITRE CXX.

Du mandelstein.

§ 754. Les minéralogistes allemands ont appelé *mandelstein* (pierre à amandes), les français *amygdaloïdes*, et les écossais *toadstone*, les roches composées d'une masse principale compacte, empâtant non des cristaux isolés, ainsi que les porphyres, mais des noyaux ou amandes souvent séparables de substances diverses, qu'on y voit nichés comme dans autant d'alvéoles. On observe quelquefois dans ces amygdaloïdes, des cavités arrondies qui semblent être les empreintes de semblables noyaux détruits, ou destinées à les recevoir. Ces cavités contiennent ordinairement diverses substances, tantôt siliceuses, comme quartz, agates, etc., tantôt calcaires, et tantôt zéolitiques, etc. Dans les vides du mandelstein du Vicentin, on trouve des cristaux cuboïdes de spath calcaire, limpide et transparent, des cristaux d'analcime, de la strontiane sulfatée, etc. M.r Menard de la Groye (Voy. *Journal de physique*, février et mars 1816) en décrivant le mandelstein de Beaulieu, en Provence, dit que dans les vides de cette roche, on rencontre six diverses substances, 1.° le spath calcaire

confusément cristallisé ; 2.° une terre de couleur d'un rouge vif de brique qui colore ce spath, et qu'il croit résulter de la décomposition du péridot ; 3.° des fragmens d'une substance pierreuse de couleur d'un vert clair de bouteille demi-transparente, brillante et facilement fusible (c'est peut-être l'amphibole actinote ou plutôt le piroxène) ; 4.° de petites masses anguleuses, d'un noir foncé, semblables au verre volcanique, et qu'il regarde comme des fragmens de pyroxène. J'observe que plusieurs géologues allemands ont reconnu que le pyroxène se trouve fréquemment dans quelques amygdaloïdes ; 5.° de petits nids d'une substance ferrugineuse couleur de soufre ; 6.° le quartz hyalin. Les amygdaloïdes de Fassa contiennent de la calcédoine, de la cornaline, des géodes d'améthiste et de quartz hyalins, des analcimes trapézoïdales, des apophyllites, la stilbite, la mésotype, la prehnite, etc. (Voy. Brocchi, *Mémoire sur la vallée de Fassa*). M.r Faujas en parlant des substances qu'on a observées dans quelques amygdaloïdes, nomme l'agate, — le jaspe rouge, quelquefois vert, — le quartz, — la calcédoine, — une substance brune, ochrée, qu'il croit procéder de la décomposition du fer sulfuré, — une substance couleur d'un vert foncé, douce au toucher, fort semblable à la terre de Vérone, — le spath calcaire et des cristaux bien distincts de feld-spath compacte blanc, — des

globules de malachite, de cuivre natif, — de la chabasie, — de l'harmotome, de la baryte sulfatée, etc. (Voy. *Essais de géologie*, tom. 2, part. 1.e, pag. 295).

§ 755. Les mandelstein appartiennent à la classe des roches trappéennes, et il me paroît qu'on doit les considérer comme des roches volcaniques. Depuis long-temps on demande aux naturalistes qui se sont déclarés en faveur des dissolutions et précipitations aqueuses, qu'elle est la cause qui a pu produire ces cavités qu'on trouve si fréquemment dans le mandelstein, tantôt vides, tantôt remplies en tout ou en partie, de quelque substance différente de la masse: mais c'est inutilement qu'on leur a fait tant de fois la même question ; il n'a jamais été possible d'obtenir d'eux une réponse satisfaisante. L'un de ces naturalistes a cru pouvoir se tirer d'embarras en demandant à son tour qu'on lui expliquât clairement comment se sont formés les vides cellulaires dans le tuf calcaire dont on ne saurait nier l'origine aqueuse ? Mais il convient d'observer qu'il y a une très-grande différence entre les cavités des amygdaloïdes et celles du tuf calcaire sous le rapport de leur configuration et de leur disposition. Les vides des premières sont très-ressemblans à ceux des laves poreuses ; on n'y voit aucune régularité, et si quelque figure y prédomine, c'est l'elliptique : les tufs calcaires

au contraire présentent des cavités cylindriques irrégulières et sinueuses. Brongniart dans les *Annales du Musée*, tom. 15, pag. 360, dit fort ingénieusement qu'on pourrait se faire une idée très-exacte de la forme et de la disposition de ces cavités en se représentant celles que devraient laisser dans une boue épaisse et tranquille les bulles d'un gaz lesquelles pendant quelque temps s'éleveraient du fond vers la superficie. Cette image ne peut certainement s'appliquer à la distribution et à la figure des cavités du mandelstein, auxquelles convient beaucoup plus l'idée de bulles de gaz qui se dégagent de plusieurs points d'une masse de matière fondue. Il est encore à remarquer que quelques minéralogistes allemands ont observé que dans le mandelstein, les vides ont ordinairement une direction déterminée, ce qui ajoute à la probabilité que cette roche a été une lave, puisque, comme nous l'avons dit dans le § 657, on voit constamment que la direction des pores ou des cavités des laves coïncide avec celle du mouvement de leurs courans.

§ 756. Dans le *Voyage d'Islande* par George Mackensie, imprimé en 1812 (Voy. *Annales des voyages* de Malte-Brun, tom. 18), on trouve la description du mont Akkrefell, composé de couches de tuf et d'amygdaloïde horizontales, de 10, 20 et 30 pieds de hauteur; la disposition de ces couches est si régulière qu'elles semblent

n'avoir aucun rapport avec les productions du feu : mais si l'on examine la partie inférieure de chaque couche d'amygdaloïde intercalée dans le tuf, on reconnoît qu'elle est entièrement scorifiée, en sorte qu'on ne peut pas douter qu'elle n'ait été fondue. M.r Faujas dans son *Voyage en Angleterre*, tom. 2, pag. 222, parle, 1.° de géodes d'agate intérieurement tapissées de cristaux brillans de quartz violet à pyramides hexagones incrustées dans une lave porphyritique compacte, de couleur d'un brun foncé, tirant un peu sur le violet, avec quelques noyaux de spath calcaire, et des globules d'agate et de stéatite verte ; 2.° de géodes d'agate d'un rouge vif, ayant dans l'intérieur une cristallisation brillante de quartz blanc très-pur ; ces géodes sont dans une lave porphyritique noire attirable à l'aimant ; 3.° d'agates oeillées de couleur d'un rose tendre, incrustées dans des laves porphyritiques compactes, de couleur d'un brun foncé, et unies à des globules de stéatite verte ; 4.° d'agates rubanées renfermées dans des laves porphyritiques noires, très-attirables ; 5.° de nœuds de spath calcaire blanc, brillant, en lames rhomboïdales avec une légère enveloppe de stéatite d'une belle couleur verte, encastrés dans une lave noire, compacte, approchant plus du basalte que du porphyre. Un échantillon décrit par le même auteur dans l'endroit déjà cité, mérite une

attention particulière, c'est une géode avec une croûte d'agate calcédoine, d'une apparence bleuâtre, intérieurement tapissée de cristaux brillans de quartz dans l'intérieur desquels on voit quelques parcelles de lave noire, qui ont été enveloppées dans la cristallisation, phénomène fort analogue à celui des amphigènes dont nous avons parlé au § 680 et qui confirme toujours de plus en plus le principe établi dans le § 673, pour expliquer l'origine des substances cristallisées qu'on trouve dans les laves. La roche d'Oberstein présente des phénomènes tout-à-fait semblables à ceux qui ont été décrits par M.r Faujas. Je possède une série d'échantillons de cette roche très-intéressans; quelques-uns offrent des signes évidens de fusion; d'autres ressemblent beaucoup à quelques laves porphyritiques des Champs-Phlégréens. Les nombreuses collines volcaniques de l'Asie septentrionale (Voy. Patrin, *Histoire naturelle des minéraux*, tom. 2, pag. 158), au voisinage du fleuve Amour, présentent une grande quantité de calcédoines, d'un gris blanchâtre et demi-transparentes. Les unes sont d'une belle couleur bleue, et prennent cette couleur en restant long-temps exposées à la superficie du sol, tandis que dans le grand nombre de celles que M.r Patrin fit extraire de l'intérieur de la lave, on n'en voyait aucune qui eût cette couleur bleue. Parmi ces collines volcaniques, il y

en a une sur la rive droite de la Chilca, dont les géodes de calcédoine offrent une singularité remarquable : leur écorce calcédonique est très-mince ; elles sont intérieurement tapissées de cristaux de quartz surmontés par des cristaux de spath calcaire, et l'espace que laissent ces cristallisations, est plein de malthe ou poix minérale très-dure et d'une consistance solide.

§ 757. Dans les *Annales de chimie*, novembre 1813, on lit une notice sur la matrice ou gangue du diamant. Il y est dit que Werner croyait que le diamant est renfermé dans les couches d'une roche trappéenne d'une formation récente ; mais sa conjecture n'était appuyée sur aucun fait positif, puisqu'on sait que cette précieuse production qu'on n'a trouvée jusqu'à présent que dans les Indes et dans le Brésil, existe ordinairement dans un terrain d'alluvion d'où l'on la retire par le moyen du lavage. Le docteur Benjamin Heyne, botaniste et naturaliste de la Compagnie des Indes orientales à Madras, a porté de Benagan-pully, dans le Dekan, à Londres, un morceau de gangue de diamant : c'est le premier échantillon de ce genre qu'on a vu en Europe. Cet échantillon a l'apparence d'un conglomérat ; mais comme les grains en sont ordinairement ronds, et que le ciment qui les unit, ressemble par sa nature et par son aspect, à la roche qu'on a appelée wacke, on a

considéré cette pierre comme une amygdaloïde. Les grains ronds de cette même pierre sont principalement formés de calcédoine d'une couleur brune qui tire sur le gris, et ont l'apparence de l'hyalite. Leur volume varie depuis la grosseur d'une tête d'épingle jusqu'à celle d'une noisette, et ils sont mêlés avec des fragmens angulaires de jaspe, de pierre cornéenne et de quartz. On n'y remarque aucune parcelle de corindon, quoiqu'on ait dit que quelquefois on en rencontre dans les lieux où l'on trouve le diamant. L'auteur de cette notice conclud en disant qu'on peut tenir pour certain que la roche dont il s'agit est une amygdaloïde qui appartient à la nouvelle formation trappéenne.

§ 758. Il eût été à désirer que M.r Heyne nous eût donné quelque notice géognostique, et fait connoître le gisement de cette pierre qui forme la matrice du diamant. Mais si les amygdaloïdes et les trapps qu'on dit de *formation récente* sont des roches identiques avec les laves, comme je crois l'avoir démontré ou du moins rendu très-probable, il sera naturel de penser que le diamant et la pierre qui lui sert de matrice, doivent être rangés dans la classe des produits volcaniques. Ces globules de calcédoine semblables à l'hyalite, lesquels accompagnent la substance pierreuse qui renferme les diamans, me semblent être ces stalactites siliceuses dont

j'ai parlé au § 627. Si le diamant n'est autre chose qu'un pur carbone avec un petit mélange d'oxigène, quelles circonstances pourrait-on imaginer qui soient plus propres à sa production que celles que nous devons supposer dans les entrailles d'un volcan enflammé, où sous une pression incalculable et au milieu d'une infinité de combinaisons chimiques, il y a toujours une immense quantité de matières combustibles en mouvement? Une masse d'acide carbonique qui se développe dans l'interieur d'un volcan, peut se décomposer, perdre ainsi cette partie d'oxigène, qui la constitue acide, et n'en conserver que la petite portion qu'exige la nature du diamant. Du reste, je ne dois pas dissimuler que M.r Lucas (*Nouveau Dictionnaire*, art. *diamant*) dit avoir eu occasion d'examiner en 1815 un échantillon provenant du Brésil, dans lequel étaient incrustés deux très-petits diamans, et avoir reconnu que cette pierre est un grès à grains fins et à ciment de fer oxidé, jaune-roussâtre. Cet échantillon est placé à présent dans le Musée impérial de Vienne, et a couté mille francs. Nous parlerons bientôt d'une variété de lave qui a l'apparence d'un grès. Pour décider la question de l'origine du diamant, il faut nécessairement connoître le gisement de la roche qui renferme cette précieuse substance.

§ 759. Parmi les géologues qui ont combattu l'origine ignée du mandelstein, on distingue surtout MM.[s] Emmerling et De Buch. Les argumens du premier se réduisent aux suivans : 1.° dans les amygdaloïdes, il ne paroît aucun de ces indices de fusion qui constituent les caractères des véritables laves; 2.° la porosité n'appartient pas exclusivement aux laves ; 3.° on trouve quelquefois dans les globules des amygdaloïdes, des gouttes d'eau, comme cela se vérifie spécialement dans les globules de calcédoine du Vicentin, dits agato-enhydres. Pour répondre à la première difficulté, je crois pouvoir me référer à ce que j'ai dit dans le chapitre CVIII, où j'ai traité du passage des laves, de l'état de fluidité à celui de pierre : ce qui a été exposé dans le § 755, servira de réponse à la seconde difficulté ; et l'on trouvera la réfutation de la troisième au § 708. Il me paroît donc assez inutile d'insister davantage sur ces argumens, et je me bornerai à faire quelques réflexions sur les observations de M.[r] De Buch relatives à la montagne basaltique de Finkuenhiebel (Voy. *Journal de physique*, thermidor an VI), et dont on pourrait tirer des conséquences contre l'origine volcanique du mandelstein.

§ 760. Cette montagne est composée d'une espèce d'amygdaloïde qui contient de la calcédoine, de l'améthyste et des turbinites pétrifiées,

très-bien conservées. M.r De Buch a déposé plusieurs échantillons de cette amygdaloïde dans le Cabinet du Roi de Prusse à Berlin. Les basaltes de cette partie de la Silésie sont superposés au granit, au gneiss, au schiste micacé, à l'ancien grès, à la pierre calcaire de nouvelle formation, et au nouveau grès; presque toutes les roches leur servent de base. J'observe d'abord qu'il n'y a aucune difficulté à admettre que dans le sol de la contrée décrite par M.r De Buch, il y ait eu des turbinites qui furent enveloppées par la lave. On peut voir ce qui a été dit sur ce sujet dans le § 696. Si M.r De Buch a reconnu que la pierre du Finkuenhiebel est un véritable basalte, et non telle autre roche différente, je n'éleverai aucun doute à cet égard, parce que j'ai une entière confiance en ses lumières et en ses connoissances lithologiques: mais je ne crois pas qu'un pareil phénomène soit un argument bien fort contre l'origine ignée de la roche dont il est question. Le gisement de cette roche démontre qu'elle est d'une formation postérieure à celle des autres substances, et même de la pierre calcaire et de l'arénaire les plus récentes. Il est donc très-probable qu'elle a été produite par quelque volcan, et suivant ce que nous avons dit dans le § 696, le phénomène d'une lave avec des corps marins ne doit pas nous surprendre.

§ 761. Pour ce qui regarde l'autre phénomène d'une lave avec de l'agate et du quartz, il n'est pas nouveau en lithologie. A ce que j'ai dit dans le § 756, j'ajouterai que Dolomieu dans le *Voyage aux îles de Lipari*, pag. 84, décrit une pierre volcanique grise, compacte, d'un grain fin et uni, de fracture luisante comme celle des silex opaques, et qui a des veines parallèles rougeâtres. On n'y remarque aucun caractère volcanique, et elle ressemble parfaitement aux agates de la Sicile. On la trouve dans l'île de Lipari disposée en bancs de trois ou quatre pouces d'épaisseur, interposés entre des cendres volcaniques noirâtres. Si non-seulement la nature du lieu, mais encore la position et le mode de gisement de cette roche ne manifestaient pas jusqu'à l'évidence son origine, personne ne soupçonnerait qu'elle est volcanique. Dans les observations de M.r Hoff de Gotha (Voy. *Magasin de Berlin*, 1811, 4.e quadrimestre) sur le basalte et sur les circostances qui accompagnent son gisement dans quelques montagnes de la Hesse et de la Thuringe, on décrit, 1.° un véritable basalte qui contient plusieurs grains de quartz, de calcédoine, de zéolithe, de fer oxidulé et d'olivine; 2.° une lave siliceuse semblable au schiste siliceux, mais poreuse, scorifiée, qui agit sur l'aiguille aimantée, et a tous les caractères des véritables laves; 3.° une lave cellulaire tellement poreuse qu'elle

surnage l'eau ; elle renferme dans ses cavités de petits fragmens de quartz fendillés dans toutes leurs parties. Les mêmes observations ont été faites par M.r Woigt dans la même localité, qui fournit plusieurs variétés de laves très-intéressantes (Voy. son *Voyage minéralogique dans les montagnes basaltiques de la Hesse*, lettre 1.e).

§ 762. Dans la contrée volcanisée située entre Bracciano et la Tolfa, près de Rome, il y a une roche dont M.r Brocchi dans son *Catalogue raisonné d'une collection de roches*, pag. 121, a donné la description suivante : « Lave petro-siliceuse, d'un » gris brun, à fracture écailleuse, transparente » aux bords de ses fragmens les plus minces, » parsemée de feld-spaths décomposés, et la plu- » part réduits en terre légèrement verdâtre, de » *grains de quartz* et de mica noir. On la trouve » en grandes masses séparées ; elle ressemble à » un porphyre petro-siliceux. » A la vérité l'auteur aussi judicieux qu'expérimenté ajoute : « Est- » ce réellement une lave ? » Mais cette question paroît lui avoir été suggérée plutôt par un esprit de réserve que par un doute positif, puisqu'immédiatement après ces paroles, il dit : « C'est » ici une singularité remarquable que la pré- » sence du quartz qui se trouve très-rarement » dans les laves. » Le même auteur dans le même ouvrage, pag. 159, fait mention de morceaux de quartz trouvés renfermés dans la lave nécrolite,

à grands feld-spaths, tombée en décomposition. Ce quartz formait un petit filon; il semblait couvert à sa superficie d'un voile vitreux.

§ 763. Je terminerai cette série de faits par quelques observations sur l'île de Zanone adjacente à l'Italie, qu'on peut considérer comme une continuation de l'île Ponce, et dont les laves sont remarquables par la quantité de terre siliceuse qu'elles contiennent. Dolomieu observe que la majeure partie de ces laves sont d'une extrême dureté et donnent de vives étincelles au briquet; qu'elles ont le grain et l'apparence de quelques grès quartzeux, que leurs fentes sont tapissées d'une écorce de quartz, et que quelques-unes de leurs masses ont des pores ronds. Cet auteur pense que ces cristallisations quartzeuses furent produites par des infiltrations aqueuses après la consolidation des laves; et il regarde ces laves comme ayant été décomposées et ensuite recomposées de nouveau, en sorte que la terre siliceuse resta séparée des autres terres. Dans une course que je fis, il y a déjà quelques années, à cette île, je recueillis plusieurs échantillons de ces laves dans la pâte desquelles on voyait une substance quartzeuse limpide et cristalline; les parois internes de quelques cavités étaient couvertes de petits cristaux réguliers de quartz. Je déposai cette série d'échantillons dans le Cabinet minéralogique du Corps royal d'artillerie à Naples. L'opinion de

Dolomieu ne me semble pas probable, et la manière dont il explique l'origine de cette substance siliceuse si abondante dans les laves de l'île de Zanone, est trop compliquée. Je suis plutôt porté à croire que par quelque combinaison particulière (vraisemblablement dépendante de la nature de la roche qui préexistait dans ce site) les laves de cet antique volcan surabondaient en terres siliceuses qui s'unirent dans le refroidissement, et formèrent tantôt des masses irrégulières, et tantôt des cristallisations régulières, selon les circonstances du lieu et de l'espace.

Concluons de tout ce qui vient d'être dit, que si la roche du Finkuenhiebel contient plusieurs substances siliceuses, comme la calcédoine, l'améthyste, etc., on ne saurait en tirer un argument convaincant pour démontrer que cette roche n'a pu être produite par le feu.

CHAPITRE CXXI.

De la masegna et du graunstein.

§ 764. Ces deux roches jusqu'à présent paroissent appartenir exclusivement à l'Italie. Dans le Padouan, on a donné le nom de *masegna* à une roche qu'on rencontre fréquemment sur les monts Euganéens. Le savant géologue M.r Da-Rio a traité fort au long de cette substance pierreuse dans les Mémoires de mathématique et de phyisique de la Société italienne des sciences. Il la décrit une roche de couleur ordinairement grise, quelquefois rougeâtre pâle, de texture granulaire écailleuse, remplie de feld-spaths communément disséminés, et de mica le plus souvent noir, mais parfois jaune. Elle contient pour l'ordinaire des cristaux d'amphibole, rompt difficilement, et se brise en fragmens irréguliers, médiocrement tranchans. Lorsqu'elle n'est point dans un état de décomposition, sa dureté est telle que frappée par le briquet, elle donne quelques étincelles, surtout lorsque le coup porte sur les cristaux de feld-spath qu'elle renferme. Elle ne fait point effervescence avec les acides, et exhale à l'haleine une odeur argileuse. Lorsqu'on l'approche de l'aiguille aimantée,

elle la fait légèrement dévier de sa direction. Le feld-spath et le mica ou l'amphibole sont essentiels à la composition de cette roche. Telle est la description qu'en donne M.r Da-Rio qui la considère comme un porphyre primitif (composé de feld-spath, de mica et d'amphibole unis par un ciment qu'il appelle *indéfini*), parce qu'on la trouve toujours privée d'empreintes de corps organiques. Certainement on ne voit point de ces empreintes dans les roches primitives; mais souvent aussi les roches secondaires en sont exemptes. Dans quelques parties de l'Apennin, on voyage des semaines entières sans trouver la moindre trace de ces impressions: et si la *masegna* a été une lave, est-il surprenant qu'elle soit privée de substances organiques? Le second argument du même auteur ne me semble pas plus concluant: ayant calculé la masse de quelques collines de *masegna* du Padouan, il trouva qu'il était difficile de concevoir un foyer volcanique capable de fondre plusieurs millions de toises cubiques de substances pierreuses. Ce phénomène au contraire paroîtra très-commun à quiconque aura observé et mesuré les grands courans de laves des volcans encore actifs. On peut voir ce qui a été dit à cet égard dans les §.es 274 et 669.

§ 765. Mais examinons la principale difficulté qu'on propose contre l'origine ignée de la

masegna. Cette difficulté consiste en ce que, selon l'auteur précité, cette roche est toujours placée au-dessous des autres roches de la contrée. Lorsque nous voyons une roche qui gît au-dessous d'autres roches, nous en devons certainement déduire qu'elle est d'une formation plus ancienne; mais il ne s'ensuit pas de là qu'elle soit d'une formation primitive. Si la *masegna* alternait avec le porphyre, avec le gneiss, avec le schiste micacé, etc., c'est-à-dire, avec les roches incontestablement primitives au moins suivant l'état actuel des connoissances géologiques, on pourrait la considérer comme une roche primitive: mais si la *masegna* est couverte par des substances pierreuses de formations récentes, elle sera plus ancienne que ces substances, et pourra cependant ne pas être primitive. Ensuite il me paroît que l'assertion que la *masegna* est placée au-dessous de toutes les autres substances pierreuses des monts Euganéens, ne se vérifie pas toujours. M.r le Comte Marzari qui a observé en bon géologue et pendant long-temps, ces monts Euganéens, m'a assuré que dans la commune de Castelnuovo, au lieu dit le moulin de *Schivanoja*, on voit la *masegna* superposée à cette marne schisteuse, endurcie, qui renferme quelquefois des pétrifications, et dont on se sert pour faire de la chaux à défaut d'autre matière plus propre. Ce lieu parut si intéressant à M.r le

Comte Marzari, qu'il en fit tirer le plan; il a bien voulu me communiquer ce plan que j'ai fait graver (Voy. planche XXXIX). On y voit que la *masegna* superposée à des couches presque horizontales de marne, forme une grande couche divisée par beaucoup de lignes verticales qui réveillent l'idée de basaltes colonnaires prismatiques, mais très-irréguliers. Le même naturaliste a observé que dans la carrière de *Monte Canale*, commune de *Battaglia*, la *masegna* en forme de filon vertical traverse la même marne disposée en couches horizontales, et que sur le chemin qui conduit de *Castelnuovo* à *Zoon*, on trouve un autre filon de la même roche, d'environ six pieds de grosseur, encaissé dans la même marne. Quoique celle-ci soit endurcie, la dureté et la compacité de la *masegna* sont encore plus considérables, en sorte que la superficie du filon reste élevée au-dessus de celle de la marne qui est plus corrodée et plus décomposée.

§ 766. La première fois que M.r Salmon, savant médecin et naturaliste, visita les monts Euganéens, il ne put pas se persuader que ces monts fussent d'origine volcanique, et il publia ses doutes dans la *Topographie médicale de Padoue*: mais ensuite ayant parcouru la Toscane, le territoire de Rome et les environs de Naples, il commença à être incertain sur ses premières idées, qu'il abandonna totalement lorsqu'il eut

observé la roche qu'on trouve sur la route de Naples à Pouzzole (Voy. *Journal de physique*, tom. 53, pag. 326). Dans cette roche dure et compacte, on remarque des feld-spaths brillans, cristallins et très-bien conservés, renfermés dans une pâte qui a le grain cristallin et saccaroïde, et est de couleur tantôt d'un gris clair, tantôt d'un gris obscur tirant sur le bleu. Je défie les lithologues les plus exercés, dit Salmon, de distinguer les morceaux de cette même roche, de plusieurs variétés de la *masegna* des monts Euganéens. Personne ne doutera de l'origine volcanique de la roche porphyritique de Pouzzole, puisqu'on peut encore reconnoître le lieu où la lave sortit du cratère de la Solfatara, et sa direction vers la mer. Je puis assurer que j'ai moi-même examiné plusieurs fois la superficie inférieure de ce grand courant, et que j'ai reconnu qu'il repose sur un amas de scories volcaniques parmi lesquelles j'ai trouvé quelquefois du fer spéculaire. Enfin je prie M.r Da-Rio d'avoir la complaisance de lire ce que M.r Brocchi dont certainement il ne récusera pas le témoignage, a écrit sur la roche dont il s'agit ici, dans le *Catalogue raisonné d'une collection de roches*, pag. 257, 309 et 314. Il paroît qu'on peut déduire de ces observations, que la *masegna* n'appartient point aux roches primitives, et que le nouvel argument qu'on voudrait en

tirer contre la volcanéité des monts Euganéens, est bien loin d'avoir la force que quelques géologues lui attribuent. Si dans quelques sites, la *masegna* est recouverte par des substances calcaires et marneuses de formation récente, cette circonstance confirme, ce me semble, l'opinion de Fortis et d'autres naturalistes qui ont reconnu l'origine volcanique-marine de ces monts.

§ 767. M.r Ébel en parlant des monts Berici et Euganéens, déclare qu'ils appartiennent aux roches très-remarquables de trapp stratifié qui dans beaucoup de pays de l'Europe tantôt composent la sommité de plusieurs montagnes, et tantôt se montrent fréquemment sous la forme de collines isolées. Vers la fin du siècle passé, dit-il, ces collines étaient regardées comme des volcans éteints..... C'est aux naturalistes allemands et particulièrement au grand minéralogiste Werner, qu'est due exclusivement la gloire d'avoir démontré l'origine neptunienne des trapps stratifiés, et d'avoir répandu la lumière sur un sujet qui donnait lieu à des avis si partagés. Mais M.r Ébel se trompe s'il croit que la question est décidée: la gloire dont il parle, est très-contestée en France, en Italie, en Angleterre et même dans beaucoup de parties de l'Allemagne; et moi-même plein d'estime pour M.r Werner que je regarde comme un des premiers minéralogistes de notre âge, je préfère être du sentiment de

ces naturalistes du siècle passé, qui ont écrit sur des contrées qu'ils ont visitées et examinées, après avoir étudié les volcans actifs, que d'embrasser l'opinion de ceux qui veulent décider de la constitution lithologique des pays qu'ils n'ont point observés. Fortis n'était pas un assez grand minéralogiste pour pouvoir être comparé à Werner; mais c'était un homme rempli de connoissances très-étendues, et qui avait beaucoup plus voyagé que le minéralogiste allemand. Après avoir visité l'Etna, les volcans des îles Éoliennes, plusieurs fois le Vésuve et les Champs-Phlégréens, la Suisse, la France et une grande partie de l'Allemagne, il a demeuré plusieurs années au centre des collines du Vicentin et du Padouan. Si les naturalistes ultramontains veulent bien lire ses *Mémoires* de *géologie* imprimés non depuis près d'un siècle, mais à Paris en 1802, époque où la doctrine wernérienne était connue et propagée, ils verront que la question est non-seulement encore indécise, mais que toutes les probabilités qui peuvent résulter des argumens physiques, concourent à faire croire que les monts Berici et Euganéens sont l'ouvrage des volcans allumés dans le sein de la mer, et que c'est de ces bouches ignivomes, que sont dégorgés les courans de laves auxquels on veut donner le nom de trapps. Qu'ils se déterminent donc à mettre de côté toute prévention

systématique, à examiner les contrées évidemment volcanisées, et à observer leurs produits les plus intéressans sur les lieux mêmes ; alors on pourra espérer qu'ils rendront leur nomenclature beaucoup plus simple, l'étude de la géologie beaucoup plus facile ; et qu'ils se convaincront qu'un grand nombre de roches qui existent à la superficie du globe, sont de véritables produits des volcans. Mais pour parvenir à cette conviction, il faut que les naturalistes voyageurs qui visitent les volcans encore actifs, au lieu de s'occuper à examiner et à recueillir des échantillons qui présentent évidemment les effets de la fusion, se déterminent à observer avec l'attention la plus réfléchie, et à recueillir ou du moins à décrire ces échantillons qui pris dans l'intérieur des courans de laves, à raison desquelles on ne peut élever aucun doute, n'offrent aucun caractère de fusion.

§ 768. Il nous reste à dire quelque chose du graunstein (pierre grise) qui doit particulièrement intéresser les Italiens, puisqu'on le dit propre de leur pays. Brochant, tom. 2, pag. 608, en donne la description suivante : « Le graunstein est une » roche composée de très-petits grains de feld- » spath et de hornblende, en quelque sorte fon- » dus les uns dans les autres, en sorte qu'il en » résulte une masse presque homogène et d'un » gris cendré : elle contient de l'olivine, de

» l'augite, et se trouve en Italie. » Le savant Reuss ajoute que quelquefois elle renferme des leucites (amphigènes) et des écailles noires de mica ; et il détermine encore avec plus de précision, les lieux de l'Italie où l'on la trouve le plus ordinairement : ce sont la cime du Vésuve, *Portici* et le promontoire de Misène. Je connois très-bien ces lieux que j'ai parcourus plusieurs fois pendant mon séjour à Naples. La cime du Vésuve qui change à chaque grande éruption, ne présente, comme cela est naturel, qu'un sable volcanique, des pierres ponces, des scories et des masses détachées des laves. Portici est bâti sur un grand courant de lave dont on connoît l'époque ; c'est celle de 1037 ; et le promontoire de Misène qui termine si bien le tableau pittoresque du délicieux golfe de Baies, est un cône volcanique dont on reconnoît encore le cratère : quant à la masse de la montagne, elle est d'un tuf jaunâtre, sablonneux, qui renferme des pierres ponces, des scories et des morceaux de lave. Si M.r Reuss avait eu occasion de visiter les lieux dans lesquels il prétend qu'exite cette roche trappéenne secondaire formée par des précipitations entièrement chimiques et cristallines, je suis certain qu'il aurait changé de sentiment. Si l'on veut donner le nom de *pierre grise* aux roches volcaniques qui ont les caractères décrits par MM.s Brochant et Reuss, je dirai que c'est un nom mal

choisi et tout aussi mal appliqué : cependant je l'adopterai pour me conformer à l'usage ; il suffit qu'on s'entende sur la valeur des mots. Mais si par graunstein, on veut indiquer une roche formée par une précipitation chimique, je soutiendrai que c'est une idée fausse qui est en contradiction avec l'origine certaine et indubitable de la substance qu'on a coutume d'appeler ainsi.

CHAPITRE CXXII ET DERNIER.

Réflexions sur la dégradation des cratères des volcans éteints.

§ 769. L'argument sur lequel d'ordinaire on insiste le plus pour prouver que les roches indiquées par les noms de *basalte*, de *trapp*, de *mandelstein*, etc., ne sont point d'origine volcanique, est pris du défaut de cratères dans les endroits où l'on trouve ces substances pierreuses qui le plus souvent forment des pics isolés. Cet argument donne lieu à plusieurs considérations. Nous dirons d'abord que souvent on ne voit pas les cratères, parce que les yeux ne sont pas assez exercés à ce genre d'observation, pour pouvoir les découvrir. La plage du Rhin entre Bonn et Coblentz est couverte de basaltes prismatiques. De savans naturalistes et particulièrement M.r Faujas ont reconnu l'origine volcanique de ces basaltes; malgré cela, plusieurs autres sont d'un sentiment contraire, et ils se fondent sur ce qu'on n'aperçoit pas les cratères d'où ces laves auraient dû sortir. Cependant Hamilton qui connoissait la physionomie des montagnes volcaniques, et était accoutumé à voir les véritables cratères des Champs-Phlégréens, des environs de l'Etna et

des îles adjacentes à la Sicile, lorsqu'il fut visiter la plage du Rhin dont nous venons de parler, y reconnut sept cratères, et voici ce qu'il écrivait sur ce sujet au Chevalier Pringle : « Aux » approches de Bonn, je fus frappé de l'appa- » reil extérieur de sept volcans, distans de deux » lieues de l'autre côté du Rhin . . . . . Les trois » montagnes volcaniques connues sous les noms » de Walckenberg, Tuckenfels et Stromberg, » sont du nombre de ces volcans . . . . . Les cra- » tères que j'ai examinés sont encore très-recon- » noissables, quoique très-dégradés : ils sont pres- » que comblés par l'injure des temps et par les » décombres des carrières de lave qu'on exploite » supérieurement » (Voy. *Œuvres complètes d'Hamilton*, pag. 458).

§ 770. Mais supposons qu'une contrée ne présente aucune configuration montueuse qui puisse réveiller l'idée d'un cratère, ce ne sera pas une raison pour décider que dans cette contrée il n'a jamais existé de cratère. Il arrive souvent que le cratère d'un volcan se ferme, en sorte que lorsqu'on parvient à sa cime, au lieu d'y trouver l'entonnoir ou cône renversé, on y rencontre une plaine plus ou moins étendue, selon la grandeur du diamètre supérieur du cratère. Ce phénomène a été observé plusieurs fois et dans l'Etna et dans le Vésuve. Hamilton dans une des fréquentes visites qu'il fit au dernier de ces deux

volcans (Voy. *Lettre 2.e sur les volcans d'Italie*), trouva que le fond du cratère s'étant soulevé en manière de croûte, formait une plaine. Dans l'éruption de 1794, la hauteur du Vésuve s'abaissa de plus de 400 pieds, de sorte qu'on voyait le cône tronqué par un plan beaucoup plus rapproché de la base. Les éruptions postérieures purent s'élever au-dessus du sommet de ce cratère abaissé, et dégorger par ses bords, sans être contraintes de rompre les flancs de la montagne. M.r Menard de la Groye qui se trouvait à Naples en 1812 et 1813, suivit avec une attention particulière les phases de ce volcan, et observa que le fond du cratère s'était tellement haussé, qu'il était possible qu'il se remplît entièrement, à moins qu'une grande et violente explosion ne vînt à rejeter au dehors cette immense quantité de matière qui s'y était amassée. Imaginons pour un instant que cette explosion n'ait point eu lieu, et que dans cet état de choses, le volcan vienne à s'éteindre : on aura une montagne qui présentera un cône tronqué dont la cime formera une plaine où l'on n'apercevra aucun signe de cratère. C'est ce qui a fait dire à l'auteur précité, qu'on a tort de refuser à une montagne la qualification de volcanique par la raison qu'on n'y voit point de cratère (Voy. ses Observations sur l'état et les phénomènes du Vésuve, dans le *Journal de physique*, tom. 80, pag. 375).

§ 771. Il arrive aussi quelquefois qu'avant de s'éteindre entièrement, les volcans passent à l'état de solfatara, et restent dans cet état pendant plusieurs siècles. Alors les vapeurs acido-sulfureuses attaquent les matières terreuses qui forment les parois du cratère, et les substances ainsi décomposées sont facilement emportées par les eaux. Tous les naturalistes savent que la solfatara de Pouzzole est un volcan demi-éteint; mais si quelqu'un d'eux voulait élever des doutes sur les anciennes déflagrations de ce volcan, malgré la nature des substances dont le sol se compose et la forme du cratère qui subsiste encore en partie, il lui suffirait pour reconnoître son erreur, de lire ce que les anciens ont écrit sur le même volcan. Strabon l'appelle *Forum vulcani*, et Cornélius Nepos son contemporain dit:

Neapolim inter
Et Cumas locus est, multis jam frigidus annis,
Quamvis æternum pinguescat ab ubere sulphur.

Enfin Pétronius Arbiter décrivant son état primitf, s'exprime ainsi:

Est locus exciso penitus demersus hiatu
Parthenopen inter, magnaque Dicarchidos arva
Cocyta perfusus aquâ; nam spiritus extrà
Qui ferit effusus, funesto spargitur æstu:
Non hæc autumno tellus viret, aut alit herbas
Cespite lætus ager, non verno persona cantu
Mollia discordi strepitu virgulta loquuntur;

Sed chaos et nigro squallentia pumice saxa
Gaudent ferali circum tumulata cupressu.

Aujourd'hui la sommité la plus élevée du cratère de ce volcan est le mont *Olibano* ou la *Croix des Capucins*. Cette sommité se compose d'une roche taillée à pic du côté intérieur correspondant au cône renversé, et qui s'incline du côté extérieur selon la pente de la montagne. Cependant si cette partie du cratère est à présent la plus élevée, il y a lieu de conjecturer que c'était anciennement la plus basse, puisque ce fut par elle que la lave se répandit au dehors. Les parties qui étaient jadis les plus exhaussées, attaquées par les vapeurs et par le gaz hydrogène sulfuré, se sont décomposées, et ont été emportées par les eaux. Les unes sont descendues vers le fond de la montagne; les autres se sont rassemblées dans l'interieur du cratère, et ont formé une belle et grande plaine qui par la même raison s'élève journellement. En effet, les parois du cratère actuel qui spécialement du côté du nord-est sont très-étroites, se trouvent dans un tel état de décomposition et de dégradation progressive, qu'on peut certainement prédire que dans l'espace de quelques siècles ce cratère sera détruit en grande partie. Le pic basaltique restera néanmoins en pied, et alors on aura beaucoup de peine à concevoir comment une roche isolée et élevée perpendiculairement, a pu sortir

fluide du cratère d'un volcan dont il ne subsistera aucune trace.

§ 772. Le cratère d'un volcan éteint ne pourra manquer de se détruire s'il reste long-temps exposé à la fureur des ondes de la mer. Dans le port de l'île de Nisida, on reconnoît encore la forme d'un cratère, parce que la mer n'a pu attaquer ce cratère que du côté du midi, le côté opposé de cette petite île se trouvant assez rapproché de la terre ferme pour être à l'abri des vagues. Mais si cette même île était située non à quelques pas de la pointe du Pausilippe, mais en pleine mer, nul doute que les autres parties du cratère ne fussent déjà détruites. Plusieurs anciens volcans se sont élevés du fond de la mer lorsqu'elle couvrait encore beaucoup de parties du continent qui sont maintenant à sec: doit-on donc s'étonner que les cratères de ces volcans aient été postérieurement détruits par l'action des flots, ou qu'ils se soient écroulés lorsque les eaux se sont retirées avec violence de ces contrées? Dolomieu a décrit les produits volcaniques des îles Ponce, Ventottene et Zanone placées dans la Méditerranée à peu de distance de la plage de Terracine: où sont les bouches enflammées qui ont vomi les substances pierreuses qui forment ces îles? On ne les retrouve plus; les flots de la mer les ont détruites, et leurs débris sont retombés dans les abîmes

d'où ils étaient sortis. Le géologue qui visitera l'île Ponce, n'y verra qu'un amas de ruines.

§ 773. La destruction d'un cratère pourra encore être l'ouvrage de la main de l'homme, si par quelque combinaison de circonstances, une puissante et nombreuse population s'établît dans cette contrée. Il me paroît très-vraisemblable, et je me flatte d'avoir prouvé par toutes les raisons qui peuvent rendre une opinion plausible, que les sept collines de Rome sont les fragmens d'un cratère détruit non-seulement par les injures du temps, mais encore par les changemens qu'y a produits le séjour du peuple le plus nombreux, le plus puissant et le plus riche qui ait jamais existé. Les ouvrages des anciens nous fournissent plusieurs indices de l'embrasement de ce sol. On pourrait demander pourquoi Romulus dédia un temple au Dieu Vulcain, et le fit placer de manière qu'il dominât sur le Forum, *parum supra forum eminens* (1)? Dénis d'Halicarnasse décrit le site où l'on établit le forum, et dit que

(1) M.r Visconti, célèbre antiquaire, dans l'*Iconographie romaine*, chap. I, § 1, observe sur l'autorité de Pline, que Vulcain, Dieu des feux souterrains, était honoré du temps de Romulus comme une divinité tutélaire de la nouvelle ville. Dans la famille de Jupiter, Vulcain avait le même rang que Neptune: mais comme Rome n'était pas une ville maritime, les Romains avaient peu à craindre ou à espérer de Neptune, et probablement ils conservaient encore quelque tradition des anciens embrasemens du sol où ils avaient fixé leur demeure.

ce site était un vallon dans la concavité duquel se rassemblaient les eaux qui descendaient des montagnes voisines, ce qui rappelle à l'esprit la forme d'un entonnoir. L'ancienne tradition des Arcadiens relative à l'état primitif du Capitole semble une allégorie dans laquelle, sous le voile de la fable, on expose la constitution physique de ce lieu. Voici comme Virgile qui nous a transmis cette tradition, s'exprime au liv. 8 de l'Énéide :

Hinc ad tarpeïam sedem et Capitolia ducit,
Aurea nunc, olim silvestribus horrida dumis.
Jam tum relligio pavidos terrebat agrestes
Dira loci; jam tum silvam saxumque tremebant.
Hoc nemus, hunc, inquit, frondoso vertice collem,
Quis Deus, incertum est, habitat Deus: arcades ipsum
Credunt se vidisse Jovem, quum sæpe nigrantem
Ægida concuteret dextrâ, nimbosque cieret.

Pourquoi le culte sacré de ce lieu inspirait-il tant de terreur aux hommes ? Pourquoi donner à l'égide de Jupiter l'épithète de *nigrantem*? Les premiers foudres de Jupiter furent lancés contre les Titans ; leur champ de bataille fut la contrée appelée les Champs-Phlégréens ; et l'on connoît très-bien le sens de cette allégorie. La fable de Cacus habitant de l'Aventin, colline dans laquelle on peut encore reconnoître quelques restes d'un cratère, est beaucoup mieux caractérisée; et l'on ne peut pas lire les vers de Virgile sans être frappé

du tableau des phénomènes volcaniques que ce poète décrit avec les couleurs les plus vives:

Huic monstro Vulcanus erat pater : illius atros
Ore vomens ignes , magna se mole ferebat.
. . . . . .
Faucibus ingentem fumum , mirabile dictu ,
Evomit , involvitque domum caligine cæcâ ,
Prospectum eripiens oculis , glomeratque sub antro
Fumiferam noctem , commixtis igne tenebris.
Non tulit Alcides animis ; seque ipse per ignem
Præcipiti injecit saltu , quâ plurimus undam
Fumus agit , nebulaque ingens specus æstuat atrâ.
Hic Cacum in tenebris incendia vana vomentem
Corripit . . . . . .

Un naturaliste qui voudrait faire usage du langage poétique pour décrire le cratère intérieur d'un volcan , ne pourrait pas s'écarter des expressions avec lesquelles Virgile nous représente l'antre de Cacus sur le même mont Aventin :

At specus et Caci detecta apparuit ingens
Regia , et umbrosæ penitus patuere cavernæ :
Non secus ac si qua penitus vi terra dehiscens
Infernas reseret sedes , et regna recludat
Pallida , Dis invisa , superque immane barathrum
Cernatur , trepident immisso lumine manes.

§ 774. Je sais bien que sur ce point je me trouve en opposition avec beaucoup de personnes très-instruites , et notamment avec le célèbre De Buch ; mais je crois avoir suffisamment

répondu à leurs objections dans le *Mémoire sur la constitution physique de Rome*, imprimé à suite des *Voyages physiques et lithologiques dans la Campanie*. Du reste, je préviens ceux qui pensent autrement que moi, soit géologues, soit érudits et même astronomes, puisque quelques-uns d'entr'eux ont pris part dans cette question, je les préviens, dis-je, que je n'attache aucune importance à mon opinion. Mon hypothèse correspond, 1.° aux traditions que les anciens nous ont conservées. Virgile suivant les traces d'Homère, n'a jamais laissé échapper l'occasion d'indiquer les phénomènes naturels des lieux dont il parle, et ses expressions ainsi que ses allégories relativement aux monts Capitolin et Aventin, me semblent très-claires; 2.° à la nature des substances qui composent les collines de Rome, lesquelles à l'exception du mont Pincius et du Janicule, ne présentent que des agrégats volcaniques; 3.° à la disposition générale de ces collines qui sont tellement rapprochées qu'on ne peut admettre entr'elles de séparation physique, et qu'elles forment, pour ainsi dire, un groupe circulaire, en sorte que si l'on veut en faire le tour, en commençant par le mont Palatin, et de là passant successivement par le Capitolin, le Quirinal, l'Esquilin, le Viminal et le Cœlius, on se retrouve au Palatin. Cette chaîne de collines renfermait la plaine du *forum* ou ce vallon concave

dont parle Dénis d'Halicarnasse. A la vérité on ne reconnoît aucun courant de lave (1) qui soit sorti de ce cratère, mais combien d'anciennes bouches ignivomes n'avons nous pas dans les Champs-Phlégréens dont on en pourrait dire autant? Je ne nommerai que le mont Gauro qui est sans doute un des plus grands volcans éteints de cette contrée. Si une population comme celle de Paris ou de Londres s'établissait dans ce lieu, serait-il possible après quelques siècles, de reconnoître le cratère qui est maintenant si bien déterminé? Si l'on ne veut pas que les matières volcaniques dont se compose le sol de Rome, soient sorties d'une bouche ignivome qui s'ouvrit jadis dans le même lieu, il faudra chercher le site d'où elles peuvent procéder. Les volcans les plus voisins sont ceux du Latium, mais M.r Gmelin (Voy. son *Mémoire sur l'haüyne*, imprimé à Heidelberge en 1814) observe que dans les monts du Latium, on ne trouve point les pierres ponces qui sont si fréquentes dans les tufs de Rome, et cette observation a été confirmée par M.r Brocchi. De là M.r Gmelin tire la conséquence que les substances volcaniques du sol de Rome ont été vomies dans les lieux mêmes où elles se trouvent, par quelque cratère qui a été ou

(1) Les observations de M.r Brocchi ont prouvé que le fameux courant dit *Capo di Bove*, est sorti de la base des monts d'Albano.

détruit par les injures du temps, ou couvert par des dépositions postérieures des eaux. Comme les volcans de cette partie de l'Italie ainsi que ceux de plusieurs autres parties du globe ont été dans l'origine des volcans sous-marins, il est possible que les matières dont il s'agit aient été transportées par les eaux de la mer, de quelqu'autre volcan plus éloigné que ceux du Latium; mais il est aussi possible qu'elles soient sorties d'un cratère qui existait dans les mêmes lieux. Je laisse au lecteur impartial le soin de calculer les degrés de probabilité de ces deux opinions. Laquelle des deux qu'on adopte, il sera toujours vrai que plusieurs circonstances peuvent concourir à la destruction des cratères, et qu'il est très-probable qu'un pareil phénomène a eu lieu plusieurs fois dans diverses parties de la terre. Avant d'abandonner ce sujet, je crois qu'il ne sera pas inutile de dire quelque chose du fameux Puy-de-Dôme, montagne si célèbre dans les fastes de la physique (1), de la botanique et de la géologie.

§ 775. Lorsque je fus visiter le Puy-de-Dôme, j'y montai du côté de Clermont. Arrivé au

(1) Les physiciens savent que Pascal fit répéter sur cette montagne, par son beau-frère Perier, habitant alors à Clermont, l'expérience barométrique de Torricelli, et que l'on compara pour la première fois en France, la hauteur du mercure dans le baromètre, à la base et sur le sommet d'une montagne.

premier étage dit la *Barraque*, je fus très-surpris de voir cette énorme masse se déployer sous mes yeux depuis sa cime jusqu'à sa base. En l'observant de ce côté qui est le plus favorable à son apparente régularité, je crus voir un cône majestueux entièrement isolé. Mais étant monté à son sommet, et l'ayant parcouru en plusieurs sens, je reconnus qu'il jette deux arêtes, l'une au sud-ouest, et l'autre au nord-est. Par la première, il s'attache à une chaîne de petites montagnes appelées de la *Moregno*, et c'est sur cette arête qu'on passe lorsqu'on veut gagner la cime de la montagne du côté méridional. Par l'autre arête qui regarde le nord-est, le Puy-de-Dôme va joindre une autre chaîne de collines appelée de *Manson*, presque parallèle à la précédente. A la base de ces montagnes, il y a une plaine de forme elliptique, où est située la paroisse de la *Champe*, en sorte que cette plaine est fermée au nord par le Puy-de-Dôme, à l'ouest par les montagnes de la *Moregno*, à l'est par celles de *Manson*, et au sud par quelques collines assez basses. Il me paroît donc que la masse du Puy-de-Dôme est la partie la plus élevée et la mieux conservée de ce grand volcan qui peut-être fut un des premiers à s'embraser dans cette partie de la France, et a précédé l'existence de tous les autres qui l'entourent, et qui ont brûlé successivement après lui, à des époques différentes,

comme dans les Champs-Phlégréens de l'Italie, les volcans de Gauro, des Astruni, d'Averne ont précédé ceux du Vésuve, de la Solfatara, de Monte Nuovo, etc. La décomposition qui a agi sur la masse du Puy-de-Dôme par une action lente, mais continue, a aussi contribué à lui donner la forme d'un cône. La roche dont il se compose, et à laquelle de nouveaux nomenclateurs ont donné le nom de *domite*, est, selon ses divers degrés de décomposition, quelquefois grise, d'autres fois blanchâtre, d'un grain fin, tantôt cristallisé, tantôt terreux; elle renferme dans sa pâte beaucoup de fragmens de feld-spath, quelques lames de mica souvent cristallisé régulièrement, présente dans quelques-unes de ses fentes des lames informes de fer spéculaire, et a beaucoup d'analogie avec quelques laves décomposées du mont *Epomeo* (1) dans l'île d'Ischia. Probablement ces deux montagnes ont été longtemps exposées aux émanations d'hydrogène sulfuré qui en ont modifié les roches, comme cela arrive journellement à la solfatara de Pouzzole.

(1) Brocchi dans le *Catalogue raisonné d'une collection de roches*, décrit ainsi celle qui forme la cime de l'Epomeo : « Lave de » couleur grise verdâtre, friable, de fracture terreuse, avec des » feld-spaths déformés, de petites écailles de mica et des grains » de pyroxène. Elle a l'apparence plutôt d'un tuf que d'une lave, » bien qu'il soit beaucoup plus probable qu'elle est une lave » décomposée. »

M.r Daubuisson a observé que la roche du Puy-de-Dôme se décompose facilement, et je conçois ce cône formé d'une manière fort analogue à la configuration que prend insensiblement le mont Olibano ou la montagne de la *Croix des Capucins*, près du Pouzzole (Voy. § 771).

§ 776. Grand-D'Aussi dans son voyage en Auvergne, avait assuré que le Puy-de-Dôme n'est point une montagne isolée, ainsi que beaucoup le croyaient, et il le regardait comme une roche altérée, mais non fondue par le feu, et située au centre d'une chaîne de montagnes volcaniques qui sont dirigées du nord-ouest au sud-est, dans une longueur de quatre lieues, sur une largeur tantôt plus, tantôt moins considérable. Mont-Losier dans son *Essai sur la théorie des volcans de l'Auvergne*, ouvrage dans lequel il relève plusieurs erreurs de Grand-D'Aussi, parle d'une manière très-obscure du Puy-de-Dôme. Il distingue quatre degrés de volcanisation. Le premier, dans lequel les matières ont été rejetées en grandes masses sans avoir éprouvé un coup de feu bien sensible et violent; le second, lorsque les matières ont été également vomies en grosses masses, et qu'en elles la volcanisation commence à prendre des linéamens plus vifs et plus sensibles; le troisième, quand la volcanisation parvenant à une parfaite trituration des matières, les élève ensuite par une force expansive qui lui

est propre, et les rejette loin de son centre d'activité, de manière qu'elles se répandent aux environs, ou les laisse retomber sur le même centre par l'action graduée d'une force d'abord fort vive, mais qui va diminuant peu à peu; le quatrième degré est enfin celui dans lequel soit par une violence plus considérable du feu, soit par une plus grande fusibilité des matières qui en éprouvent l'action, ces matières dans leur état de fusion percent les flancs de la montagne pour se répandre au dehors, comme dans le Puy-de-Dôme; de sorte que ce quatrième degré forme la modification et le passage les plus immédiats à l'état de parfaite volcanisation.

§ 777. Je ne veux pas discuter la classification proposée par M.r Mont-Losier, et contre laquelle on pourrait élever beaucoup de difficultés : j'observerai seulement qu'il regarde la roche du Puy-de-Dôme comme une substance qui ayant été fondue, a rompu les flancs même de la montagne pour se répandre au dehors; mais que bientôt après il ajoute que la seule différence qu'il y a entre le Puy-de-Dôme et beaucoup d'autres montagnes volcaniques, consiste en ce que celles-ci ont souvent produit d'immenses courans de laves, tandis que le Puy-de-Dôme n'en a fourni aucun. Si partant du moment où la matière de cette lave commençait à être travaillée dans les cavités de la montagne, on suppose qu'elle

était parvenue à un certain degré de trituration, et comme de dissolution, sans avoir pu être frappée d'un feu assez fort pour passer à l'état de fusion et de lave, et que malgré cela, la force expansive du volcan ait été assez efficace pour la soulever toute entière dans cet état de pulvérisation ; on voit comment le Puy-de-Dôme porte seulement sur son sommet les matières énormes dont les autres volcans se sont débarrassés sous la forme de laves. Cependant ces idées me semblent aussi vagues qu'obscures, je dirai même contradictoires : car qu'est-ce qu'une substance que l'on dit tantôt fondue, tantôt simplement triturée et pulvérisée sans qu'elle ait pu parvenir à l'état de fusion ?

§ 778. Dolomieu dans le rapport fait à l'Institut national de ses voyages pendant les années V et VI, avait embrassé l'opinion de Mont-Losier sur la manière dont le Puy-de-Dôme a pu se former, montagne qu'il regardait comme un pic volcanique singulier par son isolement, par sa hauteur relativement à sa base, par sa forme ainsi que par les matières dont il se compose, et qu'il jugeait différente de toutes les autres montagnes volcaniques qu'il avait visitées. Il pensait donc que cette montagne était sortie de la terre par une espèce d'intumescence, et qu'elle avait été soulevée par les agens volcaniques. Elle devait être alors en un état de pâte assez

consistante pour se soutenir dans sa position à mesure qu'elle s'élevait, et le contact de l'air lui donnait bientôt le dernier degré de consolidation. Quoique les opérations des volcans soient grandes et singulières, j'avoue que mon imagination ne peut se familiariser avec l'idée d'une masse énorme comme celle d'une montagne, qui sort de la terre dans un état de pâte, s'élève à une grande hauteur sans se répandre de quelque côté, et reste dans sa position : ce serait une opération volcanique différente de toutes celles que nous connoissons.

§ 779. M.r De Buch ayant visités les volcans de l'Auvergne, écrivit une lettre à M.r le professeur Pictet, datée de Neuchâtel, 2 juillet 1802, dans laquelle il expose son opinion sur la roche du Puy-de-Dôme, qu'il regarde comme un granit changé et soulevé. Cependant en se demandant à lui-même, par quel agent ce changement a pu être produit, il répond que ce n'a pas été par la fusion. Il ne reconnoît dans cette roche aucune substance qui ait été fondue (contre l'opinion de Guettard); il ne croit pas que ce soit un granit chauffé dans l'endroit (contre le sentiment de Desmarest), parce que l'action de la chaleur ne se manifeste pas dans cette même roche; ce pic n'a pas été formé pas des éruptions, puisque les couches qui le composent

ne sont point interrompues (contre l'assertion de Mont-Losier). De tout cela, M.r De Buch conclut que la roche du Puy-de Dôme est un changement opéré par l'action d'une vapeur quelconque, aqueuse ou acide, qui a suffi en même temps pour en soulever la masse au moyen de sa force expansive. De quelques autres passages de la lettre de M.r De Buch, on peut inférer qu'il pensait que la roche du Puy-de-Dôme est un granit changé en porphyre. Mais parmi les forces de la nature que nous connoissons, je n'en vois aucune qui puisse produire ce changement du granit en porphyre, à moins que ce ne soit le feu que l'auteur exclut: il faudrait que le quartz et le mica se décomposassent, qu'ils fussent réduits en une pâte uniforme, et que le feld-spath restât seul entier, conservant sa couleur et sa dureté.

§ 780. Il me paroît en outre difficile de concevoir cette double action de la vapeur ou aqueuse ou acide, apte à modifier le granit en porphyre et à soulever une grande montagne en forme de vessie. Une force d'une si grande energie aurait-elle pu rester étouffée, et si elle eût été capable de soulever une montagne, n'aurait-elle pas dû la démembrer, et s'ouvrir un passage dont il existerait quelque trace ou forme de cratère? Je regarde aussi moi-même la roche du

Puy-de-Dôme comme une roche altérée, c'est-à-dire, comme une lave décomposée par les influences atmosphériques et par les émanations acido-sulfureuses qui pendant long-temps et même quelquefois pendant une longue suite de siècles continuent à sortir de quelques volcans après que leurs éruptions ont cessé, et décomposent les matières terreuses qu'ils ont vomies, comme nous avons dit ci-dessus qu'on l'observe au mont Epomeo, dans l'île d'Ischia et à la solfatara de Pouzzole. Parce qu'on ne trouve point sur le Puy-de-Dôme des substances évidemment fondues, comme verres, émaux, etc., il ne s'ensuit pas que la roche dont il se compose, n'ait pas été une lave en état de fusion, puisque M.r de Buch a reconnu lui-même dans la lave de 1794, tous les caractères du basalte, différens de ceux qu'on attribue à la fusion vitreuse. Que les feld-spaths très-fusibles se soient conservés presque entiers, c'est encore un phénomène commun dans les laves: celle qui, en 1302, dégorgea de la base du mont Epomeo, en est remplie. M.r de Buch qui a visité les Champs-Phlégréens, sait très-bien que cette contrée abonde en laves chargées de feld-spaths, quelquefois limpides et cristallins, et qui ne sont pas du tout altérés, de sorte que la présence de cette substance, bien que fusible, ne répugne point à la

fluidité ignée originaire de la roche dans laquelle on la trouve ; comme il me paroît que la présence de la pictite (titano-siliceo-calcaire d'Haüy) ne suffit pas pour démontrer que cette roche soit un granit primitif changé et soulevé. Si l'on rencontre la pictite dans les roches primitives, on peut en dire autant des feld-spaths et des micas qui existent également dans les laves ainsi que dans les granits, dans les gneiss et dans les porphyres. Au § 211, nous avons rapporté quelques observations de M.r Faujas qui a trouvé le titano-siliceo-calcaire dans des laves.

§ 781. Lorsqu'on peut rendre raison d'un phénomène par des moyens simples, et qui correspondent aux opérations de la nature, il me semble qu'on ne doit pas recourir à des hypothèses extraordinaires, qui, si elles ne sont pas absolument impossibles, sont certainement très-éloignées du cours des combinaisons ordinaires. En considérant le Puy-de-Dôme comme la partie élevée d'un cratère qui est restée sur pied, parce qu'elle est formée de laves qui depuis se sont altérées et en partie décomposées, tout merveilleux disparoît, et cette montagne rentre dans la classe des autres montagnes volcaniques qui nous présentent le même phénomène. Telle était, ce semble, l'idée qu'en avait conçue M.r Ramond, puisqu'en parlant du Puy-de-Dôme et des autres

montagnes de cette partie de l'Auvergne (Voy. *Journal des mines*, n.° 142), il remarque que pour expliquer leur origine, il ne nous manque peut-être que ce qui leur manque à elles-mêmes, c'est-à-dire, ce que les accidens postérieurs ont ou soustrait de leur masse, ou dispersé de leurs accessoires.

FIN.

TABLEAU comparatif des analyses de plusieurs roches appartenant à la formation trappéenne.

	TRAPPS COMPACTES.										TRAPPS AMYGDALOÏDES.										*OBSERVATIONS.*
	1.° d'Adelfors en Suède.		2.° de Norberg.		3.° de Kirn.		4.° de Renaison.		5.° d'Intra.		6.° d'Oberstein.		7.° de Champeaux.		8.° d'Hesse Darmstadt.		9.° de Buxton.			
Silice	50	—	48	—	56	—	62	88	49	50	52	—	49	—	55	—	58	—		
Alumine	11	—	14	—	12	—	15	91	19	50	18	—	16	—	12	—	12	—		
Chaux	5	—	5	—	7	—	0	70	6	50	4	—	6	—	8	—	6	—	*A.* Un peu de manganèse est uni au fer.	
Magnésie	3	—	2	—	0	—			1	50	1	—	1	—	1	—	1	—		
Oxide de fer	22	—	21	—	16	—	11	*A* 77	12	—	15	—	18	—	16	—	14	—	*B.* On doit joindre 0, 03 de carbone.	
Soude et potasse	5	—	6	—	6	—	7	63	6	50	6	—	6	—	5	—	6	—		
Perte	4	—	4	—	3	—	1	08	4	50	4	—	4	—	3	—	3	—		
	100	—	100	—	100	—	99	*B* 97	100	—	100	—	100	—	100	—	100	—		

1.° 2.° 3.° Analyses faites sous la direction de M.r Vauquelin et rapportées par M.r Faujas.

4.° Analyse de M.r Chevreuil et rapportée par M.r Faujas.

5.° *Idem* de M.r Moretti, professeur à Pavie.

6.° Analyse de M.r Bergman, élève de M.r Vauquelin.

7.° *Idem* de M.r Faujas.

8.° *Idem* de M.r Dubois, rapportée par M.r Faujas.

9.° *Idem* de M.r Langlois, rapportée par M.r Faujas.

Suite du TABLEAU *comparatif des analyses, etc.*

	10.° Basalte.	11.° Basalte.	12.° Grunstein.	13.° Amphibole de la Thuringe.	14.° Roche amphibolique du lac de Côme.	15.° Lave vitreuse des monts Euganéens.	16.° Klingstein de la Bohême.	17.° Pierre ponce de Lipari.	*OBSERVATIONS.*
Silice	48 —	44 50	46 —	54 —	57 —	73 —	57 25	77 50	*A.* Un peu de manganèse est uni au fer.
Alumine	16 —	16 75	19 —	20 —	10 50	12 10	23 50	17 50	*B.* Plus, acide muriatique 1, eau et substances volatiles 5.
Chaux	9 —	9 50	8 —	7 —	9 50	1 —	2 75	— —	
Magnésie	— —	2 25	— —	3 —	— —	— —	— —	— —	*C.* Plus, eau 2.
Oxide de fer	16 —	*A* 20 12	17 —	*A* 11 —	20 50	1 80	3 50	*A* 1 75	*D.* Plus, acide muriatique 1, eau et substances volatiles 4.
Soude et potasse	4 —	2 60	3 50	4 —	2 —	3 42	8 10	3 —	*E.* Plus, eau 4,75.
Perte	1 —	2 28	1 50	1 —	0 50	3 93	1 90	0 25	*F.* Plus, eau 3.
	B 94 —	*C* 98 —	*D* 95 —	100 —	100 —	*E* 95 25	*F* 97 —	100 —	

10.° Analyse de M.r Kennedy.

11.° *Idem* de M.r Klaproth.

12.° *Idem* de M.r Kennedy.

13.° 14.° Analyse de M.r Moretti, professeur à Pavie.

15.° *Idem* de M.r Melandri, professeur à Padoue.

16.° 17.° *Idem* de M.r Klaproth.

TABLEAU des formation par Monsieur Reuss (*).

Époques.	Du Schiste.	De la Chaux.	Du Trapp.	Des Substances charbonneuses.	Du Porphyre.	Du Talc.	Du Gypse.	De la Roche de Topazes et de Schoerls.
Roches primitives.	Granite.							
	Quartz	. . . . .	. . . . .	Graphite?				
Premier couvrement des eaux.	Gneiss.							
	Quartz	Calcaire primitif à gros grains.	Schiste amphibolique.	. . . . .	Ancien petro-siliceux.	Serpentine plus ancienne.		
	Second granite.							
	Schiste micacé.							
	Quartz	Calcaire primitif.	Amphibole granulaire.	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Gypse primitif.	
	Schiste argileux.							
Bancs uniformément inclinés.	— beaucoup micacé.							
	— avec talc.							
	Cos.	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Schiste chlorite.		
	— commun.							
	Schiste siliceux.	Calcaire primitif.	Grünstein primitif.	Anthracite.	. . . . .	Schiste talqueux.		
	Pierre lydienne.							
	— tabulaire et thuilière.	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Pierre ollaire?		
	Schiste graphique.							
	Schiste alumineux.							

(*) Le tableau des formations donné par MM.rs Léonhard, Kopp, Gaertner dans l'ouvrage qui a pour titre: *Prospectus de la minéralogie*, imprimé à Francfort, est à peu près conforme à celui de M.r Reuss, excepté qu'on attribue aussi à la première période et à l'époque du premier couvrement des eaux la formation du fer magnétique et de la pyrite martiale qu'on trouve en couches subordonnées dans le gneiss, dans le schiste micacé, etc. En outre la formation de la roche des topazes qui dans le tableau de M.r Reuss est attribuée au second couvrement des eaux, dans le tableau de Francfort est rapportée au premier.

Suite du TABLEAU *des formations par Monsieur Reuss.*

ÉPOQUES.	DU SCHISTE.	DE LA CHAUX.	DU TRAPP.	DES SUBSTANCES CHARBONNEUSES.	DU PORPHYRE.	DU TALC.	DU GYPSE.	DE LA ROCHE DE TOPAZES ET DE SCHOERLS.
ROCHES PRIMITIVES. — Second couvrement des eaux. — *Placées en recouvrement irrégulier et interrompu sur les précédentes.*			Grünstein. Porphyre grünsténique. Grunstein porphyre. Porphyre vert. Variolite. Trapp primitif porphyritique. Trapp primitif amygdaloïde. (Du même âge.)	Anthracite.	Secondporphyre plus ancien. — porphyre siénitique. — Siénite porphyritique. — Siénite. — Porphyre argileux. — Porphyre de pechstein. (Du même âge.) — Porphy. de perlstein — Porphyre d'obsidienne. — Second gypse plus récent. — Porphyre argileux récent. — Pierre argileuse primitive. — Porphyre pétrosiliceux récent.	Seconde serpentine.		Roches de topazes et de schoerls.
ROCHES DE TRANSITION. — *Placées tantôt régulièrement et tantôt irrégulièrement.*	Schiste argileux de transition. Schiste siliceux de transition. Fer argileux de transition. Grauwacke . . . . Grauwacke schisteuse.	Calcaire de transition.	Amygdaloïde de transition. Fer argileux. Grünstein de transition. Trapp porphyritique de transition. Leberfels (roche hépathique). Trapp globuleux. Argile lithomarge. Fer argileux.	Anthracite.	. . . . .	. . . . .	Trapp de transition.	

Suite du TABLEAU *des formations par Monsieur Reuss.*

ÉPOQUES.	DU SCHISTE.	DE LA CHAUX.	DU TRAPP.	DES SUBSTANCES CHARBONNEUSES.	DU PORPHYRE.	DU TALC.	DU GYPSE.	DE LA ROCHE DE TOPAZES ET DE SCHOERLS.
ROCHES STRATIFIÉES.	Ancien grès.							
	— Brèches des roches primitives.							
	— Brèches siliceuses.	. . . . .	. . . . .	Charbon de pierre.	Pierre argileuse stratifiée.			
Premier couvrement des eaux.	— Argile schisteuse	. . . . .	. . . . .	Charbon fossile commun.				
	— Grès rouge.	. . . . .	. . . . .	Lithanthrax schisteux.				
				Lithanthrax lamellaire.				
				Pechkohle jayer, *Gagas.*				
	Grès schisteux plus récent.							
		Calcaire ancien stratifié.						
Produits des révolutions partielles.		— Schiste marno-bitumineux.						
		— Marne durcie.						
		— Calcaire compacte.						
		Terremarneuse	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Gypse plus ancien stratifié.	
	Second grès ou grès bigarré.	Second calcaire (les cavernes y abondent).						
	Grès à fracture cubique (s'il n'est pas plus récent).	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Gypse granulaire.	
							Gypse compacte.	
		Calcaire récent (coquillier).	Wacke	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Sélénite.	
			Basalte	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Sel gemme.	
	Craie avec silex.	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Gypse stratifié plus récent.	
	Tuf calcaire.	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Gypse fibreux plus récent.	

Suite du TABLEAU *des formations sur Monsieur Reuss.*

ÉPOQUES.	DU SCHISTE.	DE LA CHAUX.	DU TRAPP.	DES SUBSTANCES CHARBONNEUSES.	DU PORPHIRE.	DU TALC.	DU GYPSE.	DE LA ROCHE DE TOPAZES ET DE SCHOERLS.
ROCHES STRATIFIÉES.	Fragmens.							
	Sable.							
	Terre glaise.							
Second couvrement des eaux.	Argile	. . . . .	Wacke	Lithanthrax piciforme.				
	Schiste bitumineux.	. . . . .	Amygdaloïde stratifiée.	Lithanthrax luisant.				
Placées très-irrégulièrement et avec beaucoup d'interruption sur les précédentes.	Argile ferrugineuse.	. . . . .	Basalte	Lignite.				
	Grès	. . . . .	Schiste porphyritique.	Lithanthrax boueux.				
	Nagelfluh (brèche).	. . . . .	Grunstein stratifié	Bois bitumineux.				
			Tuf trappéen.	Lithanthrax terreux.				
				Terre alumineuse.				
ROCHES D'ALLUVION.	Nagelfluh (brèche).	Tuf calcaire.		Bois bitumineux.				
	Grès et poudingue.	Calcaire stalactitique.	. . . . .	Terre alumineuse.				
	Argile	. . . . .	. . . . .					
	Terre glaise.							
	Cailloux.							
	Fragmens.							
	Roches savonneuses							

ORDRE des superpositions des roches dans les îles Britanniques (par M.r Conybeare).

CLASSE PREMIÈRE — *Roches primitives.*

Noms.	Caractères.	Localités.	Plus grande profondeur en pieds anglais.
N.° 1.° *Formation granitique.*			
Granit. Gneiss. Mica-schiste. Quartz en roche. Schiste-siliceux. Schiste-argileux. Marbre. Trapp. Serpentine. Porphyre. Siénite.	Couches indistinctes (s'il y en a). Ordre de succession variable, généralement approchant de celui avec lequel on les a nommées.	Monts Grampians en Écosse : Dartmoor dans la comté de Devon : district des mines en Cornouaille . . .	Inconnue.
CLASSE SECONDE — *Roches de transition.*			
N.° 2.° *Formation de la grauwacke.*			
Pierre calcaire. Trapp. Porphyre. Grauwacke schisteuse. Grauwacke.	Couches quelquefois distinctes. Ordre de succession variable.	Montagnes de Lanark et Péebles en Écosse: de Merioneth et de Cardigan dans le pays de Galles: collines de Quantoc et Forêts d'Exmoor dans le Sommerset: côté septentrionale de Devon depuis Sommerset jusqu' en Cornouaille . . .	Inconnue.

Suite de l'Ordre des superpositions, etc.

CLASSE TROISIÈME — *Roches secondaires et stratifiées.*

Noms.	Caractères.	Localités.	Plus grande profondeur.
	N.° 3.° *Grande formation de houille.*		
Ancien grès rouge.	Rouge, siliceux, souvent micacé. Contenant conglomérats. Et concrétions calcaires. Porphyre et trapp en couches et en masses.	Montagnes de Van, près de Brecon. . Heavitrée, près d'Exeter. Herefordshire (*corn stone* ; nom vulg.) Jhorverton, près d'Exeter.	2000
Pierre calcaire metallifère. Première pierre calcaire stratifiée.	Souvent marbre corallin compacte alternant avec de couches de schiste houillier, de silex, de grès et de trapp.	Dans le Derbyshire, 4 couches de cette pierre calcaire alternante avec trois couches de trapp, faisant ensemble. A Crosfell dans le Cumberland, 19 couches de cette pierre calcaire alternantes avec 50 couches de grès, 60 couches de schiste houillier, quelques couches minces de houille et une couche de trapp faisant ensemble.	1782 2749
Grès meulière.	Grossier, siliceux avec des cailloux de quartz blanc.	Yorkshire, Derbyshire.	360

CLASSE TROISIEME — *Roches secondaires et stratifiées.*

Noms.	Caractères.	Localités.	Plus grande profondeur.
	Suite du N.° 3.° Grande formation de houille.		
Couche principale de houille.	Houille alternante avec des couches de schiste et de grès.	A Newcastle, sur la Tyne il y a 82 couches, dont quelques-unes sont de grès, de schiste et d'autres de houille, de cette dernière il y en a 25, dont neufs seulement sont en exploitation	1482
Pierre calcaire magnésienne.	Jaunâtre, à petits grains, quelquefois de couleur rougeâtre. Pierre à bâtir, employée dans la cathédrale de York.	Knaresborough, Bolsover, Sunderland	300
Nouveau grès rouge.	A petits grains, rouge, siliceux. Quelquefois avec cailloux de quartz et de pierre calcaire.	Plaines de Salop, Lancashire et Carlisle. Cannok Chase, Staffordshire. Sampford Peverel, Devon.	500
	Et alternant avec de couches de marne rouge contenant du sel marin et du gypse.	Cheshire et Worcestershire	400

*Suite de l'*ORDRE *des superpositions, etc.*

CLASSE TROISIÈME — *ROCHES SECONDAIRES ET STRATIFIÉES.*

NOMS.	CARACTÈRES.	LOCALITÉS.	PLUS GRANDE PROFONDEUR
	N.° 4.° *Formation de lias.*		
Lias (nom vulgaire: c'est la pierre qu'on emploie dans la lithographie). Seconde pierre calcaire stratifiée.	Schiste marneux bleu, quelquefois bitumineux, contenant des couches minces de pierre calcaire argileuse, bleue, grise et blanche.	Lyme, Newarke, Whitby . . . . . Stoop Brow, près Whitby.	893
	N.° 5.° *Formation oolithique.*		
Plus bas. Sable oolithique de qualité inférieure.	Micacé, très-fin, jaune. Quelquefois calcaire	Hinton, Somersetshire, Mont Beacon, près de Bath.	80
Pierre oolithique de qualité inférieure.	Pierre de taille calcaire un peu oolithique, avec fragmens de coquilles.	Dulting, et dans les collines de Ham, Somersetshire. Bath Easton	40
Terre à foulon.	Argile, grise, stérile contenant des couches subordonnées de terre à foulon.	Près de Bath . . .	140
Oolithe de bonne qualité.	Bonne pierre de taille, durable, composée de concrétions oolithiques et de fragmens de coquilles unis par un ciment calcaire.	Furley Down, près de Bath. Ketton Northamptonshire	140

CLASSE TROISIÈME — *Roches secondaires et stratifiées.*

	Noms.	Caractères.	Localités.	Plus grande profondeur.
		Suite du N.° 5.° *Formation oolithique.*		
Au milieu.	Schiste de Stonesfield.	Oolhitique, calcaire, siliceux.	Colyveston, près de Stamford.	
		Passant quelquefois en sable.	Hinton, près deBath	30
		Avec schiste et couches minces de houille.	Collines de Cleaveland, Yorkshire?	400
	Marbre de Forest (endroit connu sous ce nom).	Compacte, composé de fragmens larges de coquilles.	Hinton, près deBath	30
			Long Burton en Dorsetshire.	
			Wichwood Forest, Oxon.	
	Corn brush (nom vul.)	Pierre cal. terreuse, tendre.	Campsfield, Oxfordshire	30
	Roche de Keloway.	Pier. calc. sablonneuse, grossière.	Pont de Kelloway, près Calne, Wilts	6
	Argile d'Oxford, de Forest et de Marais.	Argile stérile, avec septaria (V. § 120 de cet ouvrage).	Vallée de la Tamise, au-dessus d'Oxford	
			Vallée de l'Oouse, au-dessous de Bedford	200
Au-dessus.	Grès calcaire.	Composé de sable et de chaux en proportion variable.	Marcham, près Abingdon dans le Berkshire: Filey, près de Scarboroug dans le Yorkshire	100
	Rag (nom vulg.) coralline.	Pierre cal. friable, pleine de restes de coraux.	Heddington, près d'Oxford.	
			Highworth et Calne en Wilts.	30

*Suite d'*ORDRE *des superpositions, etc.*

CLASSE TROISIEME — *ROCHES SECONDAIRES ET STRATIFIÉES.*

NOMS.	CARACTÈRES.	LOCALITÉS.	PLUS GRANDE PROFONDEUR.
Suite du N.° 5.° *Formation oolithique.*			
Au-dessus. Oolithe supérieure.	Pierre de taille sujette à la décomposition et qui est composée de concrétions oolithiques et de fragmens de coquilles unis par un ciment calcaire.	Heddington en Oxon : Calne en Wilts : Newmalton en Yorkshire . .	40
N.° 6.° *Formation de sable vert.*			
			EPAISSEUR.
Argile de Kimmeridge.	Argile schisteuse bleue, quelquefois bitumineuse avec sélénite.	Base de la colline de Schotower, près d'Oxford : île de Purbeck en Dorset	600
Pierre de Portland.	Pierre de taille durable, calcaire-siliceuse, souvent oolithique, contenant des couches et des nœuds de pierre à fusil.	Tisbury et Chilmark en Wilts. Iles de Purbeck et Portland	200
Pierre de Purbeck.	Pierre calcaire coquillière, grossière, alternant avec ardoise et marne.	Sanwich dans l'île de Purbeck . . .	410

CLASSE TROISIÈME — *Roches secondaires et stratifiées.*

Noms.	Caractères.	Localités.	Plus grande épaisseur
	Suite du N.° 6.° *Formation de sable vert.*		
Sable ferrugineux.	Avec couches subordonnées d'argile.	Hasting. Wealds de Kent et de Sussex.	500
	— d'ocre.	Sommet de la colline de Shotover en Oxon.	
	— de terre à foulon	Voburn en Bedfordshire.	
Argile de Tetsworth.	Couleur de plomb.	Vallées d'Alisbury en Bucks et de White Horse en Berks.	
	Micacée, sablonneuse et presque noire.	Les écluses du canal à Devies et dans la côte méridionale de l'île de Wight	150
Sable vert.	Sable, ou pierre sablonneuse avec des grains de terre verte	Vallée de Pewsey en Wilts.	
	Alternant et passant au sable gris.	Eastbourne en Sussex	150
	Cimenté quelquefois par une matière calcaire.	Maidston (Kentish Rag. nom vulg.)	
	Contenant couches de pierre à fusil.	Lyme en Dorse.	
	— et fragmens de mica.	Blackdown en Devon.	

CLASSE TROISIEME — *Roches secondaires et stratifiées.*

Noms.	Caractères.	Localités.	Plus grande épaisseur.
	N.° 7.° *Formation de craie.*		
Marne crayeuse, dite *Malm* ou craie grise.	Sans pierre à fusil, passant au sable gris fin.	Benson en Oxon : et Cherhill en Wilts.	200
	— passsant à la craie grise.	Folkston en Kent.	
Craie placée plus bas.	Avec peu de pierre à fusil, quelquefois assez dure pour être employée à bâtir.	Warminster en Wilts: Flamborough Head en Yorkshire	300
Craie superposée.	Avec beaucoup de silex, assez tendre pour écrire, et passant à la précédente.	Plaines de Salisbury : Dunes de Sussex	300
	N.° 8.° *Formation au-dessus de la craie.*		
Argile plastique.	Argile à potiers, alternant avec de couches de sable et de gravier.	Blackheath en Kent: Reading en Berks. Baye d'Alum dans l'île de Wight . .	1131
Argile de Londres.	Couleur de plomb avec *septaria*.	Ile de Sheppey en Kent	550
	Avec sable et matière calcaire.	Roches de Bogner en Sussex.	
	Avec fossiles analogues à ceux du calcaire grossier du Cuvier et Brongniart.	Hordwell Cliff, près Christchurch en Hants.	

*Suite de l'*ORDRE *des superpositions, etc.*

CLASSE TROISIÈME — *Roches secondaires et stratifiées.*

NOMS.	CARACTÈRES.	LOCALITÉS.	PLUS GRANDE EPAISSEUR.
Suite du N.° 8.° *Formation au-dessus de la craie.*			
Couche inférieure d'eau douce.	Pierre calcaire sablonneuse et argileuse, avec coquilles d'eau douce.	Collines de Headon dans l'île de Wight	63
Couche supérieure marine.	Argile et marne avec coquilles marines.	*Idem*	36
Couche supérieure d'eau douce.	Pierre calcaire jaune, argileuse, avec argile et sable, contenant coquilles d'eau douce.	*Idem*; et Bembridge Lodgee dans l'île de Wight	122
N.° 9.° *Trapps.*			
Trapps stratifiés.	Basalte, amigdaloïde, grünstein, ocre, etc. etc.	Chaussée des Géans, Antrim. Benyevenagh, Comté de Derry	1040
N.° 10.° *Alluvion.*			
Detritus diluviens.	Fragmens des roches voisines et éloignées avec des os d'animaux non minéralisés.	En plusieurs endroits et plus souvent dans les vallées.	
Detritus fluviatiles.	Accumulation récente de boue, de sable et de limon.	Dépôts des grandes rivières.	
	Gravier, sable et limon.	Dépôts dans les canaux des torrens et des rivières rapides.	

SUPPLÉMENT N.° I.

NOTICE DES VOLCANS ACTUELLEMENT ENFLAMMÉS.

Dans une note du tom. 1.er, pag. 156 de la *Bibliothèque universelle*, il est dit que M.r Werner faisait monter le nombre des volcans présentement actifs à 193; cependant dans le *Prospectus de la minéralogie*, imprimé à Francfort en 1817 par MM.s Léonhard, Kopp et Gaertner, on trouve le tableau suivant:

	Europe	Asie.	Afrique.	Amérique.	Australie (1).	
Dans le continent	1	13	—	81	—	95
Dans les îles. . .	14	49	10	13	6	92
	15	62	10	94	6	187

(1) Les géograghes modernes ont donné ce nom à cette partie du globe qui se compose de la *Nouvelle Hollande* et des grandes terres qui l'entourent, savoir, *Papou*, la *Nouvelle Bretagne*, la *Nouvelle Irlande*, l'Archipel des îles *Salomon*, la *Louisiade*, la *Nouvelle Zélande* et autres de moindre importance. Cette partie du globe est située au sud de l'Équateur (Voy. Walckenaer, *Cosmologie*, pag. 283).

Les notices recueillies par M.r Werner devaient sans doute être exactes ; mais comme je n'ai pas eu occasion de voir le catalogue wernérien des volcans, j'offre au lecteur les indications que j'ai puisées dans les auteurs les plus modernes, le priant d'en excuser les défectuosités.

En Europe et dans les îles adjacentes.

Vésuve dans la partie méridionale de l'Italie.
Etna dans la Sicile.

Ces deux volcans ainsi que leurs éruptions sont si connus de tous les naturalistes, que nous croyons inutile d'en parler. Nous observerons seulement que les éruptions les plus certaines depuis l'an 1.er de l'ère vulgaire jusqu'à nos jours, sont au nombre de 36 pour le Vésuve, et de 42 pour l'Etna. M.r le Duc de la Torre, le père, dans son ouvrage imprimé à Naples en 1796, sous le titre de *Cabinet vésuvien*, a donné la note détaillée de toutes les éruptions du Vésuve depuis le commencement de notre ère jusqu'à la publication de son ouvrage : ses descriptions sont accompagnées de très-belles planches. Pour ce qui regade l'Etna, on peut voir l'histoire récente de ce volcan par M.r le professeur Ferrara.

Les bouches ignivomes des îles Éoliennes, voisines de la Sicile, sur lesquelles nous allons donner quelques indications puisées dans les ouvrages de Dolomieu, Spallanzani et Ferrara, sont les suivantes :

STROMBOLI. Le volcan de cette île présente une seule montagne dont la sommité est divisée en deux parties entre lesquelles on remarque une espèce de bassin qui semble avoir été le cratère primitif. Depuis long-temps les feux souterrains n'ont plus d'issue par ce cratère qui est couvert de scories et de sables : on n'y voit que des vapeurs qui s'exhalent de deux endroits. Le cratère actuel est situé vers la moitié de la hauteur de la montagne. Tandis que les autres volcans connus tantôt s'embrasent et jettent des matières enflammées, tantôt s'abandonnent à une inaction parfaite qui dure plusieurs années et quelquefois des siècles entiers, les éruptions de celui de Stromboli sont perpétuelles. L'époque la plus reculée de son embrasement dont l'histoire nous a transmis la mémoire, est antérieure d'environ 290 ans à l'ère vulgaire, et suivant le Scoliaste d'Apollonius, date du règne d'Agathocle, tyran de Siracuse. Ce volcan brûlait encore du temps d'Auguste et de Tibère. Ses éruptions se succèdent avec une telle rapidité, qu'il est rare qu'il y ait entr'elles un intervalle de trois ou quatre minutes : mais elles sont très-différentes les unes des autres. On prétend que les jets les plus vigoureux parviennent à la hauteur d'un demi-mille ; les plus foibles s'élèvent à peine à celle de 50 pieds. Entre ces deux extrêmes, il y a une infinité d'autres jets : c'est ce qui a fait que

plusieurs voyageurs sont tombés dans l'erreur en écrivant que les explosions de ce volcan sont intermittentes. Si l'observateur se trouve placé loin de la bouche du volcan, il ne voit ou n'entend que les plus grandes explosions ; et comme ces explosions sont moins fréquentes, il croit que le volcan a réellement des intervalles de repos. Un immense tourbillon de fumée qui semble avoir plus d'un mille d'étendue, couvre toujours la cime de Stromboli : les matières dont cette île se compose, sont des pierres ponces, des scories, des tufs et des laves. Il ne paroît pas que des courans de laves soient sortis du cratère actuel ; mais il y a lieu de croire que toutes les laves qui forment la charpente de l'île, procèdent du cratère primitif, qui, comme nous l'avons déjà dit, est situé à la sommité de la montagne. Dans cette île, on trouve le fer spéculaire cristallisé en très-belles lames brillantes ; les plus grandes ont plus de quatre pouces de longueur sur trois et demi de largeur ; mais on en voit beaucoup qui sont d'une plus petite dimension. Ce fer spéculaire qui le plus souvent est doué d'une force magnétique très-intense, est couvert dans plusieurs endroits de sulfate de chaux, et on le rencontre attaché aux parois des fentes de quelques masses de lave qui ont subi une grande altération.

Volcano. Thucidide et après lui, Aristote, Strabon et Polybe ont parlé des phénomènes volcaniques de ce lieu. Le premier de ces auteurs dit que ce volcan semblait enflammé pendant la nuit, et couvert de fumée pendant le jour. La circonférence de l'île de Volcano distante seulement d'un mille de l'île de Lipari, est d'environ 11 milles. Ses laves, ses émaux, ses verres, ses pouzzolanes et ses pierres ponces y indiquent partout les effets non équivoques du feu. Le cratère, après celui de l'Etna, est un des plus majestueux; sa circonférence a plus d'un mille; il est de figure ovale, et sa profondeur a environ un quart de mille. Lorsqu'on est à la cime, on aperçoit le fond qui forme une surface plane de laquelle ainsi que des parois s'exhalent des vapeurs qui s'élèvent au-dessus du cratère, et répandent une odeur de soufre qui se fait sentir à une grande distance. Spallanzani étant descendu dans le fond de ce cratère, y observa un lit de lave divisé en prismes articulés. Les éruptions les plus connues de ce volcan, sont, 1.° celle du 5 février 1444; Fazzello qui en fait mention, dit que des masses informes furent vomies en si grande quantité et avec une telle force, que quelques-unes, bien que d'une grosseur démesurée, allèrent tomber avec fracas dans la mer à plus de six milles de distance, et que la Sicile et les îles Éoliennes se ressentirent des secousses; 2.° en

1731, il sortit de la montagne, pendant plusieurs mois de suite, une copieuse fumée ainsi qu'une quantité considérable de cendres et de sables ; 3.° ces phénomènes se renouvelèrent en 1739, et pendant que la montagne vomissait d'immenses nuages de fumée et de cendres qui se répandirent sur toutes les îles Éoliennes, la partie de la Sicile qui est à l'opposite de l'île de *Volcano*, et qui forme le *Valdemone*, éprouva des commotions si fortes, que plusieurs maisons furent renversées, ce qui causa la mort d'un grand nombre d'habitans ; 4.° le 17 février de l'an 1771, la montagne se couvrit d'une noire fumée parmi laquelle on apercevait une colonne de matières enflammées laquelle s'élevait du cratère et était sillonnée par de fréquens éclairs : il y eut ensuite une longue et copieuse pluie de cendres. De pareilles éruptions précédées de fortes secousses eurent lieu pendant tout le reste du mois. Les sables rejetés par le volcan, formaient à Lipari une couche de plusieurs pouces. Ces phénomènes se renouvelèrent chaque jour pendant les mois de mars et d'avril suivans, et jusqu'à la mi-mai. Quelquefois la fumée et la pluie terreuse obscurcissaient tellement la lumière du jour à Lipari, que les habitans n'apercevaient les objets qu'à une très-petite distance. Il n'y a point de mémoire que dans ces éruptions, le volcan ait vomi des courans de laves (Voy. Ferrara, *Champs-Phlégréens de la Sicile*, pag. 235).

VOLCANELLO. C'était anciennement une île séparée de celle de *Volcano* par un bras de mer fort étroit qui dans la suite fut rempli par les éruptions ; en sorte que depuis long-temps elle fait une dépendance de l'île de *Volcano* à laquelle elle n'est pourtant unie que par une langue de terre assez basse. Le cratère de Volcanello conserve toujours sa forme d'entonnoir ; la circonférence de son fond peut avoir eviron 70 pieds, et celle de ses bords un sixième de mille : sa profondeur est tout au plus de 80 pieds. Autour de ce cratère, on voit s'élever une fumée blanche, et il suffit de remuer un peu la terre pour provoquer l'émission de cette fumée. Pendant la nuit, on aperçoit de temps en temps de légères flammes. Cette terre fumante est parsemée de croûtes de soufre qui sont plus fréquentes là où la fumée est plus abondante.

Dans l'Archipel, les îles de *Milo* et de *Santorino* sont célèbres par leur volcanéité. En voyant l'immense quantité de matières brûlées dont l'île de Milo est couverte, on ne peut pas douter que les feux volcaniques n'y aient été autrefois très-actifs. Il paroît que maintenant leur activité se borne au mont dit *Calamo*, situé à la partie méridionale de l'île, et que le volcan a passé à l'état de solfatara. Le savant naturaliste Olivier qui a visité ce volcan, en a donné la description suivante (Voy. son *Voyage dans l'Empire*

ottoman, tom. 1, chap. 29): « La montagne » de Calamo dans l'île de Milo n'est pas bien » élevée . . . . avant d'arriver au sommet nous » fûmes avertis du voisinage de quelque ouver- » ture volcanique par l'odeur de soufre qui frappa » tout à coup notre odorat. Un peu au-dessous » de la sommité conique de cette montagne, on » aperçoit un déchirement de cent pas d'éten- » due qui s'est opéré au milieu d'un rocher » de lave pesante, ferrugineuse: il est plat et » recouvert d'une croûte saline qui retentit sous » les pieds, et dans laquelle on enfonce quelque- » fois jusqu'à mi-jambe. On y voit quelques cre- » vasses d'où il sort une fumée très-fétide, et » en quelque endroit que l'on creuse, la cha- » leur y est si forte, qu'il serait impossible d'y » tenir la main à un pied de profondeur. Si on » enlève la croûte, on voit du soufre sublimé » en belles aiguilles jaunes d'une si grande fra- » gilité qu'on ne peut les conserver. »

» Il s'élève aussi de la fumée des fentes des » roches voisines. A quelques pas de là, nous » avons trouvé une autre bouche qui nous pré- » senta des boursouflures d'une matière blanche, » dure, semblable à la terre cimolée, plus ou » moins chargée d'alun. Nous en vîmes trois » autres à peu de distance, présentant les mêmes » matières: bientôt nous fûmes entourés de fu- » meroles. Nous voyons autour de nous diverses

» bouches d'où sortait une odeur tellement sul-
» fureuse et fétide que nous pouvions à peine
» respirer. La chaleur du sol se faisait vivement
» sentir : la terre retentissait à chaque pas....
» Nous nous sommes bien assurés que la mon-
» tagne est considérablement échauffée vers son
» sommet; que cette chaleur brûlante à certains
» endroits, est très-modérée dans quelques autres,
» et qu'elle est en général plus sensible partout
» où il y a quelque écartement et quelque fente
» un peu grande .... Nous vîmes un peu plus
» bas des couches de diverse nature de laves
» pesantes ferrugineuses, des fragmens de pierre
» ponce, des terres ocreuses mélangées, des
» cendres volcaniques .... »

On a vu dans le § 730 de cet ouvrage, l'historique du volcan de *Santorino* dont on ne connoît pas d'éruption qui soit postérieure à celle de 1707; mais les vapeurs chaudes et les exhalaisons qui se manifestent tant dans la mer que sur le sol de l'île, indiquent que le feu volcanique est assoupi, mais non encore éteint.

Dans l'île de *Jean Mayen* du Groenland, il y a un volcan sur lequel M.r William Scoresby communiqua quelques détails à la Société géologique de Londres. Il visita cette île dans le mois d'août 1817, et il y aperçut des traces évidentes d'une éruption volcanique récente. Il monta jusqu'au sommet d'une montagne volcanique de

1500 pieds d'élévation, creusée d'un magnifique cratère formant un bassin de cinq à six cents pieds de profondeur, et de 1800 à 2100 pieds de diamètre. De trois espèces de lave rapportées de cette île, la première forme une espèce de roche noire, poreuse, tout-à-fait semblable à ce qu'on appelle *lave* à Naples; elle est comme les suivantes fusible au chalumeau ordinaire, en un verre noir, luisant, semblable à de la cire à cacheter noire. La seconde d'un brun rougeâtre et pleine de pores, a l'aspect des scories rejetées du Vésuve; elle contient, comme la précédente, des cristaux transparens (Wollaston les regarde comme des cristaux de piroxène); mais en outre des cristaux opaques de piroxène. Enfin la troisième est d'un gris clair, friable, terreuse et contient des cristaux de pyroxène empâtés avec de petits morceaux arrondis de basalte (Voy. *Journal de physique*, février 1818). Je crois que la troisième espèce de roche est un tuf ou conglomérat volcanique plutôt qu'une lave.

En Islande, il y a plusieurs montagnes qui par leur forme et par les courans de laves qu'on y voit, indiquent assez qu'elles ont été des volcans; et il est à remarquer que dans ces derniers temps, outre les montagnes qui ont vomi des feux, il s'est encore ouvert plusieurs gouffres ardens, comme *Hitahol*, *Biarneflag*, *Horsedal*, etc. Les montagnes actuellement ignivomes sont:

L'Hecla. Quoique, selon toutes les apparences, cette montagne eût produit des éruptions avant que l'Islande fût habitée, les annales de cette île s'accordent néanmoins à rapporter la première éruption connue du mont Hecla à l'an 1004. Dans la relation d'un voyage fait par Makensie en 1811, insérée au tom. 18 des *Annales des voyages* de Malte-Brun, on dit que les éruptions connues de l'Hecla sont au nombre de 22. Les plus considérables de ces éruptions eurent lieu dans les années 1554, 1693, 1728 et le 5 avril 1766. Cette dernière fut annoncée par des tremblemens de terre, et commença par des exhalaisons de vapeurs et de flammes (1); des sables et de grosses pierres furent lancées à des distances prodigieuses. La fermentation se manifesta de nouveau en avril 1767, et même en 1768 on vit pendant la nuit des flammes sortir du volcan.

La Krabla. Ce volcan est renommé par ses dernières et grandes éruptions arrivées en 1724 et 1730. Alors des fleuves de matières fondues dégorgèrent du volcan, inondèrent les campagnes, et se divisèrent en plusieurs torrens. La branche la plus considérable de ce fleuve de feu

(1) Je préviens le lecteur que toutes les fois que j'emploie le mot *flammes*, je le fais pour me conformer au langage reçu. On peut voir dans le § 630 ce que je pense par rapport au phénomène des flammes dans les volcans.

avait une demi-lieue de largeur sur trois de longueur, et s'étendait depuis la montagne jusqu'au lac de Myvatn. Un autre torrent se précipita sur un presbytère qui fut entièrement couvert par la lave.

La montagne de LEIRHNUKR dont la première éruption eut lieu en 1725. Cette montagne est située à la distance d'un quart de lieue au nord-nord-ouest de la Krabla.

Le KATLEGIAA, dans le canton de Myrdal, partie orientale de l'Islande, est environné d'immenses glaciers. La première éruption connue de ce volcan arriva vers l'an 900, et depuis cette époque jusqu'en 1755, le même désastre se renouvela cinq fois. Le 18 octobre de cette dernière année, vers les dix heures du matin, tout le canton de Myrdal éprouva des secousses soudaines et irrégulières qui endommagèrent les maisons. On croit que l'eau provenant de la fonte des glaces accumulées sur le volcan, ayant pénétré jusqu'aux feux souterrains, avait occasionné ces secousses, puisque bientôt après, l'embrasement se manifesta avec violence, les glaces restantes fondirent entièrement et un fleuve d'eau divisé en trois torrens descendit à l'improviste du Katlegiaa. Le volcan commença par jeter du feu et de l'eau avec un bruit terrible et des mugissemens épouvantables. On entendait un fracas intérieur si violent, que les habitans crurent que

le moment de la destruction de toute l'Islande était arrivé. De temps en temps étaient lancés à une hauteur prodigieuse de grands globes de feu qui produisaient des lueurs éblouissantes et se brisaient en éclats. Les détonations internes qui ressemblaient à des coups de canon, furent entendues jusqu'au détroit de Guldbringe et de Kiosar, c'est-à-dire, à une distance de 25 à 30 lieues du volcan; et la cendre tombait en forme de pluie sur l'île de Feroë, éloignée d'environ 100 lieues du Katlegiaa. Les éruptions du volcan continuèrent jusqu'au 17 novembre, mais avec quelques intervalles de repos. L'année suivante 1756, le volcan fit six éruptions tant de feu que d'eau, savoir, le 15 janvier, les 28 et 29 juin, 12 et 25 août, et 8 septembre.

Le SIDAJOKUL. Ce volcan fit une grande éruption en 1753, pendant laquelle il vomit des feux et des torrens d'eau provenant de ses glaciers.

OROEFEJOKUL. Cette montagne couverte de glaces a fait de fréquentes éruptions dont les plus connues sont celles de 1362 et de 1727.

Le mont SHAPTAN-GLAVER. Dans le mois de juin 1783, il sortit de cette montagne un torrent de feu qui coula pendant six semaines. Ce torrent s'étendit jusqu'à la mer sur une longueur de 20 lieues et une largeur d'environ 4 lieues, et remplit dans son cours le lit du fleuve Shupraga, qui dans quelques endroits avait cinq ou six toises

de profondeur. Ces notices sur l'Islande sont prises du voyage fait dans cette île par ordre de sa Majesté danoise.

EN ASIE et dans les îles qui en sont une dépendance.

Dans la péninsule de Kamtschatka qui s'étend depuis le 51.e degré de latitude jusqu'au 60.e, au milieu de montagnes couvertes d'éternelles neiges, il y a plusieurs volcans éteints, et beaucoup qui sont encore actifs. En énumérant ces derniers, nous suivrons les notices que nous a données le capitaine Billings dans la description du Kamtschatka, chap. 21 de son voyage.

AVATCHA. Les naturalistes qui accompagnaient la Peyrouse, employèrent trois jours pour parvenir à la sommité du cratère de S.t Pierre d'Avatcha. Ce volcan fit une grande éruption le 6 octobre 1737, laquelle a été décrite par Krascheninnikow.

TOLBATCHINSK. En 1739, ce volcan fit une éruption pendant laquelle il vomit des flammes et une si grande quantité de cendres, que celles-ci couvrirent un espace de 50 werstes (Voy. la note du § 178) tout à l'entour.

KAMTSCHATKAIA. Montagne extrêmement élevée, et qu'on découvre à la distance de 100 lieues. Ce volcan lance plusieurs masses vitrifiées, comme la Krabla d'Islande, et a été continuellement en

action depuis 1727 jusqu'en 1731. L'aspect de cette montagne dut être réellement un objet de surprise, lorsque dans le mois de septembre 1737, on vit des torrens de matières enflammées dégorger de toutes les parties de son cratère, et descendre le long de son dos, en sorte que toute la montagne semblait embrasée. On connoît une autre éruption de ce volcan arrivée en 1740.

KLOUTCHEFSKOI. Montagne d'une très-grande hauteur qui lance continuellement des flammes. Le 20 novembre 1789, on entendit un grand bruit qui fut immédiatement suivi d'un tremblement de terre. Tout à coup le volcan vomit des feux avec une immense quantité de cendres et de petites pierres. Les agitations continuèrent avec plus ou moins de force pendant trois jours consécutifs: après ce temps, elles diminuèrent sensiblement, mais l'éruption recommença le 15 février 1790, et dura jusqu'au 21 du même mois.

SCHEVELOUTCH. Volcan maintenant peu actif; il est rare qu'il en sorte de la fumée.

OPALSK. Ce n'est que depuis peu d'années qu'on voit sortir de la fumée de ce volcan, encore n'est-ce que par intervalles.

Du Kamtschatka partent deux séries d'îles dont l'une se dirige vers l'Amérique, et l'autre vers le Japon. Dans l'une et l'autre de ces séries d'îles, il y a plusieurs bouches ignivomes. On voit dans la première, suivant les notices

rapportées dans le Voyage de Billings, chap. 13, les volcans d'*Akutan*, *Unalasca*, *Agayedan*, et Took, cité par M.r L'Ordinaire, pag. 233, y place aussi ceux d'*Ouminga*, *Omnak* et *Goreloi*. Les îles qui forment la seconde série et qu'on appelle encore *Kouriles*, sont pour la plupart volcaniques. M.r L'Ordinaire qui cite Kracheninnikow et Took, nomme neuf bouches ignivomes dans les Kouriles, savoir, *Alaid*, *Poromousir*, *Ikarma*, *Tchirikoutan*, *Rakkok*, *Etopow*, *Montova*, *Ichirpo-oi*, et une neuvième voisine de cette dernière.

Suivant M.r L'Ordinaire, on connoît dix volcans dans les îles du Japon; trois situés dans l'île de Nifon qui est la plus grande, et nommés *Jetchus*, *Fesi*, *Sino parama*; trois autres dans l'île de Hin très-voisine de Nifon, savoir, *Figo*, *Unsen* et *Aso*. Le même auteur ajoute que Kaëmpfer a vu ces deux derniers qui sont sujets à de violentes éruptions. Le septième est placé dans l'île de *Kiu-Kiusima*, le huitième dans l'île dite *du Feu*. Enfin dans le voyage de la Peyrouse, on fait mention de l'île *du Volcan* au 32.e degré de latitude et 137.e de longitude; et d'un autre volcan au nord des îles de Liqueïo, appartenant au Japon.

M.r L'Ordinaire, citant le voyage de la Peyrouse, nomme encore les volcans suivans dans les *Mariannes* qu'on appelait autrefois *Laronnes*: le 1.er au 27.e degré de latitude et 162.e de longitude

dans l'île dite *du Volcan*; le 2.e sous le même parallèle, mais au 164.e degré de longitude dans une île sans nom; le 3.e au 25.e degré de latitude et 163.e de longitude dans l'île de *S. François*; le 4.e sous le même parallèle, 15 lieues plus à l'est dans l'île de *S.t Antoine*; le 5.e vers le 24.e degré de latitude et le 164.e de longitude, dit le volcan de *S.t Dénis*; le 6.e sous le même parallèle et au 165.e degré de longitude dans une île qui ne porte que le nom de *Volcan*; le 7.e au 23.e degré de latitude et 175.e de longitude dans l'île dite le *grand Volcan*; le 8.e sous le même parallèle et au 178.e degré de longitude dans l'île *Volcano*; et le 9.e au 20.e degré de latitude et 163.e de longitude dans l'île de l'*Assomption*.

Les notices qu'on a données sur les volcans qui existent dans l'archipel des Philippines, ne sont pas assez précises. Le même M.r L'Ordinaire fait mention de quatre, dont il en place trois dans l'île de Luçon qui est la plus grande des Philippines; savoir, un dans *Albay*; un autre à *Majongo*, et un troisième qui s'est allumé ou qui peut-être a repris sa première activité en 1764, sur une montagne située au milieu d'un lac, phénomène semblable à celui qui eut lieu près de Pouzzole en 1538, lorsque le *Monte Nuovo* se forma au milieu du lac Lucrin. Un quatrième dans l'île de *Tandaja* dite encore *Samur*. Le géographe Pinkerton, tom. 5, pag. 236, fait mention

d'un volcan dans l'île de *Mindanao*, une des Philippines, et dit que ce volcan est toujours en activité. Le même géographe (Voy. tom. 5, pag. 304) place un volcan dans l'île de *Gonong*, une des sept îles de *Bande*.

Il ne manque pas de volcans dans les îles Moluques, puisque Pinkerton en place un dans l'île de *Ternate* qui en est la principale, ajoutant que ce volcan fit une violente éruption en 1693.

Dans la *Bibliothèque universelle*, juillet 1817, on parle du volcan *Tombozo* dans l'île de *Sumbava*, et l'on donne la description d'une éruption que fit ce volcan dans le mois d'avril 1815. Cette éruption fut si forte et si violente qu'à Maccassar qui est à une distance, en ligne droite, de 217 milles, de 60 au degré, on crut entendre des coups de canon : les maisons furent ébranlées, et les cendres obscurcirent la lumière du jour. Le volcan vomit une si grande quantité de pierres ponces que la surface de la mer en fut couverte, sur une étendue d'environ 3 milles de longueur, et quelques courans de laves parvinrent jusqu'à la mer.

M. L'Ordinaire sur l'autorité de Marsden, nomme dans l'île de Sumatra quatre volcans, savoir, 1.° *Balaluan* au nord-est et près de la ville d'Achem, duquel on retire beaucoup de soufre ; 2.° un volcan voisin du mont *Ophir*; un autre qui s'élève

près d'*Indrapour* : ces trois volcans sont peu distans de la mer ; 4.° le dernier qui en est plus éloigné, est situé à 14 lieues du fort *Malborough*, près de *Bencoolen*.

Plusieurs auteurs ont parlé des volcans de l'île de Java qui est aussi une des îles de la Sonde. Malte-Brun fait mention d'un volcan placé au centre des montagnes de l'île, appelé *Brama*, et auquel les habitans rendent un culte religieux; et il dit que ce volcan fit une éruption en 1803 (Voy. *Annales des voyages*, tom. 5, pag. 27). Le volcan du mont *Idia* était passé, depuis peu d'années, à l'état de solfatare. Leschenaud y observa un lac dont les eaux, suivant les analyses faites par M.r Vauquelin, étaient chargées d'acide sulfurique et d'acide muriatique. M.r L'Ordinaire parlant des bouches ignivomes de cette île, en indique deux, savoir, *Panarucan* au nord-est de l'île, et *Tagal*. M.r Faujas, citant Leschenaud, nomme le volcan *Ambotismène*. Les feuilles publiques du mois de septembre de l'an 1817, sur l'autorité de quelques lettres de Batavia, ont parlé de la montagne *Idjeng* (ne serait-ce pas le mont *Idia* dont il a été déjà question ?), laquelle en janvier commença à vomir des flammes, et dans la nuit du 25 fit une grande éruption. Dans la *Bibliothèque universelle*, mars 1818, au sujet de l'histoire de Java, par M.r Thomas Stamford Raffles, on dit que près de la montagne qu'on

nomme *Sumbing*, il y a trois grands volcans, *Ung-Arang*, *Merbahu* et *Merapi*. Un quatrième, celui de *Japara*, est situé à l'est, dans une presqu'île qu'il semble avoir formée. Il y a dans l'île plusieurs autres volcans, quelques-uns complétement éteints; d'autres jettent encore de la fumée et des vapeurs sulfureuses. Les principaux de ces volcans sont, 1.° *Jankuban-Prahu*: c'est un vaste cône tronqué dont la base s'étend au loin: quoiqu'il n'y ait point eu de violentes éruptions de ce volcan depuis des siècles, l'intérieur n'a pas cessé d'être dans une fermentation très-active. La circonférence du cratère est d'environ un mille et demi, et le diamètre du fond d'environ 300 pas; mais il n'est pas aussi large dans toute son étendue; il est inégal et, ainsi que les côtés, parsemé d'immenses blocs de basaltes. Près du centre est un étang qui forme un ovale irrégulier dont le plus grand diamètre est de cent pas. L'eau en est blanche comme du lait. Son degré de chaleur est de 112.° de Far (environ 36 de Réaumur). Elle a un mouvement d'effervescence considérable, causé par le gaz acide carbonique qui se dégage. Elle a une odeur sulfureuse, son goût est astringent et un peu salin (1). Si on la remue dans un bouteille, le gaz se dégage

(1) Il est probable que ce cratère est le même que celui du mont *Idia*, et que l'eau dont parle M.r Stamford, est encore la même que celle qui fut analysée par M.r Vauquelin.

avec violence. Les bords de ce lac sont couverts jusqu'à une certaine distance, d'une terre blanche alumineuse presque impalpable, et si mouvante qu'on ne parvient qu'avec peine jusqu'à l'eau. Cette argile très-pure est dissoute par les vapeurs sulfureuses qui sortent du fond du cratère; elle est divisée en particules si petites, qu'on a peine à le concevoir. Les anciens cratères de Java ont vomi à différentes époques de cette terre. 2.° Le volcan de *Papandayang*. Il était jadis le plus grand de toute l'île, mais en 1772 une portion considérable de cette montagne fut abymée après une courte, mais violente éruption. On conte qu'un espace d'environ 15 milles de long sur 6 de large fut englouti, et quarante villages furent complétement recouverts et anéantis. 3.° Le *Guntur*. Tout le côté oriental de ce volcan est complétement à découvert, et laisse voir d'une manière frappante le cours des laves des dernières éruptions. L'auteur parle de celle de 1800, mais on en connoît une autre plus récente. Il est à remarquer que M.r Stamford rapporte une ancienne tradition qui se conserve dans l'île de Java, c'est que cette île et les autres îles voisines ne formaient jadis qu'un seul continent.

Dans les îles de la mer du Sud.

Tofoa. Le capitaine Cook qui vit ce volcan en 1774, observa qu'il est très-élevé et que de

son immense cratère, il lançait de grosses pierres. Le capitaine Bligh, chap. 14, dit que ce même volcan ne cesse point de jeter des flammes, et que tout le pays des environs est couvert de laves. *Kao-Tana.* Ce volcan faisait une éruption le 15 avril 1793, lorsqu'il fut vu par la frégate envoyée à la recherche de la Peyrouse. Cook et Forster furent présens à une autre éruption que fit ce même volcan dans le mois d'août 1774 (Voy. *Journal de physique*, tom. 13). M.r Faujas nomme encore l'île *Ardente* et l'île *Sesarga*, une des Charlottes. Dans l'océan Pacifique, le même M.r Faujas, citant Wancouver, fait mention de l'île *Mowée.*

En Afrique.

Quoique le jésuite Kircker se fondant sur les récits de quelques missionaires, ait écrit qu'en Afrique il y a huit volcans, savoir, deux dans le Monomotapa, quatre dans l'Angola, le Congo et la Guinée, un dans l'Abissinie, et un autre dans la Lybie (Voy. L'Ordinaire, pag. 223), l'existence d'aucun de ces volcans n'est confirmée par le témoignage de voyageurs dignes de foi : au contraire on ne peut pas douter de l'existence des volcans qui brûlent dans quelques-unes des îles que les géographes rapportent à cette partie du globe.

Dans les *Açores*, le volcan de l'île *S.t Michel.* Ce volcan fit une éruption en 1810, laquelle se renouvela avec plus de force en juin 1811 (Voy. *Bibl. brit.*, octobre 1812). On connoît deux autres éruptions de ce volcan arrivées, l'une en 1638, et l'autre en 1720. Dans l'île *Fajal*, au milieu des montagnes, près du centre de l'île, il y a un volcan dont on connoît l'éruption arrivée en 1672. M.r L'Ordinaire nomme un troisième volcan dit *Pico.*

Dans les îles du Cap-Vert, *l'île du Feu.*

Dans les Canaries, 1.° un volcan dans l'île de *Palma.* On connoît trois éruptions de ce volcan. La première eut lieu en 1558; on vit alors sortir de la terre une montagne, et se former à sa cime un cratère qui vomit un courant de lave de cent toises de largeur et de plus de 2500 de longueur. La seconde arriva le 13 novembre 1646, et la troisième en 1677; 2.° un autre volcan dit *Temanfaya* dans l'île de *Lanceroto.* On ne connoît de ce volcan, qu'une seule éruption, c'est celle du mois de septembre 1730. Les laves et les tremblemens de terre détruisirent plusieurs villages, et les secousses durèrent jusqu'en 1736. Dans cette éruption, on vit sortir de la mer une colonne d'épaisse fumée: quelques roches pyramidales s'élevèrent au-dessus de la surface des eaux, et grandissant peu à peu, s'unirent à l'île; 3.° dans l'île de Ténériffe, le volcan dit

le *pic de Teyde*. Le cratère actuel de ce volcan est très-petit, réduit à l'état de solfatare, et annonce un volcan qui depuis des milliers d'années, ne fait des éruptions que par les côtés de la montagne : sa profondeur semble presque constante, puisqu'Edens en 1715 l'évalua à 115 pieds, Cordier en 1803 à 110 pieds, et que Humboldt en 1799 l'avait jugée encore moindre. Sa figure est celle d'une ellipse dont le grand axe peut avoir 300 pieds, et le petit 200. Lorsqu'on réfléchit sur l'immense quantité des matières qui composent la montagne ainsi que sa base, et qui couvrent toute la superficie de l'île, on trouve de la difficulté à penser qu'elles soient sorties de ce petit cratère. M.r Cordier qui a séjourné quelque temps dans l'île de Ténériffe, a remarqué sur le penchant septentrional du Pic, un cratère d'une grandeur énorme auquel il paroît qu'on doit attribuer les anciennes éruptions du volcan primitif de l'île. La superficie de cet immense cratère a été calculée par M.r Escolar à 12 lieues carrées : des précipices et des rochers forment son enceinte. Le même M.r Cordier fait mention de trois éruptions modernes de ce volcan : la première eut lieu en décembre 1704 ; la seconde en 1706, et la troisième en 1798. Dans cette dernière éruption, trois nouvelles bouches s'ouvrirent à une hauteur de 1270 toises au-dessus du niveau de la mer, sur le penchant

d'un énorme prolongement de la base du Pic vers le sud-ouest, et comme cette même éruption s'opéra sur le flanc de la montagne dite *Chahorra*, elle en porte le nom. La cime du pic de *Teyde* est élevée de 1905 toises au-dessus du niveau de la mer.

Dans l'île de *Bourbon* dite encore de la *Réunion*, il y a un volcan dont la sommité s'élève à 1200 toises au-dessus du niveau de la mer. On ne peut y arriver qu'en passant sur les scories, les pouzzolanes et les courans de laves. Bory de Saint-Vincent y a remarqué différentes bouches auxquelles il a donné les noms de Faujas, Bory, Dolomieu, Ramond, etc. En 1800, ce volcan fit une grande éruption. M.r Hubert qui l'observa, raconta à M.r Bory de Saint-Vincent que la lave formait une cascade de 80 à 100 pieds de hauteur, et était divisée en trois torrens de feu. Celui du milieu d'un volume très-considérable était fluide comme l'eau; les autres deux coulaient lentement comme aurait fait le miel. Ce volcan est toujours en activité, et vomit au moins deux fois l'année, des laves dont quelques-unes ont une grande extension. Celle de 1800 dont nous avons parlé ci-dessus, s'avança dans la mer sur une longueur de 300 pieds et une largeur de 150.

Dans la mer des Indes, le volcan de l'île d'*Amsterdam* nommé par M.r Faujas qui cite Anderson et Staunton.

En Amérique.

Il n'y a point de partie du globe où les volcans soient aussi nombreux qu'en Amérique. Parmi ces volcans, il y en a beaucoup d'éteints, mais un grand nombre qui sont encore actifs, et l'intensité de leurs opérations surpasse infiniment celle des volcans des autres régions. Les notices que nous avons sur les pays visités et décrits par l'illustre Humboldt, sont aussi exactes que sûres; mais nous ne saurions ajouter la même foi aux notices, souvent vagues, qui nous ont été données par plusieurs voyageurs sur les autres contrées de cet immense continent. Pour ce qui regarde les pays visités par Humboldt, nous nous bornerons à ce qu'il a lui-même publié jusqu'à présent, ou à ce qu'il a communiqué à M.r Faujas, et que celui-ci a imprimé dans l'appendice de ses *Essais de géologie*. Quant aux autres contrées, nous rapporterons le peu de notices que nous avons pu recueillir dans les ouvrages des auteurs les plus accrédités.

Commençant par l'Amérique septentrionale, nous observons que dans la péninsule de la Caliphornie, suivant Malte-Brun (*Précis de géographie*, tom. 2, pag. 463), il y a cinq volcans actifs dont nous ignorons cependant la dénomination et la situation.

M.r Faujas tient pour un volcan le mont *S.t Élie* dont la cime, suivant les mesures prises par Malaspina, s'élève à 2797 toises au-dessus du niveau de la mer. Le plus grand nombre des volcans actifs est dans le royaume de *Guatimala*: M.r Faujas nomme les suivans: 1.° *Barna*; 2.° *Bambacho* d'une très-grande activité; 3.° *Pappagallo*; 4.° *Grénade*, près du lac de Nicaragua; 5.° *Telica* très-actif; 6.° *Momotombo* très-actif; 7.° *Viejo*; 8.° *S.t Michel* et *Cocivina*; 9.° *Bosotlan*; 10.° *Troapa*; 11.° *S.t Vincent*; 12.° *Sacale Coluca*; 13.° *Apaneca*; 14.° les deux volcans d'*Hamilpas*; 15.° Le grand volcan d'*Atillan*; 16.° *S.t Salvador*; 17.° *Isalco* très-actif et fort riche en sel ammoniac; 18.° *Guatimala* actif: c'est le plus élevé de tous, et comme, bien que voisin de la zone torride, il conserve de la neige, il doit avoir plus de 2300 toises de hauteur; 19.° *Sacatepeque*; 20.° *Soconusco*.

Dans le Mexique, 1.° le pic d'*Orizaba* dit encore *Citlaltepetl*; 2.° *Popocatepetl* ou grand volcan de *Puebla*: ce volcan brûle continuellement, mais on ne voit sortir de son cratère que de la fumée et des cendres; 3.° *Colima*; 4.° *Tustla*; la dernière éruption connue de ce volcan arriva le 2 mars 1795. Alors les cendres volcaniques couvrirent les toits des maisons de *Vaxaca*, *Vera-cruz* et *Perote*. Dans ce dernier lieu, qui est à 57 lieues, en ligne droite, du

volcan, le bruit souterrain qu'on entendit ressemblait à une décharge de grosse artillerie; 5.° *Jorullo.* M.r Humboldt nous a donné d'une éruption très-célèbre de ce volcan, la description suivante: « La nuit du 14 septembre 1754, » un terrain de 3 à 4 milles carrés que l'on » désigne sous le nom de *Malpays*, se souleva » en forme de vessie; des milliers de petits cônes » sortirent de la voûte soulevée. Quoique depuis » quelques années, la chaleur de ces cônes volcaniques ait beaucoup diminué, le thermomètre placé dans des crevasses qui exhalent » une vapeur aqueuse, est monté à 95 degrés. » Chaque petit cône est une *fumerole* de laquelle » s'élève une fumée épaisse jusqu'à 10 ou 15 » mètres de hauteur. Dans plusieurs, on entend » un bruit souterrain qui paroît annoncer la » proximité d'un fluide en ébullition. Au milieu » de ces cônes, sont sorties de terre six grandes » buttes toutes élevées de 4 à 500 mètres au-» dessus de l'ancien niveau des plaines. C'est le » phénomène du Monte Nuovo, près de Pouzzole, répété plusieurs fois. La plus élevée de » ces buttes énormes qui rappellent les Puys de » l'Auvergne, est le grand volcan de *Jorullo.* » Il est constamment enflammé et il a vomi une » immense quantité de laves scorifiées et basaltiques qui renferment des fragmens de roches » primitives. Les grandes éruptions du volcan

» central ont continué jusqu'au mois de février » de l'an 1760 : dans les années suivantes, elles » sont devenues progressivement plus rares. Il » faut remarquer que le volcan de Jorullo s'est » allumé à la distance de 56 lieues de la mer, » dans une contrée bordée par des montagnes » basaltiques dont la structure semble indiquer » que tout ce pays à une époque très-reculée » avait déjà été bouleversé plusieurs fois par » des volcans. »

Les feuilles publiques du mois de juin 1818 ont parlé d'un volcan dans la province de *Guanaxuato*, éloigné de 30 lieues de Lucrataro, et qui fit une grande éruption dans la nuit du 15 au 16 février de la même année. Il est dit que deux communes et 28 fermes furent entièrement ruinées, qu'aucun des habitans ne put se sauver, et que pendant plusieurs jours il tomba à Lucrataro une pluie de cendres.

Dans le *Pérou*, *Arcquipa* distant de 15 lieues de la mer.

Dans le royaume de *Quito*, 1.° *Antisana* élevé de 3020 toises : Humboldt l'a vu fumer ; 2.° *Guancamaya* : Humboldt l'a entendu rugir ; 3.° *Pichincha* : cette grande montagne formée par un volcan, a quatre pointes principales qui ont reçu divers noms, savoir : *Tablahuma*, pointe élevée de 14,136 pieds au-dessus du niveau de la mer ; *los Ladrillos*, haute de 14,412 ; *Guagua*

Pichincha ou le jeune Pichincha, haute de 14,580; et *Rucu Pichincha* ou le vieux Pichincha, haute de 14,998. M.r de la Condamine monta aussi sur cette cime, mais il n'en mesura point la hauteur. Humboldt évalua le périmètre de ce volcan à 13,682 pieds, et sa profondeur à 5 ou 6 mille pieds; 4.° *Tungurahua*: M.r de la Condamine ayant mesuré la hauteur de ce volcan, la calcula à 15,720 pieds; mais après l'éruption de 1772 et le tremblement de terre de 1797, sa cime était fort abaissée, en sorte que Humboldt ne la trouva que de 15,264 pieds au-dessus de la mer; 5.° *Cotopaxi*. La cime de ce volcan est élevée de 17,712 pieds: Humboldt a entendu ses frémissemens à la distance de 42 lieues marines, et ses explosions ressemblent à des décharges répétées d'artillerie. En 1774, ses mugissemens furent entendus à la distance de 220 lieues. Ce volcan, comme les autres du rouyaume de Quito, a vomi des masses immenses d'eau douce hydro-sulfureuse, de l'argile carburée mêlée de soufre, et des poissons presque entiers qui forment une nouvelle espèce du genre *pimelodus*. Son cratère a environ 2,868 pieds de diamètre; 6.° *Sangay* ou *Macas*; 7.° *Carguairazo*; ce volcan en 1698 vomit une immense quantité de boues (Voy. Ulloa, *Voyage historique*, tom. 1, pag. 262); il a maintenant passé à l'état de solfatare: il paroît qu'il fût une des bouches latérales du Chimboraço.

Dans la nouvelle *Grénade*, 1.° *Chiles*; 2.° *Cumbal*; 3.° *Elazufral*; 4.° *Pasto*; 5.° *Purace*; 6.° *Sotara*.

Dans le Chili, suivant Molina (*Histoire naturelle du Chili*, pag. 32), il y a quinze volcans actifs: cet auteur en nomme quatre, savoir, *Villa Ricca* qui fit une grande éruption en février 1640; *Peteroa* qui s'enflamma le 3 décembre 1762; et deux autres appelés *Chillan* et *Antoco*. M.r Faujas nomme le volcan *Ligua* dans le Chili: il en est parlé dans la relation de l'amiral Biron. M.r L'Ordinaire fait mention de trois autres volcans dans le Chili, savoir, *Chuapa*, *Coquimbo* et *Copiapo*, mais il ne cite aucune autorité.

Dans les Antilles, 1.° le volcan dit la solfatare de la *Guadeloupe*: souvent il ne jette que de la fumée par quelques ouvertures; mais en septembre 1797, il s'alluma et menaça d'une forte éruption qui se borna pourtant à une pluie de poussière très-fine, grise, imprégnée d'une odeur de soufre, et dont toutes les montagnes voisines furent couvertes. Près de cent ans s'étaient écoulés sans que ce volcan eût inspiré la moindre crainte. L'Escallier qui a séjourné à la Guadeloupe, pendant les années 1802 et 1803, n'a vu qu'une seule fois la sommité du volcan s'allumer et jeter pendant la nuit quelques flammes, mais sans explosion sensible (Voy. *Journal de physique*, tom. 62). On peut voir l'intéressante

description de la Guadeloupe donnée par le savant L'Herminier, dans le *Journal de physique*, avril et septembre 1815. 2.° Le volcan de la Martinique situé dans la montagne dite *Peleo* dont la pointe la plus élevée, mesurée par Du Paget, est de 4416 pieds. L'éruption que fit ce volcan le 22 janvier 1792, fut accompagnée de violentes secousses de tremblemens de terre. 3.° Le volcan de *S.t Vincent.* Humboldt dans la *Relation historique du voyage*, tom. 1, chap. 4, fait mention de ce volcan qui étant resté tranquille depuis 1718, s'alluma de nouveau en 1812. Les cendres qu'il jeta alors parvinrent jusqu'à la Barbade, île distante de 20 lieues. Le docteur Anderson et autres naturalistes qui ont visité le volcan de S.t Vincent, le représentent comme très-considérable, d'un aspect magnifique, et pouvant être comparé à quelques-uns des volcans d'Europe.

SUPPLÉMENT N.° II.

DES TERRAINS ARDENS.

Dans quelques parties du globe, on voit des phénomènes qui semblent nous présenter en petit quelques-uns des caractères des volcans, quoiqu'ils n'aient aucun rapport apparent avec les opérations de ces bouches ignivomes. Le feu, dans les volcans, se manifeste avec tout l'appareil de ses effets les plus terribles, tandis que dans quelques points de la superficie terrestre, on aperçoit de petites flammes qui s'élèvent tranquillement au-dessus du sol, et qui ne paroissent destinées qu'à éclairer pendant la nuit ou à servir à quelques usages de la vie sociale. Les volcans au milieu d'un horrible fracas vomissent d'immenses torrens de matières fondues et enflammées : dans certaines contrées, on observe au contraire des éruptions tantôt petites, tantôt plus considérables de matières fangeuses où il ne paroît aucun indice de feu. L'Italie et plusieurs autres parties du globe nous offrent ces deux genres de phénomènes. Il est possible que les progrès de la physique et de la chimie nous fourniront des explications différentes de celles que nous avons, et nous dévoileront des causes

qui sont encore un mystère pour nous ; mais il me semble que nous n'avons rien à désirer pour ce qui regarde l'exposition des phénomènes et la connoissance des faits. Commençons par ceux du premier genre que nous venons d'indiquer, c'est-à-dire, par ces feux qui paroissent naturellement et brûlent avec tranquillité.

PIETRAMALA, EN ITALIE.

On voit de ces feux dans quelques parties de l'Apennin : les plus fameux sont ceux de *Pietramala*, des *collines du Modenais* et de *Velleïa*.

Les premiers sont ainsi nommés parce qu'ils sont voisins d'un village qui porte ce nom, et est situé sur la route qui conduit de Bologne à Florence. M.r Menard de la Groye dans un Mémoire inséré au *Journal de physique*, septembre et octobre 1817, fait l'énumération de tous les auteurs qui ont parlé des feux de Pietramala, et en ont donné la description. Laissant de côté les plus anciens, nous nous bournerons à faire mention de M.r de La-Lande, *Voyage d'un Français en Italie*, tom. 2 ; de Fougeroux de Bondaroy dans les *Mémoires de l'Académie des sciences*, an 1770; de Ferber et Dietrich, *Lettres sur la minéralogie d'Italie*, lettre 20.e ; de Volta dans les notes à ses *Lettres sur l'air imflammable natif des marais*, dans un Mémoire inséré au 2.e tome des *Mémoires de la Société italienne*, et dans un autre

Mémoire rapporté dans le tom. 7 de la *Collection d'opuscules choisis ;* et enfin de Razumowski dans le *Journal de physique* 1786, tom. 29. M.r Menard résumant dans son Mémoire les observations de ces différens auteurs, a donné une exacte description de l'état des feux de Pietramala aux années 1813 et 1814. Nous indiquerons les principales circonstances observées par ce savant naturaliste, et qui en grande partie concordent avec les phénomènes rapportés par les autres. D'après cet avertissement général, nous nous croyons dispensés de citer à chaque instant le nom de ceux dont les écrits ont précédé le récit de M.r Menard.

Dans les environs de Pietramala, les flammes se montrent en quatre divers lieux qui sont indiqués par les noms suivans, savoir, le feu *Del Legno*, *Dell'Acqua Buja*, *Del Peglio* et de *Canida*. Le premier feu est le plus considérable, le plus rapproché de l'auberge, d'un accès plus facile, et à cause de cela le seul qui soit ordinairement visité par les voyageurs. Sur une aire d'environ 12 pieds de diamètre paroissent diverses flammes, parmi lesquelles il en est une qui belle, pure et sans aucune fumée sort d'un petit creux fait dans le terrain. Sa couleur pendant la nuit, et lorsqu'elle est vue de près, est foiblement jaunâtre, en sorte qu'on la croirait blanchâtre. Elle s'élève à une hauteur d'environ 5 pieds, et son

plus grand diamètre pris à la base, est d'environ 3 pieds. Elle est extrêmement mobile et tremblante, et se termine en plusieurs pointes aiguës à son limbe supérieur où elle est découpée comme les feuilles d'artichaut.

Outre cette grande flamme, on en voit plusieurs autres d'un moindre volume qui s'élèvent à peine à un pied de hauteur, et d'autres encore qui n'ont que deux ou trois pouces. Les plus petites sont d'une couleur de bleu d'azur; mais lorsqu'elles deviennent un peu plus longues, leur cime blanchit. Si avec le bout d'un bâton ou avec tout autre instrument, on remue un peu le terrain d'où sortent les petites flammes, celles-ci acquièrent une plus grande vigueur, grandissent et prennent une couleur blanche. C'est ce qui arrive aussi lorsqu'avec les pieds on frappe la terre, comme Volta l'observa dans les feux de Velleïa.

Il est facile d'éteindre les petites flammes: une poignée de terre qu'on jette par-dessus, un léger souffle suffit pour produire cet effet; mais elles se rallument bientôt par la propagation de celles qui sont les plus voisines. Il n'en est pas ainsi des plus grandes; pour les éteindre, il faut y jeter et tout à la fois une certaine quantité d'eau. On prétend qu'une pluie à verse y réussit; mais le vent pour si impétueux qu'il soit, ne parvient à les éteindre que pour un instant, et

elles se rallument tout à coup avec une petite explosion. M.r Menard en donne la raison suivante qui me paroît très-plausible. On ne peut pas douter que ces flammes n'aient pour cause une émanation de gaz hydrogène qui se développe dans ce lieu. Comme le terrain contigu aux grandes flammes acquiert une très-forte chaleur, et passe même jusqu'à l'incandescence, le gaz qui survient doit s'allumer subitement. Un vent impétueux peut bien éteindre pour un instant les flammes, mais il ne saurait ainsi que l'eau, refroidir le terrain. Il paroît certain que dans le cas d'une extinction totale des flammes tant grandes que petites, et qui durerait quelque peu de temps, en sorte que la terre pût se refroidir, il paroît certain, dis-je, que l'incendie ne se reproduirait pas spontanément, mais qu'il serait nécessaire d'avoir recours à l'art. Pour obtenir une inflammation spontanée, comme quelques-uns ont écrit que cela arrive, il faudrait que le gaz hydrogène fût encore phosphoré, supposition qui n'a aucun fondement. M.r Menard d'après les observations faites par Spallanzani sur les feux naturels des collines du Modenais, pense que dans le cas d'une extinction générale, il serait nécessaire de recourir à un moyen artificiel pour reproduire les flammes.

Dans tous les lieux où paroissent ces feux naturels, soit en Italie, soit ailleurs, l'opinion

commune est qu'ils sont plus actifs et plus grands, lorsque le temps est pluvieux et que l'atmosphère est chargée d'humidité: mais les observations que Spallanzani a faites sur les feux de Barigazzo, et qui ont été continuées par une personne aussi judicieuse qu'exacte, semblent prouver qu'on ne peut établir aucune règle fixe sur ce point, et qu'il n'y a pas de raison directe qui permette de supposer qu'il existe quelque rapport entre l'état de l'atmosphère et l'intensité des émanations gazeuses. La chaleur des flammes est très-intense, et lorsqu'on s'en approche on ressent cette bouffée ardente qu'on éprouve à la bouche d'une fournaise. Les plantes même vertes et humides qui y sont exposées, s'enflamment sur l'instant. Les pierres de ce site, espèce de calcaire un peu schisteux, lorsqu'elles éprouvent l'action des flammes, deviennent rouges à cause de l'oxidation du fer, et semblent cuites comme les briques. Cependant on n'observe dans aucune de ces pierres une véritable calcination, et bien moins encore de vitrification, comme quelques naturalistes l'ont écrit.

L'odeur des flammes est la même que celle du gaz hydrogène, mais modifiée d'une manière qu'il serait difficile de définir et de comparer. Le gaz hydrogène n'est point dans son état de pureté; il est corrompu par une matière qui lui est étrangère, et cette matière est le carbone: par

conséquent le gaz qui produit le phénomène de la combustion, est un gaz hydrogène carbonaté. Peut-être contient-il encore quelque peu de pétrole sous forme vaporeuse. Dans la combustion du gaz hydrogène, le carbone se précipite, et donne naissance à cette suie très-fine, très-noire, terne, inodore et absolument semblable au noir de fumée qui recouvre d'un très-léger enduit quelques substances pierreuses qui ont été pendant long-temps exposées aux flammes.

Cet hydrogène carboné n'était pas connu des physiciens, qui, plusieurs années avant M.r Menard, écrivaient sur les feux dont il s'agit ici. Cependant Spallanzani n'ignorait pas la différence qui existe entre le gaz hydrogène des feux naturels, et l'hydrogène pur qu'on obtient des métaux par le moyen de l'acide sulfurique. Les expériences qu'il a faites pour comparer ces deux gaz ainsi que les divers phénomènes qu'on observe dans leur combustion, sont très-ingenieuses. Il pensa que dans l'inflammation du gaz hydrogène naturel, il se formait une petite quantité de gaz acide carbonique qui altérait la pureté de la flamme du premier gaz. Si Spallanzani avait fait attention que la présence du carbone est absolument nécessaire à la production du gaz acide carbonique, il aurait aisément reconnu l'existence de ce principe dans le gaz hydrogène naturel, comme il connoissait celle du soufre dans le gaz hydrogène sulfuré.

A la distance d'environ un demi-mille de Pietramala, il y a un lieu qu'on appelle *L'Acqua Buja*: c'est un petit étang ou mare d'eau qui a à peine deux mètres dans sa plus grande dimension, et est d'une figure très-irrégulière. De cette eau sortent avec murmure une infinité de bulles d'un gaz qu'on reconnoît à sa seule odeur pour un gaz hydrogène carbonaté. Dans les endroits où le gaz sort presque à sec, il s'enflamme facilement. L'eau est froide et limpide; elle a seulement un goût un peu désagréable. Nous n'avons aucune observation sur les autres deux feux qui sont ceux du *Peglio* et de *Canida*: il est présumable qu'ils présentent les mêmes phénomènes.

Collines du Modenais, en Italie.

Sur la route qui conduit de Modène à Pistoie, on trouve le pays de Barigazzo où l'on observe les mêmes phénomènes que nous venons d'exposer par rapport à Pietramala. Paul Boccone et Ramazzini sont les premiers auteurs qui en ont parlé, l'un en 1684, et l'autre en 1698. Galeazzi y fit un voyage en 1719, et publia ses observations dans les *Actes de l'Institut de Bologne*, tom. 1.^er^ Enfin en 1790, l'illustre professeur de Pavie M.^r^ Spallanzani se transporta à Barigazzo où ayant passé quinze jours, il put observer et décrire les phénomenes de ce lieu, qui sont en substance semblables à ceux de

Pietramala. Le feu de Barigazzo occupe maintenant un espace d'environ 15 pas de longueur sur deux ou trois de largeur, dimension qui présente néanmoins quelques interruptions. Les flammes sont divisées en trois groupes ou aires dont la plus basse fournit les flammes les plus grandes qui sont de couleur jaunâtre, et n'ont pas plus de deux pieds de hauteur. Spallanzani ayant fait éteindre toutes les flammes avec une grande quantité d'eau jetée en un seul coup, fit creuser une fosse dans un site plus bas que celui où se montre le feu, et alors il put se produire des flammes qui avaient environ huit pieds de hauteur et cinq de circonférence à leur base. Il donna l'idée aux habitans de Barigazzo de se servir de ce feu naturel pour faire de la chaux. L'opération qui s'effectuait dans une période de douze jours, fut continuée pendant quelque temps, mais on a négligé d'y donner des suites, bien qu'on eût pu s'en promettre d'heureux résultats.

C'est au zèle de M.r Spallanzani que nous devons la connoissance de semblables feux dans d'autres parties du Modenais, savoir, de ceux de l' *Orto dell'Inferno* à l'est et à la distance d'un mille et demi de Barigazzo; de la *Sponda del Gatto* à 5 milles de Barigazzo et à deux milles du pays de *Sestola*; de *Vetta*, village qui est à 3 milles de Barigazzo. Dans deux lieux voisins,

mais bien distincts près de Vetta, on voit sortir de terre et s'élever des flammes. Boccone en a parlé comme si c'était un même feu. On trouve les autres feux qui sont au nombre de trois et très-distincts, à l'endroit dit la *Raina*, et enfin à la *Serra de'Grilli*, lieu distant de 3 milles de Fanano, et où il y a une forte émanation de gaz hydrogène qui se dégage du sol avec des sifflemens très-aigus. Ce lieu est connu des bergers sous le nom du *lieu qui bout et qui souffle*. On n'y avait jamais vu des flammes ; Spallanzani fut le premier qui en provoqua l'inflammation. En général les flammes y sont basses, puisque les plus hautes n'ont pas un pied et demi ; mais elles sortent de tous les points d'une aire qui a 19 pieds de périmètre. Voilà donc que dans une petite étendue de pays, il y a huit lieux où des flammes sortent de la terre, savoir, à Barigazzo, à l'*Orto dell'Inferno*, aux deux sites distincts près de *Vetta*, aux trois sites aussi distincts de la *Raina* et à la *Serra de'Grilli*.

Velleia, en Italie.

Avant que Spallanzani décrivît les feux du Modenais, un de ses collègues, le célèbre physicien Volta, avait donné des notices très-intéressantes sur ceux de Velleïa, dans le Placentin. Lorsqu'il visita cette contrée en 1784, il y avait deux lieux d'où sortaient des flammes *fort*

hautes et véhémentes, ce sont ses expressions. Ces deux lieux étaient distans de quelques centaines de pas des ruines de l'ancienne ville de Velleïa, et près d'un torrent appelé *Chero*. Les phénomènes sont les mêmes que ceux de Pietramala et de Barigazzo. En comparant les descriptions que les auteurs les plus exacts ont données des circonstances qui accompagnent ces inflammations, on voit qu'elles sont identiques, que toutes présentent les mêmes phénomènes, et que par conséquent elles sont produites par la même cause, c'est-à-dire, par des émanations de gaz hydrogène carbonaté. Mais quelle est la source qui fournit perpétuellement ce gaz? Dans la chaîne des Apennins où ces feux naturels sont beaucoup plus fréquens, les sources d'eau salée et de pétrole sont très-abondantes: de là l'opinion qui me semble la plus probable est celle d'admettre une décomposition de pétrole, et que par l'effet de cette décomposition, l'hydrogène carbonaté reste libre. Les élémens constitutifs des huiles tant végétales que minérales sont l'hydrogène et le carbone, et il est présumable que les pyrites qui abondent dans ces montagnes, contribuent à la décomposition du pétrole.

Lorsqu'en 1784 Volta écrivait son Mémoire sur les *Terrains ardens*, on ne connoissait pas encore le gaz hydrogène carbonaté; mais cet illustre physicien n'ignorait pas de quelle source

pouvait dériver le gaz hydrogène. Il avait depuis peu de temps fait la belle découverte de l'air inflammable (c'est ainsi qu'on appelait alors le gaz hydrogène) des marais, des fossés et généralement des eaux stagnantes dans lesquelles se putréfient des substances animales et végétales ; et il lui était facile de connoître la très-grande analogie qui existe entre ce gaz et celui qui produit les flammes de Pietramala, de Velleïa, etc. Dès-lors il entreprit de réfuter l'opinion de ceux qui attribuent ces flammes au pétrole, comme si ce bitume fluide ou sa vapeur était véritablement la substance qui brûle ; et il démontra que ces inflammations étaient uniquement de gaz hydrogène. A cette époque, il attribua l'origine de ce gaz principalement à la décomposition des substances végétales et animales, mais il ajouta : « Je n'exclus point le pétrole qui, comme les » autres huiles, comme toute autre substance in- » flammable, peut, en se décomposant, produire » de l'air inflammable. » Enfin M.r Menard dans le Mémoire que nous avons déjà cité, s'exprime ainsi : « Je suis très-porté à croire qu'il existe » un rapport certain, intime même si l'on veut, » entre les sources d'hydrogène dont il s'agit, » et celles du pétrole qui se trouvent dans les » mêmes montagnes, souvent aux mêmes lieux. »

DANS LE DAUPHINÉ, EN FRANCE.

L'Italie n'est pas la seule partie du globe où l'on peut observer ces phénomènes : il y a en France près du village de S.t Barthélemi, à quatre lieues au sud de Grenoble, un lieu très-renommé qu'on a appelé la *Fontaine ardente du Dauphiné*, dénomination très-impropre, parce que ce n'est point une fontaine ardente, mais c'est un terrain d'où sortent des exhalaisons qui s'enflamment lorsqu'on en approche une allumette. Il est possible que ce lieu était jadis couvert d'eau sur la superficie de laquelle il y avait beaucoup de bulles produites par le développement du gaz hydrogène, et qui s'enflammaient à l'approche d'un flambeau. Plusieurs auteurs en ont parlé, mais le premier qui donna une explication raisonnable du phénomène qu'on y observe, du moins autant que le permettait dans ce temps-là l'état de la physique, fut M.r De Montigny de l'Académie des sciences de Paris qui le visita en 1768. On peut lire un extrait de ses observations dans la *Minéralogie du Dauphiné* par M.r Guettard ; et il est à remarquer que M.r De Montigny reconnut que *la vapeur inflammable qui se fait un passage à travers le terrain dont il s'agit, est semblable à celle qu'on produit par la dissolution du fer dans l'acide vitriolique, laquelle s'allume en approchant la flamme*

d'une chandelle de la bouche du vase. L'idée de vapeur est certainement fausse, mais elle est bien pardonnable, vu le temps où M.r De Montigny écrivait.

En Perse.

Les autres feux naturels qui ont beaucoup de célébrité, sont ceux qui dans la péninsule d'Abscharon, en Perse, sortent de la terre dans un site distant d'environ 3 milles de la mer Caspienne. Plusieurs voyageurs, comme Koempfer, Garber, Hanvey, Gmelin, etc., en ont parlé. On peut voir encore le *Journal de physique*, tom. 20. Nous rapporterons une courte indication donnée par Spallanzani, et tirée des *Transactions anglicanes.* A trois milles de la mer Caspienne, dans la péninsule d'Abscharon, si l'on remue superficiellement la terre qui forme une légère croûte sur un sol rempli de rochers, et qu'on applique le feu aux parties remuées, la flamme se montre soudain, et elle ne s'éteint que lorsqu'on jette par-dessus de la terre qui l'étouffe facilement. Un espace de terrain de deux milles a cette propriété singulière, et sur ce sol existait un bâtiment fort ancien où vivaient douze prêtres indiens et d'autres zélés adorateurs du feu, qui, suivant leurs traditions, brulâit depuis plusieurs milliers d'années. Le bâtiment était voûté : l'application d'une lumière aux lézardes dont les

murailles étaient remplies, produisait une flamme qui en un instant se répandait dans toutes les autres fentes, mais qui de même s'éteignait légèrement. Dans cette habitation, sans faire usage de bois, mais avec cette seule flamme, on faisait cuire les viandes, en adaptant les vases qui les contenaient, à certaines cavités pratiquées exprès; et quelques cannes vides enfoncées dans la terre, servaient de torches : en approchant une lumière, elles s'allumaient, répandaient une flamme blanche, et ne s'éteignaient que lorsqu'on les couvrait d'une espèce d'éteignoir destiné à cet usage.

Pour faire de la chaux, on pratiquait une cavité où l'on entassait les pierres calcaires, et l'on approchait une lumière du tas: la flamme paroissait aussitôt et s'insinuait en pétillant dans le monceau de pierres. Non loin de ce lieu, il y a des sources de naphte (Voy. Spallanzani, *Voyages aux deux Siciles*, tom. 5, pag. 151).

Le phénomène d'une combustion naturelle, mais d'un genre différent, a eu encore lieu en Perse. Le célèbre naturaliste Pallas en a donné la description qu'on peut lire dans le vol. 22 du *Journal de physique*. « Il y a dans le district de Bas-» chkires Mursalarskiens, une montagne brûlante » dans laquelle on trouve de grandes places rou-» geâtres entièrement dénuées de bois, tandis » que tout le reste de la montagne en est couvert.

» Ce sont ces places rougeâtres qui brûlent. Voici
» de quelle manière cet incendie a pris naissance.
» Il y a onze à douze ans, disent les anciens
» Baschkires établis dans cette contrée, que la
» foudre étant tombée sur un gros pin, forte-
» ment enraciné tout au pied d'une colline, mit
» le feu à cet arbre et le consumma jusque dans
» ses racines. Ce même feu se communiqua au
» reste de la montagne qui depuis cette époque
» a brûlé intérieurement sans interruption. Toute
» la partie méridionale qui se trouve actuelle-
» ment (en 1788) tout-à-fait nue, était aupa-
» ravant, comme tout le reste, entièrement cou-
» verte d'arbres et de broussailles que le feu a
» totalement consumés. La section la plus orien-
» tale de la montagne à laquelle le feu s'était
» communiqué en 1767, brûlait encore en 1783.
» La roche dont la montagne est composée,
» particulièrement aux endroits incendiés, con-
» siste en partie en une pierre à moilons, qui,
» quoique calcinée, a la consistance de bonne
» brique, et quoiqu'elle rende un bon son, est
» cependant de nature calcaire. Le reste est une
» pierre schisteuse friable, calcinée et lamellée
» en feuilles très-minces, qui paroît avoir ren-
» fermé entre ses couches une autre matière dont
» il ne reste que la cendre . . . . . on y rencontre
» en plusieurs endroits une pierre ferrugineuse
» calcinée tantôt en hématite, tantôt en ocre

» jaune, et au pied de la montagne d'ouest, on
» trouve partout, outre la pierre, une terre mar-
» neuse très-friable, d'un rouge vif. Les places
» incendiées sont remplies de crevasses et de
» fissures, en sorte qu'on n'y saurait marcher
» sans risque. On enfonce quelquefois jusqu'aux
» genoux dans la terre végétale que la calcina-
» tion réduit en poussière en certains endroits,
» et l'on a bien de la peine à s'en tirer sans
» ressentir les impressions du feu. Il sort conti-
» nuellement des crevasses ouvertes une vapeur
» subtile, trémulante au soleil et d'une chaleur
» brûlante, insupportable au tact, et qui allume
» des copeaux de bouleaux bien secs en peu de
» minutes. Dans des nuits orageuses et fort som-
» bres, on voit aussi sortir de ces crevasses brû-
» lantes, des flammes rougeâtres et subtiles, ou
» une vapeur enflammée qui s'élance à quelques
» pieds de hauteur. Il n'existe pas le moindre
» vestige de vapeur sulfureuse ou de la nature
» de celle qu'exhale le charbon de terre. Les
» exhalaisons qui s'élèvent des crevasses, n'ont
» ni plus de consistance, ni plus d'odeur que
» la vapeur suffoquante qu'exhale un four ar-
» dent, lorsque le feu en est entièrement con-
» sumé. A quelque profondeur qu'on creuse, on
» ne s'aperçoit pas qu'il y ait pour cela plus
» d'odeur; et cependant les pierres deviennent
» à la fin si brûlantes que tout liquide qu'on

» jette dessous s'évapore à l'instant avec bruit, » et que les pelles de bois s'allument. Ce n'est » pas seulement dans son contour, mais aussi » tout au milieu de la place incendiée qu'on » trouve des endroits entièrement refroidis qui » se recouvrent déjà de plantes. Les Baschkires » assurent qu'en hiver tout le contour des places » qui brûlent conserve constamment un beau » vert, et qu'il n'est pas rare d'y voir des plantes » en fleur long-temps après la chute des neiges. »

D'après cette relation donnée par Pallas, il paroît que la roche dont il s'agit, est une pierre arénaire-calcaire qui contient un dépôt de lignites, et vraisemblement ces parties qu'on dit réduites en cendres, appartenaient à ce combustible, qui, en brûlant, répand une odeur différente de celle de la houille. L'origine qu'on suppose à cet incendie souterrain, et la cause à laquelle on l'attribue, ne sont pas sans quelque vraisemblance.

SUPPLÉMENT N.° III.

DES LIEUX CONNUS SOUS LA DÉNOMINATION DE VOLCANS GAZEUX.

Si quelques parties du globe nous présentent le phénomène d'inflammations qui n'ont aucun rapport avec les volcans, il en est d'autres où l'on observe des éruptions qui ne sont produites que par le développement de quelque gaz. On voit de petites élévations de forme conique, et dont la configuration intérieure est celle d'un entonnoir. Une boue froide et demi-fluide est lancée en l'air par ces bouches, retombe sur le penchant du cône, et coule en ruisseaux. Quoique ces éruptions soient d'un genre tout-à-fait différent de celui des éruptions volcaniques, les lieux où elles s'effectuent sont néanmoins indiqués par la dénomination de volcans gazeux.

Dans les Apennins d'Italie.

Dans ce rameau de l'Apennin qui passe par les États de Reggio et de Modène, il y a quelques lieux où l'on observe le phénomène dont nous parlons; et comme la boue rejetée et pour ainsi dire vomie hors de la terre, est salée, ces lieux ont reçu le nom de *Salse*. Tels sont les suivans:

1.° La *salse* dite de la *Maina* à la distance de 15 milles de Modène, dont personne n'avait parlé avant Spallanzani; 2.° la *salse* de *Sassuolo* dont Frassoni, Ramazzini, Valisnieri et Galeazzi ont fait mention après Pline; 3.° la *salse* de *Querzuola* entre Scandiano et Reggio décrite par Valisnieri; 4.° la *salse* la plus petite indiquée par Valisnieri, et située dans les collines de Reggio, près de *Canossa* ou *Casola*. Outre ces *salses* qui sont les plus connues, on en nomme encore trois dans le territoire de *Nirano*, et M.r Menard de la Groye en a fait connoître une autre dite *Delle Prate*, qu'il place dans le territoire de la *Rocca Santa Maria* (Voy. *Journal de physique*, avril 1818). Spallanzani a observé et décrit avec beaucoup d'exactitude, les *salses* de *Querzuola*, de *Sassuolo* et de la *Maina*. Comme dans les divers lieux que nous venons d'indiquer, les phénomènes sont à peu près les mêmes, il suffira de rapporter la description d'une de ces salses: je choisirai celle de *Querzuola* qui dans sa conformation et dans la complication de ses phénomènes, présente le spectacle d'un grand nombre de petits volcans réunis. On voit plusieurs masses coniques d'une terre blanche (Spallanzani en compta 17) et tronquées vers leur sommité à une distance plus ou moins grande de la base. Chaque cône est terminé par une ouverture intérieurement configurée en entonnoir, dans

laquelle bouillonne une boue demi-fluide qui soulevée par des bulles gazeuses, se répand au dehors, et coule en ruisseaux sur le penchant du terrain. Le bouillonnement qui n'est produit que par le développement du gaz, n'est accompagné d'aucun degré de chaleur. Spallanzani plongea dans la boue de la Maina, un thermomètre qui à l'air marquait 16 $\frac{1}{2}$, et le mercure descendit à 15. Il est à remarquer que les bulles deviennent plus fréquentes, lorsqu'on frappe la terre avec les pieds. Il y a des bouches qui donnent à peine à leurs boues l'impulsion nécessaire pour s'en délivrer, tandis que d'autres jettent et lancent leurs matières à 2, à 3 et même à 5 pieds de hauteur. Tout jet est accompagné d'un petit bruit qui se fait entendre à une certaine distance. Le fluide aériforme qui se met en liberté, prend feu au contact d'une chandelle allumée, et indique par son inflammation qu'il est de la nature du gaz hydrogène. Cependant il résulte des expériences faites par Spallanzani, que ce fluide est beaucoup plus chargé de carbone que le gaz hydrogène qui forme les feux naturels dont nous avons parlé dans le précédent supplément.

Lorsque Spallanzani visita la *salse* de Querzuola, le plus grand des cônes de terre s'élevait à une hauteur de six pieds, et présentait à sa base une circonférence de 19 pieds et demi: le plus petit n'avait qu'environ 4 pieds de circonférence,

et sa hauteur n'excédait pas deux pieds ; les autres avaient des proportions moyennes. Ces cônes par leur situation respective formaient une espèce de cercle. Au centre étaient deux cavités pleines d'une eau trouble qui bouillonnait à sa superficie, et ce bouillonnement était produit par le développement d'une multitude de bulles gazeuses. La boue et l'eau de la *salse* ont un goût salé, et contiennent du sel marin. On voit à la superficie de l'eau surnager quelques gouttes de pétrole, et l'odeur de ce bitume fluide se fait ressentir d'une manière décidée, même assez loin de la *salse*, comme aussi dans l'inflammation du gaz. Lorsque la *salse* a été tranquille pendant long-temps, il arrive quelquefois que les cônes sont détruits par les eaux pluviales ; et alors à la place où étaient ces cônes, on voit de petits enfoncemens de terre remplis de boue.

Quelquefois la *salse* entre pour ainsi dire en fureur, et fait des éruptions. Spallanzani fait mention d'une qui éclata par un temps très-serein, et s'annonça par un bruit semblable à celui d'un petit coup de canon. A l'instant tous les cônes de terre d'où sortaient les bulles gazeuses, furent lancés à perte de vue. Après quelques momens de repos, il se fit une nouvelle explosion avec un nouveau jet de terre, laquelle fut suivie d'une troisième explosion, et ainsi de suite. Le bruit de ces explosions était si fort qu'on l'entendit

de Reggio, c'est-à-dire, à une distance de huit milles. Les jours suivans les jets furent encore plus vigoureux; ensuite ils se ralentirent, et au bout de quelques jours, le paroxisme cessa, et la *salse* reprit son état ordinaire de repos. Les éruptions les plus connues et les plus remarquables de la *salse* de *Querzuola* eurent lieu en 1754 et 1772. Celle de *Sassuolo* est encore sujette à des crises violentes: Spallanzani parle d'une masse de pierre calcaire du poids d'environ huit cents livres qui fut jetée à la distance de près de 20 pieds, dans les explosions que fit cette *salse* en 1790.

Nous avons dit ci-dessus que M.r Menard de la Groye a fait connoître la *salse* dite *Delle Prate*. Lorsqu'il la visita, il y avait trois jours qu'elle avait fait une éruption. Il y observa deux cônes dont le plus grand avait 150 pas de périmètre à sa base, et 4 à 5 mètres de hauteur. A la sommité de ces cônes, on voyait un petit cratère dont le fond était rempli de boue.

Le même auteur à la suite de son Mémoire inséré au *Journal de physique*, cahier du mois de mai de l'année courante, parle encore de deux autres *salses* situées dans les Apennins des états de Parme, à une petite distance des bains de *Lesignano*, et connues sous les noms, l'une de *Gorgogli di Rivalta*, et l'autre de *Gorgogli di Torre*. Zunti, médecin parmesan, dans un

ouvrage imprimé à Venise en 1615, sous le titre de *Balneo thermali lixiniano*, et le professeur Guidotti dans une lettre publiée en 1813, ont traité de ces deux *salses*.

A ces *salses* du Parmesan, il faut joindre celle de *Bergullo* dans le Bolonais, dont le Chevalier Louis Angeli a donné une description très-exacte dans un Mémoire imprimé à Imola en 1795, c'est-à-dire, la même année que Spallanzani publia ses voyages. Les phénomènes de la *salse* de *Bergullo* sont les mêmes que ceux des autres *salses* des territoires de Reggio, de Modène et de Parme; et son gaz est de la même nature, c'est-à-dire, hydrogène carboné.

La terre, mêlée avec l'eau que les *salses* rejettent, est blanchâtre et a les caractères de l'argile. Spallanzani de 2264 grains de terre prise de la *salse* de la Maina, retira 48 grains de muriate de soude, et de 100 livres docimastiques de la même terre, lessivée et purgée du sel, il obtint 42 de silice, 31 d'alumine, 15 de chaux, 5 : 2 de magnésie, 4 : 6 de fer. La terre de la *salse* de *Sassuolo* donna à peu près le même résultat. Le pétrole se montre évidemment soit dans l'eau, soit dans le gaz de toutes les *salses*. Ce bitume fluide existe en effet dans quelques endroits de ces collines, comme à *Monte Zibio*, distant en ligne droite de la *salse* de Sassuolo d'environ demi-mille.

DANS LA SICILE.

Quoique les phénomènes que présente le volcan gazeux de *Macaluba*, en Sicile, aient, suivant Dolomieu dans son *Voyage aux îles de Lipari*, beaucoup plus d'intensité, ils sont néanmoins assez semblables à ceux des *salses* des Apennins. Strabon et Solin parmi les anciens, Fazello, Serpetto et Boccone parmi les modernes, ont parlé de ce lieu. Nous choisirons la description qui en a été donnée par un naturaliste aussi distingué que Dolomieu.

« La colline de *Macaluba* à base circulaire » représente imparfaitement un cône tronqué : » elle peut avoir 150 pieds d'élévation prise d'un » vallon qui est au-dessous. Elle est terminée par » une plaine un peu convexe qui a un demi- » mille de contour ; elle est de la plus grande sté- » rilité. On voit sur son sommet un très-grand » nombre de cônes tronqués à différentes dis- » tances les uns des autres, et de différentes » hauteurs : le plus grand peut avoir deux pieds » et demi ; les plus petits ne s'élèvent que de » quelques lignes. Ils portent tous sur leurs som- » mets de petits cratères en forme d'entonnoir, » qui ont à peu près la moitié de leur élévation » pour profondeur. Le sol sur lequel ils reposent » est une argile grise, desséchée et gercée dans

» tous les sens, qui s'enlève en feuilles de quatre » à cinq pouces d'épaisseur. Le grand balancement que l'on éprouve en marchant sur cette » espèce de plaine, annonce que l'on est porté » par une croûte assez mince, appuyée sur un » corp mou et demi-fluide. On reconnoît bientôt » que cette argile desséchée recouvre réellement » un vaste et immense gouffre de boue dans » lequel on court le plus grand risque d'être » englouti.

» L'intérieur de chaque petit cratère est toujours humecté, et on y observe un mouvement continuel. Il s'élève à chaque instant de » l'intérieur et du fond de l'entonnoir une argile grise délayée à surface convexe, qui en » s'arrondissant, arrive aux lèvres du cratère » qu'elle surmonte ensuite en forme de demi-globe. Cette espèce de sphère s'ouvre pour » laisser éclater une bulle d'air qui a fait tout » le jeu de la machine. Cette bulle en se crevant avec un bruit semblable à celui d'une » bouteille que l'on débouche, rejette hors du » cratère l'argile dont elle était enveloppée, et » cette argile coule à la manière des laves sur » les flancs du monticule. Lorsque l'air s'est » dégagé, le reste de l'argile se précipite au fond » du cratère qui reprend et garde sa première » forme jusqu'à ce qu'une nouvelle bulle cherche à s'échapper. Il y a donc un mouvement

» continuel d'abaissement et d'élévation qui est » plus ou moins précipité, et dont l'intermit- » tence est de deux ou trois minutes. On l'ac- » célère en donnant des secousses à la croûte » d'argile sur laquelle on marche. Lorsqu'on en- » fonce un bâton dans un de ces cratères, il » en ressort peu à peu et par secousses. Il y a » quelques petits monticules qui sont entièrement » secs, et qui ne donnent plus passage à l'air. » Le nombre des uns et des autres est en gé- » néral de plus de cent, et varie chaque jour. » Outre les petits cônes, il y a quelques cavités » dans le sol même: ces petits trous ronds d'un » ou deux pouces de diamètre sont pleins d'une » eau trouble et salée d'où s'élèvent et sortent » immédiatement les bulles d'air qui y excitent » un bouillonnement semblable à celui de l'eau » sur le feu, et qui crèvent sans bruit et sans » explosion. » Dolomieu observa sur la surface de quelques-unes de ces concavités, une *pellicule d'huile bitumineuse*, d'une odeur assez forte que l'on confond avec celle du soufre. Tel est l'état de cette montagne pendant l'été et l'automne, mais pendant l'hiver les circonstances sont toutes différentes. « Les pluies ramollis- » sent et détrempent l'argile desséchée de son » sommet, les monticules coniques sont dissous; » il se rabaissent et se mettent de niveau, » et le tout n'offre plus qu'un vaste gouffre de

» boue d'argile délayée, dont on ne connoît » pas la profondeur, et dont on ne s'approche » qu'avec le plus grand danger. Un bouillonne- » ment continuel se voit sur toute cette surface. » Ces deux états différens n'existent que dans » les temps de calme de cette montagne. Elle a » aussi ses momens de grande fermentation, où » elle présente des phénomènes qui inspirent la » terreur et la crainte dans tous le lieux voisins, » et qui ressemblent à ceux qui annoncent les » éruptions dans les volcans ordinaires. On éprou- » ve à une distance de deux ou trois milles, des » secousses de tremblemens de terre, souvent » très-violentes. On entend un bruit et des ton- » nerres souterrains, et après plusieurs jours de » travail et d'augmentation progressive dans la » fermentation intérieure, il y a des éruptions » violentes et avec bruit, qui élèvent perpendi- » culairement, quelquefois à plus de deux cents » pieds, une gerbe de terre, de boue, d'argile » détrempée, mêlée de quelques pierres. Toutes » ces matières retombent ensuite sur le même » terrain d'où elles sont sorties. Ces explosions » se répètent trois ou quatre fois dans les 24 » heures : elles sont accompagnées d'une odeur » fétide de foie de soufre qui se répand dans les » environs, et quelquefois, dit-on, de fumée. » Ensuite il y a cessation dans les phénomènes, et » la montagne reprend de nouveau un des deux » états ordinaires. »

Les éruptions de ce singulier volcan arrivent en automne, lorsque les étés ont été secs et longs, mais après des intervalles différens. Il s'écoule souvent un grand nombre d'années sans qu'il y en ait : ensuite elles ont lieu deux années de suite ou deux dans trois années, comme en 1777 et 1779. L'intermittence de cinq ans dont parlent différens auteurs, est un fait contraire aux observations.

Dans les environs à un demi-mille de distance, il y a plusieurs monticules où l'on voit les mêmes effets, mais en petit, et ils ne sont point sujets aux fortes éruptions ; on les nomme par diminutif *macalubette*.

Dolomieu examina avec un thermomètre la température de cette boue qui semblait bouillante : le mercure à l'air extérieur marquait 23 degrés et demi, et plongé dans la boue, il s'abaissa de trois degrés. En outre ayant recueilli le gaz qui se développe tant de la boue que de l'eau, il introduisit dans le vase une chandelle allumée qui s'éteignit au même instant. Cet air mêlé avec l'air atmosphérique ne produisit ni inflammation, ni explosion : il crut donc que c'était un gaz acide carbonique qu'on appelait alors *air fixe*. Il est facile de voir que de cette seule expérience on ne pouvait pas déduire une pareille conséquence : mais Dolomieu dans ce moment manquait de tout moyen nécessaire pour

recueillir et examiner le gaz, et l'on doit faire attention que c'était en 1781 qu'il visita *Macaluba*, époque à laquelle la doctrine des gaz n'etait pas encore suffisamment éclaircie, puisque sous la dénomination d'*air fixe*, on confondait tous les gaz qui ne pouvaient pas servir à la combustion. Il me paroît que le gaz de *Macaluba* est semblable à celui des autres salses, c'est-à-dire, que c'est un hydrogène, peut-être plus chargé de carbone qui le prive de la propriété de s'enflammer. Le sol de la contrée est un calcaire couvert d'une argile grise et endurcie qui souvent contient des noyaux de chaux sulfatée; et sur la même montagne il y a une source d'eau salée.

Dans la Crimée.

Il y a dans la Crimée quelques volcans gazeux qui produisent des éruptions boueuses. Tous ces volcans gazeux qui ont été décrits par Pallas (Voy. son *Voyage dans les gouvernemens méridionaux de l'empire de Russie*), présentent les mêmes phénomènes, savoir, développement du gaz hydrogène, éruptions fangeuses composées d'une terre en grande partie argileuse, et dans le voisinage, le sel marin et le pétrole. Les plus renommés sont ceux des environs de *Taman*, de *Gienikule*, de la *Colline de Dsho-Tabe* et de celle de *Kuku-obo*. Je me bornerai à rapporter

quelques notices prises des écrits de Pallas et d'autres naturalistes.

L'île de *Taman* est remarquable par ses sources d'asphalte et par ses volcans fangeux. MM.rs Parrot et Engelhardt ont visité ces petits volcans situés entre la ville de *Taman* et le lac *Sucur*. Sur le penchant d'une colline, ils découvrirent deux bassins de 16 mètres d'ouverture et de deux mètres et demi de profondeur, qui étaient remplis d'une masse boueuse formée d'eau et d'argile. De temps en temps s'élevait du centre de chaque cratère une grosse bulle d'air qui avait environ un pied de diamètre, et aussitôt qu'elle venait à se rompre, elle était remplacée par un grand nombre de petites bulles. Ce phénomène se répétait à chaque intervalle de 30 à 40 secondes. La température de l'eau était presque égale à celle de l'air. Le gaz qui se dégageait du cratère, n'était ni inflammable, ni propre à maintenir la combustion. L'eau jaunâtre avait un goût un peu salé, et dans le fond du bassin, il y avait des fragmens de calcaire bitumineux, de sélénite, de grès quartzeux. En 1807, les Cosaques entendirent près de *Kurgan* un bruit souterrain semblable à une décharge d'artillerie. La montagne était enveloppée d'une épaisse fumée, et l'on vit sortir lentement du sein de la terre une nouvelle colline de la grandeur d'une maison. De grosses masses de pierre calcaire furent

jetées çà et là, mais on n'aperçut aucune flamme. Dans le voisinage il y a des fontaines d'asphalte et de poix minérale, qui sortent des couches secondaires du grès et du calcaire schisteux.

La hauteur perpendiculaire de la colline de *Kuku-obo* est d'environ 228 pieds, et le contour de sa base peut avoir 5400 pieds. Cette colline avant l'éruption arrivée le 27 février 1794, avait à sa sommité une fosse de six pieds de largeur et de deux ou trois pieds de profondeur, où dans les temps humides se rassemblait une eau potable. Cette fosse supérieure et le sol argileux mêlé de fragmens de pierres font conjecturer qu'il s'est opéré beaucoup d'éruptions dans les temps reculés. Pallas, sur le rapport de témoins oculaires, nous a transmis les détails de celle de 1794. On entendit d'abord dans l'air un sifflement auquel succéda un violent coup de vent qui ne dura qu'une minute; ensuite un bruit semblable à celui du tonnerre, qui partait de la montagne. Immédiatement une fumée épaisse et noire s'éleva du milieu de la sommité, et fut suivie une minute après d'une colonne de feu de 50 pieds de hauteur et de 30 de circonférence. La flamme dura depuis huit heures et demie jusqu'à neuf heures, trente minutes. Il se forma sur la colline une ouverture qui de temps en temps vomissait une boue chaude accompagnée

par intervalles de fumée et de flammes. Un bruit continuel de sifflement et de bouillonnement se fit entendre pendant la nuit. La montagne lançait souvent de la boue à une hauteur de 10 ou 12 pieds. Dans le mois de mars, on vit encore sortir par intervalles de la fumée et de la boue mêlée d'une petite quantité de pétrole et chargée de bitume. Pallas ayant visité le site peu de temps après l'éruption, reconnut que la boue déposée sur la sommité, pouvait former une masse de cent mille pieds cubes. Cette masse de boue qui couvrait de tous côtés la cime, s'était répandue en torrens inégaux de l'épaisseur de 12 à 15 décimètres sous la forme d'une bouillie : la première coulée pouvait avoir 400 toises de longueur, et la dernière 300. Le gouffre qui avait vomi cette énorme quantité de boue, était alors couvert d'une croûte desséchée, très-dure et sur laquelle on pouvait marcher.

Les montagnes appelées *croissantes* par Malte-Brun (Voy. *Précis de géographie*, tom. 2, pag. 473), appartiennent à cette classe. Il y en a à la base du Caucase près de Bakou, et au voisinage du fleuve Kur. Elles sont produites par des sources qui rejettent de la boue argileuse-saline. C'est de cette manière que se sont formées des collines qui ont 400 pieds de hauteur.

Dans l'ile de la Trinité.

M.r J. J. Dauxion-Lavaisse dans le *Voyage aux îles de la Trinité, de Tabago, de la Marguerite*, etc. tom. 1, chap. 1, après avoir parlé du bitume qu'on trouve en très-grande quantité près d'une lagune dite le lac de la *Braye*, dans l'île de la Trinité, décrit deux petits volcans gazeux, dans lesquels le gaz prédominant paroît être l'hydrogène sulfuré. Voici ses propres paroles: « Nous arrivâmes au sommet d'un monticule de » terre argileuse. Au-dessus et autour de ce » monticule sont un grand nombre de petits » cônes d'un et de deux pieds d'élévation. Les » sommets de ces cônes sont tronqués et ouverts: » ce sont autant de petits soupiraux qui exha- » lent un gaz d'odeur d'hydrogène sulfuré. Sur » la partie la plus élevée de ce monticule est » un cône d'environ un mètre et demi de haut, » percé du sommet à sa base comme les autres. » Celui-ci vomit continuellement une matière » blanchâtre qui a un goût d'alun.

» Quoiqu'on entende un bruit qui indique » que le fluide qui est dans les entrailles du » monticule est dans un état d'agitation; quoi- » qu'il évapore continuellement des globules d'un » fluide élastique, l'écume qui est à l'orifice du » cône est froide. Je ne pus trouver le fond de

» ce gouffre avec quatre perches fortement at-
» tachées bout à bout et qui mesuraient 26
» mètres : les ayant lâchées soudain, elles dis-
» parurent. Dans les cailloux roulés et dans les
» petites pierres calcaires qui sont autour du
» monticule, on trouve adhérentes des particules
» de soufre de forme prismatique . . . .

» Non loin de là, est un autre mamelon d'en-
» viron 27 mètres de diamètre, et de cinq de
» hauteur. Celui-ci n'a pas un aussi grand nom-
» bre de soupiraux, et sa cime présente une
» cavité circulaire très-peu profonde, et remplie
» d'un liquide bouillant qui a un goût d'alun. On
» y entend un bruit sourd et souterrain: la terre
» tremblait sous mes pieds. Deux perches que
» j'enfonçai avec force dans la calotte dispa-
» rurent à l'instant . . . . . près de ses soupiraux
» et parmi les sables, je trouvai de beaux cris-
» taux de sulfate de cuivre, incrustés dans l'alun.
» Non loin de là, revenant au rivage, je trouvai
» dans le sable du gypse laminaire ou de la
» chaux sulfatée laminaire d'Haüy. Les colons qui
» habitent aux environs m'ont dit unanimement
» que tous les ans au mois de mars, ils enten-
» dent plusieurs détonations, dont le bruit res-
» semble à celui du canon qui serait tiré dans
» le lointain. »

DANS L'ILE DE JAVA.

Article extrait d'une lettre rapportée dans la *Bibliothèque universelle*, juillet 1817.

« Le huit septembre 1815, nous vîmes dans » la plaine une apparence analogue à celle que » présentent les vagues lorsqu'elles se brisent » contre des rochers: une écume épaisse et opa- » que retombait sous le vent. Ce lieu était en- » touré de cabanes qu'on avait construites pour » l'exploitation du sel; et le tout ressemblait à » un grand village. Nous visitâmes les sources; » elles se trouvent dans le village de Kuhoo. En » nous approchant d'elles, nous trouvâmes une » plaine élevée et bourbeuse, dont la circonfé- » rence était d'environ deux milles anglais: vers » son milieu des monceaux énormes d'une boue » salée s'étaient formés; leur hauteur était de dix » à dix-huit pieds. Ils se montraient sous la forme » d'hémisphères qui crevaient de temps en temps » et dont s'exhalait une fumée épaisse et blanche. » Ces masses hémisphériques dont les deux plus » grosses se trouvaient tout au près de nous, s'en- » tr'ouvraient et vomissaient sept à huit fois dans » une minute jusqu'à soixante quintaux de boue à » la fois. En nous approchant du côté vers lequel » la fumée se portait, nous sentîmes la même » odeur qu'on éprouve lorsqu'on nettoye des

» barils de poudre. On entendait un bruit assez » fort au moment de chaque éruption, bruit qui » provenait de ce que la masse soulevée retom- » bait sur un fond inégal et raboteux, entière- » ment formé de cette même matière. Ce n'était » pas sans quelque danger qu'on essayait d'ap- » procher de ces hémisphères en ébullition, » parce que le sol environnant cédait sous les » pieds, excepté dans les endroits où il avait » été seché et endurci par l'action solaire. Nous » choisîmes avec précaution les endroits les plus » fermes et nous nous approchâmes de cette » manière du plus gros de ces monticules de boue » jusqu'à la distance de 50 aunes; mais chaque » fois que le pied touchait à un endroit qui » n'était pas suffisamment endurci, on s'enfon- » çait assez profondement.

» Nous nous approchâmes de même d'un autre » de ces monticules dont la plaine était parse- » mée, et nous étudiâmes ses mouvemens pen- » dant quelque temps. Nous remarquâmes qu'il » s'élevait et se gonflait jusqu'à ce que l'air in- » térieur l'eût soulevé jusqu'à une certaine hau- » teur: alors la croûte s'entr'ouvrait et vomissait » une boue qui s'étendait autour en cercles ou » sillons concentriques. Cette forme subsistait » jusqu'à ce qu'il se fut développé dans l'inté- » rieur une quantité d'air suffisante pour pro- » duire un soulèvement séparé du précédent par

» un intervalle d'une à deux minutes seulement. » Dans beaucoup d'autres endroits et autour » des plus gros monticules, on voyait jaillir du » sol bourbeux, de petits jets de boue qui » s'élevaient, comme des fusées, jusques à vingt » ou trente pieds, et qui étaient accompagnés » de fumée. Cela avait lieu surtout dans les en- » droits où le terrain avait déjà pris trop de con- » sistance pour que l'air pût le soulever et en » former des monticules mobiles. Nous trouvâ- » mes partout la boue froide à sa surface, mais » on nous dit que plus bas elle était chaude.

» Les habitans de Java recueillent l'eau qui » se sépare de la boue : on l'expose au rayons » du soleil, et le sel s'y cristallise. Cette espèce » de sel est réservée exclusivement au souverain » de Solo. »

En Amérique.

Au voisinage de Carthagène des Indes, il y a dans l'intérieur des terres, un petit village indien appelé *Turbaco*, et près de ce village un lieu dit *Los Volcancitos* dont M.r Humboldt dans son *Atlas pittoresque* a donné un superbe dessin avec la description suivante :

« Au centre d'une vaste plaine s'élèvent dix- » huit à vingt petits cônes dont la hauteur n'est » que de 7 à 8 mètres. Ces cônes sont formés » d'une argile gris-noirâtre : à leur sommet se

» trouve une ouverture remplie d'eau. Lorsqu'on » s'approche de ces petits cratères, on entend par » intervalles un bruit sourd et assez fort qui pré- » cède de 15 à 18 secondes le dégagement d'une » grande quantité d'air. La force avec laquelle » cet air s'élève au-dessus de la surface de l'eau, » peut faire supposer que dans l'intérieur de la » terre il éprouve une grande pression. J'ai » compté généralement cinq explosions en deux » minutes. Souvent ce phénomène est accompa- » gné d'une éjection boueuse. Les Indiens nous » ont assuré que ces cônes ne changent pas » sensiblement de forme dans l'espace d'un grand » nombre d'années : mais la force d'ascension » du gaz et la fréquence des explosions parois- » sent varier selon les saisons. J'ai trouvé par » des analyses faites au moyen du gaz nitreux » et du phosphore, que l'air dégagé ne contient » pas un demi-centième d'oxygène. C'est un gaz » azote plus pur que nous le préparons géné- » ralement dans nos laboratoires. »

M.r Humboldt s'est réservé de donner l'explication de ce phénomène à la suite de la relation historique de son *Voyage dans l'intérieur du nouveau continent :* nous faisons des vœux pour la prompte publication d'un ouvrage qui forme l'époque la plus lumineuse dans les fastes de l'histoire naturelle.

En rapprochant les phénomènes de ces volcans gazeux, s'il est permis de leur appliquer ce nom, nous verrons,

1.° Que dans aucun de ces volcans, excepté dans celui de Kuku-obo, en Crimée, il ne paroît aucun indice de feu;

2.° Que dans un grand nombre, on reconnoît la présence du sel marin et du pétrole, comme dans les *salses* des Apennins, à *Macaluba*, en Sicile, dans l'île de Taman, en Crimée. Dans la relation de l'île de Java, on parle de beaucoup de sel: à la vérité on n'y fait point mention du pétrole, mais on sait que ce bitume abonde dans cette île. Il en est de même de la relation de l'île de la Trinité; il n'y est question ni de sel, ni de pétrole; mais près du lieu où s'opèrent les éruptions fangeuses, il y a le pétrole du lac de la Braye. Le volcan gazeux de Turbaco, en Amérique, est le seul qui ne fournit aucune indication, ni de pétrole, ni de sel;

3.° Que dans tous ces volcans gazeux, on observe l'eau, la terre en grande partie argileuse, et le copieux développement d'un gaz; mais ce gaz n'est pas partout le même. D'après les expériences de Spallanzani, il paroît démontré que dans les *salses*, c'est un gaz hydrogène carboné. Probablement c'est le même à Kuku-obo; mais son inflammation spontanée oblige à supposer que c'est un gaz hydrogène phosphoré, à moins

qu'on ne veuille admettre une inflammation spontanée produite par un degré très-élevé de température à suite de quelque fermentation extraordinaire. Il ne semble pas que le gaz de Macaluba soit un gaz hydrogène ; mais sera-ce l'air fixe de Dolomieu, ou le gaz acide carbonique ? Il n'y a point d'expérience directe qui le démontre. Ce gaz pourrait être un gaz azote, comme celui de Turbaco, ou un gaz hydrogène uni à une si grande quantité de gaz acide carbonique qu'il ne puisse s'enflammer. On doit en dire de même du gaz qui se développe dans l'île de Taman, et qui fait cesser la combustion. Je ne connois point d'expérience qui ait été faite sur le gaz de l'île de la Trinité ainsi que sur celui de l'île de Java. Enfin nous pouvons être certains de la pureté du gaz azote de Turbaco, attestée par un observateur aussi exact que M.r Humboldt.

L'impression de ce volume était déjà fort avancée, lorsque j'ai reçu de Paris le cahier du *Journal de physique* pour le mois de juin 1818, où l'on trouve la fin du Mémoire de M.r Menard de la Groye sur les volcans gazeux et les *salses*. Dans cette dernière partie, M.r Menard doute de la nature du gaz de Turbaco déterminée par M.r Humboldt, et il veut que ce soit le même gaz qui est le principe actif des autres volcans gazeux, c'est-à-dire, le gaz hydrogène. Avant

d'embrasser l'une ou l'autre opinion, je désire de voir la partie de l'ouvrage de M.r De Humboldt dans laquelle cet auteur traitera particulièrement du phénomène dont il s'agit, tout ce qu'il a écrit jusqu'ici n'étant qu'un simple aperçu tel que pouvait le permettre l'explication d'une planche. Je dirai seulement que ce gaz azote n'est pas étranger au règne fossile. Je l'ai observé dès l'année 1798 dans la mofette de la Grotte du Chien près de Naples, et M.r De Gimbernat l'a trouvé dans les eaux minérales de Carlsbad (Voy. § 402).

FIN.

EXPLICATION

DES PLANCHES.

FRONTISPICE.

Le frontispice représente des prismes basaltiques de différentes formes. Figure 1 colonne prismatique à trois pans ; — figure 2 *idem* à quatre pans ; — figure 3 *idem* à cinq pans ; — figure 4 *idem* à six pans ; ce prisme hexaèdre est composé de trois assises qui s'emboîtent réciproquement. On a donné le nom d'*articulés* à ces sortes de prismes. Bientôt on aura occasion de parler des articulations des prismes basaltiques ; — figure 5 la même que la précédente, mais sans articulations ; — figure 6 colonne prismatique articulée à sept pans ; — figure 7 colonne prismatique à huit pans ; — figure 8 *idem* à neuf pans ; — figure 9 articulation ou assise vue seule avec ses pointes saillantes en dessus (du pavé des Géans en Irlande) ; — figure 10 prisme complet composé d'assises engrenées les unes dans les autres (du même endroit) ; — figure 11 prisme modifié, comme on en voit quelques-uns dans le pavé des Géans, c'est-à-dire, prisme dont toutes les pointes saillantes sont enlevées. Il paroît que la pierre est moins cohérente là qu'ailleurs, et que les parties saillantes de la section horizontale ont avec le reste de l'assise, quelque joint imperceptible qui fait qu'elles s'en détachent avec le temps par l'effet des influences atmosphériques ; — figure 12 basalte en boule (dessin donné par M.r De Faujas, d'une boule remarquable de basalte, concentrée dans le massif de la roche volcanique de la Butte d'Ardenne, près de Pradelle, en France).

Il ne sera pas inutile de faire observer que la superficie des colonnes basaltiques présente ordinairement une couleur différente de celle qu'affectent les parties internes. Je puis donner

pour exemple les deux belles colonnes prismatiques hexaèdres de basalte de Segalizzo du Vicentin que je conserve dans mon cabinet et qui ont six pouces de diamètre sur 30 de hauteur. Leur pâte qui est très-fine, très-compacte et homogène, prend, par le poli, une couleur noire, luisante comme un miroir, mais les faces soit des prismes, soit de leurs jonctions offrent une couleur rouge de cannelle, qui n'est pourtant que superficielle. On croit communément que cette couleur est l'effet de la décomposition, et moi-même j'avois eu d'abord cette idée, mais ensuite examinant avec une attention plus réfléchie en répétant mes observations sur les basaltes que je possède, il m'a paru plus probable d'attribuer cette différence de couleur à un enduit composé d'une terre argileuse très-subtile qui s'est insinué à travers les fentes par le moyen des eaux qui pénètrent dans les divisions des basaltes.

PLANCHE I. Vue du courant de lave prismatique entre Portici et Torre del Greco, sorti du Vésuve l'an 1631.

PLANCHE II. Cratère de la montagne de la Coupe avec un courant de lave qui donne naissance à un pavé de basalte prismatique (dans le Vivarais).

Nous avons placé au commencement de cette collection, deux dessins qui pourront fournir matière à beaucoup de réflexions, et suggérer peut-être quelques nouvelles idées à ceux qui voudront s'occuper de la question touchant l'origine des amas basaltiques. On dit et l'on répète que les volcans actifs ne forment point des laves prismatiques : qu'on examine avec attention la planche I, qui représente un groupe de colonnes prismatiques formées dans le courant de lave qui sortit du Vésuve en 1631, et qu'on appelle aujourd'hui de la *Scala*. Ce dessin fut pris par M.r Brocchi, sur le lieu même, et dans l'état où il était en 1812, état qui pourra varier dans quelques années, vu les excavations qu'on y fait continuellement, pour en extraire la pierre, qui sert à paver les rues de Naples, et à réparer les jetées. Dans les §§ 193, 689 et 708 des *Institutions géologiques*, on a exposé les phénomènes de ce lieu. Qu'on examine encore la planche II tirée de l'ouvrage de M.r De Faujas sur les volcans éteints du Vivarais. Près du village d'Entraigues, s'élève la montagne

dite la *Coupe*, qui est le cratère le plus curieux, le mieux caractérisé, et le plus singulier de tout le Vivarais. Bien qu'on n'ait aucune notice historique sur ce volcan, on ne saurait révoquer en doute son existence passée. Cette montagne forme un cône très-régulier, et qui ressemble beaucoup à celui du Vésuve. Le cratère est configuré en entonnoir, son diamètre est de 140 à 150 toises de longueur, et d'environ 100 toises de profondeur. De ce cratère part un ruisseau de lave, qui, au travers des laves poreuses, se dirige sur le dos de la montagne. Cette lave est un véritable basalte noir et compacte, mais d'espace en espace on voit quelques parties de sa superficie devenues poreuses. La lave avant d'arriver à la plaine, a commencé de prendre la forme prismatique, et les têtes de ses prismes représentent une espèce d'*opus reticulatum*; mais parvenue au bas du cône, et en se répandant dans la plaine, elle a formé une superbe colonnade à laquelle elle est unie, et dont elle fait la continuation, en sorte qu'on ne peut pas douter que les colonnes prismatiques n'appartiennent à la lave sortie de ce cratère.

Dans les iles Britanniques.

Planche III. Côté oriental du pavé des Géans dans le comté d'Antrim, en Irlande.

Planche IV. Côté occidental du pavé des Géans dans le comté d'Antrim, en Irlande.

Ces deux planches sont prises de deux grandes cartes gravées à Londres.

Parmi les nombreuses descriptions qu'on a faites de ce lieu, nous choisirons celle qui fut publiée par le célèbre Pictet dans sa lettre 6.e aux Compilateurs de la *Bibliothèque britannique*, et insérée dans le tom. 18 de ce Recueil.

Le Pavé ou *la Chaussée des Géans* est une sorte de promontoire ou plutôt de jetée qui descend vers la mer en pente douce, et se termine par une pointe sur laquelle les vagues viennent écumer avec violence. Cette jetée forme la corne occidentale d'une baie en forme de croissant, ceinte d'une côte élevée et abrupte, dont l'ensemble offre les plus beaux phénomènes basaltiques. On

ne voit de toutes parts que colonnes groupées et presque toujours verticales. Les guides ont donné à ces groupes des noms relatifs à des objets connus dont ils offrent de loin l'apparence ; ainsi l'un qu'on voit vers le fond de la baie, se nomme l'Orgue, un autre le Métier du Tisserand, etc.

La Chaussée des Géans est elle-même un de ces groupes assez enfoncé au-dessous des autres pour amener près du niveau de la mer les extrémités supérieures des tous les prismes dont il est composé, tandis qu'on n'aperçoit des autres groupes que leurs faces latérales. L'emsemble des sections horizontales des milliers de prismes qui composent la chaussée, lui donnent de loin l'apparence d'un pavé de pierres polygones. De plus près, ces sections ne sont plus au même niveau, et en parcourant la chaussée, on monte et descend continuellement comme des marches d'escalier.

Tous les prismes dont cette jetée naturelle est composée, sont en contact à peu près parfait les uns avec les autres, sans substance intermédiaire. Ils diffèrent peu en grosseur, et leur diamètre moyen est de douze à quinze pouces. Le nombre de leurs faces n'est pas uniforme : M.r Pictet en a vu de quatre et de huit ; mais la très-grande pluralité des sections offrent des hexagones.

On sait que les prismes basaltiques sont ordinairement composés d'assises à peu près égales les unes aux autres, avec un joint intermédiaire dans lequel la continuité du prisme est décidément interrompue. Quand on sépare ces assises, on trouve que leur articulation présente presque toujours une face convexe et l'autre concave. Il n'a pas paru à M.r Pictet que la convexité fût plus fréquemment en dessous qu'en dessus : mais il a fait sur la structure de ces prismes, deux observations qui semblent avoir échappé aux auteurs qui ont écrit sur ce sujet. L'une est que dans les faisceaux prismatiques partiels dont l'ensemble de la chaussée est composé, quand le faisceau offre à l'extrémité une certaine régularité, les assises qui composent les prismes contigus ont la même hauteur, en sorte que les joints se correspondent exactement d'un prisme à l'autre. Le second fait regarde la structure singulière des assises ; on ne peut guères en prendre une idée

juste, qu'en jetant les yeux sur les figures 9, 10, 11 du frontispice de cet atlas, et en lisant les explications que nous en avons données.

Le basalte dont tous ces prismes sont composés est une pierre assez dure pour faire feu, quoique imparfaitement, avec l'acier, de couleur noirâtre dans sa cassure récente, et grisâtre dans les surfaces qui ont reçu l'action des élémens. Elle agit sur l'aiguille aimantée. M.r Playfair m'a assuré que les parties inférieures des assises ont le pôle-nord, les supérieures le pôle-sud, comme on l'observe dans les barres de fer qu'on a gardées quelque temps dans une situation verticale. La pesanteur spécifique de ce basalte est d'environ 2,9 dans les échantillons qui sont sans cavités. Les cavités qui se trouvent plus communément dans la partie supérieure des assises qu'ailleurs, sont quelquefois vides, d'autres fois elles contiennent de l'eau douce à ce que le docteur Richardson a assuré à M.r Pictet qui n'en a pas vues qui offrissent cette dernière particularité.

On trouve dans le tissu même du basalte quelques substances étrangères, savoir, des zéolithes (mésotypes) ordinairement arrondies à l'extérieur, et rayonnantes dans leur cassure; quelquefois aussi formées en petites géodes: il y en a de toutes grosseurs depuis un grain à peine perceptible, jusque, dit-on, au poids d'une livre. On y trouve des prehnites et quelques petites veines de calcédoine, de stéatite et de mine de fer.

Planche V. Basaltes colonnaires de Cauliac à la distance de 4 milles au nord de la Chaussée des Géans.

M.r Le Chevalier Dodwell, anglais, dessina lui-même ces basaltes sur le lieu, et ayant rencontré à Rome M.r Brocchi, il lui communiqua son dessin et lui permit d'en faire faire une copie d'après laquelle cette planche a été gravée. Le voisinage du pavé des Géans donne lieu de croire que cet amas basaltique en est la continuation.

Planche VI. Vue de l'île de Staffa du côté du nord-ouest et de l'entrée de la Grotte de Fingal.

La circonférence totale de cette île n'excède pas deux milles. Elle est située à l'ouest et à la distance d'environ 15 milles de l'île de Mull. Sa forme est irrégulière et allongée; ses contours

sont escarpés de toutes parts, et terminés par de superbes colonnades basaltiques. L'île n'est accessible que par une petite ouverture située au côté méridional (Voy. la planche VIII). Toute la charpente de ce grand rocher volcanique est à nu: les vagues et les courans semblent l'attaquer et la miner de toutes parts; on trouve seulement sur la partie élevée un plateau couvert d'un gazon maigre et aride, à côté duquel on voit un coin de terre nouvellement défriché où l'on cultive un peu d'avoine et quelques pommes de terre. Il y a aussi un petit pâturage et une foible source qui aurait bientôt tari si le climat n'était pas aussi pluvieux. Telle est la description que nous donne M.r De Faujas, de l'île de Staffa, dans son *Voyage en Écosse et aux Hébrides*, imprimé en 1797. La population totale de cette île, à l'époque qu'il la visita, consistait en deux ménages, habitant chacun séparément dans deux huttes, construites en pierres brutes de basalte, recouvertes de gazon; les deux ménages se composaient de seize personnes, maris, femmes et enfans. Il y avait en outre huit vaches, un taureau, douze moutons ou brebis, deux chevaux, un porc, deux chiens, huit poules et un coq.

PLANCHE VII. Grotte de Fingal dans l'île de Staffa.

« Ce superbe monument, dit M.r De Faujas dans l'ouvrage » précité, d'un grand incendie souterrain qui se perd dans l'an» tiquité des temps, a un caractère d'ordre et de régularité si » étonnant, qu'il est difficile à l'observateur le plus froid et le » moins sensible aux phénomènes qui tiennent aux révolutions » du globe, de n'être pas singulièrement étonné à l'aspect de » cette espèce de palais naturel qui semble tenir du prodige. »

Pour se mettre à l'abri de toute critique sur les sensations que son ame avait éprouvées en contemplant la plus extraordinaire de toutes les cavernes connues, M.r De Faujas a emprunté les expressions de Banks, le premier qui en a donné la description. Ceux qui connoissent le caractère de celui-ci, ne l'accuseront pas de s'être laissé entraîner à la fougue d'une imagination trop ardente: cependant la sensation qu'éprouva cet illustre savant, à l'aspect de ce magnifique tableau, fut telle qu'il ne put se défendre d'un juste enthousiasme. Voici donc le passage de Banks rapporté par M.r De Faujas: « L'impatience dont nous

» brûlions tous de voir toutes les merveilles dont nous avions » tant entendu parler, avança l'heure de notre lever: nous étions » tous sur pied avant le jour, et lorsqu'il commença, nous avions » déjà gagné le sud-ouest de l'île qui est l'endroit le plus re- » marquable par ses colonnes. Nous n'y fûmes pas plutôt arrivés » que nos yeux furent frappés d'une magnificence à laquelle » nous étions bien loin de nous attendre. La totalité de cette » extrémité de l'île porte sur des rangées de colonnes dont la » plupart ont plus de 50 pieds de hauteur, et offrent un ordre » superbe de colonnades naturelles qui décrivent les mêmes con- » tours que les baies et les pointes de l'île, et sont appuyées » partout sur une base solide d'une roche brute et informe . . . . . » Nous arrivâmes bientôt à l'embouchure de la grotte, qui, sans » contredit, offre le plus magnifique spectacle dont aucun voya- » geur ait jamais donné la description. L'imagination aurait de » la peine à se peindre quelque chose de plus imposant que la » profondeur de cette grotte, dont les côtés sont supportés par » des rangées de piliers ou de colonnes, et dont le plafond » est composé des extrémités de celles qui ont été cassées pour » la former. Une matière jaunâtre qui est sortie par les angles, » en forme de stalagmites, sert à rendre les jointures très-dis- » tinctes et à varier les nuances de couleur de la manière la » plus agréable à la vue. Le fond de la grotte n'est éclairé que » du jour qui y donne par l'entrée, ce qui ajoute encore beau- » coup à sa beauté, et on le voit très-clairement du dehors. Le » mouvement que la marée y entretient rend l'air sec et serein, » et en chasse toutes les vapeurs, qui, pour l'ordinaire, rem- » plissent ces sortes de cavernes. » M.r De Faujas qui a exa- miné avec soin cette grotte, nous en donne les dimensions sui- vantes :

« L'entrée de ce beau monument a trente-cinq pieds d'ouver- » ture, sa hauteur cinquante-six, et sa profondeur cent-quarante. » Les colonnes verticales qui composent la façade, sont de la » plus parfaite régularité : elles ont quarante-cinq pieds d'élé- » vation jusqu'à la naissance de la voûte.

» Le ceintre est composé de deux demi-courbes inégales et » qui forment une espèce de fronton naturel. » Parmi les prismes

dont la grotte se compose, plusieurs sont divisés en articulations concaves d'une part, et convexes de l'autre. Il y en a dans lesquels on observe de simples sections horizontales. Les colonnes ont depuis un jusqu'à trois pieds de diamètre; on en voit de triangulaires, de tétraèdres, de pentagones, d'hexagones et même de celles qui ont sept et huit côtés. M.r De Faujas a observé plusieurs gros prismes sur la section desquels on reconnoît les ébauches d'autres prismes plus petits, en sorte que toute la masse basaltique avait une tendance à se diviser en d'autres prismes d'une moindre grandeur.

PLANCHE VIII. Basaltes courbés de l'île de Staffa.

Dans la partie méridionale de l'île, non loin du lieu où l'on peut débarquer, la montagne est composée d'un système de prismes qui forment comme tout autant de segmens de cercle, et par leur réunion, suivant l'expression de Banks, imitent la carène d'un bâtiment dont les côtes sont découvertes. La courbure de ces prismes forme un accident très-singulier. Tous les prismes sont articulés, et il n'est pas rare de voir que lorsqu'une assise se détache d'un prisme, une partie du prisme supérieur, bien que manquant d'appui, reste cependant comme isolée, n'étant soutenue que par l'emboîture de l'articulation.

PLANCHE IX. Ile de Boo-sha-la près de l'île de Staffa.

La vue de cette île est prise du voyage de Pennant aux Hébrides: M.r De Faujas en a donné la description suivante: « Boo-sha-la est à une petite distance de la grande grotte, et » n'est séparé de l'île que par un canal de quelques brasses de » largeur; mais on voit dans la mer, la jonction de cette col- » line volcanique avec l'île de Staffa. Boo-sha-la semble divisé » lui-même en deux parties dans les hautes marées. Cet écueil » est composé de plusieurs buttes de basalte prismatique, d'une » forme très-pure, réuni en faisceau dans quelques parties, courbé » en arc dans d'autres, disposé ailleurs en manière d'escalier, » et qui deviennent une rampe praticable, quoique rapide. A » côté de là, les colonnes sont verticales, et forment par leur » réunion et leurs différens degrés d'élévation, un pic conique » régulier, qui n'est absolument qu'un composé de prismes. »

PLANCHE X. Cirque volcanique d'Ashna-Cregs dans l'île de Mull.

M.r De Faujas est le premier qui, dans ses *Essais de géologie*, imprimés en 1809, a publié le dessin de ce lieu dont il avait donné, dans son *Voyage aux îles Hébrides* auxquelles appartient l'île de Mull, la description suivante :

« Au nord d'Ashna-Cregs et au bord de la mer, on trouve un » plateau naturel de forme semi-circulaire, situé sur une éminence » élevée d'environ cinquante pieds au-dessus de l'eau, entière- » ment composé de laves noires de la nature du basalte. Cette » petite plaine disposée en plan un peu incliné, est bornée au » midi par une roche volcanique coupée à pic.

» Un grand mur isolé entoure une portion du cercle que » forme la roche basaltique qui s'élève dans le côté opposé : il » en résulte une espèce de cirque antique qui étonne au pre- » mier coup d'œil, et donne à ce lieu singulier l'aspect d'une » ruine aussi extraordinaire que pittoresque.

» La longueur de ce mur est de 89 pieds; il est parfaitement » droit, et uniquement composé de prismes de basalte noir de » la même longueur, placés horizontalement les uns sur les autres, » bien conservés et bien égaux, appuyés les uns sur les autres, » qui forment l'épaisseur de sept pieds, dix pouces, de cette » muraille isolée de part et d'autre : elle a ses paremens bien » unis, et se soutient très-bien sur elle-même, sans arcs-boutans, » ni contrefort, quoique son élévation excède vingt-cinq pieds; » elle appuie seulement par son extrémité nord contre un des » avant-corps du rocher volcanique, qui forme le fond circulaire » de l'amphithéâtre.

» Une brèche de quatorze pieds, quatre pouces dans le bas, » et de quarante-deux pieds vers le haut, se remarque presque » au milieu de la muraille : elle forme un grand angle obtus, » et donne un aspect de ruine très-pittoresque à l'ensemble du » cirque. » M.r De Faujas regarde cette brèche comme l'ouvrage de quelque tremblement de terre. La conjecture la plus probable qu'on puisse, ce me semble, former sur l'origine de ce curieux phénomène, c'est de supposer un filon de lave, qui par le moyen d'une fente déjà existante, se soit introduit dans un terrain composé de matières détachées. Les vagues de la mer,

voisine, les eaux pluviales et les accidens postérieurs peuvent avoir emporté le terrain dans lequel la roche se trouvait encaissée, laissant en place la masse solide et compacte de la lave. J'ai eu moi-même occasion de parler à quelques savans naturalistes écossais qui avaient visité l'île de Mull, et il m'a paru que c'était aussi leur opinion.

Dans la France.

NB. Les dessins des planches suivantes et leurs explications sont tirés des ouvrages de M.r De Faujas.

Planche XI. Château de Rochemaure à une lieue de Montelimar, dans le Vivarais.

Rocher basaltique d'une grande hauteur, sur lequel on voit les restes d'une ancienne fortification. La disposition des prismes dont quelques-uns se présentent dans une situation horizontale, tandis que d'autres sont inclinés, mérite une attention particulière. Ce basalte est noir et très-dur : il renferme une grande quantité de pyroxènes, et souvent on y trouve la zéolithe mésotype.

Planche XII. Pavé des Géans de Chenavari, dans le Vivarais.

Cette grande chaussée présente un superbe tableau : elle est taillée à pic, et comme alignée dans un espace de plus de 600 pieds. Les colonnes bien dessinées et d'un beau caractère, se séparent avec beaucoup de facilité. Leur position est perpendiculaire ; elles ont plus de 40 pieds de hauteur, et leurs diamètres varient depuis 5 jusqu'à 12 et 18 pouces. Plusieurs colonnes près de se détacher, ne reposent que sur quelques points, ou sont suspendues par leur sommité encastrée dans la masse du basalte. Les prismes sont à 5, 6 et 7 pans ; on n'y rencontre aucun corps étranger, si ce n'est quelques points de pyroxène. La partie supérieure de la colonnade est couverte par des masses de basalte, irrégulières et d'un volume considérable.

Planche XIII. Vue d'une partie du rocher de Maillas, près de S.t Jean le Noir, dans le Vivarais.

Le rocher principal de la montagne de Maillas est entièrement composé de basalte taillé à pic dans une longueur de 400 toises sur 400 pieds de hauteur. La partie la plus élevée

est formée en manière de couches bien distinctes, mais dans lesquelles on voit des ébauches de colonnes. Les prismes qu'on observe dans le bas, ont cependant un caractère plus décidé : ils sont bien taillés, et les plus gros n'ont pas au-delà de sept à huit pouces de diamètre. Ce beau pavé est d'autant plus curieux et intéressant, qu'il se trouve comme niché dans la partie interne du grand rocher basaltique. M.r De Faujas le compare à une volumineuse géode volcanique. Il s'en est détaché des masses dont plusieurs jetées au hasard et entassées les unes sur les autres, ont plus de 25 pieds de diamètre, et offrent des faisceaux de colonnes d'un volume considérable et des mieux caractérisées. Le basalte est d'un noir très-foncé, d'une grande dureté. Dans plusieurs des prismes, on trouve des nœuds d'olivine quelquefois considérables.

Planche XIV. Pavé des Géans du pont de Bridon, près de Vals, dans le Vivarais.

Ce pavé présente une série de colonnes disposées dans un bel ordre, grandes, mais sans être colossales, et entièrement découvertes. Les prismes sont droits, placés perpendiculairement les uns à côté des autres, et imitent un jeu d'orgue. Il y en a de carrés, de pentagones, d'hexagones, d'autres qui ont sept côtés. Quelques-uns renferment des noyaux de granit. Cette colonnade basaltique est située à la base d'un grand rocher de granit, et le pont s'appuie d'un côté sur des granits à gros grains, et de l'autre sur la sommité des prismes.

Planche XV. Cascade au milieu de laves prismatiques, près de Vals, dans le Vivarais.

Près du pont du Bridon dont on a donné le dessin dans la planche précédente, on voit cette belle cascade formée par le torrent qui s'est ouvert un passage à travers les laves prismatiques.

Planche XVI. Chaussée du pont de Rigaudel, dans le Vivarais.

Les prismes qui composent ce grand et majestueux amas, sont pour la plupart articulés, mais leur emboîtement n'est pas en général toujours exact, et les articulations ressemblent quelquefois plutôt à des cassures qu'à des disjonctions et à des séparations naturelles et propres au basalte. Cependant on y en

trouve quelquefois de très-exactement articulés. Quelques-unes de ces colonnes renferment des noyaux de granit parfaitement conservés, et quelques petits points de chrysolithe et de pyroxène. L'entier pavé repose sur une couche de cailloux roulés, d'un gros volume couverts par une seconde couche formée d'un sable jaunâtre quartzeux-ferrugineux sur lequel s'appuient les colonnes de la première coulée.

PLANCHE XVII. Chaussée basaltique du pont de la Beaume, au bord de la rivière d'Ardèche, dans le Vivarais.

Ce pavé est très-curieux tant par la diverse configuration de ses prismes, que par leur disposition. Lorsqu'on considère l'aspect de ce lieu, le premier objet qui se présente à la gauche, est une belle colonnade composée de hauts prismes articulés. Les articulations sont en général très-égales, et ont de 12 à 15 pouces de hauteur. Il est à remarquer que les colonnes articulées plantées verticalement, se détachent d'une masse dans laquelle les prismes supérieurs beaucoup moins distincts, sont disposés diagonalement, et forment comme plusieurs lits inclinés qui ont diverses directions. Les prismes articulés ont cinq, six et sept côtés. En face des habitations et dans la partie qui regarde la rivière, il y a quelques jardins et de petits lopins de terre entourés de pierres basaltiques. La dernière maison touche presque à une belle grotte qu'on prendrait pour l'ouvrage de l'art, quoiqu'elle ne soit que celui de la nature. La voûte est surmontée de prismes disposés en manière d'arc, qui semblent placés pour donner de la régularité à l'entrée, et le toit est formé par les extrémités des colonnes qui unies et attachées ensemble présentent une espèce de mosaïque qui embellit l'intérieur de la grotte. Cette caverne volcanique est recouverte et surmontée d'un mur très-élevé, taillé à pic et formé du même basalte, dans lequel on voit une multitude de prismes plus ou moins bien configurés et posés dans des directions différentes. Après la grotte, on aperçoit d'énormes prismes de basalte d'une seule pièce non articulés, et qui ayant plus de deux pieds de diamètre, et étant placés verticalement, semblent supporter dans cette partie l'entière masse basaltique.

PLANCHE XVIII. Chaussée sur les bords de la rivière d'Aulière, non loin du village de Colombier, dans le Vivarais.

Cette longue et magnifique chaussée d'une très-grande élévation et d'une belle proportion dans les prismes forme un escarpement coupé à pic au bord de la rivière. Elle est remarquable tant par la hauteur des colonnes que par leur disposition. Ce beau pavé a pour fondation une assise de cailloux roulés, recouverte par une petite couche de sable d'un brun jaunâtre sur laquelle porte le pavé. Le tout est couronné par des masses de basalte irrégulièrement configuré. Quelques basaltes de ce site contiennent plusieurs nœuds d'olivine (chrysolithe des volcans). M.r De Faujas en a trouvé des masses qui pesaient plus de 30 livres, encastrées dans des blocs de basalte en masse.

Ce n'est pas le seul exemple de roches basaltiques placées sur des lits de matières d'alluvion et de transport, et qui appartiennent aux formations les plus récentes de la superficie de la terre (Voy. planche XVI). Ce gisement mérite un examen très-réfléchi, et il me paroît bien difficile de concevoir l'origine de ces roches par le moyen d'une précipitation.

Planche XIX. Pont de la Gueule d'Enfer, dans le Vivarais.

Ce pont a deux étages, et il a été construit pour former une communication entre deux cimes de montagnes, sur un précipice d'environ 500 pieds de profondeur. Le pont s'appuie d'un côté sur le granit dur et compacte, tandis que de l'autre il a pour fondement un rocher basaltique formé de prismes qui affectent diverses positions. Cette grande masse basaltique repose immédiatement sur le granit, mais les matières qui se sont détachées et qui ont croulé en bas, empêchent de voir les points de contact de la lave avec le granit. Une superbe cascade se précipite avec fracas du pont dans l'abîme.

Planche XX. Amas basaltique de Péreneire, en Auvergne.

Cet amas de basaltes prismatiques est situé près de S.t Sandoux, en Auvergne, et une chose bien digne de remarque c'est que tout le système de la réunion des prismes ait une tendance à la configuration sphérique, phénomène qu'on verra se reproduire dans quelqu'autre amas basaltique. Cette planche est prise de l'Encyclopédie *in-folio*, édition de Paris. Grand-D'Aussy dans son Voyage en Auvergne, pag. 481, voulant donner une idée de la structure de cette montagne, s'exprime ainsi :

« Supposez des millions de poutres de basalte, d'une longueur » très-considérable ; que quelques-unes soient taillées à quatre » pans, quelques autres à huit, tout le reste à cinq, à six ou » à sept ; couchez-les toutes à plat l'une sur l'autre, mais de » façon qu'une de leurs extrémités étant tournée vers vous, » toutes s'inclinent un peu pour aboutir par l'autre bout vers » un même point : enfin quand votre imagination les aura ainsi » entassées par milliards, que leur système ou leur arrangement » tende à faire une montagne en boule ; et vous aurez alors, » dans la plus exacte vérité, la roche de S.t Sandoux. »

En Allemagne.

Planche XXI. Amas basaltique sur lequel est bâti le château de Stolpen, en Allemagne.

Cette planche est tirée d'un grand et beau dessin que son Altesse Sérénissime le Grand-Duc de Saxe-Veymar a daigné m'envoyer.

La montagne basaltique de Stolpen, dans la Misnie, a été peut-être la première qui a fixé l'attention des naturalistes : au § 685 nous avons rapporté le passage d'Agricola qui a parlé le premier des basaltes de Stolpen.

Le savant naturaliste Daubuisson dans son *Mémoire sur les basaltes de la Saxe*, a fait une description très-détaillée de cette montagne, description dont nous allons donner ici un simple extrait, en signalant néanmoins les principales circonstances que cet auteur rapporte.

La montagne de Stolpen est oblongue, et vers le milieu de sa longueur, elle présente comme un renflement qui a la forme d'un cône. Par-dessus, il y a une masse de basalte sur laquelle est bâti le château de Stolpen. Le corps de la montagne consiste en granite ; le feld-spath y est d'un blanc bleuâtre à grains plus ou moins gros ; le quartz est d'un gris cendré, et le mica qui y est en fort petite quantité, a une couleur noirâtre : dans quelques endroits, ce granite est à fort petits grains et surchargé de mica. C'est sur cette roche que repose le basalte . . . . .

La masse basaltique est un assemblage de prismes dressés les uns contre les autres, à peu près comme pourraient l'être des colonnes dans un magasin. La plupart sont réguliers et à six faces ; il y en a cependant qui en ont quatre, cinq, sept et huit : leur épaisseur est de deux à trois décimètres, et leur longueur va jusqu'à quatre et cinq mètres, et peut-être bien davantage . . . . . .

Le basalte de Stolpen est noir, ayant une teinte bleuâtre : il est si dur qu'il ressemble presque à du fer, contient quelques petites cavités rondes dont les parois sont souvent recouvertes d'une couche de calcédoine qui forme ainsi une petite géode : l'intérieur est tantôt tapissé de cristaux de quartz, tantôt rempli de stéatite verte ; d'autres fois ces cavités contiennent des boulettes de spath calcaire, de zéolithe et d'une lithomarge dont l'aspect ressemble à celui de la semi-opale. Ce basalte contient encore quelques petits grains d'olivine, et une multitude de points noirs et luisans qui sont ou de l'amphibole ou d'une substance qui approche du pyroxène.

Planche XXII. Vue du Meisner du côté du sud-est.

Le Meisner dans la Hesse s'élève comme un colosse au-dessus de tout ce qui l'environne. Sa masse est de calcaire coquillier : sur le haut, il y a quelques minces couches de grès et de sable ; puis une couche de lignite dont l'épaisseur en quelques endroits est de vingt-huit mètres. Sur ce charbon fossile repose un plateau basaltique qui a plus de cent mètres d'épaisseur. La superficie DD de la montagne présente un mur perpendiculaire et presque lisse, composé en grande partie de colonnes de cinq côtés, placées dans une position à peu près horizontale, et comme si elles avaient été taillées verticalement. Dans une partie de ce mur naturel, il y a un creux A, qui forme une grotte dite Kitzkammer (chambre des chouettes) peut-être parce que ces oiseaux vont s'y nicher. La profondeur de la grotte est de 17 pieds, sa largeur de quatre à quatre et demi, et sa hauteur antérieure de dix. En entrant dans cette grotte, on reconnoît que les basaltes sont articulés, et divisés en parties qui ont depuis deux jusqu'à cinq pieds de longueur. Dans l'autre partie de la superficie du Meisner, les colonnes

ont une inclinaison d'environ 50 degrés. B et C représentent deux groupes ou faisceaux de prismes étroitement unis entr'eux, et qui se sont détachés de la montagne. La sommité est couronnée par un antique chêne et par quelques hêtres. Dans les §§ 697, 698 et 699 des *Institutions géologiques*, on a exposé les phénomènes de cette célèbre montagne, et l'on a aussi parlé de la nature de la roche dont elle se compose.

Planche XXIII. Montagne dite Hasenberg, près de Libochowitz, en Bohême.

Cette planche est prise d'un petit dessin dont M.r Reuss, célèbre géologue, m'a fait présent: M.r le Chevalier Léonhard, autre savant non moins distingué et mon ami, y a joint la notice suivante:

Le Hasenberg se distingue par sa masse, par sa hauteur et par sa forme particulière, puisque sur sa cime on trouve des groupes de prismes qui apparoissent comme des pointes ou des rayons, d'un volume extraordinaire, ayant quelques pieds de diamètre. On observe particulièrement ces faisceaux de prismes dans la partie qui est entre le midi et le levant. Les prismes ont une inclinaison d'environ 40 degrés; le nombre de leurs côtés est très-variable; il y en a de quatre, de cinq, de sept et de huit faces. On trouve aussi sur la même montagne, du basalte en boule: souvent quelques veines de tuf calcaire pénètrent entre les prismes, et leur communiquent une teinte jaunâtre. Le basalte du Hasenberg est parfaitement pur, comme on l'observe dans la majeure partie des basaltes prismatiques. On y trouve seulement nichée la chrysolithe commune ou olivine ainsi que l'hornblende basaltique. Le château dit Klopay situé sur la cime de la montagne, et entièrement construit avec du basalte, en rend l'aspect aussi pittoresque que délicieux.

Planche XXIV. Dictunata Goala, en Transilvanie, du côté de l'est.

Planche XXV. Dictunata Goala, en Transilvanie, du côté de l'ouest.

Ces deux dessins m'ont été donnés par le même M.r le Chevalier Léonhard qui y a joint la notice suivante:

La *Dictunata Goala* est une sommité basaltique, située en Transilvanie, entre Zalathna et Offenbanya. Les basaltes y sont configurés en prismes de quatre, cinq et six côtés; ils ont dix à douze pieds de longueur. Le principal phénomène qu'on observe dans cette montagne, c'est que dans les parties les plus basses, les prismes sont presque verticaux et quelquefois pliés, tandis que dans la partie la plus élevée, ils sont couchés en long et dans une position presque horizontale.

PLANCHE XXVI. Montagne basaltique d'Oberwinter sur la rive gauche du Rhin, vis-à-vis d'Unckel.

Cette planche est prise du *Journal d'un voyage de M.r Collini*, où l'on lit la description suivante:

Le bas de la montagne qui donne sur le grand chemin est garni de quelques vignes; son dos et son sommet portent des broussailles. On ne voit point de basalte, étant sur le grand chemin: on entre de celui-ci dans la montagne par différens petits chemins dont il y en a de propres au charriage des voitures. Après en avoir monté une certaine étendue par une pente assez douce, mais inégale, on voit tout à coup devant ses yeux la montagne ouverte et coupée en amphithéâtre. Dans cette coupe on voit de distance en distance, des amas de colonnes de basalte horizontalement couchées d'orient en occident, et enfermées dans la terre, de manière qu'il ne paroît au dehors que l'une des extrémités de ces colonnes. Dans ces amas de colonnes enterrées, et dont on ne voit au jour que l'une de leurs extrémités, on observe que les faces de chaque colonne se joignent exactement à autant de faces de colonnes voisines, et qu'on peut aisément détacher toutes ces colonnes l'une de l'autre . . .

Parmi les différens amas, il y en a qui sont plus ou moins inclinés à l'horizon. Les deux extrémités des colonnes ne sont pas toujours situées d'orient en occident, mais elles ont encore des directions opposées. Vers le côté droit de la montagne, il y a des colonnes qui se montrent en longueur par leurs faces latérales: on en voit encore de celles qui sont dans une position presque verticale . . . .

Le lit du Rhin est pavé de mêmes colonnes au contact les unes des autres, verticalement situées ou un peu inclinées à

l'horizon, et ayant le bout inférieur inséré dans le lit du fleuve. On voit les sections horizontales de ces colonnes sous l'eau, lorsqu'elle est basse. Il y en a d'autres qui s'élèvent au-dessus de l'eau, différemment rassemblées et serrées, et sur le sommet supérieur desquelles on peut marcher le long du fleuve. Ce qu'on y remarque surtout, ce sont deux de ces groupes ; l'un est composé de quantité de ces colonnes qui s'élèvent au-dessus des eaux comme des tuyaux d'orgue ; il est isolé et s'avance vers le milieu du Rhin une cinquantaine de pas : l'autre moins grand et moins éloigné, tient aux restes des colonnes de basalte qui sont le long de cette rive . . . . .

Les primes d'Oberwinter sont ordinairement à cinq faces inégales ; il y en a qui en ont six ; les plus rares sont ceux qui en ont quatre : leur épaisseur varie ; il y en a du diamètre de 10 pouces jusqu'à deux pieds et davantage.

En Italie.

Il y a en Italie plusieurs amas colonnaires basaltiques. Les plus considérables sont ceux des monts Berici et Euganéens qui depuis le Véronais s'étendent jusqu'au Padouan. Ces amas se montrent de nouveau dans l'Italie méridionale, aux environs de Viterbe et de Bolsène. Strange a été le premier qui a fait graver plusieurs vues des amas prismatiques des monts Berici et Euganéens ; d'autres l'ont été par les soins de Fortis. C'est donc des ouvrages de ces deux naturalistes qu'ont été tirés les dessins et les descriptions qu'on va voir ici, et qui sont relatifs à quelques localités du Véronais, du Vicentin et du Padouan. Les notices sur les autres localités nous ont été communiquées par M.r Brocchi qui a eu encore la complaisance de diriger les dessins pris sur les lieux.

Planche XXVII. Amas colonnaire basaltique de S.t Jean, dans le district de Vérone.

Cet agrégat colonnaire dit vulgairement *il Monte del Diavolo* (le mont du Diable) se trouve près de S.t Jean Hilarion, dans le district de Vérone, à environ 20 milles de Vicence, vers le nord-ouest, et précisément au côté droit de la route qui conduit

de S.t Jean à Vestena, Bolca, etc. Les colonnes primatiques sont disposées obliquement le long du dos de la colline, et étant en grande partie ensevelies dans la terre et dans les broussailles, elles ressemblent à ces colonnes prismatiques qui sortent de la terre par leurs extrémités dans la colline qui est au-dessus de la grotte de Fingal (Voy. planche VII). La majeure partie des prismes qui sont d'une très-grande régularité, ont cinq ou six côtés.

PLANCHE XXVIII. Colline appelée *Purga di Bolca*, dans le Véronais.

Le cône isolé basaltique dit la *Purga di Bolca,* repose sur une série de plusieurs couches de charbon fossile ou lignite, qui sont couvertes et entrecoupées par le basalte, et dans quelques endroits en contact immédiat avec la même roche basaltique (Voy. Lazise, *Mémoire sur les combustibles fossiles du Véronais*). A la base de cette colline, il y a des couches de calcaire schisteux et bitumineux qui renferment les célèbres ichtyolithes, et dont on reconnoît la continuation au-dessous de l'église.

PLANCHE XXIX. Butte basaltique entre *Cerealto* et *Altissimo*, dans le Vicentin.

La butte basaltique entre *Cerealto* et *Altissimo*, dit Fortis dans sa *Géologie du Vicentin*, tom. 1, pag. 233, s'élève vis-à-vis la paroisse de ce dernier hameau. Sa figure présente de loin un segment de sphéroïde, et c'est celle de quelques autres tertres volcaniques qui forment la crête de la même chaîne, et finissent au pied de la montagne de Marana attenante aux Alpes calcaires du Tyrol italien. Dans la planche XX, on a encore fait remarquer cette tendance à une configuration sphéroïdale dans une grande masse basaltique.

Le rang inférieur des prismes d'*Altissimo*, vu du côté de l'ouest, présente une série de colonnes perpendiculaires à l'horizon; leurs surfaces sont grisâtres, leur pâte très-dure et sonore, leur cassure ressemblante à celle du fer, leur grain luisant, et leurs articulations presque toutes coupées sur la même ligne horizontale. Le pourtour qui semble circonscrit par cette chaussée de prismes perpendiculaires à l'horizon, est rempli d'un amas d'autres prismes inclinés de vingt-cinq degrés, présentant leurs

têtes ; il ne rappelle pas mal une sorte d'*opus reticulatum* à la manière des anciens. L'hexagone est la figure la plus ordinaire des prismes. Quelques arbres se sont établis sur cet amas, et c'est principalement par les efforts de leurs racines, que se préparent les fréquens éboulemens de gros paquets composés de cinquante et de cent prismes, qui, se détachant de la masse commune, roulent souvent vers le bas du vallon. L'aspect de cet endroit a beaucoup changé depuis que Fortis le fit dessiner ; M.r le Comte Vitaliano Borromée, qui cultive la minéralogie et la géologie avec beaucoup de zèle et de succès, ayant fait dernièrement un voyage dans le Vicentin et dans le Padouan avec le savant professeur Malacarne, m'a assuré qu'à présent on ne peut plus reconnoître les prismes de ce site.

PLANCHE XXX. Vallon de *la Poscola*, dans le Vicentin.

Des entrailles du mont *Verlaldo* sort le torrent appelé *la Poscola*, qui coule durant environ un quart de lieue, parmi les couches et les masses d'une pierre calcaire, chargée de corps marins et de testacés devenus spathiques, dont plusieurs appartienent à des espèces jusqu'à présent inconnues. Là son lit se resserre dans une gorge qui a de quatre à six toises de largeur, aux pieds du hameau dit *Pietra buona*, et avant de s'étendre dans un vallon moins étroit, il présente à découvert un cône de prismes basaltiques sur lequel reposent les couches calcaires coquillières du mont. On est donc autorisé à dire que les volcans de cette contrée étaient en activité pendant le séjour de l'antique mer, et que leurs laves dans quelques sites furent couvertes par les dépositions pierreuses qui se formaient au fond des eaux.

PLANCHE XXXI. Cours de l'Alpone au milieu de prismes basaltiques, dans le Vicentin.

PLANCHE XXXII. Chute de l'Alpone, dans le Vicentin.

PLANCHE XXXIII. Configurations que le basalte a prises dans la vallée du Gavinello, dépendante du Vicentin.

Fortis dans le § 7 de son *Mémoire sur la vallée de Ronca*, a décrit et représenté quelques configurations prises par une même roche basaltique. Le massif AA commence à approcher de l'état colonnaire, mais ses colonnes sont rompues, imparfaites

et courbes. Viennent ensuite onze colonnes BB, couchées horizontalement, et disposées de manière qu'elles forment un côté de pyramide tronquée, décroissant en longueur de bas en haut. Près de ces colonnes horizontales, on voit un *opus reticulatum* CC, composé des extrémités des colonnes inclinées à l'horizon. La lave basaltique en plaques horizontales DD sert de base à tout l'amas.

PLANCHE XXXIV. Vue de la vallée du Gavinello, district de Ronca, dans le Vicentin.

La couche horizontale la plus basse AA est composée de terre brunâtre et de sable marin très-riche en pétrifications. Sur cette couche repose un grand amas BB de basalte noir ferrugineux, d'un grain uni, configuré en colonnes qui ont depuis trois jusqu'à huit côtés, et sont presque verticales. La majeure partie de ces colonnes sont d'un seul jet et sans divisions. Immédiatement sur la masse basaltique colonnaire, on voit une couche d'environ un pied et demi de hauteur, d'une terre argileuse, pleine de testacés marins pétrifiés. Voilà des corps marins qui sont placés au-dessous et au-dessus d'une masse basaltique.

PLANCHE XXXV. Amas de prismes basaltiques articulés dans leur partie inférieure, près le hameau de la *Piana*, dans le Vicentin.

Le groupe de la Piana ne se montre à découvert que sur une base d'environ 30 pieds de long : son élévation est à peine de quinze. La partie inférieure du rocher mis à nu, qui n'est qu'un petit échantillon de la masse des couches intérieures de la montagne, offre des prismes subdivisés horizontalement en un grand nombre de tables qui ont depuis un jusqu'à quatre pouces d'épaisseur. La partie supérieure présente des prismes massifs pentagones et hexagones, articulés à un pied et demi, deux et trois de longueur, comme le sont ordinairement les basaltes prismatiques du Vicentin, où il est très-rare d'en trouver de six à huit pieds, sans articulations. Le sommet du rocher est couronné de quelques touffes de taillis ; et à ses pieds s'est formé un talus des décombres qui se détachent journellement de la surface perpendiculaire par l'action des eaux pluviales, des dégels, etc. Ces écroulemens successifs ne manqueront pas, par

le laps du temps, de masquer tout-à-fait le groupe basaltique, et ils en couvriront bientôt la partie inférieure qui en est la plus intéressante, et celle qui lui donne un caractère particulier (Fortis, *Géologie du Vicentin*, pag. 169).

PLANCHE XXXVI. Amas colonnaire du vallon de la Cuva, près de Chiampo, dans le Vicentin.

Ce dessin représente cette partie de la vallée dans laquelle on voit une espèce de mur taillé à pic, et duquel sortent quelques têtes de prismes. Ce mur a plus de huit pieds de hauteur perpendiculaire au-dessus de l'eau qui coule dans le vallon. Les prismes sont très-réguliers et d'un grand volume, comme l'indiquent quelques articulations rompues A - B. Les masses C - D et les bancs E sont des laves informes.

PLANCHE XXXVII. Vue de la colline *Monte Rosso* du côté sud-est, dans les monts Euganéens.

Cette colline est à environ sept milles, vers le sud, de Padoue, et à un mille, à l'ouest d'Abano. La vue présente une série de colonnes prismatiques de différentes forme et grandeur, situées dans une direction presque perpendiculaire à l'horizon, et parallèles entr'elles. Leur largeur moyenne est de sept à huit pouces, et leur hauteur de huit à dix pieds. Elles ont souvent cinq, six et sept côtés, mais la forme hexagone est celle qui prédomine.

PLANCHE XXXVIII. Butte basaltique appelée *Pierre de S.t Blaise*, dans les monts Euganéens.

Les colonnes qui forment une partie de ce rocher, se montrent comme appuyées contre ses flancs, et disposées autour de sa base. Elles sont très-poreuses et semblables à une lave caverneuse. Leur volume est presque extraordinaire, puisqu'il y en a quelques-unes qui ont deux pieds de diamètre. Elles sont sans articulations, mais traversées par des fentes horizontales. Leur forme est en général quadrilatère, forme qu'on remarque rarement dans les amas colonnaires basaltiques.

PLANCHE XXXIX. Lit de *Masegna* placé sur des couches de marne coquillière, dans les monts Euganéens.

Au § 764 des *Institutions géologiques*, on a parlé de la *masegna*, nom donné dans le Padouan à une roche dure,

compacte, porphyritique, que quelques naturalistes ont considérée comme un véritable porphyre ou primitif, ou de transition, tandis que beaucoup d'autres le regardent comme une véritable lave analogue à quelques-unes de celles qu'on observe dans les Champs-Phlégréens, et particulièrement à celle qui sortie de la solfatare de Pouzzole, parvint jusqu'à la mer, et qu'on rencontre sur la route qui conduit du lieu dit les *Bagnoli*, à Pouzzole. La planche représente un lit de cette roche divisée en grosses colonnes prismatiques irrégulières, et qui repose sur des couches d'une marne schisteuse, endurcie, renfermant des corps marins pétrifiés. Le dessin de cette planche m'a été donné par M.r le Comte Marzari qui le fit prendre sur le lieu même appelé le moulin de *Schiva-noja*, dans la commune de *Castelnuovo*.

Planche XL. Amas colonnaire basaltique de Bolsène.

Cet amas colonnaire basaltique a son gisement près du bord du lac, sur la gauche en allant de Bolsène à Monte Fiascone. La partie A regarde du côté de Bolsène, et celle B du côté de Monte Fiascone. Les prismes affectent en général la forme hexagone ou pentagone, et la plupart de leurs faces latérales sont taillées transversalement. Sur la lave prismatique, il y a un lit de basalte amorphe crevassé irrégulièrement. Le basalte est noir avec très-peu de petits grains d'amphigène et quelque cristal de pyroxène; il agit sur l'aiguille aimantée. Le gisement des basaltes est oblique avec les têtes élevées du côté du lac. Non loin de ce groupe, sur le bord d'un petit torrent assez profond, on voit de gros amas de la même lave dans leur situation naturelle, et reposant sur une agrégation de tufs.

Planche XLI. Basaltes colonnaires de Rocca Rispampani, dans le territoire de Viterbe.

On trouve cet amas basaltique à la distance de quatre milles de Toscanella, dans le territoire de Viterbe, au voisinage de la maison dite *del Molino*. Il présente une union de prismes dont la plupart ont la forme quadrilatère, tandis que la forme hexagone prédomine dans les autres groupes basaltiques de cette contrée. La direction des prismes n'est pas toujours verticale, mais dans un endroit du rocher, ils sont situés obliquement; et comme s'ils partaient d'un centre commun, ils se séparent et

s'étendent ainsi que les rayons d'un éventail. La lave est de couleur bleuâtre, sa pâte très-fine, sa fracture approche de la conchoïde, et l'on voit disséminés dans la masse, des feldspaths très-brillans avec quelque grain de pyroxène: les amphigènes y manquent. Les basaltes sont appuyés sur une roche calcaire de formation secondaire.

PLANCHE XLII. Basaltes prismatiques de la vallée de l'*Infernaccio*, près de la fabrique de vitriol, dans le district de Viterbe.

Cette vue a été prise du lieu dit *il Passo del Gretto*, qui domine une profonde vallée dont la dernière crête est terminée par un beau courant de lave divisé en prismes très-réguliers. Ce courant repose sur un dépôt de plus de deux cents pieds de hauteur (telle est à peu près la profondeur de la lave dans cet endroit), composé d'une série successive de couches de pierres pouces, de tuf blanc, jaunâtre et noir. Mais ce tuf est altéré et en grande partie décomposé par l'action du gaz hydrogène sulfuré, qui, se dégageant de la terre, le pénètre, et en modifie les caractères de différentes manières.

PLANCHE XLIII. Amas des laves prismatiques de la vallée du Triponzio, dans le territoire de Viterbe.

Cet amas a son gisement près le pont de la vallée du Triponzio, au-dessous de la roche *Rispampani*, dans le lieu dit *Stretto del Vignaccio*. On voit dans ce site un grand rocher qui présente une section verticale de 80 à 100 pieds de hauteur. Cette roche depuis sa cime jusqu'à sa base n'est autre chose qu'un agrégat ou qu'une pile de colonnes angulaires, symétriquement disposées et étroitement unies. Leur forme est en général quadrangulaire; mais il y en a cependant plusieurs d'hexagones; et à cause de leur longueur, elles paroissent très-déliées, car plusieurs, notamment celles qui sont situées vers la sommité, comptent à peine quatre ou cinq pouces de diamètre. Elles ont l'aspect de bâtons prismatiques, en sorte que respectivement à leur figure, on pourrait, avec plus de raison, donner à cette lave le nom de *bacillaire*, que celui de *colonnaire*. Le gisement de ces colonnes prismatiques fort déliées est extrêmement varié et inconstant dans les différens points de la roche. Dans un lieu elles sont exactement verticales; ailleurs elles ont une direction oblique sous

divers degrés d'inclinaison, et sont situées de manière que leur extrémité supérieure s'unit avec celle des autres prismes contigus et pareillement obliques, en sorte qu'il en résulte cette figure qu'aurait un compas ouvert : enfin ce qui paroît encore plus étrange, il y a tel lieu où elles se montrent tout-à-fait horizontales. Chacun de ces différens gisemens occupe un espace très-étendu, et comprend une nombreuse série de prismes, circonstance qu'on ne doit pas perdre de vue, afin qu'on ne pense pas qu'il n'y a que deux ou trois de ces colonnes qui se présentent ainsi coordonnées, comme si c'était un cas purement fortuit.

La qualité de la roche dont les prismes sont composés, mérite un examen particulier. Sa couleur est un violet sale; elle est parsemée de feld-spaths luisans et de pyroxènes, et contient plusieurs grains blancs et opaques qui pourraient être des amphigènes décomposés. Elle n'a ni la dureté, ni la compacité des laves ordinaires, mais elle est propre à être travaillée au ciseau, et offre des masses équarries qui servent admirablement bien pour les constructions. En observant les caractères et la composition de cette pierre, on voit qu'elle est identique avec le *piperne* de Pianura, près de Naples.

Planche XLIV. Basaltes prismatiques de Ferento.

Ferento, pays ruiné depuis plusieurs siècles et aujourd'hui entièrement abandonné, est à environ quatre milles de Viterbe. Ses basaltes ne sont rien moins qu'inférieurs à ceux de Bolsène, soit par rapport à la régularité des formes dont la majeure partie représentent des prismes hexagones, soit relativement à la belle perspective qu'ils offrent à la vue. Ils sont composés d'une lave compacte, d'un gris-noirâtre, qui contient des pyroxènes et des amphigènes. Cet amas présente une particularité intéressante, c'est qu'on reconnoît distinctement la base sur laquelle il s'appuie, attendu que comme il couronne la partie supérieure d'une éminence taillée verticalement, on distingue les matériaux qui sont placés au-dessous. Ceux-ci sont des bancs de pierres ponces grises et de tuf pulvérulent blanchâtre et jaunâtre, sur lesquels le torrent de lave s'est répandu. Mais ce qui fait que ce lieu paroît encore plus singulier, c'est qu'au milieu des pierres ponces placées au-dessous du dépôt basaltin, on trouve des os fossiles.

Quoiqu'il ne soit pas facile de déterminer à quel animal ces os ont appartenu, on ne doit pas craindre de se tromper en les rapportant à un grand quadrupède, et autant qu'on peut en juger par la grandeur des cellules du corps spongieux, il est probable que ce quadrupède était un éléphant.

PLANCHE XLV. Le mont Somma du côté du sud.

La face méridionale du mont Somma qui regarde le Vésuve, dans le lieu dit l'*Atrio del Cavallo*, est taillée à pic, et présente divers filons de lave, tantôt verticaux, tantôt inclinés sous divers angles, et qui souvent s'entrecroisent. Dans quelques endroits, les filons de lave ont à peine un pied de largeur, et sont pour la plupart configurés en prismes dont les axes coupent transversalement la direction du filon. Quelques-uns de ces prismes se détachent par un effet de la décomposition, et alors il se forme sur la tranche des filons, comme des gradins qui réveillent l'idée du trapp. Un semblable phénomène se répète dans l'île de Bourbon (Voy. la planche L).

PLANCHE XLVI. Vue des îles des Cyclopes, vis-à-vis de la ville de Catane.

Ces petites îles ou plutôt ces rochers appelés *Faraglioni*, sont, en grande partie, composés de colonnes prismatiques de lave, posées dans une situation verticale. La forme qui y prédomine est l'hexagone. Les prismes sont de diverse grandeur, quelques-uns sont articulés, d'autres d'un seul jet. Ces prismes sont composés d'une lave homogène, noirâtre, dont le grain est plutôt grossier, et à peu près semblable à celui du grès. Elle est un peu luisante au soleil; elle fait difficilement feu avec le briquet: ses fragmens les plus compactes ne sont pas exempts de quelques petits pores arrondis que l'on n'aperçoit bien qu'avec la loupe. Elle exhale une odeur argileuse assez forte, lorsqu'elle est mouillée: le même bloc de cette lave présente ordinairement quelques variétés dans la grosseur du grain, et dans la couleur, qui quelquefois est bleuâtre, plus ou moins foncée (Dolomieu). Dans cette lave, on trouve fréquemment les analcimes, quelquefois en petites masses unies à la pâte même de la lave, d'autres fois en cristaux réguliers dans les cavités. Ces cristaux ont souvent quatre ou cinq lignes de diamètre, et sont aussi transparens que

le plus beau cristal de roche. Dans quelques échantillons de cette lave, on trouve encore la zéolithe mésotype, blanche opaque, radiée. Le dessin de cette planche et celui de la planche suivante sont pris de l'ouvrage de M.r le professeur Ferrara (*Histoire de l'Etna*).

Planche XLVII. Montagne de la Motte, près de Catane.

Cette montagne située à l'ouest de Catane et à la distance de cinq milles de cette ville, est formée d'immenses amas de colonnes prismatiques, souvent verticales, d'une grandeur extraordinaire, et qui ont jusqu'à 50 pieds de hauteur. Dolomieu dans son catalogue raisonné des produits de l'Etna, a décrit avec beaucoup d'exactitude les diverses variétés de lave dont ces colonnes se composent. Les principales sont une lave noire d'un grain très-fin et très-serré, un peu terreux, comme celui du jaspe; sa cassure est sèche et conchoïde; elle fait vivement feu avec le briquet; elle exhale une odeur argileuse sous le souffle, et agit fortement sur l'aiguille aimantée; elle contient une infinité de très-petits grains de chrysolithes jaunes (olivines), quelquefois si petits qu'il sont à peine apparens. Cette lave extrêmement dure, compacte et pesante reçoit le poli le plus vif; elle a pour lors l'apparence d'une agate noire. Quelquefois sa base contient de petites écailles brillantes, comme micacées; d'autres fois la couleur noire est plus obscure, et son grain est presque semblable à celui des porcelaines. Dans la déscription de cette lave, Dolomieu renonce à son principe favori, celui de l'infiltration; mais il dit ensuite que l'olivine avait pris naissance dans la roche qui sert de base à la lave, par la réunion des molécules qui lui sont propres.

Dans diverses parties du globe.

Planche XLVIII. Promontoire basaltique sur la mer Noire.

Le dessin de cette planche est pris de l'ouvrage de M.r le général Andréossi (*Voyage à l'embouchure de la mer Noire*, Paris 1818), et représente le promontoire basaltique dit Youm-Bournon qui appartient à la côte d'Asie. C'est le cap le plus avancé dans la mer, et le plus exposé aux vents. La côte est entièrement

composée de roches d'agglomération, traversées de prismes basaltiques, ayant leur axe vertical. Les extrémités de quelques-uns des ces prismes dominent la croupe de la montagne, et paroissent comme si c'étaient des cippes d'un cimetière turc. On jouit de la vue de ces prismes basaltiques depuis leur gisement jusqu'à leur sommet dans un enfoncement qui existe vers le milieu de la face de ce cap qui regarde l'ouest, et qui est indiqué dans la planche avec la lettre (*a*). M.r Andréossi ne doute pas que les voyageurs qui ont vu la grotte de Staffa, dans les îles Hébrides, ne lui trouvassent beaucoup d'analogie avec celle-ci. Cordier ayant examiné les échantillons portés à Paris par le général Andréossi, et recueillis tant sur la côte d'Europe que sur celle d'Asie, y a trouvé des laves porphyroïdes et des obsidiennes imparfaites avec beaucoup des cristaux de feld-spath.

PLANCHE XLIX. Roches basaltiques et cascade de Regla, au nord-est de Mexico.

Je vais rapporter ici la description très-intéressante de ce lieu, faite par le célèbre Humboldt dans son grand et bel atlas pittoresque, dont le dessin de cette planche a été tiré.

Les basaltes de Regla présentent une preuve incontestable de l'identité de forme que l'on observe parmi les roches des divers climats. En jetant les yeux sur ce dessin, le minéralogiste reconnoît la forme des basaltes du Vivarais, ceux des monts Euganéens et du promontoire d'Antrim en Irlande. Les plus petits accidens observés dans les roches colonnaires de l'Europe, se retrouvent dans ce groupe de basalte du Mexique. Une si grande analogie de structure fait supposer que les mêmes causes ont agi sous tous les climats et à des époques très-différentes ; car les basaltes recouverts de schistes argileux et de calcaire compacte, doivent être d'un âge bien différent de ceux qui reposent sur des couches de houille et sur des galets.

La petite cascade de Regla se trouve au nord-est de Mexico, à une distance de 25 lieues entre les mines célèbres du Real del Monte, et les eaux thermales de Tontileo. Une petite rivière qui sert à mouvoir les bocards de l'usine d'amalgamation de Regla, dont la construction a couté plus de dix millions de livres tournois, se fraye un chemin à travers des groupes de

colonnes basaltiques : la nappe d'eau qui se précipite est assez considérable, mais la chute n'a que sept à huit mètres de hauteur. Les roches environnantes qui par leur réunion rappellent la grotte de Staffa, les contrastes de la végétation, l'aspect sauvage et la solitude du lieu rendent cette petite cascade extrêmement pittoresque. Des deux côtés du ravin s'élèvent des basaltes colonnaires qui ont plus de 30 mètres de hauteur, et sur lesquels se présentent des touffes de cactus et d'*yucca filamentosa*. Les prismes ont généralement cinq à six pans, et quelquefois jusqu'à douze decimètres de largeur : plusieurs présentent des articulations très-régulières. Chaque colonne a un noyau cylindrique d'une masse plus dense que les parties environnantes. Ces noyaux sont comme enchassés dans les prismes, qui, dans leur cassure horizontale offrent des convexités très-remarquables. M.r Humboldt a indiqué cette structure sur le premier plan du dessin vers la gauche.

La plupart des colonnes de Regla sont perpendiculaires : on en observe cependant aussi très-près de la cascade, dont l'inclinaison est de 45 vers l'est ; plus loin, il y en a d'horizontales. Chaque groupe, lors de sa formation, paroît avoir suivi des attractions particulières. La masse de ces basaltes est très-homogène. M.r Bonpland y a observé des noyaux d'olivine ou de péridot granuliforme, entourés de mésotype cristallisée : les prismes, et ce fait mérite l'attention des géologues, reposent sur une couche d'argile sous laquelle on trouve encore du basalte. En général, celui de Regla est superposé au porphyre de Real del Monte, tandis qu'une roche calcaire compacte sert de base au basalte de Totouileo. Toute cette région basaltique est élevée de deux mille mètres au-dessus du niveau de l'Océan.

Planche L. Dispositions des laves basaltiques dans la rivière S. Dénis, île de Bourbon.

Les dessins de cette localité et des localités suivantes, qui font une dépendance de l'île de Bourbon, sont pris de l'ouvrage de M.r Bory de Saint-Vincent (*Voyage dans les quatre principales îles des mers d'Afrique*). Dans cette planche, on a représenté les diverses configurations et dispositions qu'on remarque dans le basalte, près le fleuve Saint-Dénis. On voit

dans un site différens ordres de colonnes qui ont une situation verticale ; et plus haut, d'autres qui sont inclinées, pendant que quelques-unes occupent une position horizontale. Les hauteurs A-B qui forment les parois de la vallée dans laquelle le fleuve est encaissé, méritent un examen particulier. Les masses et les couches de lave qui composent ces parois, sont traversées par des veines qui s'élèvent dans une direction un peu oblique à l'horizon et presque toujours en zig-zag. Il est rare qu'elles aient plus d'un pied et demi de grosseur, et elles sont divisées en une infinité de prismes transversaux qui deviennent peu à peu parallèles au plan horizontal. Ce phénomène est analogue à celui que nous avons signalé, planche XLV.

PLANCHE LI. Bastion basaltique de la plaine des sables, dans l'île de Bourbon.

De nombreuses couches superposées d'un basalte très-compacte, forment une espèce de bastion très-majestueux, composé de plusieurs ordres de grosses colonnes prismatiques. La pâte de cette lave contient beaucoup de fragmens d'olivine (chrysolithe ou péridot des volcans).

PLANCHE LII. Chute de la rivière des Roches, dans l'île de Bourbon.

La rivière appelée *des Roches* s'est ouvert un passage à travers de grands amas de laves prismatiques verticales.

PLANCHE LIII. Vue du bassin des Chites, dans l'île de Bourbon.

Dans cette île, on appelle Chites quelques poissons d'un goût exquis, comme la truite, et qui vivent dans les eaux courantes dont on croit qu'ils remontent les cascades.

Le fleuve nommé *Bras de la plaine*, est un torrent qui coule encaissé dans une montagne, où à diverses hauteurs on voit de belles séries de prismes basaltiques, souvent très-réguliers ; et dans l'endroit appelé le *Bassin des Chites*, se terminent deux bras de montagnes dont les deux extrémités s'élèvent en forme d'une grande pyramide isolée qui a au moins une hauteur triple de celle de la plus grande pyramide de l'Égypte.

FIN.

TABLE DES CHAPITRES

DU TROISIÈME VOLUME.

LIVRE VII.

DES VOLCANS ET DE LEURS PRINCIPAUX PHÉNOMÈNES.

CHAP. XCV. *Les couches de matières combustibles ne peuvent produire des volcans* . pag. 3

— XCVI. *Examen des hypothèses de De Luc et de Patrin* . . . . . » 11

— XCVII. *Conjectures sur la cause générale des volcans* . . . . . » 25

— XCVIII. *Application des précédentes conjectures aux circonstances particulières du Vésuve* . . . . . » 43

— XCIX. *De l'oxigène nécessaire à l'embrasement des volcans* . . . . . » 54

— C. *Réflexions sur l'activité des volcans* . » 60

— CI. *Des vapeurs des volcans* . . . . . » 67

— CII. *Des éruptions de matières incohérentes.* » 85

— CIII. *Des éruptions boueuses* . . . . . » 99

— CIV. *Il n'est pas probable que la mer communique avec l'intérieur des volcans.* » 114

CHAP. CV. *Conjectures sur l'origine de l'eau qui se manifeste quelquefois dans les volcans* . . . . . pag. 123
— CVI. *Des éruptions des laves* . . . . . » 130
— CVII. *De quelques variétés de laves qu'on n'a observées jusqu'à présent que dans l'Italie méridionale* . . . . . » 148
— CVIII. *Réflexions sur la fluidité des laves* . » 160
— CIX. *De la modification des laves dans leur passage de l'état de fusion à celui de pierre* . . . . . » 174
— CX. *Des substances cristallisées renfermées dans les laves* . . . . . » 192
— CXI. *Des amphigènes ou leucites de Werner.* » 216

LIVRE VIII.

DES PRODUITS VOLCANIQUES CONTESTÉS.

— CXII. *Du basalte* . . . . . » 228
— CXIII. *On discute la première difficulté que M.r Richardson déduit de la différence de grain et de configuration dans une même masse basaltique* . . » 244
— CXIV. *Seconde difficulté qu'on oppose à raison des empreintes des corps marins dans le basalte, et des couches de charbon fossile placées au-dessous* . » 251
— CXV. *Troisième difficulté déduite de la présence de la zéolithe, et quelquefois de l'eau dans les roches basaltiques.* » 265
— CXVI. *On répond à quelques autres difficultés proposées par M.r Richardson* . . . » 273

CHAP. CXVII. *Réflexions sur le Mémoire de M.r Daubuisson touchant les basaltes de la Saxe* . . . . . pag. 288
— CXVIII. *Examen de quelques difficultés proposées par M.r Brocchi* . . . . . » 298
— CXIX. *Des trapps* . . . . . » 315
— CXX. *Du mandelstein* . . . . . » 335
— CXXI. *De la masegna et du graunstein* . . » 350
— CXXII *et dernier. Réflexions sur la dégradation des cratères des volcans éteints.* » 360
Tableau comparatif des analyses de plusieurs roches appartenant à la formation trappéenne . . . . . » 382
Tableau des formations par M.r Reuss . . . . . » 386
Ordre des superpositions des roches dans les îles Britanniques. . . . . . » 394
Supplément N.° I. *Notice des volcans actuellement enflammés* . . . . . » 403
Supplément N.° II. *Des terrains ardens* . . . . . » 435
Supplément N.° III. *Des lieux connus sous la dénomination de volcans gazeux* . . . . . » 453
Explication des planches . . . . . » 477
Table des principales matières contenues dans le IX livres de l'ouvrage . . . . . » 510

FIN.

TABLE DES PRINCIPALES MATIÈRES

CONTENUES DANS LES IX LIVRES DE L'OUVRAGE.

NB. *Les nombres indiquent les paragraphes.*

Le 1.*er volume contient les* 289 *prēmiers* §.*es ; le* 2.*e depuis le* §.*e* 290 *jusqu'au* 583 *; et le* 3.*e depuis le* §.*e* 584 *jusqu'au* 781.

A

ABERLADY (fer argileux d'), § 120, 440.

ABRAZITE ou *zéagonite*, substance observée dans la lave de Capo di Bove, 672, deuxième note.

ACIDE carbonique dans les éruptions des volcans, 612, 628.

— fluorique dans les roches primitives, 21.

— muriatique, 9, 404, 412; dans les vapeurs des volcans, 612, 621; dans les substances volcaniques, 622.

— phosphorique dans les fossiles, 611.

— sulfurique dans les vapeurs des volcans, 621.

ACIDES : leur première formation, 97, 293.

AÇORES (îles) : leurs volcans, 145.

ACTINOTES, 185, aux notes.

ADAMS : son mammouth, 467.

ADANSON, sur les plantes du Sénégal, 302.

ADDA (rivière), 391.

ADELSBERG : ses cavernes, 568.

ADIGE (rivière), 393.

AFFAISSEMENS arrivés sur le globe, 140, 594.

AFRIQUE : ses montagnes, 377 ; ses bois siliceux, 488 ; sa mer intérieure, 552.
AGALMATOLITHE, 264.
AGATES : leur formation, 51, 120 ; leurs géodes quartzeuses, 439 ; arborisées, 483 ; dans les laves, 756.
AGORDO : sa mine de cuivre, 434.
AGRICOLA, sur les basaltes de Stolpen, 685.
AIMANT dans l'intérieur du globe, 33.
AIX EN PROVENCE : sa plâtrière, 494 ; ses corps marins, 494, 582.
AIX EN SAVOIE : ses eaux thermales, 302.
AKKREFELL, montagne d'Islande, 756.
ALALITE (variété du pyroxène), 333, aux notes.
ALBANO (lac d'), 618.
ALBOPALE des monts Euganéens, 627.
ALCALIS : leurs première formation, 97, 216 ; dans les substances volcaniques, 216, 623 ; dans les trapps et dans les amphiboles, 287.
ALEXANDER AB ALEXANDRO : son opinion sur le changement dans la position de l'axe du globe, 526.
ALAUTHIENNES (îles), 141.
ALLIAGE des métaux, 106.
ALLUVION (montagnes d'), 400.
ALPES : leurs roches formées par cristallisation, 13 ; promiscuité de leurs roches primitives, 177 ; leurs roches de transition unies aux primitives, 307 ; leur structure, 365, 379, 385, 388 ; leur surface, 370 ; sont dépourvues de substances volcaniques 372 ; leur direction, 377 ; leurs cirques, 392 ; leurs mines, 431 ; leurs pentes, 554 ; ont été couvertes par la mer, 556 ; leurs blocs erratiques, 576.
ALTAI (monts), 375.
ALUMINE fondue par Davy, 9.
ALUN de Misène et de la Solfatare, 626.
ALY-BEY, sur les montagnes de la Mecque, 183 ; sur la mer de l'intérieur de l'Afrique, 552, 2.e note.
AMAS (mines en), 422.
AMBRE jaune, 419, aux notes, 484.
— gris, 484, aux notes.

Amérique : ses porphyres, 274; ses volcans, 372, 599, 640, 650; direction et structure de ses montagnes, 377, 379; ses animaux indigènes, 505; son ancienne communication avec l'Europe, 619.

Amianthe : sa fusion et sa cristallisation, 19.

Amis (îles des), 38.

Ammiata (mont), 656.

Ammoniaque, 603, 612, 623.

Ammonites, 447, 487, 500; dans le basalte, 694.

Amoretti, sur le trapp d'Intra, 283; sur le verre formé avec le trapp, 664.

Amphiboles, dans les roches, 12; dans le granit orbiculaire de Corse, 248; dans les laves 202; contiennent du fer, 203, 2.e note.

Amphiboliques (roches), 213, 280, 285.

Amphigènes, dans les laves, 227, 677; dans les roches non volcaniques, *ibi*; contiennent la potasse, 625; dans quelles laves ils sont plus abondans, 670, 750; avec le pyroxène et l'haüyne, 682.

Amygdaloides, 754 et suiv.

Analcime, du Vicentin contient la soude, 624; du mont Somma, 671; de Fassa, 754.

Andernach : ses tufs prismatiques, 697.

Andersbach (roches d'), 331.

Andes (Cordillière ou chaîne des), 274, 370, 372, 554.

André : ses observations sur le Valais, 300.

Andréossi (général), sur la production du sel dans des lacs, 413; sur le Bosphore de Thrace, 563, aux notes.

Angleterre séparée de la France, 147, 564.

Animaux : leurs espèces perdues ou modifiées, 499, 507, 509; les grands animaux peuvent s'acclimater à des températures différentes, 545.

Anoplotherium, ancien animal inconnu, 461.

Antilles (mer des), 552; ses volcans, 619.

Antimoine : sa cristallisation, 19.

Antoni (d'), force de la poudre, 164.

Anthracite, dans le quartz, 236; dans les roches de différens âges, 406; ses principes constitutifs, 416.

ANTROPOLITHES, 480 et suiv.
APENNIN, voisin du Vésuve, 255, 611, 618; ses roches, 267, 312, 337, 340, 342; ses collines de transport, 401; son apparition au-dessus de la mer, 556; son pétrole, 600.
APOPHYLLITE de Fassa, 754.
ARAL (lac), 413, 552.
ARAN, île de l'Écosse, 172.
ARAYA, péninsule de l'Amérique: son pétrole, 614.
ARBRES renfermés dans les laves, 258, 560; flottans, 488.
ARÉNAIRE (pierre), 306, 311, 328 et suiv., 498; changée en jaspe, 315; renferme des métaux, 423; dans les terrains primitifs, 298; placée sous le basalte, 704 (Voy. Grès et grauwacke).
ARGENT dans les roches, 12, 423.
ARGILE se rétrécit au feu, 128; son passage au basalte, 723.
ARONA (mont d'), 271, aux notes, 284, 325.
ARNIS (espèce de buffle), 474.
ARRAGONITE dans les laves, 707.
ARSENIC sulfuré des volcans, 17, 623.
ARTIGUES (D'), sur le verre changé en pierre, 667.
ASCENSION (île de l'): ses stalactites siliceuses, 627.
ASIE: ses montagnes, 376 et suiv.
ASPHALTIDE (lac): son pétrole, 600.
ASTÉRITES, articulations fossiles d'un polypier, 449.
ASTROÏTES, madrepores fossiles, 449.
ASTRUNI: son cratère, 595, 627, 692.
ATLAS (chaîne de l'), 145 et suiv., 377.
ATLANTIDE: son histoire, 143, 619.
ATMOSPHÈRE: sa densité proportionnée à la compression, 35, 70, 108; sa masse permanente, 41; ne contient pas du gaz hydrogène, *ibi*; serait un corps solide sans le calorique, 70; primitive, 94; son poids et ses parties composantes, 100.
ATTRACTION: son influence sur la configuration des corps, 12, 348, 432, 444.
AVERNE (lac d'), 590, 595, 692.
AVICENNA: sa distribution minéralogique, 20.
AUSTRAL (continent), 127.

Auvergne : ses granits, 198; ses volcans éteints, 203, 585, 700.
Axes de la terre, 2.
Azote (gaz) dans les eaux minérales, 402.
Azow (mer d'), 562.

B

Bacon : son opinion sur la chaleur, 65.
Bailly, état de Jupiter, 80; sur l'Atlantide, 144.
Baleines : leurs os fossiles, 450, 521 et suiv.; peuvent vivre dans tous les climats, 452; leurs os trouvés sur des volcans, 644.
Balme (col de), 394.
Baltique : changemens de son niveau, 43; ses eaux peu salées, 411.
Bareith (stéatite de), 18, aux notes; ses cavernes à ossemens, 476.
Baryte sulfatée : sa gravité spécifique, 33.
Basalte égyptien, 213, 684; de la Norvège, 242, 685; sa dénomination, 684 et aux notes; de Bolsena, 689, 712; de l'Irlande, 685, 690 et suiv.; avec des corps marins, 698 et suiv.; n'est pas une cristallisation, 688; de l'Etna, 710; de l'île de Bourbon, 712; sa formation, 715 et suiv.; son passage à l'argile, 723; alternant avec la pierre calcaire, 729 et suiv.
Baveno : son granit, 12, 21, 252, 284.
Bayes (golfe de), 46, 590, 768.
Beaulieu en Provence : ses trapps, 336; son mandelstein, 754.
Beddoes, sur le granit, 209; sur le silex, 632, aux notes.
Belemnites, 448.
Belluno : son arénaire, 331.
Bengale (golfe de) : son pétrole, 600.
Bergman : solubilité du sel marin, 30; analyse du quartz, 37; sur le pétrole des volcans, 604.
Berici (monts) dans le Vicentin, 767.
Bernoulli (Daniel), sur la force de la poudre, 164.
Beroldingen, sur le Meisner, 701; sur le basalte, 713.
Berthollet, sur le calorique, 65; différence entre le feu et l'électricité, 72; sur les alliages métalliques, 106; sur la différente fusibilité des corps, 230.
Bertrand (P.), sur le granit, 199.

Bertrand (Louis) : son hypothèse sur les changemens arrivés dans le globe, 536.
Bertrand, sur le jaspe coquillier, 315.
Besson, sur le granit graphique, 214.
Bettancourt, sur la vapeur de l'eau, 165.
Beudant : ses observations sur les mollusques, 351, 509.
Bildstein, 264.
Billardière (La) : son voyage, 275.
Biot, sur le magnétisme du globe, 34; sur le défaut d'hydrogène dans l'atmosphère, 41.
Bison, 474.
Bitumes dans les roches secondaires, 415; leurs principes, 416.
Blanc (mont), 379, 385, 394, 576.
Blawkuppe : ses basaltes, 704.
Bleyberg, filons de galène, 340, 423, 429 et suiv.
Blocs erratiques, 575 et suiv.
Blumenbach, sur les oolithes, 50, aux notes; sur les éléphans fossiles, 465; sa classification des fossiles, 486; sur les animaux perdus, 507.
Boerhaave : son opinion sur la chaleur, 65.
Bœufs fossiles, 473.
Bois pétrifiés, 400, 488; flottans dans les mers du Nord, 420, 488; fossiles du Nord, 490; siliceux, 483, 488; enveloppés dans les laves, 258, 660; charbonisés avec cristallisations de spath calcaire, 419, aux notes.
Bolca : ses poissons fossiles, 453, 526, 530, 533; ses plantes fossiles, 492, 519; son ambre, 484, aux notes.
Bolsena : ses basaltes, 689, 712.
Bombes du Vésuve, 631.
Bonasus, 474.
Bon-homme (montagne du), 582.
Bonnard, sur l'union du gneiss avec le granit, 173; sur le granit de l'Erzgebirge, 190, 201; sur le jaspe, 315; sur la houille et le lignite, 421; sur la mine d'étain de l'Erzgebirge, 428.
Borck, sur les vitrifications des fours à chaux de Palerme, 664.
Borghetto : son courant de lave, 298, 678.
Borkowski, sur les formations, 168; sur la sodalite du Vésuve, 676.

Born (De) : son *saxum metalliferum*, 310.
Bory de S.t Vincent, sur les laves schisteuses, 239; sur les basaltes, 712; sur les trapps, 753.
Boscovich : son hypothèse sur la théorie de la terre, 157; sur les corps marins fossiles, 525.
Bosphore de Thrace, 557, 562 et suiv., 619.
Bourbon (île de) : ses laves schisteuses, 239; son volcan, 404; ses laves avec du soufre, 596; ses basaltes, 712; ses trapps, 753.
Bournon (Comte de), sur le territoire d'Aix en Provence, 495, aux notes.
Bove (Capo di), lieu près de Rome : sa roche volcanique, 213 672, 677, 774, aux notes.
Braccini, sur le Vésuve, 615, 631.
Brard, sur les environs de Paris, 351.
Brèches, 322, 367.
— d'Egypte, 51.
— osseuses, 456, 477 et suiv.
Brianza (monts de), 575.
Briquet pneumatique, 100.
Broccatello, marbre, 313.
Brochant, sur la stratification du granit, 190; sur les roches de transition, 307; sur le grès et la grauwacke, 311 et suiv., 328; sur l'anthracite, 406, aux notes; sur le graustein, 768.
Brocchi, sur la mine de galène de Viconago, 241, 431; sur le gisement de la serpentine en Italie, 267; sur la grauwacke de l'Italie, 312; sur la pierre calcaire de transition, 313; sur le calcaire secondaire, 337; sur les collines de transport sous-apennines, 401; sur la mine de cuivre d'Agordo, 434; sur les coquilles fossiles d'Italie, 499; sur quelques laves de l'Italie méridionale, 656, 659; sur les laves d'Ischia superposées aux corps marins, 698; sur le mandelstein de Fassa, 754; ses argumens contre les volcanistes, 728 et suiv.; son opinion sur les îles de Delos et de Rhodes, 737, aux notes.
Brongniart : formation quartzeuse en France, 183; gisement du granit, 201, 298; pechstein du Cantal, 234; sur les roches de transition, 317; sur les arénaires, 330; sa minéralogie des environs de Paris, 332, 409, 494; sur les roches d'eau douce, 351; sur les cavités des tufs calcaires, 755.

Bronzite, 265.
Brovallius, sur la mer du Nord, 43.
Bruits souterrains des volcans, 652, aux notes.
Brun (le) : son opinion sur le déluge, 511.
Buache, sur les chaînes de montagnes, 376.
Bubalus et Buffle fossiles, 474.
Buch (Léopold De), sur le niveau de la Baltique, 43, 48; sur l'union des roches primitives, 179, 296; sur les roches schisteuses, 183; sur la stratification du granit, 190; sur le gisement du granit, 201 et suiv., 298, 308; sur le gabbro, 265; sur les obsidiennes, les ponces et le perlstein, 277; sur la connexion des roches, 296 et suiv.; sur le porphyre de transition, 309; sur le gisement de l'épidote et de la trémolithe, 360; sur le muriate de soude du Vésuve, 405; sur le pétrole du Vésuve, 603; sur les amphigènes, 678 et suiv.; sur la lave du Vésuve de 1794, 688; sur les basaltes coquilliers, 760; sur la roche du Puy-De-Dôme, 779.
Bucholz : ses expériences sur la craie, 260.
Buffon : son hypothèse, 58 et suiv., 93, 115, 149, 543; sur l'état futur du globe, 570; sur les montagnes volcaniques, 611.
Bufonites, 454.
Burguet, sur les angles saillans et rentrans des vallées, 390.
Butaresse, volcan éteint en Auvergne, 700.

C

Cailloux roulés : leur origine, 581.
Caiman, crocodile d'Amérique, 456.
Calabre : ses roches, son tremblement de terre, 565, 570, 572, aux notes.
Calcaire primitif, 12, 177, 183, 250 et suiv.; uni aux autres roches primitives, 251; ses caractères ne répugnent pas à la fluidité ignée primitive, 254; rejeté par le Vésuve, 255, 596.
— de transition, 313.
— du Jura, Alpin et secondaire, 337 et suiv.; hauteurs auxquelles il s'élève, 340; coquillier, 250, 340; avec métaux, 423; renfermé dans les laves, 258.

CALCAIRE d'eau douce, 250, 354 et suiv.
CALCÉDOINE, dans les porphyres, 12; dans le granit, 233; dans les laves, 756.
CALEDONIE (nouvelle), 38.
CALORIQUE. Voy. Chaleur.
CAMERINES de Bruguier, 448.
CANARIES (les îles), 143 et suiv.
CANDOGLIA : son marbre calcaire primitif, 285.
CANTAL : son pechstein, 234, 624; ses laves schisteuses, 239; son grunstein, 725.
CAOUTCHUC fossile, 429, 480.
CAPACITÉ des corps pour le calorique, 108.
CAPRÉE (île de), 44, 618.
CARAIBES : leurs os fossiles, 481.
CARBONE primitif, 406.
CARDONNE, en Espagne : sa mine de sel, 414.
CARGUAIRAZO, volcan d'Amérique, 841.
CARLA (Du), sur les inondations volcaniques, 637.
CARLINI, sur le diamètre du soleil, 542, aux notes.
CARLSBAD : ses eaux minérales, 402.
CARLSBERG : ses laves, 707.
CARRARA : son marbre, 289, aux notes; avec soufre et pyrites, 406; avec quartz, 441 et suiv.
CARTES (Des), sur la chaleur, 65.
CASPIENNE (mer), 413, 479, 552, 562; son pétrole, 600.
CASSEL : ses basaltes, 704.
CASTELLAMARE : ses corps marins fossiles, 255, aux notes; sa pierre calcaire et ses eaux salées, 611; ses montagnes, 618.
CAVENDISH : densité moyenne de la terre, 33.
CAVERNES du globe, 135, 139 et suiv., 348, 374, 567 et suiv. — avec ossemens fossiles, 468, 476.
CATULLO, sur l'arénaire de Belluno, 331; sur un crâne humain incrusté, 480.
CAUCASE, 377; son pétrole, 600.
CELSIUS, sur le niveau de la Baltique, 43.
CENDRES volcaniques, 632 et suiv.
CENTRALES (forces), 54, 163.

CERIGO (île de) : ses os fossiles, 477.
CERITHIUM SERRATUM, 516.
CERVIN (mont), 267.
CESARIS, sur le changement du poids de l'atmosphère, 41, aux notes; sur le mouvement insensible des grandes masses, 48, aux notes.
CÉTACÉS fossiles, 450, 520.
CETTE : ses brèches osseuses, 477.
CHALEUR : principe de toute fluidité, 7; libre et latente, 63; est une substance *sui generis*, 63, 77; ses différens états, 63, 84; est une substance impondérable, 64; ses espèces, 68, 107; éminemment élastique, 69; sa simplicité, 71; son analogie avec le fluide électrique et la lumière, 72 et suiv.; son influence dans l'état primitif du globe, 75; et dans ses états successifs, 151; ses combinaisons, 84; sa quantité dans le gaz oxigène, 99; et dans l'eau fluide à la temp. zéro, 101; sans la combustion, 158.
CHAMOUNY (vallée de), 394.
CHAMPIGNY : ses géodes argilo-calcaires, 237.
CHANSY, province abymée dans la Chine, 140.
CHARBON fossile : ses dépôts, 415 et suiv.; enflammé, ne forme pas des volcans, 585 et suiv., couvert par les basaltes, 700 et suiv.
CHARBON volatilisé, 9.
CHARPENTIER, sur le granit orbiculaire des Pyrénées, 51, aux notes; sur les roches des Pyrenées, 176, 253, aux notes.
CHAUX FLUATÉE dans les roches primitives, 21; dans les roches du mont Somma, 676.
CHEVAUX FOSSILES, 475.
CHILI : ses volcans, 595; son pétrole, 602.
CHIMBORAÇO, 375, 552, première note.
CHINE : sa stéatite, 264.
CHOCO : ses mines, 424.
CHRYSOLITHE des volcans, 749.
CIANÉES (îles), 563.
CIMINI (monts), 656.
CIPOLLIN (marbre), 250.
CIRQUES des Alpes et de Pyrénées, 392.

CLAIRAUT, sur la fluidité primitive du globe, 2; sur la partie centrale du globe, 53.
CLARKE, sur la combustion de l'hydrogène et de l'oxigène, *ibi.*
CLORINE (gaz), 9, 412.
COACK, 417.
COLOMBANO (colline de St.), 582.
COLOGNE (terre d'ombre de), 489.
COMÈTES de 1680 et de 1811, 81, aux notes, 302;
COMÈTES directes et rétrogrades, 110, aux notes; leur origine, 110, 116; variations dans leur température, 302; leurs passages près de la terre, 512.
COME (lac de). Voy. Lario.
COMPOSITION des roches, 168.
CONFIGLIACCHI, sur la température des lacs, 154.
COOK, sur le niveau de la mer entre les Tropiques, 45.
COQUILLES fluviatiles, 349.
COQUILLES fossiles: leur quantité, 446 et suiv.; à quelles hauteurs elles ont été trouvées, 491; dans le calcaire de transition, 313; leurs espèces diverses dans les différentes couches, 494, 496, 548; distribuées en familles, 496, 516; dans les matières volcaniques, 698.
CORDIER, sur la stratification du granit, 191; son analyse mécanique des laves, 219, 752; sur les laves vitreuses, 275; sur le passage du granit à la roche coquillière, 304; sur le jaspe de la Ligurie, 315; sur les gypses primitifs, 403; sur la mine de sel de Cardonne, 414; sur l'écorce scorifiée des laves, 654; sur les cendres des volcans, 633; sur les laves avec des corps marins, 698; sur la roche du Meisner, 702; sur le Mezin, 724.
CORINDON dans le calcaire primitif, 12.
CORNE (roche de), 280.
CORPS MARINS FOSSILES: leur gisement, 303, 340, 407, 491, 496; rejetés par les volcans, 639, 644.
CORPS ORGANIQUES: leur premier développement, 300; dans des températures fort élevées, 302; terrestres et marins mêlés ensemble, 352, 492, 494, 565; leur classification, 486; leurs modifications dans l'état fossile, 487; leurs espèces perdues ou modifiées, 499 et suiv.

CORREA DE SERRA, sur la retraite de la mer, 43; sur une forêt fossile d'Angleterre, 483; sur le détroit de Gibraltar, 557.
CORSE (île de): son porphyre globuleux, 51, 269, 272; ses granits, 51, 200, aux notes, 249; ses brèches osseuses, 477.
CORTESI: ses découvertes dans les collines de Plaisance, 450, 515, 520.
COSSALI, sur les corps lancés de la lune, 110, aux notes.
COTOPAXI, volcan d'Amérique, 595, 631, aux notes, 640 et suiv.
COUCHES: leur origine, 125, 386; dans les roches primitives, 125, 189 et suiv.; leur renversement, 125, 131, 161, 243, 322, 364, 386; uniformité dans leur direction, 191, 365; subordonnées et étrangères, 185; apparentes produites par la décomposition, 194; ondulées, 243; leur première consolidation, 293; dans les roches secondaires, 322 et suiv.; leur définition dans les travaux des mines, 422.
COULOMB: sa balance de torsion, 33.
COURANS (les) de la mer n'ont pas formé les vallées, 395.
COURTAGNON: ses coquilles fossiles, 564.
CRABES fossiles, 449.
CRAIE: sa formation dans les environs de Paris, 332.
CRAMONT (mont), 385.
CRAPAUDS fossiles, 456.
CRATÈRES des volcans, 621; détruits, 722, 769 et suiv.
CRAU (la plaine de la), 581.
CREVOLA (mont de), 177, 444.
CREUSOT: sa mine de houille, 199, 585.
CRIMÉE: ses volcans de boue, 634.
CRISTALLITE, 665, aux notes.
CRISTAL: sa composition, 217.
CRISTAUX moulés, 18, aux notes.
CRISTALLISATION: son influence dans la formation des roches primitives, 12, 186 et suiv.; des montagnes, 14, 244, 383; ses conditions, 16; par le moyen de l'eau et du feu, 16 et suiv.; ses différens degrés et ses variations, 15, 186, 295 et suiv., 739.

Cristallisations sphériques, 51; dans les laves, 16, 105, 227 et suiv., 232, 670 et suiv., 750; dans l'intérieur des volcans, 675.
Crocodiles fossiles, 456.
Crustacés fossiles, 449.
Cuivre dans les roches primitives, 12; mine de cuivre d'Agordo, 434.
Cumana: son tremblement de terre, 402, 604.
Cuvier, sur les dépositions actuelles de la mer, 321; sur les environs de Paris, 332, 409, 494; sur les ornitolithes, 457; sur les os fossiles des quadrupèdes, 458, 501; sur les anciennes dépositions de la mer, 548 et suiv.
Cyclopes (roches des), 710.
Cygnus cucullatus, 507.

D

Dalmatie: ses os fossiles, 477.
Dalton, sur le mélange des gaz, 94; sur la force élastique de la vapeur, 165.
Danville, sur l'union du Vahal avec la Meuse, 43.
Dapèche, substance combustible de l'Amérique méridionale, 485.
Darcet: sa composition métallique, 106.
Daubuisson, sur la chaleur des mines, 152; sur le klingstein, 239, aux notes; sur le basalte, 686; sur les basaltes de la Saxe, 721 et suiv.
Davy, sur le gaz hydrogène métallifère, 9; fusion de l'alumine et volatilisation du charbon, *ibi*; sa doctrine sur les terres et sur les alcalis, 20, 79; sur la composition du soufre, 406, aux notes; son hypothèse sur les volcans, 588.
Dauphins fossiles, 450.
Décomposition des roches, 192, 194, 323, 386; ses indices, 386.
Défenses fossiles, 466.
Delos (île de), 737.
Déluge, 479, 510 et suiv., 524, 563.
Dendrites, 483.

Derbyshire : ses spaths fluors, 21 ; ses mines, 429 et suiv ; son bitume fossile, 485 ; ses lacs souterrains avec des poissons, 642.
Descabasedo, montagne du Chili, 491.
Désert entre le Nil et la mer Rouge, 271.
Desséchement des corps, 120.
Détonations des volcans, 652, aux notes.
Deucalion (déluge de), 563.
Diabase. Voy. Grunstein.
Diallage, 265 ; dans les produits volcaniques, 268.
Diamant : sa volatilisation, 9 ; sa nature, 406 ; sa gangue, 757.
Diemen (terre de) : ses masses madréporiques, 513.
Diorite. Voy. Grunstein.
Discolites de Fortis, 448.
Dissolution des corps, 6, 18.
Dissolvent général de la matière, 20, 29.
Disthène, 12.
Doebereiner, sur les combinaisons des gas azote et oxigène, 100, aux notes.
Dolomia, 46, 255, aux notes.
Dolomieu, sur la fluidité intérieure du globe, 5, 35 ; sur le fer spéculaire des laves, 17 ; sur la cristallisation, 18 ; sur la dissolution primitive de la matière, 23 ; sur le courant de lave de l'île d'Ischia, 151 ; sur le mélange des roches primitives, 175, 269 ; sur la stratification des granits, 191 ; sur les laves granitiques, 210 ; sur les corps enveloppés par la lave de 1794, sortie du Vésuve, 220 ; sur les laves schisteuses, 239 ; sur les laves porphyritiques, 273 ; sur les quartz du marbre de Carrara, 442 ; sur l'antiquité du globe, 572 ; sur le dernier cataclysme du globe, *ibi* ; sur le pétrole des scories volcaniques, 603 ; sur une éruption aqueuse de l'Etna, 639 ; sur la fluidité des laves, 660 ; sur les zéolithes des laves, 671 ; sur la formation des basaltes, 714 et suiv. ; sur les volcans du val de Noto, 733 ; sur la roche du Puy-du-Dôme, 778.
Donati, sur une montagne écroulée dans le Valais, 140.
Donnersberg, montagne porphyritique en Bohême, 273, aux notes.
Dor (mont) : son fer oligiste, 17 ; ses laves, 239, 656.

Drée (De) : fusion du granit et du porphyre, 219 ; sa liquéfaction ignée, 221, 668.
Dunes (les), 378.
Dureau de-la-Malle : sa géographie physique de la mer Noire, 479, 562 ; ses observations sur le cratère de Borghetto, 681.
Dydus ineptus. Voy. *Cygnus cucullatus*.

E

Eau dissolvant de plusieurs substances, 6 ; son état de vapeur, 8, 70, 86, 165 ; véhicule de la cristallisation, 16 ; sa viscosité, 18, 57 ; sa quantité dans le globe, 30 ; sa prétendue diminution, 36 et suiv. ; n'est pas contenue dans les roches primitives, 37, 79, 96, 238 ; ne se réduit pas en terre, 39 ; sa décomposition dans les végétaux, 40 ; sa composition et sa production, 41, 56 : conserve sa fluidité dans la temp. au-dessus de zéro, 63 ; peut être sensible ou latente, 68 ; sa plus grande chaleur étant en contact avec l'air, 86 ; de cristallisation, 88 ; sa première formation, 95, 292 ; quantité de calorique qu'elle absorbe en passant de l'état solide à celui de fluide, *ibi* ; se dilate dans la congélation, 128 ; son influence dans la formation des roches de transition et secondaires, 151 ; sa plus grande densité, 154 ; renfermée dans les quartz, 234 ; dans les cavités des laves, 235, 708 ; sa quantité nécessaire pour couvrir les montagnes du globe, 374, 552 ; son influence dans les volcans, 613 ; dans les vapeurs des laves, 623 ; dans l'intérieur des volcans, 647.
Eaux thermales : leur température, 302 ; leurs sources, 402.
Ébel, sur la cristallisation des roches primitives, 13 ; sur l'abaissement de la mer du Nord, 43 ; sur le mélange des roches primitives, 177, 253 ; sur la formation des roches secondaires, 318 et suiv. ; sur la direction des couches dans les Alpes, 365 ; sur la disposition des roches dans les Alpes, 379 ; sur la formation des vallées, 398 ; sur les filons métalliques dans les Alpes, 471 ; sur les corps organiques fossiles, 526 ; sur les monts Berici et Euganéens, 767.
Ébrides (les nouvelles), 38.

Ebul-alshir, historien arabe, 141.
Echinites, 449.
Écosse: sa vallée, 392.
Egypte: son jaspe, 51; ses momies, 479, 509; nature de son sol, 401, aux notes; ses pyramides, 448, aux notes.
Élan fossile, 471.
Élastification des corps, 8.
Elbe (île d'): ses granits, 200, aux notes.
Elden (caverne d'), 568.
Éléaolite, 97.
Électricité, 66, 72, 95, 606, 631.
Éléogenites (roches formées dans les eaux douces), 349, aux notes.
Éléphans fossiles, 463 et suiv., 544 et suiv.
Ellis, température des mers d'Afrique, 153.
Émaux volcaniques, 655.
Emmerling, sur le mandelstein, 754.
Émigration des animaux, 545.
Encrinites, 449.
Engelhardt: son voyage au Caucase, 201.
Enhydres du Vicentin, 120, aux notes n.° 3, 708.
Entroques, 449.
Éoliennes (îles): leurs volcans, 203, 275, 585; leur soufre, 408.
Épidote: son gisement, 360.
Épomée (mont) dans l'île d'Ischia, 775.
Équateur terrestre, 54, 163.
Éruptions volcaniques des matières incohérentes, 630 et suiv.; boueuses, 634 et suiv.; des laves, 651 et suiv.
Erzgebirge, 201; ses couches de houille en combustion, 585.
Eslinger, sur les formations, 169.
Esmark, sur la montagne de Nagy-ag, 425.
Espèce minéralogique, 287.
Espèces perdues ou modifiées, 507 et suiv.
Etna: son soufre, 17; ses laves porphyritiques, 273; étendue de ses laves, 274, 652, 664, aux notes; son pétrole, 603; ses vapeurs, 607, 623; sa lave de 1662, 624; son éruption de 1669, 639, 652; son éruption aqueuse, *ibi*; son éruption de 1787, 652; ses basaltes, 710.

Étoiles : leur constitution, 80.
Étrangères (couches), 185, aux notes.
Euphotides (roches), 265.
Euganéennes (montagnes), 627, 767.
Eulère, sur la chaleur, 65.
Eurite, 183, aux notes.

F

Falun de la Touraine, 446.
Fassa (vallée de) : ses pyroxènes, 333, aux notes; apparence volcanique de ses produits, 370, 671; substances cristallisées qu'on y trouve, 754.
Faujas : fer oligiste de Volvic, 17; porphyre globuleux de Corse, 51; sur les laves granitoïdes, 202, 211; sur la formation du granit, 205; sur les laves schisteuses, 239; sur l'origine de la terre calcaire, 251; sur les laves porphyritiques, 273; sur les trapps, 282, 333, 740 et suiv; sur les mines du Derbyshire, 429; sur l'origine des métaux, 438; sur la tourbe, 489; son herbier fossile, 483, 700; sur les madrepores fossiles, 514; sur les obsidiennes et les pierres ponces, 655; sur les pyroxènes, 673, aux notes; sur le verre fait avec les laves, 745; sur les laves avec agate, 756; sur les basaltes du Rhin, 769.
Feld-spath compacte, 248.
Feld-spaths sphéroïdaux de Finlande, 51, aux notes; dans les laves, 202, 670, 682.
Felsberg : son filon de quartz, 233.
Fentes, dans la superficie terrestre, 133; dans les montagnes, 399.
Fer dans les roches primitives, 12, 423, 651; spéculaire des volcans, 17, 623; sa dilatation dans le refroidissement, 128; rouge, sa température, 165; argileux d'Écosse, 120, 440; dans les laves, 203; octaèdre volcanique, 625; bacillaire, 697; oxidulé-titanifère des volcans, 675, 752.
Ferber, sur l'union du basalte avec le granit, 213; sur les vapeurs du Vésuve, 621.

FERRARA, sur le granit de Messine, 200; sur les laves vitreuses, 275; sur le muriate d'ammoniaque de l'Etna, 623; sur les basaltes de l'Etna, 710.
FERTILITÉ de Kirwan, 665.
FETTSTEIN de Werner, 97.
FEU, dissolvant général des substances, 7; peut être le véhicule de la cristallisation, 16; ses élémens suivant De-Luc, 26, 71; son analogie avec le fluide électrique, 72; ses modifications, 74; peut produire des substances pierreuses, 221, 663 et suiv.
FICHTEL, sur le perlstein, 277.
FILONS métalliques, 53, 423 et suiv.
FINGAL (grotte de), 193.
FINLANDE: son granit, 51, aux notes.
FLAMMES, ne sortent pas des volcans, 630.
FLEUVES qui forment des lacs, 393.
FLORIDES, 619.
FLEURIAU DE BELLEVUE, sur le fer spéculaire de Stromboli, 17; sur le changement du verre en pierre, 664, 667.
FLUIDES impondérables, 64.
FLUIDITÉ: ses espèces et ses degrés, 6 et suiv., 69 et suiv.
FLUORIQUE (acide), 21.
FONTANA: son opinion sur la génération, 14; sur le poids de la chaleur, 64.
FORETS transportées par la mer, 420; fossiles, 483.
FORMATIONS (doctrine des), 166 et suiv., 307, 358; subordonnées, 182; leur origine, 185; des eaux douces, 350 et suiv.; trappéennes, 358.
FORSTER, sur les plantes dans les températures fort élevées, 302; sur les montagnes vers le pôle austral, 341.
FORTIS, sur le niveau de l'Adriatique, 44; sur les dépositions de la mer, 320; sur les pierres siliceuses renfermées dans les roches calcaires, 344; sur les ornitolithes, 457; sur le séjour alternatif de la mer en quelques endroits, 495; sur les basaltes coquilliers, 696; sur les agato-enhydres du Vicentin, 708; sur la formation des basaltes, 715.
FORTUNÉES (îles), 145.

Fougères (leurs empreintes), 483, 498, 519.
Fourcroy, sur le calorique, 64.
Fours de fusion : leurs cristallisations, 17.
Francfort : ses basaltes, 627.
France (île de) : son guhr siliceux, 627.
Franklin, sur la partie interne du globe, 35 ; sur la mine de houille de White-Haven, 415 ; sur le changement dans la position des axes du globe, 528.
Freyberg : son district des mines, 423.
Fromont, sur la diminution de l'eau, 41.
Frottement produit la chaleur, 65 et suiv.
Fusibilité des corps, 9, 224, 227 et suiv.
Fusion ignée et vitreuse, 221.

G

Gabbro des Toscans, 264 et suiv.
Galène du Derbyshire, 436.
Gaz : leur formation, 8, 70, 85 et suiv. ; différens des vapeurs, 8 ; leur mélange, 94 ; effets qu'ils ont produits dans la surface du globe, 132.
Gave, fleuve dans les Pyrénées, 391.
Gavial, crocodile du Gange, 456.
Gavirate (rocher de), 347.
Gauro : son cratère, 595, 692, 774.
Gautieri, sur la formation des métaux, 433.
Gay-Lussac : son voyage aérostatique, 34, 41 ; parties composant l'atmosphère, 100.
Gazola, sur les poissons fossiles du Bolca, 453 ; sur l'ambre du Bolca, 484, 2.e note.
Genève (lac de) : sa température, 154 ; écoulement de ses eaux, 391 ; sa profondeur, 393.
Gensanne, sur la chaleur interne du globe, 152.
Géodes métalliques de Mongez, 19, 187.
— d'agate avec cristallisations, 439.
Géoffroy, sur les animaux d'Égypte, 509.
Geyser : ses eaux chargées de terre siliceuse, 21, aux notes, 627.

GIBRALTAR: son détroit, 143, aux notes, 557, 562 et suiv; ses os fossiles, 477.

GIFONE: ses poissons fossiles et ses bitumes, 610.

GIGLIO (île du): ses granits, 200, aux notes.

GIMBERNAT, sur l'azote dans les eaux minérales, 402; sur la natrolithe, 671.

GIOENI, sur les basaltes de l'Etna, 710; sa lithologie vésuvienne, 749.

GIORULLO, volcan d'Amérique, 591, 595, 622.

GIRGENTI: son pétrole, 602.

GISEMENT des roches, 322; des fossiles, 360.

GISMONDI, sur la cristallisation de la pierre alumineuse de la Tolfa, 625, aux notes; sur l'abrazite, 672, aux notes.

GLACE: quantité du calorique qu'elle absorbe dans sa fusion, 99; sa formation, 128; ses accroissemens et sa diminution, 361.

GLACIERS: leur mouvement progressif, 580.

GLASTEIN, 665, aux notes.

GLOSSOPÈTRES, 454.

GMELIN, sur la lave *sperone*, 659; sur les matières volcaniques de Rome, 774.

GNEISS, roche primitive, 12, 183; uni au granit, 172 et suiv.; est la roche prédominante dans le nord de l'Europe, 200, aux notes; ses caractères ne répugnent pas à la fluidité ignée originaire, 239 et suiv.; son gisement, 242; formé par cristallisation, *ibi*; en couches verticales, *ibi*; riche en métaux, 423.

GOLDBERRY, sur l'Atlantide, 147.

GOMME ÉLASTIQUE, 485.

GOTTARD (mont du S.), 190, 252, 403.

GRACIEUSE (île): ses volcans, 203, aux notes; ses stalactites siliceuses, 627.

GRAND-D'AUSSY: son voyage en Auvergne, 776.

GRANGE (La), sur l'origine des comètes, 110.

GRANIT, roche primitive, 11; formé par cristallisation, 12, 52, 198; ses élémens, 12, 198; orbiculaire des Pirénées, 51, aux notes; globuleux de Corse, 51, 248, 249; de Finlande, 51; graphique, 171, aux notes, 198, 214; son passage au gneiss,

172 et suiv.; ses différentes formations, 183, 308, 359; sa stratification contestée, 190; sa décomposition, 194 et suiv.; sa dénomination récente, 197; sa quantité dans la surface du globe, 200; régénéré, *ibi*; son gisement, 201, 203, 298; avec des corps marins dans ses fentes, 200; sa fusion, 218; sa structure, 208, 233; ses parties diversement fusibles, 224; avec calcédoine et quartz, 233; de transition, 308; avec métaux, 423.

GRANITONE de Prato, 265.

GRAPHITE, 406.

GRAUWACKE, 311 et suiv.; avec des métaux, 423.

GRAUSTEIN, 768.

GRAVINA : ses tufs calcaires nitreux, 413.

GRENATS, dans les roches, 12; dans les laves, 244, 656.

GRENOBLE : ses géodes calcaires avec quartz, 237, 444.

GRENOUILLES fossiles, 456.

GRÈS, 328 et suiv.; de Fontainebleau, 215; sonore, 239, aux notes; du Brésil, 298, aux notes.

— des houillères, 418.

GRYPHITHES, 313.

GRIGNON : ses coquilles fossiles, 446, 564.

GRISONS (dépôt métallique dans le pays des), 422.

GROENLAND : ses glaces, 544; ses basaltes, 685.

GRUNSTEIN primitif, 248, 266; secondaire, 722, 725.

GUADALOUPE : ses os fossiles, 481.

GUALANDRIS, terrains d'eau douce, 349.

GUANAXUATO : ses mines, 423.

GUANCA VELICA : sa mine de mercure, 425, 491, aux notes.

GUANCHES : ancien peuple de Ténériffe, 145, aux notes.

GUERRIN, sur les madréporites, 514.

GUETTARD : mine de Wieliczka, 152.

GUILEUREUTH : ses grottes, 642.

GUINÉE (la nouvelle), 513.

GYPSE : ses formations, 183, 403, 407 et suiv.; avec des végétaux, 483.

H

HACQUET, sur les pierres siliceuses, 345; sur la mine de Nagyag, 425.
HALL (Sir James), sur le système de Hutton, 259; sur la chaux carbonatée, *ibi*; sur la formation de la houille, 421; sur le verre changé en pierre 665; sur les cristaux de lave, 674.
HAMILTON, sur le refroidissement de la surface des laves, 150; sur les vapeurs du Vésuve, 621; sur les éruptions boueuses du Vésuve, 638; sur les basaltes, 688; sur les cratères des environs du Rhin, 769.
HARTZ: ses mines, 311, 423; ses roches, 311 et suiv.; ses montagnes, 553.
HARUTSCH (montagnes d'), 687.
HASENBERG: ses basaltes, 624.
HATCHETT: sur la houille, 417, 421, aux notes; sur le bitume fossile du Derbyshire, 485.
HAUSMAN, sur les roches de la Norvège, 179, 309; sur le gisement du granit, 201, 298, 308; sur la pierre calcaire des fours de la fusion de fer, 258; sur les pétrifications, 498; sur l'arénaire en contact avec le basalte, 704.
HAUY: sur la cristallisation indéterminée, 51; sur la chaux sulfatée anhydre, 88, aux notes; sur le perlstein, 277.
HAUYNE, 625; renfermée dans les amphigènes, 682.
HÉBRIDES (les nouvelles) îles, 38.
HECLA: ses laves vitreuses, 275; ses laves riches en muriate de soude, 404.
HEDEMSTROM: son voyage au pôle arctique, 467.
HÉLIOTROPE, 314 et suiv.
HÉRACLITE, sur l'origine du globe, 59.
HERCULANUM, 631, 638.
HÉRODOTE, sur les coquilles fossiles, 446.
HERMAN, sur la chaîne de l'Ural, 178.
HERSCHEL, sur les comètes, 81; sur les nébuleuses, 82.
HIPPASE, sur l'origine du globe, 59.
HIPPOPOTAMES fossiles, 472.

Hoff, sur le basalte avec quartz, 761; sur les phénomènes de la Pflasterkaute, 704.
Hoffmann, sur les formations, 169.
Hollande (nouvelle), 38; ses animaux et son continent, 462, 503 et suiv., 513; ses polypiers fossiles, 513.
Hollande : nature de son sol, 401, aux notes.
Honigstein, 419, aux notes.
Hornstein, 280, aux notes.
Houille : ses dépôts, 415 et suiv.; ne peut produire les volcans, 585.
Humboldt, sur les parties composant l'atmosphère, 100; sur les porphyres d'Amérique, 125, 274; sur les cavernes, 139; sur les roches des îles Canaries, 144, aux notes; sur le volcan de Ténériffe, 145, 647; sur l'Atlas, 146; sur le granit des régions équatoriales, 180, 201; sur une formation quartzeuse en Amérique, 267; sur les porphyres d'Amérique, 274; sur le calcaire de transition, 313; sur les formations secondaires, 327; sur la hauteur des montagnes calcaires sous l'équateur, 341; sur le soufre dans les roches primitives, 406; sur la quantité de soude muriatée dans les eaux de la mer, 410; sur la roche métallifère de la Nouvelle Espagne, 425; sur le mastodonte d'Amérique, 458; sur la température primitive du globe, 540; sur le pétrole des volcans, 603; sur les éruptions boueuses des volcans d'Amérique, 640 et suiv, 650; sur le basalte, 687; sur la serpentine magnétique, 747, aux notes.
Humite, 676.
Hutton : densité moyenne de la terre, 33; sur la consolidation des agates, 120; ses géodes de fer argileux, 120, 440; son système, 155 et suiv., 259, 370, 689, aux notes; sur le granit, 172, 190, 209; sur la quantité de granit qui existe à la surface du globe, 200, aux notes; sur le granit graphique, 214.
Hyalithe, 627, 758.
Hydrogène : principe acidifiant, 9, première note.
— gaz : sa combustion, 9, 201; métallifère, 9; n'existe pas dans l'atmosphère, 41; sulfuré produit de l'eau, *ibi*; sa génération et sa décomposition, 406; phosphoré, 606, 611.
Hyènes fossiles, 476.

I

Ichtyolites, 453.
Idocrase, dans le calcaire primitif, 12; dans les roches du mont Somma, 676.
Idria : sa mine de mercure, 487.
Iles formées par les polypes, 38, 513; leurs quadrupèdes, 505; produites par les volcans, 734.
Imbaburu, volcan dans le Quito, 641.
Incognitum dell' Ohio, 458.
Incrustations, 487.
Infiltration : a été trop étendue, 348, 432, 439, 671 et suiv.
Insectes dans l'ambre, 484.
Intra : ses trapps, 283, 743.
Irlande : ses basaltes, 690 et suiv.
Irwims : température de la mer boréale, 153.
Ischia (île d') : ses laves, 210, 591, 595, 714; ses antiques mines, 425; ses stalactites siliceuses, 627; ses coquilles au-dessous de la lave, 698.
Islande : ses volcans, 277, aux notes, 648.
Isle (Romé de l') : solution aqueuse primitive de la matière terrestre, 22; diminution de l'eau, 36 et suiv.
Italie : ses collines de transport, 401; ses volcans éteints, 618.
Ivoire fossile, 463.

J

Jade de Saussure, 265.
Jameson, sur les formations, 172, 184, 308, 359; sur les couches verticales, 244; sur le calcaire primitif, 250; sur les trapps secondaires, 335; sur les filons métalliques, 433.
Japon : ses volcans, 371, 619.
Jargon du Vésuve, 676.
Jaspe, 314 et suiv.; œillé de Sibérie 433; porcelaine, 586 et suiv.
Java (île de), 594, 601.

JUPITER, planète : son état, 80.
JURA (chaîne du), 322, 379, 576; sa pierre calcaire, 338.
JUSTIN, sur l'état primitif du globe, 59.

K

KALM, sur la mer du Nord, 43.
KAMENI, île volcanique, 735.
KAMTSCHATKA : la mer se retira avec rapidité de ses côtes, 141; son pétrole, 602; ses volcans, 619, 644.
KANT, sur la profondeur de la mer, 30, aux notes.
KARSTEN, sur l'arénaire, 306, 332.
KEIL, sur la profondeur de la mer, 30, aux notes.
KEIR, sur la cristallisation du verre, 667.
KENNEDY, analyse des laves, des ponces et des basaltes, 624 et suiv.
KILLA, 359.
KIRWAN, sur la solubilité du sel marin, 30; son hypothèse du fluide chaotique, 49 et suiv., 78; sur la fusion du globe, 60; sur l'hypothèse de Hutton, 157, aux notes; sur l'acide carbonique, 211, aux notes; sur le talus des montagnes, 533; sur les basaltes coquilliers, 696.
KLAPROTH, sur la dolomie, 255, aux notes; ses analyses des substances volcaniques, 624.
KLINGSTEIN, 239.
KOLEN-BLENDE, 406, aux notes.

L

LACS : leur température, 154; formés dans les cratères des volcans éteints, 650.
— souterrains avec des poissons, 642.
LAGONI de la Toscane, 609.
LAIKOFF (îles), 467.
LAMANON, sur les terrains d'eau douce, 349.
LAMANTINS fossiles, 452.
LAMBERT : système du monde, 302.

LANGLET, sur la fluidité ignée primitive du globe, 262.
LAPILLI du Vésuve, 632.
LARD (pierre de), 264.
LARIO (lac du) : sa température, 154; granits de ses environs, 190; son calcaire primitif, 253, 358; sa grauwacke, 312; son calcaire de transition, 313; est formé par l'Adda, 391; les ammonites de ses environs, 447.
LATIALITE. Voy. Haüyna.
LATIUM : son pétrole, 600.
LAVE du Vésuve dite de la Vetrana, 150; de la Scala, 193, 693, 712; de Calastro, 712; du Granatello, *ibi.*
— du Vésuve de 1794; ses cristallisations, 17; ses phénomènes dans les corps enveloppés, 220, 258, 692; riche en produits salins, 404, 612; dimensions de la bouche d'où elle est sortie, 652; sa masse, 669, aux notes; semblable aux basaltes d'Allemagne, 688; différence dans le grain de ses parties, 692; en entrant dans la mer elle n'a pas formé des basaltes, 714.
LAVE du Vésuve de 1805, 404, 623, 654.
— de l'île d'Ischia de 1301, 151, 591.
— de l'Etna de 1669, 665, aux notes; de 1787, 652.
— ancienne de Borghetto, 298, 680.
— — de Capo di Bove près de Rome, 672, 708, 774, aux notes.
— fendue dans les Champs-Phlégréens, 133.
LAVES de l'île de Bourbon, 404, 660, 712.
— leurs cristallisations, 16, 232, 670 et suiv.; refroidissement prompt à leur surface, 121, 150, 654, 717; conservent long-temps la chaleur, 121, 150, 673; siénitiques, 202; granitiques, 210; leur composition, 219; phénomènes qu'elles produisent dans les corps enveloppés, 220, 258; leur fluidité, 222, 654, 660 et suiv.; configurées en couches et en prismes, 193, 693; bouleversées dans leur superficie, 160, 291, 397, 720; schisteuses, 239; porphyritiques, 273; vitreuses, 275; direction de leurs pores et de leurs cavités, 384, 676, 755; leurs cavernes, 135, 567, 653; ne contiennent pas de soufre, 596; leurs altérations de couleur, 628;

leur matière première, 651; leur dégorgement, 652; leur chaleur, 660; leurs différens degrés de dureté, 657, 741; tufacées, 657; leurs élémens, 669; leurs dimensions, 669, aux notes; avec des corps marins, 698; disposées en couches superposées, 719; leur décomposition, 723; en couches alternantes avec la chaux carbonatée, 732 et suiv.; leur magnétisme, 747; avec agate et quartz, 756; siliceuses, 761 et suiv.

Laveggi, 264.

Laveno: sa montagne calcaire, 324.

Lavoisier, sur la transformation de l'eau en terre, 39; sur le calorique contenu dans le gaz oxigène, 99.

Lazise, sur les combustibles fossiles du Véronais, 418; sur l'ambre jaune de Bolca, 484, 2.e note.

Lecco (pays de), 324.

Leibnitz: sa *protogea*, 59, 115.

Leman, sur les gypses tertiaires, 407.

Lemery: son volcan artificiel, 587.

Lenticulaires, 447 et suiv.

Lépidolithe, 97.

Leptinite, varieté du granit, 198.

Leschevin, sur le calcaire de transition, 313.

Leucites. Voy. Amphigènes.

Lewis, sur le changement du verre en pierre, 666.

Liège: sa mine de houille, 415, 420.

Lieue: sa longueur, 30, 124, 446.

Lignites, 416, 421, 488; sous les laves, 700.

Linné, sur la diminution de la mer, 43; sur l'origine des pierres siliceuses dans le calcaire, 344; sur le déluge, 525.

Linterne (marais de), 532.

Lions fossiles, 476; leur espèce diminuée, 508.

Lipari: ses laves vitreuses, 275; ses agates, 761.

Liquéfaction ignée, 221.

Lisbone: son tremblement, 141.

Lombard, sur la force de la poudre, 164.

Lombardie: sa plaine, 574.

Luc (De), sur la fluidité primitive du globe, 4; sur la solution de la matière terrestre, 26; sur la composition de l'eau et du

feu, 26, 71; sur le niveau de la mer, 43; sur la chaleur primitive du globe, 76; refroidissement du globe, 91; origine des cavernes, 136; confutation de l'hypothèse de Hutton, 160; stratification des granits, 192; sur les laves porphyritiques d'Amérique, 276; sur la formation des vallées, 396; sur le déluge, 524; sur l'état futur du globe, 570; dernière catastrophe du globe, 574; son hypothèse sur les volcans, 589 et suiv.; sur les cristallisations renfermées dans les laves, 674.

Lucas, sur la gangue du diamant, 758.

Lucrin (lac), 590, 644.

Ludus Helmontii, 120.

Lugano (lac de), 271, 284.

Lumachelle opaline, 340, 487.

Lumière: son analogie avec le calorique, 73.

Lys de pierre, 449.

M

Macaluba en Sicile: son volcan de gaz, 634.

Macigno des Toscans, 312.

Mackensie: voyage en Irlande, 268, 275, 756.

Maclure: sa géologie des États-Unis d'Amérique, 181.

Macugnaga (vallée de), 392.

Madère (île de), 141, 143; retirement de la mer le long de ses côtes, 141; ses laves, 220, 711, 724.

Madréporites et milleporites, 449, 513 et suiv.

Maggiore (lac). Voy. Verbano.

Magnésiennes (roches), 264 et suiv.

Magnétisme du globe, 34; de quelques substances pierreuses, 747.

Maiora: ses porphyres, 271, 284.

Maiolica, marbre calcaire, 347.

Mairan: formation de la glace, 128.

Mammmifère de Simore, 458.

Mammut de Sibérie, 466.

Manche (canal de la), 564.

MÁNDELSTEIN, 754 et suiv.
MANFREDI, sur le niveau de la mer, 44.
MANGANÈSE, inflammation de son oxide noir, 606.
MARCK (La), sur les coquilles fossiles des environs de Paris, 499; sur le changement des climats, 527.
MARMAROSCH (terre de) phosphorescente, 611.
MARNE octaèdre, 18, aux notes.
MARSARI: son porphyre de transition, 309; sur la stratification apparente qui résulte de la décomposition, 324; sur la masegna, 765.
MARSIGLI, sur la température de la mer, 153.
MARSEILLE: phénomène arrivé dans son port, 141.
MASEGNA, roche des monts Euganéens, 764 et suiv.
MASKELIN: densité moyenne de la terre, 33.
MASSICO, montagne calcaire, 618.
MASTODONTE fossile, 458.
MAWE: son voyage au Brésil, 298.
MECQUE (la): ses montagnes, 183.
MEGATHERIUM et MEGALONYX, 459.
MÉIONITE, 672, première note, 676.
MEISNER: sa mine de charbon en combustion, 585; ses basaltes, 701.
MÉLILITE, 672.
MELLITE, 419, aux notes.
MELOGRANI: passage du granit au gneiss, 180.
MENARD DE LA GROYE, sur le trapp secondaire, 336; sur la vapeur aqueuse des laves, 623; sur les cendres des volcans, 632; sur la communication de la mer avec l'intérieur des volcans, 644; sur la roche primitive des laves, 649, 662; sur les scories des laves, 654; sur la fluidité des laves, 662.
MER Baltique, 43, 411; du Nord, 43; Adriatique, 44; Méditerranée, 44, 141, 153, 479, 552, 557, 562; Noire, 411, 479, 552, 562; Caspienne, 413, 479, 552, 562, 600; Morte, 413, 600; intérieure de l'Afrique, 552, aux notes.
MER: ses dimensions, 30; sa prétendue diminution, 38, 42; ses changemens de niveau, 42 et suiv., 374, 552, 557; instabilité de son fond, 42; sa salure, 97, 412; plus étendue

vers le pôle-sud, 127; première formation de son lit, 134, 162; ses mouvemens extraordinaires, 141 et suiv., 372, 531, 550, 556, 561, 565; primitive, 290 et suiv., 412; actuellement ne forme plus de couches solides, 320; ses dépôts n'ont pas couvert toutes les roches, 374; ne communique pas avec l'intérieur des volcans, 405, 590, 644 et suiv.; quantité de sel qu'elle contient, 410; variations de son séjour, 495, 527, 552 et suiv., 569, 728, 732; changemens qui sont arrivés dans sa constitution physique, 547.

Mercure dans les poissons fossiles, 453; dans le sel marin, 491, aux notes.

— (mine de) avec des corps marins, 487, 491.

Messine: son détroit, 140; ses granits, 200; sa roche de formation nouvelle, 321.

Métaux: leur volatilisation, 9; leur première formation, 49, 426 et suiv., 435 et suiv.; dans les roches primitives, 53, 423, 438; dans les roches de transition et secondaires, 423, 435; dans leur état natif, 435; dans les pays volcaniques, 425; leur origine, 438.

Météorolithes, 9, 116, 667, aux notes.

Métherie (La), sur la cristallisation des montagnes, 14, 383; sur la chaleur primitive du globe, 77; sur le refroidissement du globe, 92; sur la première formation du lit de la mer, 134; sur l'Atlantide, 144; sur la chaleur centrale du globe, 152; sur le jaspe, 315; sur la constitution physique des environs de Paris, 351; sur l'origine des filons, 433.

Mexique: ses volcans, 595; son pétrole, 602.

Mezin (mont): ses laves, 724.

Mica dans les roches primitives, 12.

Miliolite, 516.

Mimofires, 330.

Mines: leur chaleur, 152; leur disposition, 430; leur formation, 435 et suiv.; d'alluvion, 436.

Misène: son alun, 625; son cratère, 768.

Missuri: ses granits, 192.

Mittelgebirge: ses charbons fossiles, 585.

Moeris (lac), 413.

Mofettes des volcans, 612, 628.
Mohs, sur la grauwacke, 311.
Molfetta : sa pierre calcaire nitreuse, 413.
Moltrasio : son schiste calcaire avec des ammonites, 447.
Molybdène : son gisement, 12.
Monfina (Rocca), contrée volcanique, 618.
Monge : ses géodes métalliques, 19, 674.
Monnet, sur la température des mines, 152.
Monoceros, 508, aux notes.
Montagnes : leur cristallisation, 14, 244, 383 ; leurs chaînes, 131, 375, 344 ; leur renversement, 243, 322, 364 ; leur diminution progressive, 361, aux notes ; très-hautes hors des tropiques, 362 ; n'ont pas été soulevées par l'action des feux, 370 ; leur rapport au volume de la terre, 375 ; leur distribution, *ibi* ; leurs directions, 377 ; leur structure, 378, 385 ; quelquefois isolées, 381 ; leur formation, 382, secondaires, 387 ; tertiaires, 400 ; leur talus, 553.
Montagnes trappéennes : leur disposition, 753.
Montecchio maggiore dans le Vicentin : ses coquilles fossiles dans un conglomérat volcanique, 696.
Monteiro, sur le porphyre orbiculaire, 269 ; sur la chaux fluatée du Vésuve, 676.
Monte Nuovo, 590, 644.
Monticelli, sur une éruption du Vésuve, 621, 645.
Montlosier, sur les volcans d'Auvergne, 776.
Montmartre : sa géologie, 495.
Montorfano : ses granits, 284.
Moricand, sur les cendres des volcans, 632 ; sur le titane siliceo-calcaire et les jargons du Vésuve, 676.
Morte (mer), 413, 600.
Moro (Lazare) : son système, 370.
Moscati, sur une production singulière du muriate de soude, 413.
Mugissemens des volcans, 652, aux notes.
Mulgrave (Lord) : son voyage au pôle-nord, 320.
Mull (île de), 717.
Muller (verre de), 627.
Muria ou murigène, 9.

Muriatique (acide) : sa formation, 9, 412 ; dans les vapeurs du Vésuve, 621.
Muriate d'ammoniaque des volcans, 17, 404, 623.
— de cuivre du Vésuve, 623.
— de soude des volcans, 17, 404, 623 ; sa solubilité, 30 ; 410 ; dans les roches primitives, 97, 358, 402 ; dans les terrains secondaires, 414 ; accompagne toujours le salpêtre, 412 ; abonde dans le globe, 414 ; dans les eaux qui ne sont pas loin du Vésuve, 611.
Murol : volcan éteint en Auvergne, 693.
Mussite, 333.

N

Naftia (pays et lac en Sicile), 602.
Nagy-ag : sa mine d'or, 425.
Natron (lacs de), 413.
Natrolite, 671.
Nautiles, 447.
Necrolite (lave), 656.
Nemi (lac de), 618.
Nenfro, espèce de lave, 659.
Nesti, sur les os fossiles de quadrupèdes, 466, 468.
Newchatel (lac de), 154.
Newton ; sur la figure de la terre, 2 ; sur la diminution de l'eau, 39 ; sur la chaleur des corps célestes, 80.
Nisida (île de), 772.
Nitre : son raffinage, 17 ; sa formation dans l'atmosphère, 412 ; natif de la Pouille, 413.
Nortwich : sa mine de sel prismatique, 697.
Norvège : ses roches, 179, 201, 245, 298 ; ses basaltes, 202, 685.
Noto (val de) en Sicile : son pétrole, 602 ; ses matières volcaniques alternantes avec les calcaires, 733.
Numismales, 448.
Nutation de l'axe terrestre, 529.

O

Oberstein : sa roche amigdaloïde, 315, 756.
Obsidienne (pierre), 213, 275, 655, 687.
Ocellite, 514.
Occhiatino de Côme, 499, aux notes.
Oeningen : son schiste avec impressions de corps organiques, 456.
Oiseaux fossiles, 457.
Olbers : son hypothèse, 110, 115 et suiv.
Olivi, sur le fond de l'Adriatique, 320 ; sur les coquilles de l'Adriatique, 499.
Olivier : sur le bosphore de Thrace, 563.
Olioulles (grès d'), 331.
Ollaires (pierres), 264.
Ombre (terre d'), 489.
Oolithes : leur formation, 50.
Opales, 627.
Ophite, 248, 281.
Or, dans la grauwacke, 423 ; en paillettes, 424, 436.
Orenbourg : ses terrains tertiaires, 400.
Organisation : ses progrès, 251, 438.
Oriani, sur la comète de 1811, 81, aux notes.
Ornavasso : son marbre calcaire primitif, 285.
Orta : ses porphyres, 271, 284.
Orthocératites, 255, aux notes, 448.
Os fossiles des quadrupèdes, 458, 501 ; d'animaux terrestres et marins, 492 et suiv. ; humains, 480.
Osme, métal contenu dans la platine, 8, aux notes.
Ossola (vallée d'), 285, 390.
Osteocolle, 488.
Oules des Pyrénées, 392.
Ours fossiles, 476.
Oxigène en l'état de gaz, 8 ; son calorique, 99 ; ses combinaisons, 100 ; dans l'intérieur des volcans, 614 et suiv.

P

Pacchiani, sur l'acide muriatique, 97.
Pagodite, 264.
Palestherium, 461.
Palerme : vitrifications de ses fours à chaux, 664.
Palici (lac de), 602.
Paliser (île de), 38.
Pallas, sur le mélange des roches primitives, 178; structure du granit, 190; sur les montagnes de Sibérie, 196; sur l'origine du granit, 209; sur la formation des montagnes, 371; sur le mont Caucase, 378; sur les vallées de la Sibérie, 390; sur les os fossiles de Sibérie, 464; son rhinocéros, 468; sur l'ancienne communication de l'Europe avec l'Amérique, 619.
Palmier marin, 449.
Palmes fossiles, 483, 494.
Palmestron (îles de), 38.
Pappenheim : ses schistes avec des empreintes de corps organiques, 457, 526.
Paradis terrestre : sa position selon Linné, 538.
Paris : ses spaths fluors, 21; sa lithologie, 332, 351, 409, 494; ses plantes fossiles, 483.
Parkinson, sur les environs de Londres, 496.
Pasumot, sur la décomposition du granit, 195.
Passage : valeur de cette expression, 304, 723, aux notes.
Patria (lac de), 532.
Patrin, sur les roches primitives, 178; sur le granit rhomboïdal, 195; granit graphique, 214; son opinion sur une serpentine volcanique, 268; jaspe œillé de Sibérie, 315, 433; son hypothèse sur les volcans, 592.
Pechstein du Cantal, 234, 624, 655.
Pegmatite, granit graphique, 171, 198, 214.
Pelagiennes (coquilles), 447, 500.
Pepites (or en), 424.
Perdu (mont), 385; ses pierres siliceuses, 492; ses rétépores fossiles, 514; sa formation, 554.

Péridot des volcans, 749 et suiv.
Perlstein, 277.
Peron, sur l'Atlantide, 144, aux notes; sur la température de la mer, 153; son voyage aux terres australes, 513.
Pestum: ses temples, 354.
Pétersbourg: nature de son sol, 401.
Petralia: pays en Sicile, 602.
Pétrification, 487, 498.
Petro-silex, 248.
Pétrole primitif selon Kirwan, 49; dans les quartz, 236; son abondance dans le globe, 600; souvent uni à l'eau salée, 600, 601, 605; du Vésuve, 602; dans les terrains primitifs, 604.
Phipps, sur la température de la mer du Nord, 153.
Phoiades, 515.
Phonolite, 239, aux notes.
Phosphore: son acidification, 99; dans le règne fossile, 606.
Piazzi, sur la comète de 1811, 81, aux notes.
Picot: son opinion sur le déluge, 511.
Pictet, sur les fluides élastiques, 8; température des lacs de la Suisse, 154; sur une roche schisteuse d'Irlande, 240.
Pictite (titane siliceo-calcaire) dans la roche du Puy-de-Dôme, 780.
Pièces séparées (expression wernérienne): sa signification, 686, aux notes.
Pietra roja, dans le royaume de Naples: ses poissons fossiles, 453; ses pectinites, 518.
Pietra serena des Toscans, 312.
Pimelodes. Voy. Prennadillas.
Pinite, 198.
Pino: sur le golfe de Baies, 45; sur le calorique contenu dans les gaz, 104 et suiv.; sur la stratification du granit, 189; sur le calcaire primitif, 261; sur les coquilles attachées aux cétacés fossiles, 521 et suiv.
Piperno, roche volcanique, 658.
Pisciarelli, endroit à la base extérieure de la solfatare vers le lac d'Agnano, 41, aux notes.

Pisolithes : leur formation, 50.

Place (La), sur la profondeur de la mer, 30, aux notes; sur la fluidité de l'atmosphère et de la mer, 70; son hypothèse sur la formation des planètes, 110; température des comètes, 302, aux notes; sur le mouvement de rotation de la terre, 511; sur le passage des comètes près de la terre, 512; sur le changement de position dans l'axe du globe, 529.

Planètes : leur formation, 10, 110, 116; leurs explosions, 110, 116; leur densité, 116.

Plantes dans les eaux chaudes, 302.

— fossiles, 483, 488, 539, 696; fort au-dessous du niveau de la mer, 490; des climats chauds dans les zones froides, 538.

Platine, 6, 424, 436.

Platon, sur l'Atlantide, 143; sur les déluges, 524, aux notes.

Plateau, 376, aux notes.

Playfair, sur la dissolution de la matière terrestre, 29; sur la densité moyenne de la terre, 33; sur le niveau de la mer en Écosse, 43; sur la théorie de Hutton, 156, 428; sur l'union du granit aux autres roches, 172; sur la stratification du granit, 190; sur la quantité du granit à la superficie du globe, 200; sur le calcaire primitif, 250; sur la position des roches, 322; sur la houille et le lignite, 417; sur le gisement des métaux, 428; sur le winsthone, 704.

Pline, le naturaliste, sur l'origine du globe, 59; sur le basalte, 213, 684; sa mort, 645.

Pline, le jeune : ses lettres sur le Vésuve, 631, 645.

Plomb, dans les roches primitives, 12; dans les roches de transition, 423; natif des volcans, 220; son affinité avec quelques substances terreuses, 436.

Plombagine, 406.

Pluies orageuses, 41; dans les éruptions volcaniques, 635 et suiv.

Plutonisme, 689, aux notes.

Po : ses dépositions, 352, 493.

Poissons fossiles, 255, 453, 530; minéralisés, 453, 483; rejetés par les volcans, 641.

Polarité cristallifique, 12, aux notes.
Polypes marins, 38, 513.
Pompeïa, ancienne ville ensevelie sous les cendres du Vésuve, 631, aux notes.
Ponce (pierre), 275 et suiv., 655.
Ponce (île de) : ses laves, 210, 772.
Popocatepec, volcan dans le Mexique, 595.
Porcelaine de Réaumur, 664.
Porphyre, roche primitive, 12, 269; substances qu'il renferme, 12, 269; globuleux de Corse, 51, 269, 271; en filons, 125, 189, 271; son passage au granit, 173, 178, 269; ses formations, 183, 272; sa fusion, 218; abonde dans le globe, 271; son origine, 273; sonore, *ibi*; de l'Amérique, 274; vert, 281; de transition, 309; magnétique, 747, aux notes.
Portici, pays bâti sur un courant de lave, 768.
Port-Jules, 45.
Port-Rush : ses roches basaltiques, 689 et suiv.
Potasse, dans les substances primitives, 97, 170, 196, 216; dans les substances volcaniques, 216, 623, 625; dans les trapps et dans les amphiboles, 287.
Poudingue, 328.
Poudre enflammée dans un endroit fermé, 148; sa force explosive, 164.
Pouzzole : son temple de Sérapis, 44.
Poza : sa mine de sel, 404.
Prato : sa roche dite *granitone*, 265.
Précipitation (la) insuffisante pour expliquer la consolidation du globe, 29, 185 et suiv., 192, 364.
Prennadillas, poissons d'eau douce rejetés par les volcans d'Amérique, 642 et suiv.
Prévost, sur le calorique, 68.
Prismatique (configuration) de plusieurs substances, 697.
Procida (île de), 595.
Protogène, granit, 171, 198, 379.
Proust, sur une mine de sel dans le cratère d'un volcan éteint, 404.
Psammite, 330.

PSEPHITE, 330.
PSEUDOSOMMITE, 672.
PUY-DE-DÔME en Auvergne, 17, 775 et suiv.
PYRAMIDES D'ÉGYPTE, 448, aux notes.
PYRÉNÉES: leurs montagnes écroulées, 140; leurs roches primitives, 176, 253; leurs montagnes calcaires, 340; leur structure et direction, 375, 379, 385, 388, 392; leurs cirques, 392; leur talus, 554.
PYRITES, 407; ne forment pas les volcans, 587, 609.
PYROPE, 244.
PYROXÈNE, 227, 333, aux notes, 673, aux notes, 675, 750.

Q

QUARTZ, dans les roches primitives, 12; cubique modelé, 18, aux notes; son analyse, 37; ses formations, 183; son infusibilité, 224; en grandes masses dans le granit, 232; renfermant de l'eau, de l'air, du pétrole et de l'anthracite, 235; dans les laves, 24, 756; de formation récente, 237; sa cristallisation, 344; dans le calcaire, 441 et suiv.
QUEBEC: sa pierre calcaire, 444.
QUITO: ses volcans, 640.

R

RAMOND, sur le mélange des roches primitives, 176; sur la décomposition du granit, 195, aux notes; sur le calcaire primitif dans le granit, 253; sur le contact des roches secondaires avec les primitives, 306; sur les Pyrénées, 379, 388, 399, 514; sur les stalactites qui remplissent les grottes, 573; sur les montagnes de l'Auvergne, 781.
RANIERI, sur les coquilles de l'Adriatique, 351, 499.
RASPE, sur les îles qui se sont soulevées dans la mer, 734.
RATZKE, sur le plomb natif des volcans, 220.
RAUMER, gisement du granit, 201.
RAZUMOWSKI, sur l'acide fluorique, 21.
RÉAUMUR, sur le fer fondu, 128; sa porcelaine, 664.

Refroidissement des corps, 119, 128, 221.
Remondini, sur la zurlite, 676.
Reptiles fossiles, 416.
Rétinasphalte, 484.
Rétinite du Cantal, 234, 624.
Reuss, sur le porphyre et ses formations, 272, trapps secondaires, 335; son tableau des formations, 358; gisement des trapps, 753; sur le grunstein, 768.
Rhin: ses volcans éteints, 769.
Rhinocéros fossiles, 468 et suiv., 544.
Riccamary: sa mine en combustion, 314, 586, 651.
Rio (Da), sur la masegna, 764 et suiv.
Risso, sur la péninsule du S.t Hospice, 497.
Robins, sur la force de la poudre, 164.
Rocca Monfina, volcan éteint, 618.
Roche: sa définition, 166.
Roches primitives, 11; leur stratification, 125; leur mélange, 172; origine de leur différentes formations, 185, 289, 307; leur gisement, 182, 201, 299, 359; leurs différens degrés de cristallisation, 295; de transition, 293, 304 et suiv.; secondaires, 318 et suiv.; de formation récente, 321; agrégées et cimentées, 330; d'eau douce, 349.
Rome: sa formation d'eau douce, 354; ses os fossiles, 466; son cratère détruit, 773 et suiv.
Rosa (mont), 267, 392.
Rosier, sur le granit graphique, 214.
Rubis spinelle dans le calcaire primitif, 12.
Rumford, sur le calorique, 65; sur la force de la poudre, 164; inflammation de la poudre dans un endroit fermé, 148.

S

Sahara, désert, 146, 377.
Sables aurifères, 424, 436; volcaniques, 632.
Salève (mont), 237, 256, 361, aux notes, 379.
Salmon, sur la masegna, 766.
Salses des territoires de Reggio et de Modène, 634.

SANADOIR : sa roche, 239, 624.
SANGAY, volcan dans le Quito, 640.
SANGLIERS fossiles, 475.
SANTA VENERE, montagne de la Sicile, 733.
SANTORIN (île de), 603, 734 et suiv.
SARCOLITE de Thomson, 671, 706.
SARREBRUCK : sa montagne en combustion, 587.
SAUSSURE, sur la fusibilité des corps, 9; la fusion de l'amianthe 19; température des lacs et de la mer, 153 et suiv.; sur l'union des roches primitives, 174; sur la stratification des granits, 191; sur la reproduction des granits, 206; fusion des granits et des porphyres, 218; sur le granit de Vienne en Dauphiné, 233; sur les couches verticales, 244; sur le trapp, 280; premier développement des corps organiques, 301; sur l'arénaire de Messine, 321; sur les arénaires, 329; sur les pierres siliceuses de Vaucluse, 346; renversement des montagnes, 367; sur la correspondance dans les angles des vallées, 390; sur les anciens courans de la mer, 395, aux notes; sur la chaux sulfatée du Mont-Cenis, 403, aux notes.
SAUSSURITE, 265.
SAVOIE (montagne écroulée en), 140.
SAXE : ses montagnes basaltiques, 721 et suiv.
SAXUM metalliferum de Born, 310.
SCANDINAVIE : ses montagnes, 375.
SCHÉELIN : ses mines, 423.
SCHISTES, 13, 183, 240, 244, 483.
SCHLOTTEIM, sur les corps marins renfermés dans les roches, 312, 498.
SCORIES des laves, 654.
SEGNE (col de la), 394.
SELS : leur première origine, 97; dans les terrains primitifs, 402; dans les vapeurs des volcans, 404, 623; dans les terrains secondaires, 407; leur quantité dans la mer, 410. (Voy. Muriate de soude).
SEMUR : ses granits, 194 et suiv., 206.
SÉNÉGAL : ses plantes, 302.
SEPTARIA, 120.

Sérapis (temple de) , 44 , 46.
Serpens fossiles , 456.
Serpentine , 183 , 189 , 264 ; magnétique , 747.
Serrao : sa description d'une éruption du Vésuve, 603 ; couches superposées des laves, 719.
Sibérie : ses granits en décomposition . 196 ; son jaspe , 315 ; ses vallées , 390 ; ses collines d'alluvion , 400 ; lacs salés , 413 ; ses grands quadrupèdes fossiles , 464 , 546 ; ses bois fossiles , 490.
Sicile séparée de l'Italie , 140 , 147 ; ses soufres , 407 ; son pétrole , 602 et suiv. ; ses basaltes , 689.
Sigorne , figure primitive de la terre , 3.
Siliceuse (terre) dans les roches primitives , 21 ; peu soluble dans l'eau , *ibi.*
Silurus , genre de poissons , 642.
Silex de formation nouvelle , 237 ; dans le calcaire secondaire , 342 et suiv.
Simplon (montagne du) , 170 , 177 , 390 , 444.
Sinuesse : ses eaux sulfureuses , 408.
Sirènes (îles des) , 326.
Sméragdite , 265.
Smith (W.) , sur les coquilles fossiles, 496.
Smithson , sur la cristallisation , 18 ; sur l'origine de la terre , 79.
Sodalite du Vésuve , 676.
Soldani , sur les coquilles fossiles globuliformes , 50 , aux notes ; ses coquilles microscopiques , 447 ; sur les terrains d'eau douce , 350 ; sur les coquilles fossiles de la Toscane , 517.
Soleil : son influence dans la chaleur du globe , 68 , 77 ; sa constitution d'après Newton , 80 ; ses explosions , 116 ; son diamètre , 542 , aux notes.
Solfatare de Pouzzole , 17 , 408 , 609 , 626 , 723 , 766, 771.
Solution des corps , 18.
Somma (mont). Voy. Vésuve ancien.
Sorea (île abîmée) , 140 , 594.
Sorrente : ses laves tufacées , 633 , 657.
Soude , dans les roches primitives , 216 ; dans la jade , 265 ; dans les trapps , 287 , 751 ; dans les porphyres de Donnersberg ,

273, aux notes ; dans les substances volcaniques, 273, 624 ; dans l'analcime, 624.

Soufre cristallisé des volcans, 17 ; sa nature, 406, aux notes ; primitif, *ibi* ; dans les terrains secondaires, 407 ; se trouve rarement dans les laves, 596 ; dans les vapeurs des volcans, 621 ; n'est pas la cause de la fluidité des laves, 661.

Sources chaudes dans les terrains primitifs, 402.

Spallanzani : fer spéculaire de Stromboli, 17 ; sur le granit de Messine, 200 ; sur le verre de Lipari, 275 ; sur les vapeurs du Vésuve, 621 ; sur la chaleur des laves, 660 ; sur les feldspaths formés dans la lave, 682 ; sur les basaltes de l'île de Volcano, 711 ; sur la structure des laves, 720.

Spath calcaire dans les roches primitives, 12, 252 ; dans les laves, 707.

— fluor dans les roches primitives, 12, 21, 252 ; dans les roches secondaires, 21.

Sperone, espèce de lave, 659.

Spezia (golfe de la), 531.

Sphérique (forme) de quelques corps, 51.

Sphérulite, corps marin, 487.

Spinelle (rubis) dans le calcaire primitif, 12.

Squales : leurs dents fossiles, 454.

Staffa : ses basaltes, 193, 624.

Stalactites siliceuses, 627.

Stalactites et stalagmites calcaires, 50, 572.

Stéatite de la Chine, son analyse, 264.

Stéatite cristallisée, 18.

Steppes de Kuma, 378.

Stilbite laminaire du Vésuve, 671, aux notes.

Stolpen : ses basaltes, 685.

Strabon, sur l'île d'Ischia, 591 ; sur le Vésuve, 608.

Stratification des roches, 125, 189, 322, 388.

Stromboli : son fer spéculaire, 17 ; son volcan, 604.

Structure des roches, 208, 233, aux notes, 241.

Sud (îles du) : leurs volcans, 275.

Suez (istme de) : ses lacs amers, 413.

Sulfate de potasse dans les vapeurs du Vésuve, 623.

Sulfate de soude, 623.
— triple d'alumine, 626.
Sulfures métalliques, 12, 51, 53; ne produisent pas les volcans, 587, 609.
Suède: exhaussement de son sol, 47 et suiv.; ses roches, 179; ses trapps, 279; ses mines, 423.
Swinburne, sur les îles des sirènes, 326.
Syénite, 183, 197, 245 et suiv.; son gisement, 201, 298.

T

Table (montagne de la): ses trapps, 286.
Talc, 264.
Tangurahua: volcan dans le Quito, 640 et suiv.
Tanna (île de): son volcan, 302.
Tapir fossile, 470.
Targioni, sur les belemnites, 448.
Taurus (mont), 377.
Ténériffe (pic de), 145 et suiv., 275, 342, 627, 647, 652, 698, 711.
Tennant, sur l'osmium, 6, aux notes; origine du globe, 79.
Terrains d'eau douce, 349.
— d'alluvion, 400 et suiv.
Terre: sa figure, 2; diversité de ses deux axes, *ibi*; sa fluidité primitive, 2, 10, 55, 75, 112; sa partie interne, 4, 5, 32, 33, 34, 53, 135, 149; son volume, 30; son poids, 31; son mouvement de rotation, 2, 54, 126, 163, 229, 362, 384, 511; différence de ses deux émisphères, 3, 126; sa densité moyenne, 33; son magnétisme, 34; instabilité de sa superficie, 48, 157; son équateur, 54, 163; sa température, 68, 152; son état primitif, 80, 90 et suiv., 291; mesure de sa superficie, 100, 124; son renouvellement, 102, 156; son refroidissement, 119, 130 et suiv.; son diamètre, 134, 148, 374, 567; sa chaleur centrale, 152: bouleversement de sa superficie, 162; rotation de son axe, 529; changemens arrivés dans sa température, 539, 543; changement

de son centre de gravité, 535 ; son état actuel n'est pas fort ancien, 571.
Testacés fossiles, 445 et suiv.
Thibet : ses montagnes, 375.
Thomson, le naturaliste, sur les olivines formées par sublimation, 17 ; sur les quartz qui renferment une substance combustible, 236 ; sur la pierre calcaire du Vésuve, 255 ; sur l'oxigène du Vésuve, 614 ; sur les stalactites siliceuses, 627.
— le chimiste, sur la chaleur qui résulte du frottement, 68.
Tigres fossiles, 476.
Timor (montagnes du), 513.
Titane siliceo-calcaire, 211, 676.
Toadstone. Voy. Mandelstein.
Tolfa : son travertin, 250 ; sa mine de galène, 423 ; sa pierre alumineuse, 625 ; ses laves, 656.
Topazes (roches des), 12, 183.
— du Vésuve, 676.
Tortues fossiles, 456.
Tourbe, 488 et suiv.
Tourbières, contiennent souvent des os fossiles, 473.
Touraine : ses coquilles fossiles, 446.
Tourmalines, 12, 97.
Tournefort, sur le bosphore, 562.
Transition (roches de), 250, 304 et suiv.
Transport (matières de), 351 et suiv.
Trapps, 175, 183, 239, 279, 284, 333 et suiv., 740 et suiv.
Travertin, 250, 354.
Trébra, sur la chaleur des mines, 152 ; sur la décomposition du granit, 194.
Tremblemens de terre, 568.
Trémolithe, dans le calcaire primitif, 12 ; dans les roches secondaires, 360.
Trinité (île de la), 601.
Trochites, 449.
Tufs sonores, 239, 657 ; prismatiques, 697 ; magnétiques, 747 ; calcaires, 755.
Turquoise, 455.

U

Ulloa, sur les coquilles fossiles du Pérou, 491.
Ural (chaîne de l'), 377, 403.
Urus ou Bison, 474.
Usedon (île d') dans la Baltique, 579.

V

Valdarno supérieur, 350, 464, 492.
Valais (vallée du), 140, 390, 394.
Valgana : ses spaths-fluors, 21 ; son porphyre, 284; ses pierres siliceuses dans le calcaire, 346.
Vallenstadt (lac de), 392.
Vallées: leur origine, 134, 390 et suiv.; leur distribution, 395.
Valorsine : ses couches verticales de brèche, 367, 582.
Vapeur aqueuse : sa température, 86.
Vapeurs: leur formation, 86 ; leur force expansive, 117, 165; des volcans, 404, 621 et suiv.
Vaporeux (état), 8, 70.
Varenne (bourg sur le lac de Côme) : son marbre noir, 313.
Végétation ancienne dans des endroits où elle manque à present, 490 ; indépendante de l'action solaire, 539.
Végétaux (les) décomposent l'eau, 40.
— fossiles, 483 et suiv., 488, 543.
Véhicule de la cristallisation, 16.
Velino : ses incrutations, 488.
Ventottene (île de), 772.
Venturi, sur les blocs erratiques, 578, 580.
Verbano (lac) : sa température, 154 ; ses granits, 190 ; ses porphyres, 271 ; son calcaire primitif, 253 ; formé par le Tesin, 392.
Vert de Corse, 265 ; antique, 268 ; de Suse, *ibi.*
Vert (îles du Cap), 602.
Verre : sa composition, 221 ; formé avec le trapp et la lave, 742 et suiv.

Verre des volcans, 275, 655; sa cristallisation, 664; son passage à l'état de pierre, 664 et suiv.
Vers litophages, 515.
Verulam (Bacon de), 525.
Vésuve : son soufre 17, son marbre calcaire, 255, 596; ses éruptions plus anciennes, 608, 631, 639; ses éruptions modernes de 1037, 671, aux notes; de 1631, 603, 608, 615, 631; de 1737, 603; de 1755, 631; de 1760, 652; de 1794, 630, 635, 645, 651, aux notes (Voy. lave du Vésuve de 1794); de 1805, 404, 623; de 1813, 621, 645; ses intermittences, 608; son pétrole, 602; ses éruptions boueuses, 364; sa base se confond avec les Apennins, 618; ses basaltes, 712, sa cime sujette aux changemens, 621, aux notes; ses vapeurs; 621; ses stalactites siliceuses, 627.
— ancien de Strabon, 255, 676, 717.
Vicentin : son mandelstein, 754.
Vico, montagne près de Naples, 255, 448, 518.
Viconago : sa roche, 241; son gypse, 403; sa mine, 431.
Vienne dans le Dauphiné : ses granits, 174, 233.
Vitalité : son premier développement, 300; dans des températures fort élevées, 302.
Vitrifications des volcans, 655.
Vitrites, 665, aux notes.
Vivarais : ses volcans, 203.
Viviani, sur la serpentine de la Ligurie, 267.
Volatilisation des corps, 9.
Volcans : leur soufre, 17; ne communiquent pas avec la mer, 405, 590, 605, 644 et suiv.; dans les contrées primitives, 203, 585; sous-marins, 336, 371, 644, 733 : leur influence dans les changemens de la superficie terrestre, 560, 619; ne sont pas produits par des couches de houille ou de pyrites, 585 et suiv.; leurs périodes d'intermittence, 586, 603; éloignés de la mer, 595; leur cause générale, 600 et suiv.; leur sphère d'activité, 618, 619; leurs vapeurs, 621 et suiv.; hauteurs auxquelles arrivent leurs projections, 631; froids ou gazeux, 634, 650; leurs éruptions boueuses, 634 et suiv.; anciens très-grands, 692; d'Amérique, 274, 619, 640; leurs cratères détruits, 769 et suiv.

Volcano (île près de Lipari), 711.
Volta, sur le calorique qui résulte du frottement, 67; sur la température du Lario, 154; sur la force élastique de la vapeur, 165.
Volvic en Auvergne : son fer spéculaire, 17.

W

Wacke, 722, aux notes.
Wad, sur le basalte, 687.
Watt (Grégoire), sur la cristallisation, 18; sur la vapeur aqueuse, 86; sur la diverse fusibilité des cristaux, 230; sur le changement du verre en pierre, 665; sur les cristallisations renfermées dans les laves, 674.
Wegdwood : son pyromètre, 128.
Weisstein, 183, aux notes, 242.
Werner, sur les formations, 169; sur la stratification des granits, 191; sur les pierres siliceuses renfermées dans les pierres calcaires, 345; sur les roches de transition, 304; sa théorie des filons, 426; sur les trapps des monts Euganéens, 767.
Werste : sa longueur, 178.
Wieliczka : sa mine de sel, 152, 407.
Wight (île de), 351.
Winkelsée (Comte de), sur une lave de l'Etna, 669, aux notes.
Winsthone, 665.
Woigt, sur la décomposition du granit, 196; sur le calcaire renfermé dans les laves, 258; sur l'arénaire, 332; sa classification des combustibles, 418; sur le contact du charbon fossile avec les basaltes, 703 et suiv.
Wollastonite, 672, aux notes.

Z

Zach, sur la longueur des axes du globe, 2; sur un éléphant fossile, 464.
Zannone (île de), 763, 772.

Zéagonite. Voy. Abrazite.
Zendrini (Ange), sur le niveau de l'Adriatique, 44.
Zéolithe dans les laves, 670 et suiv., 705 et suiv.
Zipser, sur la grauwacke d'Hongrie, 311.
Zurlite, 676.

FIN DE L'OUVRAGE.

ERRATA.

Page	lig.	*au lieu de*	*lisez*
49	26	Etramadure	Estramadoure
62	3	Mont-Messico	Mont-Massico (*la même erreur se répète dans la note*).
116	15 et 22	Montenovo	*Monte Novo*
496	13	reconnoître les prismes	reconnoître l'arrangement des prismes

3 Bde u. Atlas Bd.