

de fer en rognons, dans la pierre calcaire. Il y a plusieurs ouvertures dans cette montagne.

Le C.^{en} Depins, propriétaire de la forge de Montcegout, y a fait travailler, il y a quelques années; il paraît que la mine n'était point assez abondante pour mériter une exploitation suivie.

Il n'est pas douteux qu'il y avait autrefois plusieurs forges dans les montagnes du ci-devant Albigeois; l'exploitation des mines de fer, et les scories que l'on rencontre dans plusieurs endroits, sur-tout sur les bords d'Adou, en sont la preuve. Ce genre d'industrie se perdit pendant les guerres qui désolèrent cette contrée. L'établissement de ce genre le plus moderne, est, sans doute, celui de la Moline, près de la Caze, qui fut ensuite converti en martinet, et qui aujourd'hui est tombé en ruine. La grande quantité des scories que nous y avons vues, démontre que cette usine a travaillé pendant long-temps. L'écluse pour la prise d'eau, et le canal subsistent encore, ce qui indique qu'on y travaillait à la Catalanne. L'on pourrait facilement rétablir cette forge, qui serait d'un grand avantage pour le département du Tarn.

OBSERVATIONS

OBSERVATIONS

Du C.^{en} Muthuon, Ingénieur des mines; sur l'article du Rapport fait à l'Institut national par le C.^{en} Dolomieu, inséré dans le n.^o XLI de ce Journal, qui concerne les volcans de l'Auvergne, et la volcanisation en général.

ÉTANT né au milieu de la contrée volcanique qui s'étend dans les départemens du Cantal, du Puy-de-Dôme, de l'Ardeche et de la Haute-Loire, il était naturel que je songeasse de bonne heure à les reconnaître et à les observer. Les volcans, même éteints, ne sont point de ces phénomènes qui deviennent indifférens par l'habitude de les voir. L'idée des désastres qu'ils ont produits, de ceux sur-tout qu'ils peuvent produire encore, commande à l'imagination, et force à s'occuper d'eux.

J'étais parvenu à me former une opinion d'après laquelle la tranquillité s'était établie dans mon esprit; elle s'était augmentée d'après les observations faites dans deux voyages entrepris dans ces intéressantes contrées depuis que le règne minéral est devenu l'objet de mon étude habituelle, et dont le premier fut, il y a environ dix ans, depuis Viviers jusqu'à Limoges; et le second, il y a quelques années, depuis Lyon jusqu'à Alby. J'ai peu besoin de dire que ces voyages ont été faits à pied. Le minéralogiste qui ne cherche que des échantillons dont il veut enrichir un cabinet, peut venir à

Journ. des Mines, Ther. an VI.

Kkk

cheval ou en voiture jusqu'au pied des montagnes, pour en dérober, en quelque sorte, quelques morceaux; mais il en est autrement de celui qui cherche à connaître l'ensemble de la formation d'un pays. Les routes frayées ne sont pas celles qu'il suit. Un site important se présente-t-il à sa vue, il faut qu'il y parvienne, à travers les escarpemens et par des sentiers qui ne sont ouverts que pour lui. Tout guide, tout compagnon même le gênent, par le sentiment des besoins qu'ils peuvent éprouver, et qu'il ne peut oublier, au milieu des ravissements continuels qui lui permettent peu de songer aux siens propres. La cabane d'un berger, un morceau de pain noir, sont pour lui un palais et un mets délicieux. Après avoir vu et observé, il veut voir et observer encore; sentant le doux besoin de méditer, il s'empresse peu de parler et d'écrire. Il lit avec avidité et avec plaisir les relations de ceux qui l'ont précédé ou suivi; et comme l'amant de la nature ne peut être que celui de la vérité, il tressaille de joie aussitôt qu'il la voit, quelque part qu'il la trouve. Il adresse d'affectueux remerciemens à ceux qui la dévoilent à ses yeux; et si leurs opinions paraissent s'en écarter, il ne les combat que parce qu'il lui est dévoué.

Quand, pour base d'un système, on pose un fait général ou local, il est absolument nécessaire de s'assurer si ce fait, quelque exact qu'il soit en lui-même, ne tient pas à d'autres faits généralement reconnus et également certains et locaux, qui détruisent toutes les conséquences que l'on voudrait tirer du premier.

Le fait principal sur lequel s'appuie le C.^{en} *Dolomieu*, pour établir son opinion que les produits

volcaniques appartiennent à un amas qui repose au-dessous des granits; que les agens volcaniques, et la cause qui produit la fluidité des laves, résident et existent sous l'écorce consolidée du globe, est que le granit qui constitue le sol sur lequel reposent immédiatement les montagnes volcaniques des ci-devant provinces de l'Auvergne, du Vivarais et du Vélai, est composé de quartz, feldspath et mica, et que la plupart des produits de ces volcans sont entièrement différens, par leur nature, des granits sur lesquels ils sont venus se reposer; et que ceux-là même qui s'en rapprocheraient davantage, ont encore de telles dissemblances qu'on ne saurait les confondre.

Je sais et j'admets que le granit des départemens volcanisés est composé comme le dit le C.^{en} *Dolomieu*; que les produits volcaniques en sont différens; mais je ne tire pas de ce fait les mêmes conclusions, à cause d'autres faits aussi constans qui lui sont liés.

I.^{er} FAIT. Les montagnes de granit renferment dans leur sein de grandes masses hétérogènes et des filons, qui contiennent toutes les substances que vomissent les volcans.

II.^{er} FAIT. Il existe et j'ai reconnu dans les granits des départemens volcanisés, beaucoup de masses hétérogènes, ainsi qu'un grand nombre de filons, dont plusieurs ont été et sont encore exploités.

III.^{er} FAIT. Il y a des laves en couches, stratifiées à la manière des schistes, comme on le voit près de Lœugogne, entre Mende et le Puy; ces couches, où abonde l'olivine, ont été évidemment remaniées par les eaux, qui, dans beaucoup d'endroits, ont déchiré les dépôts volcaniques.

IV.^e FAIT. « La plupart de ces montagnes » volcaniques sont isolées; et chacune d'elles, » circonscrite par des limites précises, peut être » considérée comme le produit d'un volcan dis- » tinct (1) ». J'ajoute que ces volcans sont souvent très-rapprochés; en sorte que les rayons que l'on tire du milieu de leurs cratères au centre du globe, se confondent à une très-petite distance. Comment serait-il arrivé que les agens volcaniques se fussent fait plusieurs ouvertures, quand ils n'en avaient d'abord qu'une à la partie concave ou intérieure de la partie solide de la terre?

V.^e FAIT. Les volcans de l'Auvergne et du Vélai sont placés, pour la plupart, sur les points les plus élevés du plateau granitique, qu'ils ont percé sans déranger sa masse, qui existait avant eux comme elle existe aujourd'hui. Si les agens volcaniques avaient résidé sous le granit, et travaillé dans des profondeurs très-inférieures à lui, se seraient-ils fait jour dans le point le plus épais de l'écorce consolidée du globe?

VI.^e FAIT. Les quartiers de granit que les volcans ont détachés en ouvrant les montagnes, sont plus ou moins calcinés, opaques, desséchés, ou privés de leur eau de cristallisation. Comment cela serait-il arrivé, si le granit n'avait pas éprouvé un très-fort degré de chaleur dans les parties où les éruptions ont eu lieu; si le foyer des volcans avait été au-dessous de la masse granitique et de l'écorce consolidée du globe?

L'opinion du C.^{en} *Dolomieu*, sur l'effet pyrophorique qui produit l'inflammation au moment

(1) Rapport, page 394.

où les éruptions se manifestent, est fondée sur des idées justes; mais ce n'est pas dans son hypothèse qu'on en trouve l'explication.

Le C.^{en} *Dolomieu* ne le dit pas en termes exprès; mais il est évident que son hypothèse tient et est essentiellement liée à celle de ceux qui croient au refroidissement successif du globe; car les mots de *consolidation progressive* dont il se sert, me paraissent absolument répondre à ceux de *refroidissement progressif*, sur-tout d'après ce qu'il est obligé d'avouer que le calorique concourt à la fluidité des laves, qu'il sert à l'entretenir, et que, dans son opinion, le calorique n'est pas dégagé temporairement, puisqu'il met au nombre des avantages qu'elle présente, que l'on n'est pas obligé d'exercer son imagination pour savoir d'où vient l'oxygène dans des souterrains où je conviens avec lui que l'air n'a pas d'accès.

On voit d'ailleurs, et il le faut, que dans ce système le calorique libre et dégagé joue un rôle, puisque la fumée paraît et s'élève avant que les montagnes soient ouvertes, et qu'ensuite il y a inflammation, qui, sans calorique libre, ne pourrait avoir lieu, d'après le beau principe de *Lavoisier*; que toutes les inflammations qui pouvaient se faire au degré de chaleur ordinaire de l'atmosphère, se sont opérées.

Or, quand on admet une cause constante, on admet des effets constans. La consolidation, ou, ce qui est la même chose, le refroidissement du globe étant successif, et le calorique libre ou non combiné entrant nécessairement pour beaucoup dans les phénomènes volcaniques, il faudrait que, puisqu'il s'exhale ou se dissipe continuellement, l'activité

des volcans fût continuelle ; mais , au contraire , leur intermittence avérée et incontestable s'élève contre l'hypothèse avancée.

Loin qu'elle me paraisse fournir les moyens d'expliquer facilement pourquoi les volcans sont moins nombreux qu'autrefois , pourquoi si peu brûlent maintenant , il me semble , au contraire , que ces faits sont inconciliables avec elle ; car n'y ayant des volcans que parce que le globe n'est pas entièrement consolidé , ils ne devraient s'éteindre que lorsque cette consolidation serait consommée. Leur violence et leur force pourraient diminuer , il est vrai ; mais ils ne devraient pas cesser entièrement. Les couches pâteuses et visqueuses supérieures , dans lesquelles ils agissaient d'abord , étant ouvertes et perforées , elles offrent un passage tout fait aux matières pâteuses et visqueuses des couches inférieures , où les agens volcaniques se sont retranchés. Le nombre de leurs bouches pourrait devenir plus petit , par l'encombrement de quelques-unes ; mais dans un pays comme les départemens volcanisés , où j'en ai compté moi-même plus de 200 , il devrait au moins en rester une en activité.

Les laves ne contenant aucune nouvelle base terreuse ou métallique , aucun nouveau principe , ainsi que l'a prouvé l'analyse , et les mêmes parties constituantes ne pouvant produire que des composés semblables , il était nécessaire de donner plus de densité à ces matières pâteuses et visqueuses ; mais on voit bientôt qu'elles ne peuvent avoir qu'une densité moindre , et que prétendre le contraire , c'est contredire la physique et l'expérience journalière qui nous prouvent que c'est à

l'état de solidité que les corps sont plus denses , et qu'à mesure qu'ils tendent à la perdre , ils augmentent de volume.

Vainement invoquerait-on le calcul et les observations pour établir cette densité. Les laves en couchés et prismatiques , n'étant plus dans l'état de pâte et de viscosité que l'on suppose avoir été de tout temps le leur dans les entrailles de la terre , ne peuvent pas fournir des données sûres , ni présenter à l'observateur des bases solides pour déterminer la densité qu'elles avaient dans un état qui n'est plus.

D'après ce qui se passe à la surface de la terre , nous voyons que les corps sont d'autant plus denses qu'ils sont plus froids ; ainsi , dans toute hypothèse de feu central et de consolidation progressive du globe , dont l'effet ne s'opère évidemment que par une perte de calorique , comme le prouvent les volcans , il semble que l'on soit forcé d'admettre que les corps sont nécessairement d'autant moins denses qu'ils sont plus près du centre du globe ; et l'équilibre n'est maintenu que par l'effort continu du calorique qui tend à s'échapper.

Enfin il est constant , et le C.^{en} Dolomieu lui-même en fait l'aveu précis , que les laves anciennes et modernes sont exactement de même nature. Ce fait seul ne renverse-t-il pas absolument sa théorie ; et ne faudrait-il pas que la nature de ces laves fût différente , à mesure qu'elles proviendraient des couches plus profondes ?

Toute cristallisation est l'effet d'un refroidissement , ou suppose un refroidissement.

Je vois deux espèces de cristallisations , l'une

par la voie sèche, et l'autre par la voie humide. Dans l'un et l'autre cas, la cristallisation commence par le centre. Je vois une lame ou une molécule autour de laquelle les autres lames ou molécules de même forme ou de même nature de composition viennent se ranger. Je vois que, sans un centre de cristallisation, il n'y a point de cristaux; je vois que la terre est cristallisée à sa surface, et j'en conclus, par l'analogie de ce qui se passe journellement sous mes yeux, que le centre est le point où a commencé la cristallisation (1).

Et quelle formation pourrait-on obtenir dans l'hypothèse du feu central, ou de la consolidation progressive du globe?

Les couches encore pâteuses et visqueuses, dont la plus grande densité relative ou absolue est une chimère, ces couches, dis-je, qui supportent les masses de granit et de calcaire primitif, cristallisées depuis nombre de milliers d'années, étaient donc à-peu-près incandescentes lorsque ces masses se déposèrent. Or je vois que si l'on met une pierre calcaire ou du granit sur un feu artificiel et faible, le carbone de la première et l'eau de cristallisation de l'autre se dissipent; qu'il ne reste qu'une terre légère que le vent disperse, et des cristaux plus ou moins altérés. Cependant, à quelque profondeur que l'on parvienne, le calcaire primitif et le granit sont par-tout dans le même état; les volcans eux-mêmes vomissent de ces substances, qui

(1) Le centre cristallisé premièrement peut avoir été altéré et décomposé, comme il arrive dans les enhydres; mais ce fait, qui explique clairement comment existent les amas d'eau intérieurs, n'est point favorable à l'hypothèse du C.^{en} *Dolomieu*, puisqu'il faut toujours supposer que le centre a été solide.

n'ont éprouvé presque aucune altération; ainsi il est évident que la base sur laquelle elles se sont placées, avait la même température qu'elles.

Les assises qui composent les montagnes de calcaire primitif et de granit, sont le produit d'une précipitation lente, régulière et successive, qui s'est faite du haut en bas autour du centre du globe; or comment cette précipitation, et la cristallisation qui en a été la suite, auraient-elles eu lieu, si le refroidissement avait commencé par les endroits les plus éloignés du point central, qui aurait retenu dans l'espace les bases terreuses, les principes acides ou alcalins, les substances métalliques qui sont les plus pesantes de toutes, et qui cependant paraissent être descendues et être devenues fixes les dernières.

Je ne puis pas dire *je répète*, mais je dis pour la première fois, après avoir observé et médité vingt années, que la consolidation du globe me paraît avoir commencé par le centre. Ce n'est pas même, à ce qu'il me semble, un système ou une opinion, mais un fait évidemment et physiquement prouvé par l'analogie, sans lequel il est impossible d'expliquer la formation des montagnes, certainement cristallisées par la voie humide, et nullement vitrifiées.

D'après cela, l'on ne peut plus supposer que les agens volcaniques résident sous une écorce qui seule aurait de la solidité; mais je pense, comme le C.^{en} *Dolomieu*, que les volcans ont souvent leurs foyers à des profondeurs considérables: comme lui je doute qu'il y ait une vraie inflammation dans les profondeurs d'où sortent les laves, où l'air nécessaire pour l'entretenir ne peut avoir d'accès; ou plutôt je suis convaincu depuis

long-temps qu'il n'y a pas de vraie inflammation ; et qu'elle a lieu seulement lorsque les laves viennent au jour, et que les montagnes agitées s'ouvrent et volent en éclats.

Les phénomènes volcaniques se manifestent alors avec fracas, et répandent au loin la flamme, l'épouvante et la mort. Je me recueille en silence à la vue de ce terrible spectacle : j'oublie les systèmes ; je conviens que toutes les explications données jusqu'aujourd'hui sont fausses et contradictoires ; j'accorde tout ce que je dois accorder : je me retranche autant qu'on le veut ; mais je ne m'en élance qu'avec plus de force vers la vérité.

Explication analytique et synthétique des phénomènes des volcans.

1.° Je distingue les corps combustibles, en corps combustibles dans l'air, ou par le moyen de l'air, et en corps combustibles dans l'eau, ou par le moyen de l'eau ; ou, ce qui est la même chose, en corps qui décomposent l'air, et en corps qui décomposent l'eau (1). Tous les corps combustibles me paraissent brûler à l'air, et tous ne me paraissent pas brûler dans l'eau ou par le moyen de l'eau, quoiqu'il soit infiniment rare qu'il n'y en ait pas une plus ou moins grande quantité dans les combustions qui s'opèrent dans le premier milieu.

(1) Je me félicite d'être le premier qui ait appliqué aux volcans l'expérience de la décomposition de l'eau. La facilité, l'exactitude, la vérité avec lesquelles elle en explique les phénomènes, qui jusqu'à présent ne l'ont pas été, et qui sans elle sont inexplicables, me portent à rendre un nouvel hommage à l'auteur ou aux auteurs de cette découverte, qui jettera un grand jour sur l'histoire naturelle, et la formation des minéraux.

2.° Je vois que les corps qui brûlent dans l'eau, ou par le moyen de l'eau, brûlent lentement, et que la combustion qui se fait à l'air, est souvent assez rapide pour qu'il y ait lumière ou inflammation. Je conviens donc qu'il n'y a guère d'inflammation qu'à l'air, et que c'est le caractère qui distingue quelques-unes des combustions qui y ont lieu, de celles qui s'opèrent dans l'eau, ou par le moyen de l'eau.

3.° Les combustions à l'air, avec inflammation, sont quelquefois l'effet et la suite de la combustion dans l'eau, ou par le moyen de l'eau, parce que celle-ci s'opère au degré de chaleur intérieure et superficielle de l'atmosphère, et que l'inflammation a besoin que la combustion lente élève la température jusqu'au point où elle peut avoir lieu ; ainsi, des schistes alumineux et d'autres substances que l'on arrose, ou que l'on fait d'abord brûler par le moyen de l'eau, finissent par s'enflammer.

4.° Il se forme beaucoup d'air inflammable dans les mines, où il n'est que trop souvent la cause de terribles accidens : il est donc certain que l'eau se décompose dans la terre (1).

(1) Un moyen de prévenir les accidens qui arrivent dans les mines qui y sont sujettes, est de veiller à ce qu'on ne laisse aucun outil, aucun morceau de fer dans les galeries et dans les décombres, et de ne s'en servir que le moins possible dans le boilage ; le fait suivant le prouve :

On baissait les eaux à la mine d'Huelgoat, dans le département du Finistère : il fallait atteler une pompe, dont le corps était hors de l'eau depuis quelques jours. Le machiniste débouche ce qu'on appelle *la pièce du tampon*, pour mettre un cuir neuf au clapet de fer ; il approche sa lampe, et à l'instant il est renversé par une violente détonation.

5.° L'eau filtre et s'insinue dans les filons, et en général dans toutes les ouvertures que le dessèchement, le retrait, le tassement, la cristallisation ont occasionnées par-tout et jusque dans les plus grandes profondeurs. Les volcans en activité se trouvent près de la mer ou sous la mer, et les volcans éteints, dans des lieux qui étaient évidemment submergés lorsqu'ils brûlaient.

6.° Il y a des eaux minérales fort chaudes; sortant de dessous terre, où l'air n'a pas d'accès: toute chaleur est l'effet du dégagement du calorifique; tout dégagement de calorifique est l'effet d'une combustion.

7.° Presque toutes les substances métalliques se trouvent à l'état d'oxide, de sel moyen, et même d'acide, c'est-à-dire, brûlées dans le sein de la terre.

8.° La propriété de brûler n'est que la propriété de décomposer l'air et l'eau, et d'enlever l'oxygène au calorifique, qui, par ce moyen, est mis en liberté.

9.° Tous les produits volcaniques contiennent du soufre, des métaux, et principalement une grande quantité de fer brûlé (1).

10.° Je vois que l'air et l'eau contiennent l'un

(1) Toutes les campagnes qui environnent la commune du Puy, sont si chargées d'oxide de fer, que lorsqu'on en approche en venant du côté de Mende, on les prend pour des toits couverts en tuiles, qui se projettent les uns sur les autres, en sorte que l'on croit voir la ville où elle n'est pas. Les autres pays volcaniques offrent le même aspect; et l'analyse chimique est concluante à cet égard.

et l'autre, en abondance, le principe de la combustion et de la vie.

D'après tous ces faits, dont l'analyse la plus exacte et la plus rigoureuse ne peut contester la vérité, la synthèse des volcans se présente d'elle-même.

Le fer, le soufre et beaucoup d'autres substances, brûlant sous terre sans le secours de l'air et par le moyen de l'eau, occasionnent par-là même un dégagement de chaleur. L'oxygène de l'eau, ne changeant de place que par le moyen des matières qui l'attirent, et à fur et mesure qu'elles l'attirent, il y a air inflammable produit.

D'un côté, la chaleur vaporise l'eau. L'eau vaporisée et l'air inflammable, mêlés ensemble, exercent leurs ravages, s'étendent dans les entrailles de la terre, secouent et ébranlent les montagnes: de nouvelles vapeurs se forment; ces vapeurs et le calorifique qui se dégage encore, pénètrent les pierres, les terres environnantes, et les liquéfient: l'air inflammable se mêle et s'introduit par-tout dans les substances liquéfiées; ces substances raréfiées et étendues ne peuvent plus se contenir dans le sein de la terre; elle s'agite, et s'ouvre enfin pour leur donner passage. L'air inflammable, étant à une température élevée, et trouvant dans l'atmosphère, de l'oxygène que les substances brûlant sous terre dégageaient et absorbaient seules par conséquent, s'enflamme au moment du contact, et détone avec le bruit du tonnerre. Les matières vomies laissent échapper en roulant, et en présentant de nouvelles surfaces, celui que elles enveloppent et recèlent au milieu d'elles. Les laves coulent et l'incendie continue jusqu'à ce qu'elles se soient ouvert un passage dans tous les

points, et que tout l'air inflammable soit brûlé. L'air inflammable, en brûlant, produit de l'eau bouillante, qui entretient la chaleur des laves, au milieu desquelles elle est bientôt formée; et ce n'est qu'au loin et long-temps après, qu'elles se refroidissent et que tout est consommé (1).

(1) Je me propose de revenir sur cette matière dans d'autres Mémoires, où j'entreprendrai d'expliquer l'extinction des volcans, la formation et l'altération des produits volcaniques, d'après la théorie simple que j'expose, et que je crois être vraie.

TABLE DES MATIÈRES

Contenues dans ce Numéro.

- EXTRAIT d'un Voyage minéralogique en Hongrie, Transylvanie, et dans le Bannat, par M. Jens Esmark; publié à Freyberg en l'an VI. Page 805.*
- DESCRIPTION et ANALYSE d'une substance minérale nouvelle, qui a été nommée en Allemagne, d'après son aspect extérieur. Madrepur-stein. 831.*
- NOTICE de quelques minéraux du pays de Saltzbourg, dans l'Allemagne méridionale..... 833.*
- DESCRIPTION de deux machines de l'invention de M. Humboldt, destinées à conserver la vie des hommes et la lumière des lampes dans les souterrains infectés de vapeurs délétères..... 839.*
- CONJECTURES sur la conversion de la chaux en silice, déduites de différentes observations faites dans les départemens du Doubs, du Jura et de la Haute-Saone; par le C.^{en} Girod-Chantrans.... 853.*
- RAPPORT fait au Conseil des mines, sur des mines de fer du département du Tarn; par le C.^{en} Matthieu jeune..... 865.*
- OBSERVATIONS du C.^{en} Muthuon, ingénieur des mines, sur l'article du rapport fait à l'Institut national par le C.^{en} Dolomieu, inséré dans le n.^o XLI de ce Journal, qui concerne les volcans de l'Auvergne, et la volcanisation en général..... 869.*
-