
II.

MÉMOIRE

SUR

LES VOLCANS DE L'AUVERGNE,

PAR M. ROZET,

CAPITAINE D'ÉTAT-MAJOR.

(Présenté à l'Académie des Sciences, le 3 avril 1845.)

INTRODUCTION.

Cette contrée est depuis si longtemps célèbre, elle a été l'objet des études de tant d'hommes illustres, les Desmaret, les Ramond, les Cordier, les Montlosier, les Daubuisson, les Beaumont, les Dufrénoy, les C. Prevost, les Croizet, les Lecoq, les Bouillet, etc., parmi les Français; les de Buch, les Pouillet Scrope, les Buckland, les Sedgwick, les Murchison, etc., parmi les étrangers, qu'il doit paraître audacieux d'entreprendre d'en parler encore. De nombreux ouvrages, accompagnés de magnifiques atlas, ont été publiés sur l'Auvergne, et les moindres détails des volcans de ce pays ont été illustrés. Malgré cette masse d'écrits, malgré les savantes et chaleureuses discussions auxquelles leur publication a donné lieu, la question des phénomènes volcaniques de l'Auvergne est encore loin d'être résolue, les grandes lois dont ces phénomènes dépendent sont loin d'être parfaitement établies; il manque un travail d'ensemble sur cette contrée. C'est ce travail que je vais ébaucher, laissant encore aux observateurs qui me succéderont une belle tâche à remplir.

Je n'écris point pour réfuter ceux qui ont écrit avant moi : la nature est là pour conserver à chacun la part de gloire ou de blâme qui lui est due. Je viens d'habiter pendant deux fois six mois cette magnifique région, une des plus belles et des plus curieuses du monde, où tous les phénomènes de l'action volcanique sont réunis dans l'espace de quelques lieues, où huit jours de marche suffisent pour embrasser leur ensemble, mais qui exige des années d'étude pour être aussi connue qu'elle mérite de l'être. Pendant que j'exécutais des travaux géodésiques pour la nouvelle carte de France, sur les montagnes de l'antique Arvernie, tous mes instants de travail, tous mes instants de loisir ont été passés sur les cônes

volcaniques, dans le fond des cratères, sur les flancs des coulées. Je vais dire ce que j'y ai vu.

Dans ce mémoire, je n'ai point pour but de donner une description détaillée des terrains qui entrent dans la constitution géognostique de l'Auvergne; cette tâche a été trop bien remplie par MM. Lecoq et Bouillet, Pouillet Scrope, etc. Passant rapidement sur cette description, je vais énumérer les faits qui me paraissent n'avoir pas été bien observés, pour en déduire les rapports que ces faits ont entre eux. Je montrerai ensuite comment leur ensemble se lie aux grandes dislocations du globe, qui ont laissé de nombreuses traces dans toute la contrée, et dont l'existence est parfaitement démontrée par une longue suite d'opérations géodésiques et astronomiques exécutées par les ingénieurs-géographes, et particulièrement par le colonel Broussaud, pour l'établissement du canevas de la nouvelle carte de France.

En faisant abstraction des roches volcaniques, de celles qui, à l'état de fusion ignée, se sont répandues à la surface de la terre sous forme de grandes nappes ou de courants, ou qui, lancées dans les airs, sont retombées en s'accumulant autour des bouches qui les vomissaient, tout le sol occupé par la série des volcans, et même, en s'étendant, du côté de l'est, jusqu'à la crête des montagnes du Forez, ne présente que six grands terrains, qui sont, en allant de bas en haut : le *terrain granitique*, le *terrain gneissique*, le *terrain houiller*, le *terrain tertiaire lacustre*, le *terrain diluvien*; enfin l'ensemble des *dépôts dus aux causes encore actuellement agissantes*. C'est à travers ces six terrains que les agents volcaniques ont lancé leurs produits à trois grandes époques bien distinctes les unes des autres, mais qui sont néanmoins intimement liées entre elles. Nous allons d'abord décrire succinctement les six terrains normaux avant de parler des roches anomales qui les ont percés. Dans les terrains normaux, nous comprenons celui du granite, parce qu'il joue là le même rôle que ceux-ci par rapport aux roches volcaniques.

PREMIÈRE PARTIE.

§ I^{er}.

Terrain granitique.

Nous comprenons ici, dans le terrain granitique, les granites proprement dits et toutes les roches granitoïdes, plus ou moins stratiformes, qui établissent un passage insensible entre le granite et le gneiss. Le terrain granitique est divisé, par la vallée de l'Allier, en deux grandes masses situées à l'occident et à l'orient de cette vallée.

Masse granitique occidentale. Les roches granitiques forment le sol de la région des volcans à cratères, depuis une falaise escarpée courant nord-sud, élevée de 800 à 900^m au-dessus du niveau de la mer, et de 400 à 600^m au-dessus des eaux de l'Allier, qui borne à l'ouest le superbe bassin de la Limagne jusque bien au-

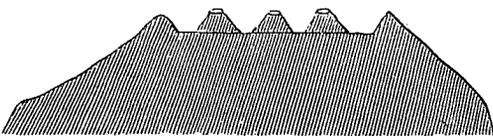
delà du lit de la Sioule, du côté du nord, et jusqu'à celui de la Couze, vers le sud. La roche dominante est un granite à grains moyens, à feldspath blanc et mica brun, exploité pour charger les routes dans le voisinage du Puy-de-Dôme, et dont on s'est aussi servi pour paver Clermont. Cette roche passe du granite porphyroïde à grands cristaux, vallée de Villar, à un granite rose à petits grains, qui passe insensiblement au gneiss à l'ouest et au sud de la chaîne du Puy-de-Dôme. Ce passage est évident dans les vallées de la Couze et de la Sioule. C'est dans une roche leptinitique, oscillant entre le granite et le gneiss, que gisent les célèbres filons de galène argentifère de Pontgibaud; la gangue de ces filons est formée de stéatite, de quartz, de barytine, avec un peu de spath fluor. Le gneiss est bien caractérisé entre Saint-Pierre-Chatel et Laqueille; mais dans toutes les autres parties de la vallée les roches oscillent entre le granite et le gneiss. Il en est de même le long de la vallée de la Couze, au sud de laquelle le gneiss prend un très grand développement.

Toute la masse granitique est traversée par de nombreux filons de porphyres, d'eurites, de trapp, d'amphibolite, de diorite, de quartz, de barytine et de basalte: le quartz, qui forme en grande partie la gangue des minerais, constitue aussi de puissants filons arides, dont le plus remarquable est celui de la Roche-Cornet, près Saint-Jacques d'Ambur. Ici le quartz est accompagné d'une masse de fluor, que l'on exploite pour les fonderies de Pontgibaud.

La masse granitique occidentale forme une chaîne bien déterminée, courant N.-S., qui se prolonge jusque dans la région du gneiss, et sur le faite de laquelle se trouvent placés presque tous les cratères modernes; cette ligne marque le sommet d'un bombement très prononcé, de plus de 100^m dans une étendue perpendiculaire de 5,000^m seulement. Ce bombement existe dans le granite lui-même, puisque l'on en voit sortir de nombreux monticules et des rochers épars du milieu des puissantes déjections volcaniques qui encroûtent le bombement: Orcines, Fontaine-du-Berger, Puy-Chopine, pied des volcans de Pariou, de Montchié, etc. (Voyez la carte.) A l'est du bombement, les pentes sont rapides. Dans la falaise qui borde la Limagne, elles varient entre 30 et 40°; mais à l'ouest elles sont beaucoup plus douces: l'inclinaison moyenne est de 3 à 4°.

En suivant les limites de l'espace occupé par les cratères de la chaîne du Puy-de-Dôme, j'ai reconnu qu'il est circonscrit par un bourrelet granitique fort irrégulier, beaucoup plus saillant à l'orient qu'à l'occident (fig. 1). A la côte Verse, un peu au nord de la Baraque, la hauteur du bourrelet dépasse 60^m, ainsi qu'aux environs de Pauniat et de Beaunay, à l'extrémité nord de la région volcanique, celle du faite de bombement, tandis que du côté opposé, à l'ouest, les laves ont souvent coulé dessus.

FIG. 1.



Le granite forme des collines et des montagnes qui toutes portent les empreintes

des commotions qu'elles ont éprouvées à différentes époques; les plus hautes sommités se trouvent à l'est des volcans; elles atteignent jusqu'à 1,030^m au-dessus du niveau de la mer, et 600^m au-dessus du pied de la falaise qui borde la Limagne (côte Verse, etc.). Il n'existe pas une seule trace de terrain tertiaire, ni sur cette falaise, au pied de laquelle il a pris un très grand développement, ni sur aucun point de la masse bombée qui porte les cratères, ni dans le fond des grandes vallées, celles de Royat, de Villar, de l'Ambeulle, etc., bien que ce fond soit inférieur à beaucoup de points (entrée des vallées de Royat, de Villar, etc.) où se trouve maintenant le terrain tertiaire relevé le long de la falaise; et, du côté du nord, à la hauteur de Moulins, où le relief de la chaîne du Puy-de-Dôme, prolongée, est considérablement diminué, le terrain tertiaire recouvre celui du trias, qui, en reposant sur le granite, forme l'extrémité de cette chaîne. La production du bombement et de la falaise est donc antérieure à la formation tertiaire; leur direction, assez exactement N.-S., est la même que celle de la grande ligne de soulèvement de la Corse et de la Sardaigne, que, par une autre série de faits, M. E. de Beaumont a montré être d'une époque antérieure au dépôt du second étage tertiaire, celui auquel appartient le terrain lacustre de la Limagne. Il y a donc quelques raisons de croire que ces deux phénomènes doivent être attribués à la même cause. Nous reviendrons sur ce point important dans la seconde partie.

Masse granitique orientale. A l'orient du cours de la Dore, depuis le point où cette rivière vient déboucher dans la Limagne, près Neyronde, jusqu'à Lapalice, du côté nord, il existe encore une falaise granitique parallèle à la première, mais moins élevée, formée par les derniers contreforts de la grande chaîne du Forez, masse granitique allongée dans le sens du S. au N. Ici le granite est sensiblement le même, et présente les mêmes variétés que dans la masse occidentale; il passe au gneiss dans la partie méridionale, à la hauteur d'Issoire et de Saint-Germain-Lherm; il est aussi traversé par de nombreux filons de quartz, de trapp, de diorite, d'amphibolite, d'eurite et de porphyre. Les porphyres et les trapps sont très communs aux environs de Thiers; dans quelques endroits (Esteil, etc.), il existe des filons de galène argentifère. La crête des montagnes du Forez, dont l'altitude atteint 1,300^m, forme le partage des eaux entre l'Allier et la Loire. A la hauteur de Courpierre, il se détache de la chaîne un puissant rameau, dont les principaux sommets atteignent 1,005^m au-dessus de la mer, et plus de 600^m au-dessus des eaux de l'Allier, qui s'avance dans la direction de l'ouest, quelques degrés sud, entre Issoire et Billom, jusque sur le bord de l'Allier, où il se termine à une coupure profonde, dominée par des sommets élevés encore de 400^m au-dessus des eaux de la rivière. Cette coupure marque aussi la fin d'un semblable rameau, venant de la masse occidentale, qui se détache du massif du Mont-Dore et s'avance vers l'est. Ces deux rameaux traversent perpendiculairement le bassin de la Limagne en relevant le terrain lacustre qui se

trouve sur leur crête jusqu'à une hauteur absolue de 800^m ou de 450^m au-dessus des eaux de l'Allier (Puy-de-Saint-Romain, environs de Vic-Lecomte, d'Yronde, d'Orbeil, de Saint-Sandoux, Ludesse, etc.), et même les alluvions anciennes (Neschers, Pardines, Perrier, etc.), qui sont portées jusqu'à 240^m au-dessus des eaux de l'Allier. Ces rameaux se trouvent exactement sur le prolongement de la chaîne principale des Alpes qui passe entre Issoire et Clermont, et M. E. de Beaumont a prouvé que le soulèvement de cette chaîne était postérieur aux dépôts tertiaires les plus récents, même à celui de la Bresse. Nous dirons plus bas que la trace de ces rameaux est marquée par une série d'éruptions basaltiques.

§ II.

Terrain gneissique.

Nous avons dit que le gneiss était bien caractérisé dans la partie supérieure de la vallée de la Sioule, d'où il paraît s'étendre vers l'ouest jusqu'à une assez grande distance; mais nous ne l'avons pas suivi de ce côté. A la hauteur du Mont-Dore et du Suc-d'Esteil, cette roche prend un immense développement et forme tout le prolongement, vers le sud, des deux chaînes qui bordent la vallée de l'Allier à l'orient et à l'occident. Sur ses limites septentrionales, le gneiss se lie au granite par des nuances insensibles, et dans quelques endroits on le voit superposé à cette roche. Le gneiss commun, avec mica brun, domine dans ce terrain; l'abondance ou la rareté de cette substance, la présence du quartz, etc., donnent naissance à une infinité de variétés de la roche. Les mêmes filons que nous avons déjà cités dans le granite se retrouvent dans le gneiss; les filons de quartz, rarement métallifères, y sont nombreux; on y exploite quelques filons de barytine, contenant à peine des traces de galène: les porphyres y sont rares; mais les masses transversales et les filons de granite, de leptinite, de pegmatite, d'amphibolite et de diorite y sont très abondants. Le long de l'Allier, entre Orbeil et Coude, le gneiss est traversé par des filons de basalte.

Des deux chaînes formées par le gneiss, à droite et à gauche de la vallée de l'Allier, celle de l'occident est la plus élevée; plusieurs sommets atteignent 1,400^m au-dessus du niveau de la mer, tandis qu'à l'orient, 1,200^m est l'altitude maximum. Il est à remarquer que, de ce dernier côté, il n'existe point de volcans à cratères, ce qui semblerait annoncer que l'action qui les a produits ne s'y est fait que faiblement sentir. Il n'y a point de terrain tertiaire sur leur crête, ni depuis une certaine hauteur sur les flancs.

Entre Vieille-Brioude et Saint-Georges-Daurat, les deux chaînes gneissiques sont réunies par une ramification qui, partant de chacune, va brusquement interrompre la continuité de la Limagne, exactement comme au nord d'Issoire, en relevant le terrain tertiaire qui se trouve, de chaque côté de la barre, incliné en sens contraire (Fontanes, Frugières, Domeyrat, Paulhaguet). La direction

de cette barre, dont la hauteur au-dessus des eaux de la rivière dépasse 300^m, prolongée est sensiblement parallèle à celle du nord, et va passer, à l'orient, par le milieu du système basaltique du Puy-en-Velay, et à l'occident, par le centre du massif du Cantal, comme la première passe par celui du Mont-Dore : sa trace est marquée par une suite de cônes culminants, qui sont des centres d'éruptions basaltiques. Quand on est monté sur le sommet du Cezallier, qui s'élève à 1,550^m au-dessus de la mer, on aperçoit, du côté du sud, une longue suite de cônes venant de l'orient, qui va se perdre dans la masse du Cantal, et une pareille, du côté du nord, qui se termine aux pentes du Mont-Dore. De là, l'œil le moins exercé peut reconnaître quatre grandes lignes de montagnes qui se croisent à angle droit, et, à l'occident seulement, une cinquième sur laquelle se trouvent le Cantal, le Mont-Dore et le Puy-de-Dôme, qui coupe les autres obliquement. Ces cinq lignes forment les grands traits du relief du sol, et leurs diverses ramifications en déterminent les accidents secondaires.

§ III.

Terrain houiller.

Le terrain houiller, parfaitement caractérisé par ses roches et ses fossiles, et renfermant des couches de charbon exploitées avec avantage, occupe dans la vallée de l'Allier un espace de 10,000^m de long sur 4,000^m de large, connu sous le nom de Bassin de Brassac, et qui s'étend depuis Bournoncle-Saint-Pierre jusqu'au-delà de Beaulieu. Ce terrain repose immédiatement sur le gneiss à Charbonnier et au nord de Jumeaux, et dans beaucoup d'endroits il est recouvert par les marnes argileuses rouges et bigarrées du terrain tertiaire (Vergongeon, Frugères, bords de l'Allier, etc.). Les strates du terrain houiller sont partout fortement inclinés ; à la montagne de Chambelève, où ils sont presque verticaux, on les voit traversés par des filons de quartz enfumé et même noir, qui me paraissent être des ramifications de ceux du gneiss, dont le quartz se serait noirci en traversant la houille. Cette forte inclinaison des couches du terrain houiller annonce qu'il a été disloqué par la plupart des bouleversements qui ont fait de l'Auvergne une contrée si curieuse. Ajoutons à cela que des lambeaux de ce terrain se retrouvent plus au sud le long de l'Allier, dans les environs de Brioude ; au nord, près de Jumeaux ; dans les montagnes, entre Esteil et Saint-Germain-Lherm ; enfin, qu'à l'occident, une série de petits bassins court, entre Mauriac et Montaigu, parallèlement à la ligne qui joint le Cantal, le Mont-Dore et le Puy-de-Dôme. (Voyez la carte.)

§ IV.

Terrain tertiaire.

Nous venons de dire que le terrain houiller repose immédiatement sur le gneiss ; on le voit aussi sur le granite , près d'Esteil et à l'occident de la chaîne du Puy-de-Dôme. Depuis cette époque géologique , si bien caractérisée , jusqu'à la formation du second étage tertiaire , c'est-à-dire pendant qu'à quelques lieues seulement , du côté du nord , se déposait toute la série des terrains secondaires , il ne s'est formé , non pas un terrain , non pas un groupe , mais pas même une seule couche de sédiment sur les granites et les gneiss du centre de la France , en allant à l'orient , jusqu'au-delà du Puy-en-Velay , et , à l'occident , jusqu'au-delà d'Aurillac. Évidemment , durant tout ce laps de temps , le sol de cette grande contrée est resté émergé ; mais ayant été disloqué à l'époque du soulèvement des chaînes de Corse et de Sardaigne , certaines parties ont été abaissées au-dessous des eaux , et y sont restées assez longtemps pour qu'une immense masse calcaréo-argileuse s'y soit déposée tranquillement.

Tout l'intervalle compris entre les deux grandes chaînes du Forez et de l'Auvergne , dont la largeur atteint jusqu'à 8 lieues et la longueur dépasse 36 , est couvert par un terrain lacustre que l'on s'accorde assez généralement à rapporter à l'étage tertiaire moyen. Ce terrain se retrouve au sud de la barre méridionale à Paulhaguet et sur les rives de la Senouire ; il couvre aussi le fond des bassins du Puy et d'Aurillac ; il se montre par lambeaux épars sur les chaînons transversaux qui coupent la Limagne , à la hauteur du Cantal et du Mont-Dore , mais seulement dans les limites de la largeur de cette plaine.

Le terrain lacustre de l'Auvergne est composé d'une alternance de strates très réguliers , de marnes argileuses généralement blanches , quelquefois rougeâtres , et de calcaire marneux : le calcaire est quelquefois siliceux , magnésien et bitumineux , surtout dans le voisinage des masses basaltiques qui le traversent. Les fissures de stratification sont quelquefois remplies de gypse , que l'on exploite à Saint-Maurice , Coran , etc. Sur le granite , les parties inférieures du terrain lacustre sont formées par une roche arénacée , arkose , ou macigno , composée des éléments du granite réunis par un ciment siliceux ou calcaire. Plus on approche du granite , plus la roche devient solide et moins le ciment est apparent , en sorte que la ligne de séparation avec lui est très difficile à tracer. Cette circonstance a fait croire à quelques géologues que les arkoses étaient beaucoup plus anciennes que les calcaires qui les recouvrent ; mais comme aux environs de Billom , de Vic-le-Comte , de Ludesse , de Champeix , etc. , les strates des deux roches alternent entre eux , comme ils sont parallèles dans tous les points où ils se montrent superposés , il en résulte qu'ils appartiennent à une seule et même formation. De plus , j'ai vu chez M. Bravard , d'Issoire , des ossements de rhinocéros

trouvés dans l'arkose : cette roche et les macignos ne sont autre chose que les éléments du granite décomposé, réagglutinés par la silice et le calcaire du terrain lacustre.

Sur le gneiss, la partie inférieure de ce terrain est plus généralement formée par une marne argileuse rougeâtre ou bigarrée, plus ou moins bien stratifiée, et avec laquelle les calcaires alternent aussi en un grand nombre d'endroits, sur les rives de l'Allier, entre Orbeil et Paulhaguet, pied de la tour de Montcelet, environs de Saint-Germain-Lambron, etc. Cette masse argileuse provient évidemment de la décomposition du gneiss inférieur, longtemps exposé, comme le granite, à l'influence des agents atmosphériques. On peut suivre graduellement le passage du gneiss à la masse argileuse. M. Pissis dit (*Mémoires de la Société géologique*, t. III, p. 77) : « On chercherait inutilement un point de séparation » entre le gneiss et l'argile; ces deux roches passent de l'une à l'autre, et je possède des échantillons de moins de 3 pouces, dont la partie supérieure est du » gneiss, et la partie inférieure de l'argile. Ce fait n'est pas le seul qui prouve une » telle décomposition : de nombreux filons de pegmatite traversent le gneiss dans » tous les sens, et se prolongent jusque dans la masse argileuse; mais alors ce » n'est plus de la pegmatite, c'est une argile, dont la couleur blanche ou d'un » blanc verdâtre tranche fortement sur les parties rouges qui l'environnent, etc. »

On sait combien le terrain lacustre de l'Auvergne est riche en restes organiques, végétaux et animaux : ils ont été recueillis et décrits par tant de personnes, que je crois inutile d'en donner la liste, que l'on trouvera, avec les circonstances de leur gisement, dans les ouvrages de MM. Bravard, Bouillet et Lecoq, Jobert et Croizet.

Le bitume se montre fréquemment disséminé et en veines dans les diverses parties du terrain lacustre, surtout dans le voisinage des centres d'éruptions basaltiques; les arkoses les plus inférieures, celles qui recouvrent immédiatement le granite, en sont imprégnées (Chamaillère, près Clermont, etc.), au point qu'on les a exploitées pour en tirer cette substance. Nous aurons occasion de revenir sur ce phénomène.

Dans le centre des deux bassins de la Limagne, ceux de Clermont et d'Issoire, traversés longitudinalement par l'Allier, les strates du terrain tertiaire sont sensiblement horizontaux; mais en marchant vers les montagnes, à l'orient comme à l'occident, vers les deux barres, au nord comme au sud, on les voit se relever d'une manière notable et assez régulière. Au pied de la chaîne du Forez et des deux grands rameaux qui en partent, l'inclinaison ne dépasse guère 15°; mais au pied de celle du Puy-de-Dôme, le long de la falaise occidentale, elle va jusqu'à 44° (carrière de Durtol). On observe en outre une pente générale très faible, du sud vers le nord, exactement celle de l'Allier : ainsi, la position du terrain tertiaire de la Limagne a été modifiée par la formation du relief des chaînes qui la bordent et la traversent. Ces modifications, considérées en général, marquent

exactement le sens des mouvements du sol ; les inclinaisons vers l'est ou l'ouest annoncent des mouvements dans le sens du nord au sud , tandis que celles vers le sud ou le nord résultent de mouvements dans le sens de l'est à l'ouest. Au pied du Cantal, le terrain tertiaire, bien que souvent à peine incliné, a été disloqué d'une manière moins régulière que dans la Limagne. Dans toute l'étendue de cette belle contrée, depuis Brioude jusqu'au-delà de Clermont, il existe un grand nombre de montagnes et de monticules coniques, élevés de 400 à 850^m au-dessus de la mer, ou de 50 à 500^m au-dessus des eaux de l'Allier (la Roche, le Montcellet, Nonette, Suc-d'Usson, tour de Boulade, Puy-du-Tellier, Puy-de-Saint-Romain, de Saint-Sandoux, Gergovia, Puy-Giroux, Puy-d'Auzelle, de Mur, de Crouel, etc.), ayant au centre une masse basaltique dont les ramifications, dans divers sens, viennent percer les flancs, sous forme de dikes et de filons. On peut dire en général, et c'est là un fait d'une haute importance, que toutes les protubérances notables que l'on remarque dans le terrain lacustre de l'Auvergne sont dues à la présence de roches basaltiques plus ou moins apparentes, rarement complètement cachées ; et encore, dans ce dernier cas, suffit-il souvent de quelques coups de pioche pour les mettre à jour. Sur la seconde chaîne transversale, des lambeaux du terrain lacustre sont portés jusqu'à 900^m au-dessus de la mer, dans la région du gneiss (Lorlange, Grenier, Massiac, la Rochette, Saint-Étienne-sur-Blesle, Autrac, etc.).

Les arkoses du terrain tertiaire sont exploitées comme pierre de taille et moellon ; elles donnent de fort bons matériaux pour charger les routes. Le calcaire est aussi employé aux mêmes usages : c'est une excellente pierre à chaux, qui est quelquefois hydraulique. L'exploitation du bitume, très active ces années passées, est presque abandonnée maintenant.

§ V.

Terrain diluvien.

Le plus grand nombre des géologues désigne sous ce nom de terrain diluvien une époque géognostique particulière, celle qui a suivi immédiatement les derniers dépôts tertiaires, et dont les produits sont principalement composés de débris des roches préexistantes plus ou moins roulées et transportées souvent à une grande distance de leur point de départ. En Auvergne, les dépôts de ce genre sont loin d'appartenir à une seule époque ; j'ai pu en reconnaître de trois bien distinctes ; peut-être y en a-t-il davantage.

1° Sur les rives de la Dore et bordant le pied de la chaîne du Forez, depuis Courpierre jusqu'au-delà de Vichy, il existe un vaste dépôt de sable et de cailloux roulés, principalement quarzeux, avec fragments de roches du terrain granitique, dans lequel je n'ai point trouvé de débris de basaltes. Les roches noires que l'on y remarque sont des trapps et des diorites. Ce dépôt recouvre immé-

diatement le terrain tertiaire et le granite. C'est lui qui constitue le sol du pays compris entre la Dore, la route de Thiers et celle de Lezoux à Maringues. Le long de cette dernière, il va se mélanger avec et disparaître sous un vaste amas de cailloux roulés qui sont presque tous basaltiques. Ce dernier couvre une grande partie du fond de la vallée de l'Allier, depuis Maringues jusqu'à Vieille-Brioude. Les tufs ponceux de la montagne de Perrier reposent sur une alluvion très apparente dans le fond de la vallée, près de ce village, et que je crois de même époque que celle du pied de la chaîne du Forez.

2° Une grande masse de cailloux basaltiques mélangés de quartz, de granite et de gneiss roulés, couvre le fond de la vallée de l'Allier sur beaucoup de points; cette masse est principalement développée devant l'embouchure des vallées primordiales, qui descendent des parties des chaînes où les nappes basaltiques sont nombreuses : vallées des Couzes, car plusieurs rivières portent ce nom, de l'Allagnon, de la Senouire, etc. Aux environs de Neschers, d'Issoire, entre Issoire et Solignat, on voit la première alluvion, c'est-à-dire des sables et des cailloux quarzeux sortir de dessous l'assise de fragments basaltiques. Pour moi, la couche à ossements inférieure de la montagne de Perrier appartient à la première époque d'alluvions, et les autres, avec les tufs ponceux dans lesquels elles sont comprises, à la seconde. Une preuve en faveur de cette opinion, c'est que les espèces d'animaux gisants dans l'une et dans les autres ne sont pas les mêmes.

A l'entrée de la vallée de l'Allagnon, près de Lempdes, sur la rive gauche de cette rivière, il existe des masses de gneiss verticales dont les faces, parallèles au cours de l'eau, sont parfaitement polies. Quelques petits sillons horizontaux, que l'on voit difficilement sur ces faces, annoncent que ce phénomène est le résultat du passage rapide de corps durs comme les cailloux de basalte, qui forment une couche très épaisse au débouché de la vallée. Sur le versant occidental du Mont-Dore, près de Chastrex, nous avons vu, avec M. Viquesnel, des couches trachytiques dont la surface supérieure polie présentait aussi des sillons parallèles, dirigés dans le sens des pentes, qui m'ont paru produits par le passage de cailloux. Quant à attribuer ce phénomène à l'ancienne existence de glaciers, cela n'est pas possible en Auvergne, où l'on trouve une infinité de petits cônes de scories que les glaciers auraient certainement anéantis.

3° Il existe un troisième dépôt de transport qui ne peut pas être attribué à l'action des causes actuellement agissantes, puisqu'il couvre presque tout l'espace entre le pied de la chaîne du Puy-de-Dôme et l'Allier, depuis Clermont jusqu'aux rives de l'Embenne, entre Brioude et La Motte, etc. Ce dépôt est composé de marnes argileuses grises et noirâtres, avec peu ou point de cailloux roulés, mais une assez grande quantité de fragments de laves et de scories des volcans à cratères; la partie supérieure, extrêmement noire, est presque entièrement composée de cendres et de lapilli volcaniques. Ce même dépôt se retrouve sur quel-

ques plateaux, dans toutes les grandes vallées dont il forme le sol, et à leur embouchure jusqu'à une certaine distance. C'est lui qui est superposé au basalte de la tour de Boulade, près Issoire, où il renferme une grande quantité d'ossements de quadrupèdes dont les espèces ne vivent plus dans la contrée. Dans les fissures de la coulée de Gravenaire, au sud de Clermont, M. Pomel, chasseur d'Orléans, a découvert des ossements fossiles qui sont analogues à ceux de la tour de Boulade. Le travertin qui recouvre les cailloux basaltiques, près du pont des Martres de Veyre et aux environs de Coude, doit être rangé dans la même époque géognostique. L'assise de marne argileuse qui constitue le sol des environs de Brioude renferme des couches de lignite assez étendues.

Il me paraît donc bien constaté, et c'est un point sur lequel j'insiste parce que nous y reviendrons dans la seconde partie, qu'il existe en Auvergne trois vastes dépôts d'alluvions d'époques différentes.

§ VI.

Dépôts de l'époque actuelle.

Les formations dues aux causes encore actuellement en action dans la contrée sont nombreuses et extrêmement intéressantes ; leur étude bien suivie peut jeter un grand jour sur l'origine de celles dont les causes productrices paraissent avoir cessé d'agir ; mais le but que nous nous proposons dans ce Mémoire ne nous a pas permis de nous y livrer, en sorte que nous n'en donnerons que les caractères principaux.

DÉPÔTS DES SOURCES. Une foule de sources minérales et thermales, d'émanations gazeuses, etc., sourdent du sol de l'Auvergne, particulièrement dans le voisinage des volcans, dont elles ne sont que les derniers soupirs, et semblent être restées pour témoigner de la persistance, dans les entrailles de la terre, des agents perturbateurs qui ont bouleversé toute la contrée à différentes reprises, antérieurement aux temps historiques. Plusieurs de ces sources ne produisent aucun dépôt notable, mais plusieurs aussi en forment de considérables. Au nombre des plus intéressants sont ceux de Saint-Nectaire et de Saint-Allire, connus de tout le monde par l'usage que l'on fait des eaux pour obtenir des empreintes et des incrustations d'objets répandus en grande quantité dans le commerce.

Les sources de Saint-Nectaire, minérales et thermales, dont on se sert aujourd'hui pour les incrustations, sortent du granite, et on ne voit aucune trace de calcaire dans la contrée que celui qu'elles ont déposé sur le sol et dans les fentes des rochers. Ces sources ont formé une puissante masse de travertin présentant une voûte sous laquelle on passe, et qui se trouve encore très élevée au-dessus de votre tête. Ce travertin, qui offre de belles stalactites, contient des fragments de granite, de basalte et de poteries romaines. C'est là qu'a été trouvée cette planche enduite de ciment romain, toute pénétrée d'aiguilles d'arragonite, substance qui

forme aussi des veines dans le travertin et qui remplit des fissures du granite. Le dépôt occupe un espace très étendu autour du local où se font les empreintes; on le suit fort loin à l'ouest, le long des bords du ruisseau. Sur quelques points, il est très siliceux et contient beaucoup de feuilles, de fragments de bois et des noisettes passés à l'état siliceux. Les sources de Saint-Nectaire sourdent dans le fond d'une vallée dont les flancs offrent un grand nombre de cônes basaltiques qui percent le granite.

Sources de Saint-Allire. Les eaux de ce village, qui est un faubourg de Clermont, sont minérales et thermales. Comme celles de Saint-Nectaire, elles déposent aussi du calcaire en grande quantité; mais les empreintes et les incrustations qu'elles produisent ne sont pas aussi belles que celles de Saint-Nectaire. Tous les géologues connaissent le fameux pont de travertin formé par ces sources, et sous lequel passe un fort ruisseau. Il en existe, à 50^m en amont, un second qui est en voie de formation; l'arche est maintenant à peu près au milieu du ruisseau, elle augmente d'environ 6 centimètres par année. Là, on peut parfaitement comprendre la manière dont la nature procède dans ces genres de constructions: l'eau sort de la terre chargée de carbonate calcaire qu'elle tient en dissolution, parce qu'elle est très chargée d'acide carbonique; mais en coulant sur les parois de l'arche, l'acide se dégage et le calcaire se dépose; les incrustations et les empreintes se forment absolument de la même manière.

Il existe encore une belle source incrustante sur les rives de la Sioule, près du volcan de Châluçet. Les eaux thermales du Mont-Dore, dont la température atteint 45°, déposent une légère incrustation siliceuse. Les analyses de MM. Berthier et Longchamps ont démontré que toutes ces eaux contiennent une petite quantité de silice.

Acide carbonique. Dans plusieurs endroits des environs de Clermont, dans les galeries d'exploitation des mines de Pontgibaud, etc., il existe des dégagements continuels d'acide carbonique. Les eaux de plusieurs sources en sont fortement chargées (Saint-Nectaire, Saint-Allire, Jode, Clermont, Fredfont, près Saint-Nectaire, etc.), et les eaux de toutes les sources de la contrée offrent des traces de ce gaz. Dans quelques endroits, Puy de la Poix, elles contiennent de l'hydrogène sulfuré.

Sources bitumineuses. Le bitume est sorti et sort encore de l'intérieur de la terre, comme les eaux thermales et les gaz, dans toute la contrée volcanique, mais principalement près de Clermont, Pont du Château, Puy d'Auzelle, Puy de Croquel, Puy de la Poix, Chamailhère, etc. Dans ces localités, on le voit suinter par les fentes des rochers, quelquefois en très grande quantité. Les eaux qui sortent de ces rochers en amènent aussi beaucoup avec elles, que l'on voit nager à la surface et dont elles incrustent le sol sur lequel elles se répandent. Ces eaux sont souvent sulfureuses (Puy de la Poix), et elles contiennent toujours une petite quantité de silice, qui doit avoir produit les rosaces et gouttelette

calcédonieuses que l'on remarque sur les roches et sur le bitume lui-même, à Pont du Château, aux Puys de Crouel et de la Poix. Ce dégagement de bitume est encore un des derniers effets de l'action volcanique, comme nous aurons occasion de nous en convaincre dans la suite.

Tourbes. Sur les pentes du Mont-Dore, et sur les grands plateaux morcelés qui séparent le Mont-Dore du Cézallier, le Cézallier du Cantal, et aussi sur les pentes de ces deux grands massifs, il existe de vastes tourbières que les habitants exploitent pour se chauffer, et dans lesquelles ils trouvent une grande quantité de bois, des branches, et même des troncs de conifères avec leurs racines, assez bien conservés et qui brûlent parfaitement. Ces tourbières gisent dans les dépressions de la surface du sol où croissent des végétaux aquatiques, dont les tiges, périssant pendant l'hiver, forment ainsi chaque année une petite couche charbonneuse.

Attérissements. Avec les dépôts de l'époque actuelle, que nous venons de faire connaître, on rencontre en Auvergne, comme partout ailleurs, ceux que les eaux sauvages forment sur le sol et les eaux courantes le long de leurs rives, les talus qui s'établissent par les éboulements au pied des pentes, etc. Mais parmi tous ces dépôts, il y en a un particulier à la contrée, et dont le mode de formation mérite d'être décrit. La grande fertilité du bassin de la Limagne, chantée par les poètes, admirée par tous les voyageurs, est due à une couche de terreau noir presque entièrement composée de lapilli et de cendres volcaniques provenant de la chaîne du Puy-de-Dôme. Voici à cet égard ce que j'ai vu de mes yeux : le 17 mai 1841, vers six heures du soir, un vent du S.-O. très violent éleva dans les volcans du Puy-de-Dôme de gros nuages d'une poussière noire qui, apportée dans un instant sur Clermont et la Limagne, y répandit pendant un quart d'heure une grande obscurité, et déposa sur les terrasses et le pavé des appartements restés ouverts, certainement aussi sur tout le sol, une couche de 1 à 2 millimètres d'épaisseur, composée de lapilli et de cendres volcaniques. La pluie qui survint avec force dissipa tout, et il y eut ainsi une légère couche de terreau ajoutée à celui de Limagne. Si, le vent continuant, la pluie avait tardé plus longtemps, la couche aurait été plus épaisse. Je regarde comme très probable que le terreau de la Limagne a été ainsi formé, car de pareils transports de matières volcaniques sont fréquents dans la contrée.

Telles sont les six classes de dépôts dont la formation n'est pas le résultat immédiat de l'action volcanique. Nous allons maintenant décrire les produits de cette action, qui sont venus au jour par plusieurs espèces d'ouvertures à travers les autres terrains, qu'ils ont souvent disloqués et altérés en passant, et qui se sont épanchés dessus en coulant quelquefois jusqu'à une distance de plusieurs lieues. Ces produits appartiennent à trois grandes époques, *trachytique*, *basaltique* et *lavique*, que nous venons d'énumérer d'après leur ordre d'ancienneté.

§ VII.

Époque trachytique.

Les roches de cette époque, caractérisées par l'abondance du feldspath, ont pris un grand développement dans les massifs du Cantal, du Mont-Dore et du Puy-de-Dôme; elles se montrent, en outre, sur quelques autres points, dans une position très remarquable. Nous allons d'abord décrire les trois grands massifs formés par elles, et nous parlerons ensuite de quelques points vraiment singuliers où gisent des masses trachytiques.

Massif du Cantal. Cette montagne, si justement célèbre par la richesse de ses pâturages, les beaux sites qu'elle présente et les phénomènes volcaniques qui y sont rassemblés, se trouve sur la limite méridionale de l'espace embrassé par mes observations. Bien que j'aie eu l'avantage de la parcourir avec M. Viquesnel, le compagnon de M. Boué dans son voyage en Orient, je ne prétends le rendre aucunement responsable de ce que je vais dire, sachant surtout qu'il a aussi l'intention de publier un mémoire sur l'Auvergne.

Les points culminants du Cantal atteignent 1,850^m au-dessus du niveau de la mer, c'est-à-dire plus de 400^m au-dessus du vaste plateau ondulé qui se trouve à son pied. Le Cantal présente un superbe massif qui frappe majestueusement la vue de quelque point qu'on le regarde. Ce massif est formé par une suite de chaînons, que séparent les uns des autres des vallées profondes, dont les principaux ont jusqu'à 3 myriamètres de longueur, et qui divergent comme les rayons d'une roue de la masse centrale, où se trouvent les plus hauts sommets. Cette masse est loin d'être pleine; elle présente un grand nombre de cavités formant l'origine des vallées. Ce sont des cirques coniques, ouverts d'un seul côté, dont le sommet est en bas, et dont quelques uns ont jusqu'à 5,000^m de large, ceux des vallées de Mandailles et de Vic, par exemple. Ces deux-ci sont tellement vastes et tellement rapprochés qu'ils se confondent, et produisent, au milieu de la masse centrale, un gigantesque évasement dont le diamètre dépasse deux lieues. Dans la vallée de Vic, à la hauteur de Saint-Jacques des Blats, et dans l'autre, à Mandailles même, des rameaux transversaux qui descendent des crêtes viennent barrer les vallées, au point que les rivières sont forcées de se précipiter en cascades à travers une coupure qui n'a pas plus de 20^m de large. L'évasement se trouve ainsi fermé du côté du sud-ouest, et il en résulte un cirque irrégulier au milieu duquel s'élève majestueusement le Puy-Griou, superbe cône phonolitique. Que ceci suffise au lecteur pour le moment; dans la seconde partie nous reviendrons sur ce fameux cirque, source de tant de discussions entre les géologues.

Le massif du Cantal est principalement trachytique : c'est un fait sur lequel tous les observateurs sont d'accord; le trachyte y présente un grand nombre de

variétés, depuis la structure granitique jusqu'à la structure compacte, et les roches diffèrent si peu par l'aspect de celles du terrain granitique, qu'on est souvent tenté de les confondre. Ces roches sont accompagnées de conglomérats, de scories et de tufs ponceux, répandus en plus ou moins grande abondance, suivant les localités.

Les trachytes se présentent ordinairement sous forme de grandes nappes ou de coulées, qui partent de certaines masses s'élevant notablement au-dessus des crêtes ou des plateaux, et autour desquelles on trouve souvent une quantité de scories, quelques uns des sommets dominant le col du Liorant, plus au sud, le Puy-du-Cantalou, le Puy-Brunet, le Puy-de-la-Poche, et à l'ouest les Puys Marie, de Chavaroche, etc. Il y a toujours une partie des scories englobées dans le trachyte; et dans les endroits où plusieurs coulées se montrent superposées, on les voit souvent entre elles. Il existe aussi autour des mêmes points, et surtout entre les coulées, une grande quantité de matières ténues, cendres et lapilli, qui ont dû être lancées dans l'air par les bouches d'éruption, dont les sommités que nous venons de citer occupent probablement la place. Les coulées régulières sont composées de trachytes proprement dits; les conglomérats y sont rares, quoiqu'ils s'y montrent cependant; mais ce ne sont pas des coulées régulières superposées les unes aux autres qui constituent la grande masse du Cantal. Cette masse est principalement formée de conglomérats, c'est-à-dire d'une roche composée de fragments anguleux de toutes les grosseurs, de toutes les espèces de trachytes, au milieu desquels on remarque çà et là des morceaux de gneiss; et, dans le voisinage du terrain tertiaire, de Vic à Aurillac, par exemple, une quantité de fragments de silex et de calcaires de cette époque, mais pas un seul morceau de basalte: ceux que l'on a pris pour tels appartiennent à une roche brune de l'époque trachytique, qui oscille continuellement entre le trachyte et le basalte. Tous ces débris sont cimentés par le trachyte lui-même, la même matière qui forme les coulées régulières qui se montrent tantôt dessus, tantôt dessous les conglomérats. Les fragments calcaires englobés sont quelquefois des morceaux de strates ayant jusqu'à 10^m de long (Giou de Mamou) (1). Les conglomérats trachytiques forment d'immenses masses qui ont évidemment coulé comme les trachytes, et dont plusieurs se rattachent aux centres d'éruption. Ce sont véritablement des roches ignées, bien qu'elles soient composées de débris qui offrent la plus grande analogie avec les conglomérats porphyriques des Vosges (2). Ils recouvrent le terrain tertiaire entre Aurillac et Vic, à Boudiou, la Maison-Blanche, environs d'Aurillac, en entrant dans la vallée de Mandailles, etc., et ils pénètrent même dans l'intérieur en filons et en grosses masses transversales.

Les coulées régulières, les conglomérats, les ponces, les trass, et en général

(1) Bouillet, *Description de la Haute-Auvergne*.

(2) Rozet, *Description de la partie méridionale de la chaîne des Vosges*.

toutes les roches qui entrent dans la constitution du Cantal, sont traversées par une immense quantité de filons de toutes les espèces de trachytes et de phonolites, ce qui prouve que l'éruption de ces roches a duré pendant une longue période de temps. Les filons les plus nombreux et les plus récents sont ceux de la roche brune dont nous avons parlé plus haut, qui contient du pyroxène, et que l'on peut nommer tantôt trachyte, tantôt phonolite et tantôt basalte; mais pour moi c'est bien une roche du terrain trachytique. On trouve une grande quantité de ces filons en suivant la route de Murat à Aurillac, surtout au pont de Pierre-Taillée et sur les pentes du Liorant. Un tunnel dont le percement est dirigé par M. Ruelle, ingénieur des ponts et chaussées, s'exécute maintenant dans cette montagne pour en rendre le passage moins dangereux en hiver. Lorsque nous visitâmes ce beau travail avec M. Viquesnel, il était déjà poussé sur une longueur de 450^m de chaque côté de la montagne, et il ne restait plus que 400^m à faire pour qu'il fût complètement terminé. La constitution géologique du terrain y est parfaitement mise à jour : c'est une masse de conglomérats trachytiques, de tufs ponceux et argileux mélangés, traversée par une immense quantité de filons verticaux qui ne sont pas parallèles entre eux, de trachyte gris porphyroïde, de trachyte plus ou moins compacte, de phonolite et de trachyte brun; ces derniers coupent quelquefois les autres. Il existe toujours de chaque côté des filons une petite salbande de 0^m,02 à 0^m,05 d'épaisseur, d'une matière argileuse blanchâtre, onctueuse au toucher, qui n'est autre chose que la roche encaissante décomposée.

La roche brune qui forme tant de filons constitue aussi une grande partie des dernières coulées trachytiques, que plusieurs géologues regardent comme des basaltes. J'y rapporterais aussi le dyke du plomb du Cantal et tous les filons qui sont alentour : seulement ici elle est un peu plus basaltique qu'ailleurs. Mais des filons de véritable basalte traversent aussi le terrain trachytique : de puissantes masses de cette roche ont fait éruption au milieu de lui et se sont répandues dessus, surtout vers le pied des montagnes trachytiques qui forment le pourtour du massif (voyez la carte). Les véritables trachytes contiennent quelquefois du pyroxène, même de l'olivine, prennent des teintes brunes et passent au basalte (Puy-de-la-Poche, environs de Murat, d'Aurillac, etc.), ce qui prouve qu'il n'y a point de solution de continuité entre l'éruption de ces deux roches. Le phonolite est certainement plus ancien que le basalte; il ne se présente jamais en filons dans cette roche, qui traverse sous cette forme aussi bien les phonolites que les trachytes : les filons de phonolite sont nombreux et puissants. Cette roche forme aussi des dykes, dont le plus considérable est le cône du Puy-Griou, qui s'élève majestueusement au milieu du grand cirque décrit plus haut; il en existe encore deux autres moins considérables entre les Puy-Violent et Marie. Les phonolites sont des roches de feldspath compacte, qui ne diffèrent pas essentiellement, par l'aspect, des eurites des terrains anciens; ils ont fait éruption dans les derniers temps de la période trachytique, mais certainement avant les basaltes.

Telles sont les principales espèces de roches qui entrent dans la composition de la masse du Cantal. Le but que nous nous proposons dans ce Mémoire n'exige pas que nous entrions dans plus de détails à leur égard. Depuis leur épanchement à la surface de la terre, ces roches ont été plusieurs fois soulevées et disloquées par les agents intérieurs, comme l'attestent la forte inclinaison de leurs nappes, les nombreuses fentes et fractures qu'elles présentent, ainsi que les escarpements à pic des montagnes qu'elles constituent. Une étude approfondie nous a conduit à y reconnaître trois grandes époques de dislocations, dont les directions s'étant croisées dans le massif lui-même, ont produit une foule d'accidents curieux, et particulièrement la grande cavité centrale.

En partant du pied évasé du Cantal pour marcher droit sur le Mont-Dore, on ne rencontre plus de trachytes; peut-être sont-ils enfouis sous les basaltes qui couvrent l'espace compris entre ces deux montagnes; mais il en existe plus à l'est, dont nous parlerons plus tard: décrivons de suite le Mont-Dore.

Massif du Mont-Dore. La réunion de montagnes désignée sous le nom de Mont-Dore constitue un immense massif au centre duquel il existe aussi un grand vide, comme au Cantal: c'est à l'endroit où la vallée de la Dordogne, d'abord dirigée N.-S., tourne brusquement à l'ouest. Mais ce vide n'offre pas l'aspect circulaire comme celui du Puy-Griou, et il n'y a point de pic au milieu. Il est environné de toutes parts par des montagnes dont la hauteur varie entre 1450 et 1700^m au-dessus de la mer, et entre 450 et 700^m au-dessus des eaux de la Dordogne (Puy-Gros, Puy-Barbier, Puy-de-la-Tache, Puy-de-l'Angle, le Capucin, Puy-de-Bozat, etc.). Ces montagnes sont les centres d'autant de massifs secondaires qui se rattachent plus ou moins directement au pic de Sancy, élevé de 1887^m, centre du massif principal, et qui culmine en menaçant les nues à l'extrémité sud de tout le système. Chacun des massifs secondaires jette des ramifications dans tous les sens, en sorte que la masse du Mont-Dore se trouve composée d'une infinité de rameaux plus ou moins élevés, plus ou moins étendus, dont chaque système a son centre particulier, et qui, par conséquent, ne divergent pas de la cavité centrale comme ceux du Cantal, ce qui établit une grande différence dans l'aspect qu'offrent ces deux massifs sur la carte.

On trouve dans les Monts-Dore toutes les variétés de trachyte du Cantal, granitique, porphyrique, compacte, brune, conglomérats, trass, etc. Mais ici les conglomérats sont loin d'avoir pris un développement aussi considérable que dans le Cantal; ils ne se montrent même que sur un petit nombre de points, où ils ne constituent jamais des montagnes entières. Toutes les roches passent les unes aux autres par nuances insensibles, en formant d'immenses nappes qui ont évidemment coulé sous une petite inclinaison, comme on peut le voir dans la vallée des Bains, où, depuis la grande cascade jusqu'au coude de la Dordogne, elles n'ont point éprouvé de grands dérangements. Ici, et dans une infinité d'autres lieux (vallées de la Burande, de la Trenteine, de Chaudesfour, de Que-

reille, etc.), on peut compter jusqu'à cinq de ces nappes superposées les unes aux autres, séparées par des assises régulières généralement plus puissantes qu'elles, de tufs ponceux, de cinérites et de conglomérats, composés de fragments anguleux de trachyte et de granite. Toute la masse des Monts-Dore est ainsi formée, ce qui se voit parfaitement dans les localités précitées et dans toutes les vallées dont les flancs sont escarpés. Comme au Cantal, les nappes viennent souvent se rattacher à une sommité qui s'élève brusquement sur le plateau (roc de Cacadoigne, roc Cuzeau, le Capucin, Puy-de-Bozat, Puy-Gros, Puy-de-l'Angle, Puy-de-la-Tache, etc.), autour de laquelle nous avons souvent vu des scories en quantité; M. Viquesnel a même reconnu que le pic de Cacadoigne est principalement formé de scories intimement liées aux trachytes. Ces sommités doivent occuper la place des principales bouches d'éruption; au Mont-Dore, les trachytes présentent souvent la structure prismatique régulière (vallée de la Dordogne); les prismes sont généralement moins gros que ceux des basaltes et moins articulés, les conglomérats ne m'ont jamais présenté cette structure. Ces dernières roches sont particulièrement développées dans la vallée de la Dordogne; les travaux de la route ont parfaitement mis leur structure à jour entre Quereille et Murat-le-Quaire. Là, on les voit traversés dans tous les sens par une infinité de filons, de toutes les variétés de trachyte, mais principalement de trachytes porphyroïdes et de la même roche basaltoïde qu'au Cantal. Les filons de véritable basalte y sont aussi nombreux; la cascade de Quereille est formée par un filon basaltique qui barre la vallée; j'en ai vu plusieurs considérables au pied du Puy-Gros, aux extrémités duquel se trouvent des points d'éruptions basaltiques; ces filons traversent ensemble les conglomérats, les trachytes de toutes les variétés, les tufs, les cinérites, etc., qui séparent les nappes les unes des autres, nouvelle preuve que les éruptions trachytiques ont duré un temps immense, et que les mêmes roches se sont reproduites plusieurs fois pendant la période d'éruption. Le phonolite forme aussi des dykes et des filons dans les trachytes; mais nulle part je n'ai vu les filons de cette roche traverser les nappes de basalte qui recouvrent les trachytes sur plusieurs points.

Trois superbes dykes phonolitiques, les roches Sanadoire, Tuillère et Malviale, s'élèvent en cônes aigus dans l'intérieur du cirque qui forme l'origine de la vallée de Rochefort; c'est un point vers lequel convergent plusieurs vallées. Ces cônes, dans lesquels les structures prismatique et téglulaire se trouvent réunies, surtout à la roche Tuillère, présentent un grand nombre de fissures et quelques grandes fentes, qui m'ont fait naître l'idée qu'ils auraient bien pu avoir été élevés à l'état solide. Ici le phonolite a dû percer le granite en même temps que le trachyte, car du côté nord on le voit paraître au pied des roches Tuillère et Sanadoire.

La vallée de Rochefort est une localité où les phénomènes des éruptions trachytiques et basaltiques sont très remarquables et faciles à étudier. Le granite

formant le fond de cette vallée est toujours sensiblement altéré dans le voisinage des trachytes et des basaltes, que l'on voit percer et couler dessus en plusieurs endroits. A tous les points d'éruption, il existe des scories et des conglomérats intimement liés aux trachytes, dont ils recouvrent souvent la surface. Ici, le trachyte contient des cristaux d'amphibole qui ont jusqu'à 0^m,01 de long; on voit même cette substance se disséminer dans la pâte feldspathique qui se colore fortement en brun. Les ruines de l'ancien château de Rochefort occupent le sommet d'un dyke trachytique sorti du granite qui forme le fond de la vallée; celui-ci est fortement altéré dans le voisinage du trachyte, il est même réduit en un sable assez pur pour être employé dans la confection du mortier. La masse trachytique présente un grand nombre de grottes qui sont de véritables soufflures dont une partie des parois a été enlevée. Les dimensions de ces cavités sont très variables; il y en a de fort grandes, dont la voûte a 2^m d'élévation, et d'autres dans lesquelles il est impossible d'entrer, même en se couchant sur le ventre. Dans l'intérieur, on voit parfaitement le trachyte porphyroïde, avec amphibole, passer aux scories et conglomérats qui forment la partie extérieure de la masse.

Deux filons de basalte traversent verticalement le dyke trachytique, l'un sous les ruines du château et l'autre un peu plus au sud. Les flancs escarpés de la vallée présentent aussi plusieurs points d'éruptions basaltiques au milieu du granite, sur lesquels nous reviendrons dans le § suivant. Près de Laqueille et de Murat-le-Quaire, il existe encore quelques points où le trachyte paraît s'être fait jour à travers le granite.

Les trachytes du Cantal et ceux des Monts-Dore présentent, en cristaux disséminés, de l'amphibole, du pyroxène, de l'olivine, du feldspath, du quartz rare et du mica. La prédominance, la rareté ou l'absence de ces minéraux dans la roche donnent naissance à un grand nombre de variétés; le fer oligiste spéculaire, en cristaux et en lames, tapisse souvent les fissures des roches.

Les trachytes sont employés comme pierre de taille et moellon; ils fournissent de très bons matériaux pour charger les routes; les variétés schistoïdes et surtout les phonolites, au Puy-Griou, à la roche Tuillère, sont exploitées pour couvrir les maisons. Nulle part, dans la contrée que nous décrivons, on n'a exploité de gîtes de minerais dans le trachyte; mais au Cantal et au Mont-Dore il y a des gîtes d'alunite assez riches, vers lesquels l'industrie n'a pas encore tourné ses regards. On trouve aussi un peu de soufre dans quelques endroits.

Massif du Puy-de-Dôme. Depuis les dernières pentes septentrionales du Mont-Dore jusqu'au pied du Puy-de-Dôme, le sol s'abaisse d'une manière très sensible, et les trachytes disparaissent sous les coulées basaltiques et les déjections des volcans à cratères pour ne reparaître qu'à la base de cette montagne, dont ils forment la masse, ainsi que plusieurs autres moins considérables qui s'élèvent du côté du nord. Ici, l'état d'agrégation des roches a beaucoup changé; elles sont beaucoup moins solides que dans les deux autres massifs, et même souvent

pulvérulentes. Mais cependant elles présentent exactement les mêmes substances, et dans quelques parties des montagnes elles sont dures et ne diffèrent pas de celles que nous avons décrites, surtout les porphyres amphiboliques. Ces roches, auxquelles M. de Buch a donné le nom de *domites*, ne sont pour moi que des trachytes altérés; elles constituent cinq montagnes, toutes situées dans les environs du Puy-de-Dôme : le Puy-de-Dôme, le petit Suchet, Clierzou, le grand Sarcoui et le Puy-Chopine, qui sont des cônes et des dômes isolés, autour de chacun desquels se trouvent réunis plusieurs volcans à cratères. Aucune de ces cinq montagnes n'a donné d'éruption; elles paraissent avoir été formées sur la place qu'elles occupent par une forte action de bas en haut : leur forme en cône et en dôme l'indique; et à leur pied on voit le domite qui couvre une grande étendue, en suivant la pente générale du sol, autour de Chopine et de Sarcoui, se relever notablement en approchant des montagnes. Ici le domite est recouvert par une couche d'alluvions, composée de fragments de granite, de trachyte et de basalte peu arrondis, qui est surtout bien développée à l'ouest du Puy-de-Dôme, sur l'ancienne route de Limoges. Nous avons retrouvé, avec M. Viquesnel, des restes de cette même couche sur les grands rochers du Puy-de-Dôme, à 400^m au-dessus d'elle; les nombreux fragments de granite, de trachyte et de basalte répandus sur les flancs de la montagne et sur les sommets inférieurs, proviennent de sa destruction par le soulèvement de la montagne. Il est important de remarquer que le granite des fragments est exactement le même que celui exploité au mont Rodeix pour réparer la route, à 3,000^m au sud-est. Depuis longtemps, M. Lecoq avait reconnu une pareille couche sur le sommet du Clierzou (1). Le cône de Chopine, qui s'est élevé au milieu d'un cirque presque circulaire de domite, est composé en grande partie de cette roche, avec laquelle se trouvent mélangées des masses de granite, d'eurite, d'amphibolite et de serpentine, plus ou moins altérées; et enfin, au tiers de la montagne, du côté de l'est, un filon de basalte vient traverser ce singulier mélange des roches diverses, qui entrent toutes dans la constitution du sol servant de base aux volcans. Ce fait prouverait à lui seul que la formation du Puy-Chopine est due à une puissante action de bas en haut; mais en voici encore de nouvelles preuves : au pied N.-E. de la montagne gît une couche irrégulière d'un conglomérat compacte de fragments de domite, de basalte et de granite, réunis par un ciment argilo-domitique, qui plonge vers le N.-E. sous un angle de 30°. C'est la même couche qu'à Clierzou et qu'au Puy-de-Dôme, détruite en partie par l'élévation du cône, et dont les lambeaux semblent être restés là, dans une position fort inclinée, pour nous révéler son antique existence et la nature de l'action qui a produit la montagne. Nous parlerons encore du Puy-Chopine en décrivant les cratères qui l'environnent.

Le grand Sarcoui, dont les flancs sont recouverts au sud par les déjections

(1) *Recherches sur l'origine des puys feldspathiques des monts dômes*, page 83.

du volcan des Goules, et au nord par celles du petit Sarcoui, est entièrement domitique. La roche, d'un blanc grisâtre presque homogène, contient très peu de cristaux feldspathiques fort petits; elle est rude au toucher, poreuse et extrêmement légère; elle exhale sous le marteau une odeur piquante tenant à la présence d'une petite quantité d'acide muriatique logée dans ses cavités. De vastes carrières, ouvertes dans la montagne pour en extraire des sarcophages, mettent à jour une structure massive qui n'est interrompue que par des fissures accidentelles produisant de gros blocs irréguliers. La forme en dôme du grand Sarcoui annonce une tuméfaction de la matière; le domite s'étend à une assez grande distance, à l'est et à l'ouest, du pied de cette montagne, et on le voit se relever notablement de tous les côtés à mesure qu'il en approche. A l'est, cette roche forme un grand nombre de petits monticules qui ressemblent assez aux hornitos de l'Amérique. Enfin, les deux cônes de scories qui forment la masse du petit Sarcoui sont posés sur des socles de domite dont nous parlerons plus loin.

Les trois massifs trachytiques dont nous venons de donner une description sommaire se trouvent assez exactement placés sur une ligne passant par le centre du Cantal et celui du Mont-Dore, qui fait avec le méridien un angle de 18° en courant S.-O. N.-E.; mais à 15,000^m plus à l'est, il existe encore d'autres masses trachytiques que nous allons faire connaître.

Environs d'Allanche. Le sol des environs de cette petite ville est tout couvert de basaltes sortis de différentes bouches marquées par des scories et des masses prismatiques qui s'élèvent brusquement au-dessus du sol; mais dans le fond des vallées, à l'ouest et au sud de la ville, on exploite au-dessous des basaltes une roche feldspathique grisâtre, avec quelques paillettes de mica, qui est un véritable trachyte: c'est elle qui a fourni et qui fournit encore toute la pierre de taille employée dans les constructions. Cette roche est intimement liée au basalte et y passe insensiblement; on dirait qu'ici ces deux roches ont été vomies ensemble, et que l'une n'est que la partie supérieure de l'autre. Cette liaison est surtout très évidente à une petite distance d'Allanche, dans les berges du chemin de Vernols et dans quelques carrières ouvertes aux environs de cette ville.

Massif du Cezallier. Les pentes méridionales du Cezallier qui regardent Allanche présentent çà et là dans leurs crevasses le même trachyte dont nous venons de parler; mais celles du nord sont en partie formées par un trachyte blanchâtre tendre, avec cristaux de feldspath et paillettes de mica, qui est exactement le même partout. Ce trachyte sort de dessous les basaltes qui encroûtent tout le sommet et une grande partie des flancs de la montagne; la forte pelouse tourbeuse dont ils sont recouverts ne m'a pas permis de voir ce qui se passe au contact; mais sur la pente orientale, en descendant au Luguët, on trouve une roche d'un gris noir, très semblable à celle d'Allanche, que l'on prend tantôt pour un basalte et tantôt pour un trachyte; il y aurait donc encore ici une liaison intime entre les deux espèces de roches. Le Cezallier est un massif élevé de

1,560^m au-dessus de la mer, dont la forme offre de loin une certaine ressemblance avec celles du Mont-Dore et du Cantal, mais au centre duquel il n'y a point de grande cavité. De la masse centrale, qui présente plusieurs sommets, cônes basaltiques s'élevant brusquement sur un dôme peu bombé, se détachent plusieurs rameaux dirigés dans tous les sens. A l'ouest, une partie de ces rameaux est formée par les trachytes; au nord, c'est par du gneiss, et des autres côtés ils sont entièrement basaltiques, à l'exception de la roche trachytico-basaltique qui se montre çà et là, et surtout dans le fond des vallées.

Massif de Leyranoux. Cette belle montagne, entièrement basaltique, se trouve avec le Cezallier sur une ligne sensiblement parallèle à la première des éruptions trachytiques; nous n'en parlons ici que parce que le basalte est dans le même cas que celui des pentes orientales du Cezallier; sur plusieurs points, et particulièrement au nord du sommet, il devient tellement feldspathique qu'on le prendrait souvent pour un trachyte: c'est une véritable dolérite qui oscille entre le basalte et le trachyte. Leyranoux pourrait bien avoir pour noyau une masse trachytique entièrement recouverte par le basalte. Une étude plus minutieuse que celle que j'ai faite des diverses parties de cette montagne fera peut-être découvrir quelques affleurements de cette masse.

Montagne de Perrier. En suivant, du côté septentrional, la direction de la ligne qui passe par le Cezallier et Leyranoux, on arrive à une masse trachytique très remarquable, comprise entre Solignat, Champeix, Coude et Issoire, que la nature semble avoir placée là pour intriguer encore longtemps les observateurs. Ici, les trachytes se présentent dans un état de désagrégation et de décomposition tel, qu'ils ont été nommés tufs et conglomérats ponceux; ils paraissent sur plusieurs points isolés de la route de Solignat à Issoire, à Montaigu-le-Blanc, à Neschers, Coude, etc., disposés autour d'une grande masse, la montagne de Perrier, qui a 7,000^m de long sur 4,000^m de large. Sur tous ces points, les tufs ponceux sont sensiblement les mêmes; mais comme c'est à la montagne de Perrier qu'ils ont pris un plus grand développement, et qu'il est plus facile de les étudier à cause des fentes profondes et des beaux escarpements qu'elle offre, c'est là que nous allons transporter le lecteur. Toutes les variétés de trachyte des Monts-Dore, compacte, porphyrique, granitoïde, scoriacé, ponce, trass, etc., se trouvent rassemblées dans la montagne de Perrier, tantôt en masses énormes dont les cultures et les débris qui les recouvrent cachent les extrémités, et dont plusieurs paraissent sur une longueur de 40^m, une épaisseur de 5^m, et s'enfoncent ensuite dans la masse des tufs, tantôt en fragments de toutes les grosseurs, depuis 3^m cubes jusqu'à celle du poing, de toutes les variétés de roches, mélangés entre eux. Au milieu de cet amas se présentent à diverses hauteurs trois couches régulières de galets basaltiques, qui, bien que reparaisant sur plusieurs points, ne s'étendent pas dans toute la longueur de la montagne. A Perrier, cette masse de débris repose sur une puissante couche d'alluvions, qui est pour

nous la plus ancienne des trois que nous avons reconnues dans la contrée; mais, en s'avancant vers l'ouest, on voit aussi les tufs reposer sur le terrain tertiaire; il en est de même dans les ravins des environs de la ferme de Boulade. Ici, le tuf ponceux est un véritable trachyte tendre, assez semblable à celui du Cezallier, et forme une masse continue qui m'a semblé être une portion de coulée. Les masses énormes que nous avons citées au milieu des tufs ponceux annoncent bien que les roches dont ils proviennent ont fait éruption à une petite distance de là, et qu'ils ne sont pas descendus des Monts-Dore, comme le croient plusieurs géologues. Deux couches régulières de sables fins, contenant des ossements de quadrupèdes, *cerfs*, *chevaux*, *félis*, *éléphants*, *mastodontes*, etc., d'espèces perdues, gisent engagées dans les tufs ponceux, l'une à la partie inférieure et l'autre à la partie supérieure; près de Perrier, la première de ces couches est recouverte par une coulée basaltique qui traverse les tufs ponceux. Un fait remarquable, c'est qu'entre la couche à ossements et cette coulée, il existe une assise de 0^m,5 de galets basaltiques, et deux autres au-dessus dans la masse des tufs. Il résulte évidemment de là que les galets basaltiques se sont produits à plusieurs reprises pendant les éruptions de cette époque et pendant la formation des tufs ponceux. Cette masse de basalte que l'on appelle le Rocher Noir m'a paru avoir percé les tufs; à son extrémité ouest on voit plusieurs pointes pénétrer dedans. Quelques observateurs soutiennent qu'elle a été recouverte par eux; mais il est parfaitement clair qu'elle repose sur la couche de sable à ossements faisant partie des tufs. Le plateau de Pardines est formé par une immense nappe basaltique de 3,000^m de long sur 1,200^m de large, qui paraît avoir traversé la masse trachytique. La surface de cette masse est horizontale, de 1^m plus élevée que le plateau de tufs qui s'étend à l'est, et ne présente pas un seul débris trachytique, tandis que si elle avait existé lors de leur venue, elle devrait en être couverte, surtout si, comme on le dit, ils étaient descendus des Monts-Dore. Dans leurs recherches sur les ossements fossiles du Puy-de-Dôme, MM. Jobert et Croizet ont figuré cette nappe, coupe n° 4, comme reposant immédiatement sur les tufs ponceux. Mais près de Neschers, sur la rive gauche de la Couse, la question est tout-à-fait résolue (Jobert et Croizet, coupe 5): les tufs ponceux, engagés dans une puissante masse de cailloux granitiques et basaltiques, sont recouverts par une coulée de basalte, sur laquelle ils ne paraissent en aucun point. Ce basalte de Neschers a bien évidemment coulé sur les tufs ponceux: si l'on admet que celui de Perrier ait été recouvert par eux, il en résulterait que cet amas de débris trachytiques, auquel on donne le nom de *tufs ponceux*, s'est formé pendant la durée des éruptions basaltiques, ce qui, du reste, est clairement établi par la coulée de Neschers qui les recouvre, par les couches de galets basaltiques qui sont ici au-dessus et au-dessous, et par celles de la montagne de Perrier engagées à diverses hauteurs dans la masse des tufs ponceux. Il ne reste donc plus aucun doute sur la contemporanéité de la formation des tufs ponceux et des éruptions

basaltiques ; nous reviendrons sur ce fait très important dans la seconde partie.

Puys de Monton et d'Orcet. A 12,000^m au nord de la montagne de Perrier, toujours sur la direction de la ligne qui passerait par les centres du Cezallier et de Leyranoux, on trouve le cône de Monton, dont le sommet est formé par un tuf trachytique, semblable à celui de Perrier et de Neschers. La base de ce cône est formée par le terrain lacustre, duquel sortent, à l'est, à l'ouest et au sud, trois petites masses basaltiques; un peu plus à l'est, près le pont des Martres, les tufs ponceux gisent dans le fond de la vallée; et à une demi-lieue au nord, près Orcet, toujours sur la direction du Cezallier, ils forment au milieu du calcaire lacustre un cône semblable à celui de Monton, mais moins élevé. Je ne sache pas que l'on ait trouvé de tufs trachytiques au-delà du village d'Orcet.

La ligne passant par le centre du Cezallier, celui de Leyranoux, les Puys de Monton et d'Orcet, dirigée N.-E. S.-O., fait avec le méridien un angle de 22°, c'est-à-dire peu différent de celui de la ligne qui joint les centres du Cantal, du Mont-Dore et du Puy-de-Dôme, suivant laquelle s'est opérée une série d'éruptions trachytiques. Sur la première, nous trouvons deux foyers d'éruptions trachytiques, à Allanche et au Cezallier, parfaitement caractérisés, et plus au nord des régions offrant des trachytes évidemment bouleversés, remaniés même par les eaux après leur refroidissement, mais dont quelques masses entières sont si considérables, qu'il est impossible de supposer qu'elles aient été amenées de loin, et le fait de la position de tous ces points sur une même droite parallèle à celles grandes éruptions trachytiques prouve qu'ils sont eux-mêmes les foyers de pareilles éruptions.

Les deux lignes d'éruptions trachytiques sont à peu près parallèles à l'axe des Alpes françaises, dont M. Élie de Beaumont a prouvé que le soulèvement était immédiatement postérieur au second étage tertiaire, celui auquel se rapporte le terrain lacustre de l'Auvergne, et nous avons vu dans ce qui précède que c'est à cette même époque que les trachytes sont sortis du sein de la terre à l'état de fusion ignée. Ainsi, la même commotion qui a élevé les Alpes françaises se serait donc fait sentir assez fortement en Auvergne pour déterminer les grandes fractures par lesquelles les trachytes seraient montés. Nous ferons observer, en terminant, que les deux lignes d'éruptions trachytiques sont marquées par une suite de grands sommets liés entre eux par des plateaux élevés, c'est-à-dire qu'elles suivent le faite de deux bombements très prononcés. Nous verrons, dans la suite, qu'il en est de même pour les lignes d'éruptions volcaniques des deux autres époques.

§ VIII.

Époque basaltique.

Les phénomènes de cette époque sont certainement les plus remarquables de tous ceux que présente l'Auvergne, et les plus propres à éclairer la grande question de l'éruption des roches ignées. Cependant ce sont ceux qui ont le moins attiré l'attention des observateurs; on pourrait dire que chacun des géologues qui ont visité l'Auvergne, même ceux qui habitent le pays, au lieu d'étudier avec soin les nappes basaltiques, leurs rapports et leurs différences avec les produits des volcans à cratères, etc., se sont bornés à faire des hypothèses sur leur mode d'éruption, les causes qui en ont détruit certaines parties, etc. On reconnaîtra l'exactitude de ce que j'avance en lisant les ouvrages de MM. Montlosier, Lecoq, Bouillet, Jobert, Croizet, Bravard, Pouillet Scrope, etc.; nous sommes donc obligé d'énumérer minutieusement tous les faits que nous avons pu recueillir dans l'étude de cette immense quantité de nappes basaltiques répandues sur le sol de l'Auvergne et du Velay.

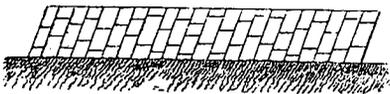
Tout le monde connaît le basalte: c'est une roche noire ou brune, compacte, sonore, pesant 3, qui contient de nombreux cristaux d'olivine, de pyroxène, de fer titané, et même quelquefois de feldspath vitreux; en grand, cette roche présente les structures prismatique, globulaire, stratiforme, et même quelquefois schistoïde. Dans les massifs du Cantal et du Mont-Dore, les basaltes sont intimement liés aux trachytes; sur une foule de points on voit ces deux roches passer insensiblement l'une à l'autre, comme nous l'avons souvent montré dans le § V. Il n'y a donc point de solution de continuité entre les produits de ces deux époques volcaniques: les uns ont immédiatement suivi les autres. Mais la grande masse basaltique est certainement postérieure à la grande masse trachytique, comme nous l'avons déjà dit précédemment, et comme il va être établi par les faits suivants. Toute la circonférence du pied des massifs du Cantal et du Mont-Dore est garnie de vastes nappes basaltiques (voyez la carte) plus ou moins rapprochées les unes des autres, qui suivent généralement la pente totale du sol, mais dont quelques unes plongent cependant en sens contraire, au sud du Plomb-du-Cantal, par exemple. Beaucoup de ces nappes ont été fracturées, morcelées depuis leur refroidissement; mais beaucoup aussi sont presque entières, et, en les suivant, il est rare de ne pas rencontrer les traces des ouvertures d'où elles sont sorties, et quelquefois on trouve ces ouvertures elles-mêmes. La masse droite et prismatique du Puy-de-Chambourguet, sur le versant méridional du Mont-Dore, est le principal point d'éruption d'une grande nappe qui s'étend du côté de l'est, en couvrant les pentes jusqu'à Saint-Pierre-Collamine. Sous une inclinaison de 6 à 8° autour de la masse prismatique, on remarque une grande quantité de scories rouges et brunes, qui sont intimement liées au basalte et sur lesquelles celui-

ci a coulé. Ce fait annonce que cette masse occupe la place de l'ancienne ouverture, car le basalte s'est répandu tout autour; mais comme il devait naturellement suivre la pente générale du sol, c'est du côté de l'est qu'il s'est étendu davantage. Les Puys de la Perdrix, de Charcourdat, présentent les mêmes phénomènes que le Chambourguet : ce sont aussi des dykes prismatiques avec scories, mais leurs coulées sont peu considérables. Dans la sphère d'activité de ces grandes bouches d'éruption, il en existe toujours un certain nombre d'autres plus petites, marquées par des dykes ou des amas de scories d'où partent assez souvent des nappes, mais dont le basalte s'est le plus ordinairement mêlé avec celui sortant de la grande bouche; en sorte que chaque nappe basaltique est toujours sortie par un grand nombre d'ouvertures, dont elle a caché une partie en coulant dessus. En allant vers l'est, on rencontre, autour du lac Chambon, plusieurs points d'éruptions basaltiques marqués par des scories et des prismes; ces points, comme les précédents, sont placés au milieu du trachyte, qu'ils ont recouvert de leurs déjections. Plus au nord, les Puys de la Croix-Morand, de Baladou, de l'Aiguiller, sont également des centres d'éruption; les nappes qui en partent suivent les pentes du sol, dont l'inclinaison dépasse 5°. En revenant dans l'intérieur du massif, on rencontrera encore d'autres bouches basaltiques ouvertes dans le trachyte, deux près le lac Guery, deux de chaque côté du Puy-Gros, avec des scories et même quelques bombes volcaniques. Ces dernières sont placées sur la pente escarpée de la vallée de la Dordogne: aussi leurs nappes, dont le basalte est compacte, ne présentent-elles plus qu'un amas de débris formant talus sur le flanc de la vallée. Au-dessous de ces bouches, vers le pied du Puy-Gros, et particulièrement près le hameau de Luselade, plusieurs filons de basalte traversent le trachyte; la cascade de Queireille doit sa beauté à un dyke de cette roche sorti dans le fond de la vallée. Les environs de Murat-le-Quaire présentent aussi beaucoup de dykes et de filons basaltiques: la roche Vandeix est encore un centre d'éruption fort remarquable. Mais c'est à la Banne-d'Ordanche que l'on voit le mieux la manière dont le basalte a percé le trachyte et s'est répandu dessus: on nomme ainsi un beau dyke basaltique formé de prismes irréguliers, occupant l'intérieur d'une grande bouche d'éruption, tout autour de laquelle le basalte s'est répandu, mais dont la grande nappe suit encore la pente du sol; elle s'étend dans la direction du N.-O. Du côté sud, sur le flanc escarpé de la vallée, les débris de basalte forment un talus considérable; au pied du dyke, on voit parfaitement sur quelques points le contact du basalte avec le trachyte, qui forme les parois de la bouche. Là se trouve une quantité de scories engagées dans le basalte, qui contiennent comme lui des fragments de trachyte dont plusieurs sont à peine altérés; mais sur le bord de l'ouverture le trachyte est entièrement décomposé: les parois présentent une pépérite formée de la matière basaltique scorifiée, contenant une immense quantité de fragments trachytiques décomposés. Les pépérites, les scories et le basalte compacte sont intimement

liés; ils contiennent tous les trois des cristaux d'olivine, de pyroxène, de fer titané, et quelques aiguilles d'amphibole. Du côté du nord-ouest, la nappe est fort régulière; elle suit la pente du sol, qui est ici de 8 à 10°; elle s'est peu étendue vers l'est. Mais, du côté du sud, la masse de débris qui couvre le flanc rapide de la vallée annonce qu'elle a été brisée depuis son refroidissement, probablement lors de l'ouverture de cette vallée, qui s'étend du N. au S. Entre la Banne-d'Ordanche et le village de Laqueille, il existe plusieurs petits cônes de basalte avec scories qui ont percé le trachyte et donné de petites nappes. Si de ces points on marche vers Rochefort, on rencontrera bientôt deux superbes cônes de scories avec bombes volcaniques, mais sans aucune apparence de cratère, d'où part une vaste nappe qui s'étend, vers le nord, jusqu'à la vallée de la Sioule. A l'orient de Perpezat, il s'élève au milieu de cette nappe une bosse accompagnée de scories, qui est certainement une bouche d'éruption dont le basalte s'est mélangé avec celui des deux précédentes. Au sud de Rochefort, de chaque côté de la vallée, une foule de points basaltiques avec scories percent le granite et le trachyte; dans plusieurs, les parois des ouvertures sont à jour; on les voit tapissées d'une pépérite formée de débris des roches plus anciennes, altérés et cimentés par le basalte. Dans le fond de la vallée, le basalte pousse deux filons à travers un dyke trachytique, comme nous l'avons déjà dit dans le § V.

Le Puy-d'Ebert, qui s'élève à l'est de 500^m au-dessus de Rochefort, est un superbe centre d'éruptions basaltiques; il en part plusieurs nappes qui s'étendent dans tous les sens jusqu'à une distance de 5,000^m, à Saint-Pierre-Roche, Saint-Martin-de-Tour, Orcival et Rochefort. La bouche principale, placée au centre du cône, est maintenant fermée par une masse de scories rouges intimement liées au basalte le plus compacte: c'est du côté nord que les nappes se sont étendues davantage. Ici, leur inclinaison ne dépasse pas 4°; mais des autres côtés elle est souvent plus considérable: tout annonce qu'elles ont été dérangées depuis leur refroidissement. Dans les escarpements, qui sont nombreux, on voit des masses prismatiques régulières fortement inclinées, fig. 2, et souvent brisées.

FIG. 2.



Près d'Orcival, du lac de Servières, de Vernines, d'Aurières, etc., le sol est couvert de nappes basaltiques, qui sont appliquées sur les dernières pentes du Mont-Dore, et ont été fracturées dans le sens du nord au sud. Il existe encore dans cette contrée beaucoup de centres d'éruptions, cônes de scories avec pépérites granitoïdes: les Puys de Montenard et de l'Enfer, au sommet méridional de l'ellipse qui comprend les cratères modernes, sont des points d'éruptions basaltiques et non pas de laves, comme on l'a dit; la surface des coulées de laves sorties des cratères, même lorsqu'elles se sont étendues sur un plan peu incliné (Cheire-de-Côme), offre un aspect complètement différent de celle des nappes basaltiques.

Si nous quittons les pentes du Mont-Dore pour marcher vers le nord, nous

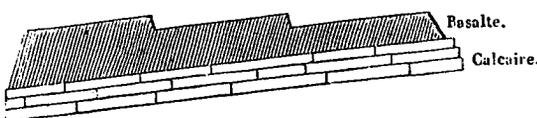
verrons, de ce côté, les points d'éruptions basaltiques s'étendre parallèlement à la chaîne du Puy-de-Dôme. Citons les plus remarquables de ces points : le Puy-de-Banson, dominant le village de Saint-Jean-les-Monges, est un superbe cône de scories qui a lancé du basalte tout autour de lui et dans lequel il n'existe aucune trace de cratère; sur les pentes, le basalte est très scoriacé, et il ne devient compacte que lorsque l'inclinaison est réduite à 2°. Au pied de ce cône, dans la vallée de la Sioule, on voit plusieurs dykes basaltiques percer le gneiss. Un peu plus au nord, le Puy-de-Neufond, moins considérable que le précédent, présente des faits semblables. A Haute-Roche et à la Motte, à l'ouest de Pontgibaud, deux cônes de scories sortis du granite ont jeté du basalte tout autour d'eux, mais en petite quantité. C'est aux mines de Pranal, sur la rive gauche de la Sioule, que les éruptions basaltiques appellent principalement l'attention de l'observateur : là s'élèvent majestueusement, au-dessus du granite, deux superbes cônes de scories, avec une immense quantité de bombes volcaniques, les Puys-Rouges, d'où s'est épanchée une nappe basaltique qui est allée tomber dans la vallée de la Sioule, en rejetant cette rivière vers le nord-est. Les galeries ouvertes pour l'exploitation des filons argentifères qui gisent dans le granite inférieur ont montré que le basalte recouvre une assise de cailloux roulés, quarzeux et granitiques, probablement l'ancien lit de la Sioule, dans laquelle sont enfouis de nombreux débris d'arbres dicotylédons dont le bois est encore bien conservé. Ceux des fragments qui sont immédiatement en contact avec le basalte sont carbonisés, mais encore très solides, et il suffit de l'interposition d'une couche de sable ou d'argile de 0^m,2 d'épaisseur pour préserver le bois de toute carbonisation sensible. Dans l'escarpement de Pranal, le basalte présente de gros prismes verticaux qui ne sont séparés du granite que par la couche d'alluvions dont nous venons de parler. La nappe du grand Puy-Rouge s'est étendue fort loin du côté septentrional, et dans cette portion il existe un point très singulier, nommé volcan de Chalusset : c'est une masse de scories, très irrégulière, très fissurée, formant bosse sur la nappe, et qui ressemble à une soufflure. Par les fentes de cette masse sont passées des vapeurs acides et sulfureuses dont les traces sont encore parfaitement fraîches. Les scories devaient être refroidies depuis longtemps, que les émanations gazeuses duraient encore : il existe tout près de ce point une source d'eau chargée d'acide carbonique, qui élève un gros rocher de travertin. Le volcan de Chalusset me paraît être une de ces bouches secondaires si communes autour des centres d'éruptions basaltiques. En continuant à suivre le versant occidental de la vallée, on rencontrera encore d'autres points de sortie de nappes basaltiques, près de Saint-Remy et de Saint-Jacques-d'Ambur. Du côté oriental, les nappes de Villelongue de Montcegnel ont aussi leur centre d'éruption accompagné de scories; la butte de Beaufort est un dyke basaltique dans le granite. Je n'ai vu aucune trace de points d'éruption dans la grande nappe de la roche Sauter; les fractures que présente la surface, et les nombreux débris des flancs, annoncent qu'elle a

été fortement disloquée depuis son refroidissement. Au nord-est de cette nappe, près de la Tronche, il existe un point d'éruptions basaltiques où j'ai reconnu deux bouches; le basalte, rempli de péridot, de pyroxène et de fer titané, ressemble beaucoup à une lave, parce qu'il a coulé sur une assez forte inclinaison; mais il n'y a aucune trace de cratère en cet endroit. Enfin, le dernier centre d'éruptions basaltiques, du côté du nord, est le Puy-de-Montiroir, à 1,200^m au nord de Manzat, dans la vallée de la Morge: c'est un cône de scories rougeâtres, très altérées, devenant brunes et passant au basalte, peu développé vers la base; ces scories contiennent du péridot, du pyroxène et du fer titané.

Tels sont les principaux points d'éruptions basaltiques du versant ouest de la chaîne du Puy-de-Dôme; entre eux il y en a encore plusieurs autres de moindre importance; on remarque aussi plusieurs dykes et filons dans le terrain granitique. Sur toutes les parois des ouvertures par lesquelles les basaltes sont sortis, il existe un conglomérat particulier, une pépérite composée de débris des roches granitiques très altérés, cimentés par les scories, par des écumes, par le basalte lui-même, qui est évidemment le résultat du frottement de la matière ascendante contre les parois de la cheminée: cette pépérite passe à une masse noire ou brune peu dure, qui n'est autre chose qu'un mélange du basalte avec les éléments du granite décomposés. Aucune des roches précédentes ne fait effervescence dans les acides, caractère négatif constant pour les éruptions basaltiques qui ont eu lieu dans les terrains granitique, gneissique et trachytique.

Une pareille série de nappes basaltiques se montre sur le versant oriental de la chaîne du Puy-de-Dôme; celles-ci ont traversé les terrains granitique, tertiaire et diluvien. Le premier point de cette seconde bande, du côté nord, est le Puy-de-Saint-Jean-d'en-Haut, à 9 kilom. plus au sud que celui de Montiroir: c'est une pointe de basalte, avec peu de scories, qui a percé un sommet granitique. Viennent ensuite les côtes de Châteaugay, qui sont couvertes de vastes nappes offrant les structures globulaire et prismatique réunies dans un petit espace; la première s'observe surtout sur les pentes dont l'inclinaison est notable et au-dessus des calcaires que le basalte recouvre. Les strates de cette roche plongent vers le N.-O. sous un angle de 5 à 8°, c'est-à-dire en sens contraire du versant de la chaîne, et les nappes basaltiques suivent assez exactement cette inclinaison; celle de la surface supérieure, dont la roche est compacte, varie entre 2 et 8° vers l'ouest, ce qui prouve qu'elles ne sont pas dans leur position originelle. La masse basaltique de Châteaugay est divisée en trois parties par des fractures courant N.-S., qui correspondent assez exactement à d'autres, semblablement dirigées, dans les côtes de Clermont, en sorte que la section de cette masse par un plan vertical donnerait le profil représenté dans la figure 3. Je n'ai reconnu aucune trace évi-

FIG. 3.

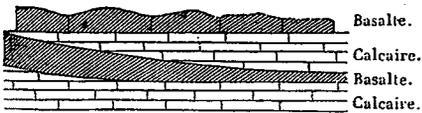


dente de bouches d'éruptions dans le plateau de Châteaugay; cependant, au sud et à l'est, près des escarpements

qui dominent les calcaires, il existe des cônes surbaissés qui pourraient être des points d'éruptions; mais je n'ai pas trouvé de scories alentour. Je crois qu'ici le basalte est passé par des fentes et des trous ouverts sur le plateau, et qu'il a cachés en coulant dessus. Outre les cristaux ordinairement engagés dans le basalte, on en rencontre ici quelques uns de feldspath vitreux. Dans la vallée qui sépare le plateau de Châteaugay des côtes de Clermont, plusieurs cônes de wacke, passant à la pépérite, s'élèvent au milieu des calcaires, dont les strates ont été dérangés alentour.

Les côtes de Clermont et de Chanturgues sont aussi toutes recouvertes de nappes basaltiques de même nature que celles de Châteaugay, offrant également les deux structures prismatique et globulaire. On reconnaît encore sur les nappes des traces de l'action N.-S. qui a produit des failles si marquées à Châteaugay; ces nappes inclinent aussi assez généralement vers les montagnes. Ici nous avons pu retrouver les marques de plusieurs bouches d'éruptions: la masse de Chanturgues part d'un petit cône situé vers l'est et s'étend vers le nord-ouest en se courbant; la surface de cette masse est scoriacée, la structure globulaire domine; dans un escarpement, on voit que cette structure est propre à la partie supérieure, dans laquelle le mouvement a dû être plus rapide: le reste de l'épaisseur ne la présente pas. Au nord et en face du sommet de Chanturgues, au-dessus de Notre-Dame-de-Nera, il existe une bouche ayant vomi une petite nappe qui couvre le calcaire en s'étendant vers le sud, et au-dessous paraît un gros filon de basalte qui traverse le calcaire, très altéré, en courant S.-O. N.-E. (fig. 4); les salbandes

FIG. 4.



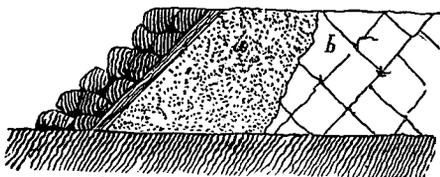
de ce filon sont formées par des wackes et pépérites qui font effervescence. Il existe un point où le calcaire, empâté dans le basalte, est durci et très altéré; la matière basaltique

s'est injectée dans son intérieur. En descendant sur Cébazat, on rencontre plusieurs cônes avec wackes et pépérites effervescentes qui se sont élevés au milieu du calcaire. Le plateau qui porte particulièrement le nom de côtes de Clermont offre une nappe basaltique bombée dirigée E.-O., qui paraît provenir de deux centres d'éruptions, l'un à l'est et l'autre à l'ouest, dont les déjections se seraient réunies en coulant sur le sol. Au sud et au nord de cette grande masse, on remarque de petits cônes ayant donné des nappes peu étendues qui ne se sont pas mélangées avec les deux précédentes. En un mot, on voit parfaitement bien dans cette localité que le basalte est sorti sur le plateau par une infinité d'ouvertures, autour desquelles il s'est répandu en coulant à une distance plus ou moins considérable, et que les diverses coulées, venant à se confondre, ont produit la nappe qui le recouvre aujourd'hui; Desmarest considérait le basalte des côtes de Clermont comme ayant été formé sur place.

Au N.-O. des côtes de Clermont, sur la falaise granitique, le Puy-de-Chanat est un beau cône de scories sorti du granite, d'où partent deux petites nappes qui ne se sont étendues qu'à quelques centaines de mètres; les scories passent insensiblement au basalte, et contiennent les mêmes cristaux. Au sud de ce cône,

et à une petite distance, il existe encore deux points qui ont donné du basalte prismatique. Depuis là, en suivant le sommet de la falaise granitique, on va jusqu'à la Baraque sans rencontrer de basalte; mais, en cet endroit, il existe deux bouches fort remarquables. La première occupe justement le sommet de l'angle formé par les deux branches de la grande coulée de Pariou, que le cône basaltique a forcée de se bifurquer. A la base de ce cône, on voit parfaitement les bords d'un trou presque rond ouvert dans le granite, et rempli aujourd'hui de scories et de pépérites; de ce trou sortent deux nappes, dont la plus considérable a coulé vers l'est et l'autre vers le sud en suivant la pente du sol, restée sensiblement la même depuis le refroidissement, puisque sur la route de Bordeaux une carrière met à jour une masse de prismes parfaitement verticaux. Sur les bords de l'ouverture se montre encore abondamment cette pépérite, composée de fragments de granite altérés et agglutinés par le basalte et les scories; autour, le granite n'est décomposé que sur une épaisseur de 4 à 6^m, au-delà il est intact. Au sud de la route, et en face du cône précédent, il existe une forte bosse basaltique avec scories d'où partent encore deux nappes, une petite qui a coulé vers le nord et l'autre vers l'est. Par leur rencontre avec les deux précédentes, ces nappes forment un cirque bien marqué, que les géologues de Clermont regardent comme un cratère basaltique d'où serait sorti tout le basalte qui gît alentour. Au pied de cette bosse, allongée dans le sens de l'est à l'ouest, on trouve du côté sud le granite très décomposé sur une longueur de plus de 100^m. Là, un fossé fraîchement creusé mettait parfaitement à découvert le contact du basalte avec le granite; une grande fente ouverte dans celui-ci a donné passage à la matière volcanique, qui, en sortant, s'est épanchée du côté nord. Les parois de cette fente sont tapissées de la même pépérite que celles du trou qui est en face; mais cette roche contient ici de nombreux fragments de granite, dont quelques uns ont 1^m de long: le basalte en contient lui-même plusieurs. Le granite de ces fragments n'est souvent altéré qu'à la surface, surtout quand ils ont une certaine grosseur. Le basalte de ces deux bouches, en coulant sur des scories qui se voient sur plusieurs points à la partie inférieure des nappes, s'est étendu jusqu'à l'escarpement de la Limagne. En approchant des cônes où la roche est scoriacée, l'inclinaison des nappes est de 4°; mais elle se réduit ensuite à 2°, et les prismes exploités dans la carrière de la route sont verticaux. Il existe à une petite distance de là, dans l'escarpement de la route, au premier pli du lacet, un fragment de cette nappe gisant sur le granite très altéré, dont elle est séparée par des scories, et plongeant vers l'est sous un angle de 25°, fig. 5. Ici, le basalte présente la structure globulaire très prononcée, en sorte qu'il a bien certainement coulé sous une inclinaison plus forte que celui qui est au-dessus; mais il est certain que cette inclinaison, aujourd'hui de 25°, a été beaucoup augmentée depuis le refroidissement.

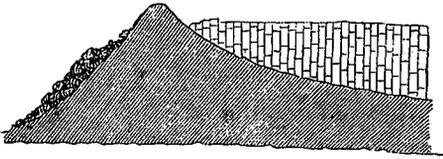
FIG. 5.



a. Sable granitique. b. Granite.

Le cap de Prudelle, situé en face de ce lambeau, est couvert par une masse prismatique, que l'on a regardée jusqu'à présent comme une suite de la coulée de la Baraque; mais, en examinant soigneusement cette masse, on est plutôt porté à croire qu'elle est sortie du sommet même qu'elle recouvre. Ici, le basalte, bien que prismatique, présente la structure téglulaire; les prismes sont assez exactement verticaux, et la surface supérieure de la nappe plonge vers l'ouest sous un angle de 2 à 3°, c'est-à-dire en sens contraire de la nappe de la Baraque, et le basalte a une épaisseur notablement plus considérable, à l'ouest, où se trouve une vaste carrière, que partout ailleurs. Du côté sud, au pied de l'escarpement, les prismes paraissent entrer dans le granite, fig. 6; on trouve là

FIG. 6.



des cendres agglutinées et la pépérite granitoïde. A l'est, le granite forme une petite pointe plus élevée que le basalte, qui paraît être une des lèvres de la bouche, et à 20^m environ au-dessous de cette même

pointe il existe un trou dans le granite altéré, d'où est sortie une coulée basaltique à structure globulaire qui a recouvert la pente est de la montagne sur une longueur de 100^m. Ainsi donc, quand bien même le basalte supérieur ne serait qu'un lambeau de la nappe occidentale, il n'en resterait pas moins vrai que le cap de Prudelle est un point d'éruption; mais, pour moi, les deux basaltes sont sortis de la montagne même par deux ouvertures différentes. J'engage MM. Bouillet et Lecoq, qui ne partagent pas mon opinion à l'égard du cap de Prudelle, à examiner de nouveau ce point. Au sud-ouest de la Baraque, le Mont-Rodeix est encore une pointe de basalte qui a percé le granite.

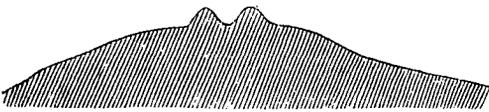
Si l'on continue à marcher vers le sud, en suivant le sommet de la falaise granitique, on arrive au Puy-de-Charade, magnifique centre d'éruption basaltique situé à 5^{km} au sud-ouest de Clermont. Là, s'élève un cône de scories avec nombreuses bombes volcaniques, d'où part une nappe étroite qui s'est étendue vers l'est jusqu'au Montaudou, au bas de la falaise granitique. Sur le pied occidental du cône de scories, on reconnaît assez bien les parois de la bouche formées par le granite décomposé dans une épaisseur de quelques mètres seulement, et tapissées de wackes et de pépérites granitoïdes. Sur les flancs du cône, le basalte a coulé sous une inclinaison de 7 à 8°, aussi est-il très scoriacé et contient-il peu de cristaux; mais au pied, où la pente se réduit à 2 ou 1°, il est compacte et présente une grande quantité de cristaux de pyroxène, de fer titané et de périclote. La nappe de Charade a été coupée en deux par le volcan de Gravenaire, qui l'a recouverte de scories sur une assez grande étendue; cette nappe reparait à l'est de ce volcan, près du Montaudou, où elle se termine par un escarpement prismatique. Le Montaudou est formé par deux dykes basaltiques qui se sont élevés en se croisant au milieu du terrain lacustre, fort altéré dans leur voisinage: le basalte de ces dykes diffère complètement de celui de la nappe pré-

cédente; il est plus compacte, moins noir, et contient beaucoup moins de cristaux.

Le Puy-de-Berzet, au-dessus de Saint-Genest-Champanelle, présente les mêmes phénomènes que celui de Charade, mais sa nappe n'a pas été rompue par l'explosion d'un volcan moderne; la principale bouche d'éruption de cette nappe est encore du côté de l'ouest: elle présente [des scories, des bombes, des wackes et des pépérites granitoïdes. Près du village de Saint-Genest-Champanelle, se trouve l'extrémité de deux nappes étroites, dont les points de sortie sont près du hameau de Chatrade, sur le bourrelet granitique qui environne les cratères.

Le plus beau centre d'éruption basaltique des environs de Clermont est certainement le Puy-de-Nadaillat, ou Tête-de-la-Serre, d'où part une nappe allongée vers l'est, fort régulière, et qui s'étend sur une longueur de 9,000^m. La Tête-de-la-Serre est élevée de 1,050^m au-dessus de la mer: c'est un vaste cône de scories sur lequel on en distingue deux autres plus petits, autour desquels gisent beaucoup de bombes dont quelques unes sont moins grosses que la tête (fig. 7). Le

FIG. 7.

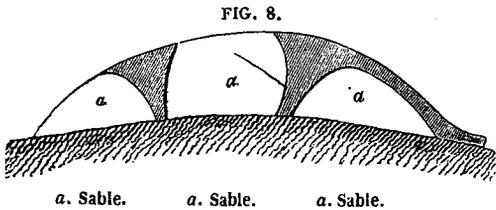


basalte s'est répandu autour de ces cônes en suivant les pentes du sol et couvrant toutes les ramifications du massif granitique au centre duquel il est sorti. En

s'avancant vers le Crest, la nappe prend la forme d'une coulée analogue à celles des volcans à cratères, que l'on nomme Serre et non pas Cheire, comme celles-ci, ce qui semble annoncer que le vulgaire même fait une différence entre les deux espèces de coulée. Cette différence est vraiment très évidente; la surface de la Serre ne présente pas toutes ces aspérités, tous ces contournements, en un mot ces marques d'une grande agitation intérieure qui caractérisent celle des coulées vomies par les cratères modernes, elle est au contraire assez unie; depuis le pied de la Tête-de-la-Serre, son inclinaison varie entre 1 et 2°: alors le basalte est compacte; mais sur les flancs du grand cône, où l'inclinaison atteint jusqu'à 6°, il est tout scoriacé et présente peu de cristaux. La nappe de la Serre arrive au village du Crest, où elle se termine par un escarpement, en suivant la surface d'un rameau granitique. A droite et à gauche elle est aussi terminée par des escarpements qui sont le résultat de l'action du temps et des agents extérieurs, car dans l'origine elle a dû s'amincir de chaque côté en recouvrant le rameau, comme cela se voit encore en un grand nombre de points où le basalte n'a pas été entamé. Le basalte de la Serre présente les deux structures prismatique et globulaire; il est compacte, avec une petite apparence tigrée, et contient beaucoup de cristaux. Sur les flancs du cône d'éruption, on voit parfaitement le basalte le plus compacte passer au basalte scoriacé, et celui-ci aux scories rouges. La parfaite régularité de cette nappe et son peu d'inclinaison à partir du pied du cône annoncent qu'elle a éprouvé peu de dérangement depuis sa consolidation: c'est un exemple aussi parfait d'une nappe basaltique allongée que les deux coulées des

volcans à cratère qui remplissent le fond des vallées, à droite et à gauche, le sont de celles-ci. Sur le versant occidental de la tête de la Serre, trois pointes basaltiques sortant du granite ont donné de petites nappes qui s'étendent vers l'ouest. Chacune de ces pointes est accompagnée de scories et de pépérite granitoïde; auprès, le granite est très sensiblement altéré: ce sont des bouches secondaires, comme nous en avons déjà beaucoup cité, mais qui n'ont pas mêlé leur basalte avec celui de la grande. Le Puy-de-Montredon, qui s'élève dans la vallée au S.-E. de la Tête-de-la-Serre, doit être considéré comme une bouche du même ordre.

Nous avons déjà cité un grand nombre de points où l'on voit clairement une portion des bouches basaltiques; mais sur aucun d'eux nous n'avons aperçu les canaux suivis par la matière ignée. Dans le Puy-de-Marquerolle, situé au-dessus du village d'Olloix, au nord-est, ces canaux ont été mis à découvert sur une hauteur de 6^m, par une exploitation de sable granitique provenant de l'action du basalte sur la roche qu'il a traversée (fig. 8).



Dans l'escarpement de cette petite montagne, qui a 6^m de haut, deux dykes basaltiques s'élèvent en s'élargissant pour aller verser leur matière à la surface, où elle forme une nappe bombée qui la couvre en partie; un de ces dykes jette un petit filon qui s'écarte à gauche en s'élevant.

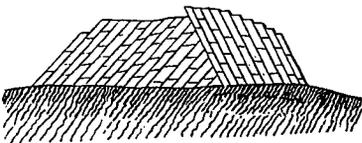
Toute la masse granitique traversée par les dykes est entièrement réduite en sable; leurs salbandes présentent une couche mince de pépérite granitoïde, formée d'un mélange de la matière volcanique avec les éléments du granite décomposé. Le Puy-de-Marquerolle montre donc d'une manière évidente, ce que l'étude d'autres points nous avait déjà fait présumer, que le basalte est sorti immédiatement par des fentes et par des trous pour se répandre à la surface du sol, sans s'élever auparavant dans un cratère comme les laves. La montagne nommée le Puy-d'Olloix, qui s'élève au sud du village à 1,005^m au-dessus de la mer, est encore un centre d'éruption dont le basalte s'est principalement versé au sud et à l'est; tout autour de cette montagne se trouvent des bouches secondaires, dont le Puy-de-Marquerolle fait partie, qui ont donné des nappes plus ou moins considérables et quelques unes de simples dykes seulement. Aux environs de Saint-Nectaire, de Saint-Diery et de Champeix, il existe encore un grand nombre de points d'éruptions basaltiques, et dans chaque région on peut presque toujours reconnaître une bouche principale et des bouches secondaires. Dans la vallée de Saint-Nectaire on voit plusieurs grandes nappes basaltiques qui s'étendent sur le granite, dont elles sont quelquefois séparées par une assise de cailloux roulés quarzeux, granitiques et même basaltiques. Ces nappes descendent des cônes qui dominent la vallée; comme elles ont généralement une forte inclinaison, et que plusieurs sont démantelées, il en résulte qu'elles ont éprouvé des bouleverse-

ments depuis leur dépôt. Près de Champeix, les basaltes recouvrent souvent les cailloux roulés; ils ont percé les arkoses du terrain lacustre, qui se trouvent là fortement disloquées, et les points d'éruption sont marqués par des scories rouges et des pépérites qui font effervescence dans les acides. C'est un fait général constant; les wackes et les pépérites basaltiques sur les terrains trachytique, granitique et gneissique, aussi bien celles placées dans le voisinage des bouchés d'éruption que celles qui gisent à une certaine distance, ne font jamais effervescence, tandis que dans le terrain calcaire l'effervescence est un caractère constant; il y a même des wackes que l'on confondrait avec le basalte si elles ne faisaient pas effervescence. Tels sont les phénomènes principaux que présente l'anneau de points d'éruptions basaltiques qui entoure le massif du Mont-Dore et les deux bandes qui flanquent à l'est et à l'ouest la chaîne du Puy-de-Dôme.

Il existe une troisième bande de pareils points suivant la trace des deux rameaux granitiques qui coupent la Limagne entre Billom et Issoire (§ 1), dont l'axe fait, avec celui de la chaîne du Puy-de-Dôme, un angle de 85° , et se trouve exactement sur le prolongement de la chaîne principale des Alpes. Cette bande est interrompue par la crête de la chaîne du Forez; mais elle reparait, toujours sur la même direction, au pied oriental de cette chaîne, entre Boen et Montbrison, où se trouve une quantité de cônes basaltiques qui paraissent avoir percé le terrain diluvien, et que nous ne faisons que mentionner ici parce que nous ne les avons pas étudiés avec détail. En Auvergne, la bande basaltique dont il est ici question se trouve divisée en deux zones, N. et S., par la crête des rameaux dont elle suit la trace. Nous allons décrire successivement chacune de ces zones.

La zone septentrionale s'étend depuis la crête du rameau, à travers les terrains granitique, tertiaire et diluvien, jusqu'à la hauteur de Clermont, c'est-à-dire sur une largeur de 25^{kil.}. Les points d'éruption les plus voisins de la crête, dont la hauteur absolue dépasse 1,000^m, sont plusieurs petits cônes qui sortent du granite aux environs d'Église-Neuve-de-Liard, de Manlieu, de Saint-Babel, d'Yronde, etc. Tous ces cônes présentent des pépérites granitoïdes, des scories plus ou moins abondantes, et, au pied de quelques uns, des parties de la bouche d'éruption. Toute la vaste forêt du comté d'Auvergne est remplie de cônes basaltiques dont les nappes se sont mélangées en encroûtant le sol, dont elles ont comblé en partie les dépressions. Depuis le village de Brousse jusqu'au Puy-de-Saint-Romain, et même jusqu'à la Tête-de-la-Serre, il existe une série de points d'éruption placés sur une ligne courbe dirigée S.-E.-N.-O.; le plus élevé de ces points est le Puy-de-la-Garde, vers l'extrémité orientale, dans lequel les prismes disposés comme

FIG. 9.



le montre la figure 9 donnent à la masse une apparence stratiforme. Entre ce cône et celui du Vacher, qui le suit immédiatement, il existe une puissante couche d'incrustations siliceuses qui présente des jaspes, des silex meulière, corné et

résinite; le silex forme ici sur le basalte une croûte qui paraît avoir été déposée par des sources sorties du pied du cône après l'éruption de la matière ignée. Les flancs du Puy-de-Cordeloup, qui fait suite à celui du Vacher, sont couverts d'une si grande quantité de débris basaltiques, qu'il est difficile d'y monter : ces débris sont des fragments de prismes entassés les uns sur les autres. Au nord de ce Puy, dans le hameau du Bost, le granite est traversé par un beau filon de basalte qui court N.-S. Près le château de Semier, plusieurs petits cônes basaltiques ont percé le granite, toujours très altéré autour d'eux. Près le hameau de la Forge, j'ai vu un beau filon qui court encore nord-sud. Au hameau de Royat, près Fayet, il existe, en connexion presque immédiate avec un petit cône basaltique, une puissante couche siliceuse exploitée comme meulière, qui recouvre le granite. Ici, la roche est en grande partie composée de nodules creux, affectant diverses formes, accolés les uns aux autres : cette couche présente du silex corné, résinite et calcédonieux; sur quelques points, l'oxide de fer est très abondant. C'est encore un dépôt de sources thermales sorties à la suite des éruptions basaltiques et qui se sont tarées depuis.

Les ruines de Mozun, d'Église-Neuve-de-Billom, de Montmorin, de Saint-Julien-de-Copel et de Busséol, gisent sur le sommet de cônes basaltiques qui ont percé le granite. Aux environs de Vic-le-Comte, on remarque, au milieu des arkoses et du calcaire, plusieurs cônes dont le basalte a coulé dans le bassin, où l'on voit les arkoses et les couches calcaires qui les recouvrent se relever fortement et dans tous les sens en approchant des montagnes; les dépôts diluviens sont aussi relevés.

En allant de Vic-le-Comte à Saint-Maurice, on traverse de profondes crevasses qui mettent parfaitement à jour la structure du terrain lacustre et les failles que les bouleversements y ont déterminées : c'est là que l'on voit clairement l'alternance des strates d'arkose avec ceux du calcaire. Au pied du grand cône basaltique de Saint-Romain, dans le village de Saint-Maurice et ses environs, le terrain lacustre est tout percé de pointes basaltiques formées de wackes noires et brunes passant à la pépérite, qui passe à son tour au calcaire : ces deux roches font effervescence et affectent ordinairement la structure globulaire, qui se propage jusque dans le calcaire plus ou moins altéré qui se trouve à une petite distance. Les wackes et les pépérites contiennent des fragments de calcaire et du granite inférieur, qu'elles ont entraînés en traversant ces roches. Toutes les caves de Saint-Maurice sont creusées dans les wackes, et par leur moyen on peut parfaitement étudier la structure de ces roches.

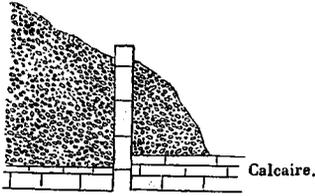
Au nord du village s'élève, à 782^m au-dessus de la mer et à 450^m au-dessus des eaux de l'Allier, le Puy-de-Saint-Romain, superbe centre d'éruptions basaltiques. A partir des eaux de l'Allier, qui en baignent le pied jusqu'aux deux tiers de sa hauteur, cette montagne est formée par le calcaire lacustre dont les strates, séparés les uns des autres par des couches argileuses, n'ont qu'une faible incli-

naison dont le sens est variable ; tout le reste du cône est formé par le basalte, dont les prismes, disloqués après le refroidissement, plongent dans tous les sens : en regardant cette masse, on dirait une forteresse armée d'une infinité de canons, car un grand nombre de prismes isolés sont presque horizontaux. Au pied nord du cône basaltique, il existe une nappe qui n'en est pas sortie ; elle incline vers lui sous un angle de 3°, et des traces de ses bouches d'éruption se voient à l'extrémité opposée, où le calcaire qui constitue l'escarpement inférieur est fortement altéré : il est endurci, pénétré de la matière basaltique, devenu magnésien, siliceux, et offre la structure globulaire ; les argiles, fortement chauffées, sont endurcies, noircies, et souvent transformées en un jaspe qui a conservé toutes les nuances de l'argile : les éruptions basaltiques ont donc encore ici été accompagnées d'émanations siliceuses. Les flancs calcaires du Puy-de-Saint-Romain sont coupés par de profonds ravins, dans lesquels paraissent de nombreux filons et dykes de basalte et de wacke ; les salbandes de ces filons présentent toutes les altérations décrites plus haut. Le basalte le plus homogène, en contact avec le calcaire, fait effervescence dans les acides ; il passe souvent à la wacke, puis à la pépérite, et enfin au calcaire ; il y a une soudure, une liaison intime entre toutes ces roches, résultat de l'action ignée sur celles déposées avant l'arrivée du basalte : c'est là ce qui a fait dire à Desmarest que le basalte n'était autre chose que le calcaire ou le granite fondus par les feux souterrains. A l'extrémité supérieure du ravin de la Colavette, qui débouche près de Saint-Maurice, on voit le basalte sortir du calcaire, très altéré, et déborder dessus ; c'est là le bord d'une bouche d'éruption. Il en existe encore une semblable à l'est, sur le chemin qui conduit du village à la chapelle. Le Puy-de-la-Roche-Noire, élevé sur le calcaire, présente aussi plusieurs points d'éruption et, dans le voisinage, de nombreuses modifications dans la nature des roches neptuniennes.

Sur la rive gauche de l'Allier, presque en face de Saint-Romain, s'élève le Puy-de-Coran, qui atteint 626^m au-dessus de la mer. Cette charmante montagne, dont la base est encore calcaire, se compose d'un vaste plateau basaltique inclinant vers le N.-E. sous un angle de 1 à 2° seulement. A l'extrémité sud de ce plateau s'élèvent deux cônes de scories rouges qui occupent la place des deux bouches principales. Les flancs de ces cônes, inclinés de 4 à 5°, offrent le passage insensible des scories au basalte du plateau ; les plus rouges contiennent comme lui de l'olivine et des cristaux de pyroxène. On rencontre dans les scories et sur le plateau de gros morceaux de pyroxène qui ont éprouvé un commencement de fusion, ce qui annonce que les bouches ont fourni plusieurs éruptions ; c'est la dernière qui a élevé les cônes de scories. Le plateau du Puy-de-Coran est escarpé de toutes parts, et les escarpements présentent de gros prismes verticaux au pied desquels gît une quantité de débris ; le basalte se montre encore sur les flancs de la montagne formant de petites nappes, à une certaine distance des escarpe-

ments. Du côté de l'est, au pied du cône d'éruption, il existe plusieurs fentes par lesquelles le basalte a passé, en altérant fortement les roches lacustres et formant des wackes et des pépérites. Là, on remarque un filon vertical de basalte

FIG. 10.



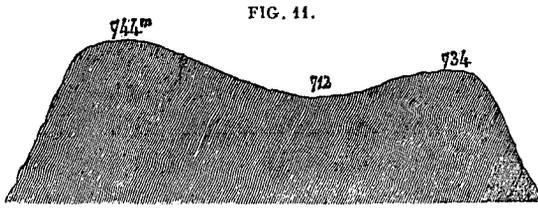
compacte (fig. 10) qui traverse le calcaire et les scories. Le basalte de Coran, ainsi que ses scories contient de nombreux fragments de granite empâtés plus ou moins altérés; un grand nombre de pareils fragments se trouve répandu sur le plateau : ce fait

prouve que le basalte avait traversé le granite avant le calcaire, au milieu duquel il a fait éruption. L'inclinaison de la nappe basaltique qui ne paraît pas avoir été sensiblement dérangée depuis son refroidissement, et la position des scories, annoncent bien que la principale bouche d'éruption se trouvait à l'extrémité sud du plateau; mais on voit parfaitement aussi, de ce côté, au pied de l'escarpement, une portion de l'ouverture garnie de pépérite et de wacke. Jusqu'à une certaine distance, le calcaire, l'argile et l'arkose sont altérés et même pénétrés par de petits filons de basalte; sur un point on voit même la matière ignée déborder sur le calcaire. Ici, les argiles ont été noircies, durcies et transformées en jaspe comme à Saint-Romain.

Le *Puy-de-Monton*, au N.-O. de celui de Coran, dont le sommet est occupé par des tufs ponceux semblables à ceux de Perrier, a également une base calcaire percée par plusieurs pointes basaltiques, avec wacke et pépérite, qui annoncent que le basalte s'est accumulé au centre de la montagne sans pouvoir se faire jour au sommet. Le mont de Tilly, entre Ludesse et Saint-Sandoux, le Puy-de-Saint-Saturnin, sont encore de grosses bosses calcaires moulées sur une masse basaltique qui en occupe le centre, et qui s'est déversée dessus en la perçant sur plusieurs points; car chacune de ces montagnes présente de nombreuses traces de bouches d'éruption.

La *montagne de Gergovia*, sur laquelle s'élevait jadis la capitale des Arvernes, tout orgueilleuse d'avoir vu fuir les aigles de César et pâlir l'étoile de ce fier conquérant, est l'endroit où l'on peut le mieux voir la manière dont le basalte s'est introduit au milieu des roches neptuniennes en coulant dessus. Dans leur bel ouvrage intitulé : *Coupes et vues des principales formations géognostiques de l'Auvergne*, MM. Bouillet et Lecoq ont donné, pl. xxv et xxvi, deux vues de Gergovia, qui sont la copie fidèle de la nature, et auxquelles nous renvoyons le lecteur pour l'intelligence de ce que nous allons dire. Le plateau sur lequel fut bâtie l'antique cité gauloise offre deux bosses de basalte compacte, un peu scoriacé, probablement les restes de deux cônes d'éruption dont la partie supérieure a été enlevée par la main des hommes lors de la construction de la ville; ces cônes atteignent 744 et 734^m de hauteur absolue, et la dépression qui les sépare 712^m seulement; c'est l'endroit où vont se réunir les deux

nappes (fig. 11). Le basalte de ces nappes présente bien çà et là quelques parties



scoriacées; mais en général il est très compacte, et contient beaucoup de cristaux de péridot, pyroxène, fer titané, etc. Les flancs de la montagne, au-dessous des escarpements prismatiques, sont lardés de filons

basaltiques qui traversent le calcaire en le bouleversant et l'altérant; c'est du côté oriental que ces filons sont le plus puissants et le plus nombreux. Le grand filon, qui a l'apparence d'une couche, est à découvert sur une étendue de 1,200^m, depuis le village de Merdogne jusqu'au-dessus de celui de Bonneval; son basalte, fort dur et compacte, est riche en olivine; il présente la structure prismatique bien prononcée. Quand il est en contact avec le calcaire, il passe à la wacke, surtout dans les endroits où le calcaire est altéré; sur quelques points, cette roche n'a éprouvé aucune espèce d'altération, bien qu'elle soit immédiatement en contact avec le basalte: au-dessus et au-dessous de ce grand filon, le calcaire est percé par des pointes basaltiques qui paraissent en être des ramifications. Les ravins entre les hameaux de Gergovia et de Bonneval laissent voir les têtes d'un grand nombre de filons traversant le calcaire, qui, souvent, n'est aucunement altéré; au-dessus de ces filons les couches calcaires sont arquées et même disloquées. Près de l'extrémité nord du grand filon, on voit s'élever au milieu du calcaire, très altéré et imprégné d'une grande quantité de fer, une masse irrégulière, allongée, d'un conglomérat calcaréo-basaltique, contenant beaucoup de fer muriaté; autour de cette masse, le terrain est tout criblé d'injections de même nature. Tous les flancs de la montagne présentent des phénomènes analogues, qui annoncent qu'en faisant éruption sur le plateau, le basalte les perçait en mille endroits. Entre Merdogne et Ompe, aux environs de la tour Julia et de Jussat, plusieurs cônes basaltiques ayant donné de petites nappes percent le calcaire: ce sont autant de bouches secondaires qui se rattachent à la grande éruption de Gergovia. Dans toute cette contrée, la silice est abondante; elle forme des veines dans les conglomérats et les calcaires, qui sont eux-mêmes devenus souvent siliceux: les éruptions basaltiques de Gergovia étaient donc aussi accompagnées d'émanations siliceuses.

Le *Puy-Giroux* est un cône aigu qui s'élève à 840^m au-dessus de la mer, à l'ouest de Gergovia. La nappe sortie du pied de ce cône s'est étendue vers le nord jusqu'à 3,000^m de distance, en coulant sur la pente du sol, qui a été augmentée depuis, car la nappe est disloquée en plusieurs endroits. Au pied S.-O. du cône, le calcaire, fort altéré, passe à la wacke, et celle-ci au basalte. Dans les ravins, qui sont nombreux de ce côté, on remarque quelques petits filons et des pointes de basalte qui percent le calcaire en le bouleversant et l'altérant. J'ai eu l'avantage de visiter le Puy-Giroux et Gergovia avec M. de Pinteville, un des secrétaires de la Société géologique.

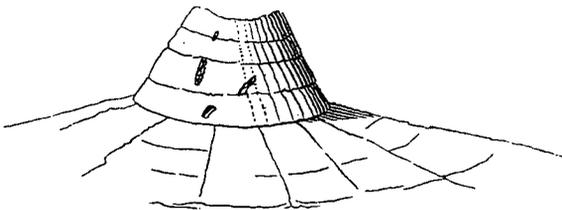
Le *mont Rognon*, placé plus au nord, est un cône basaltique semblable au *Puy-Giroux*, mais moins considérable, dont le basalte s'est étendu au nord, à l'est et à l'ouest, en encroûtant le calcaire qu'il avait percé en plusieurs endroits. Les cultures qui couvrent la montagne empêchent de voir le contact de cette roche avec le basalte; sur quelques points, nous avons cependant reconnu les altérations ordinaires, la structure globulaire et quelques pointes de wacke. Une bouche secondaire, qui a donné une petite nappe, s'est ouverte au nord de *Ceyrat*, entre l'arkose et le granite.

Le *Montaudou*, qui s'élève à 600^m de hauteur absolue à l'extrémité orientale de la nappe de *Charade*, est un cône obtus, résultat du croisement de deux filons basaltiques qui ont traversé les arkoses et le calcaire supérieur en les bouleversant et les altérant; des filons principaux partent plusieurs petites ramifications qui s'étendent plus ou moins loin. Le basalte du *Montaudou*, qui diffère notablement de ceux de *Charade* et du *mont Rognon*, se mélange avec les roches neptuniennes qu'il a percées, et il en résulte des conglomérats remarquables qui contiennent des fragments de basalte. A l'approche du *Montaudou*, la grande coulée de *Gravenaire* s'est divisée en deux branches.

En continuant à s'avancer vers le nord, au pied de la grande falaise granitique, on trouve les éruptions basaltiques des côtes de *Clermont*, de *Chanturgues* et de *Châteaugay*, qui ont eu lieu à travers le calcaire et dont nous avons déjà parlé. Revenons maintenant vers l'est, sur la trace du rameau des montagnes du *Forez*, où il existe encore une série de cônes basaltiques qui se sont élevés au milieu du calcaire.

Le *Puy-de-Crouel* est un petit cône isolé au milieu de la plaine, que l'on aperçoit de *Clermont* aussitôt que l'on tourne les yeux vers l'est. L'altitude de ce cône est de 430^m, et sa hauteur au-dessus de la plaine de 92^m; il est composé de wacke bitumineuse passant à la pépérite, toutes les deux effervescentes dans l'acide muriatique. Ces roches sont sorties du centre d'une gibbosité calcaire,

FIG. 12.



dans laquelle on voit les couches se relever tout autour du cône (fig. 12); la wacke présente une fausse apparence de stratification très tourmentée. La surface offre des scories, et toute la masse ba-

saltique contient des fragments de calcaire dont quelques uns sont très gros; ce sont même des portions de strates qui ont plusieurs mètres de longueur, empâtés à différentes hauteurs dans la roche volcanique: plusieurs de ces fragments sont à peine altérés. Dans une ouverture pratiquée par la main des hommes sur le flanc nord du cône, on remarque plusieurs fragments de strates calcaires empâtés dans la wacke et disposés par étage les uns au-dessus des autres, preuve évidente de l'éruption de cette roche à travers le calcaire au point même où elle gît main-

tenant. Les wackes et les pépérites de Crouel sont imprégnées de bitume qui suinte par plusieurs fentes et s'encaisse en petite quantité dans les trous ; certaines fissures de ces roches sont tapissées de gouttelettes de calcédoine, qui annoncent le passage d'eaux siliceuses.

Le *Puy-de-la-Poix* est un petit monticule dont la hauteur absolue est de 337^m, composé des mêmes roches que Crouel, et qui se trouve presque en face au nord de la route. Ici, les fragments calcaires empâtés sont nombreux et généralement peu altérés. Le bitume est accumulé dans les roches volcaniques en si grande quantité, que pendant les chaleurs de l'été il en coule en abondance par toutes les fentes ; voilà ce qui lui a fait donner le nom de *Puy-de-la-Poix*. Mais c'est une source d'eau salée sortant du monticule qui amène la plus grande quantité de cette matière ; cette source est si abondante qu'elle inonde une grande cave, creusée près d'elle, malgré tous les efforts du propriétaire ; le bitume flotte à la surface de l'eau et se dépose sur les parois des conduits par où elle s'écoule : en se répandant sur le sol, l'eau en a formé une couche assez épaisse. Du côté nord, on a creusé un puits de 3 à 4^m de profondeur pour l'extraction du bitume, aujourd'hui abandonnée ; l'eau qui le remplit en partie est couverte d'une forte couche de cette substance. A la ferme de Pralon, un peu au nord, près de Malinrat, à la Chapelle-de-Cœur, au milieu de la Limagne, il existe des monticules semblables à celui de la Poix, qui donnent également du bitume.

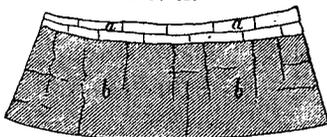
Si l'on va du Puy-de-Crouel à celui d'Anzelle, cône basaltique qui s'élève à 534^m au-dessus de la mer, sur le massif calcaire compris entre Lempdes et Cournon, on rencontrera sur les premières pentes de petites bosses dans lesquelles le calcaire, altéré, est pénétré d'une substance brune. Plus loin, de pareilles bosses sont produites par des dykes de wacke qui altèrent et bouleversent le calcaire ; ces wackes contiennent des fragments calcaires de toutes les grosseurs. Sur les salbandes, le calcaire altéré est souvent devenu magnésien ; j'ai remarqué là des pointes d'arkose qui paraissent avoir percé le calcaire comme si elles étaient venues d'en bas, poussées par les roches ignées : les wackes de cette localité sont intimement liées au calcaire, et les deux roches affectent la structure globulaire. Du côté sud, la wacke, très caverneuse, ressemble à une meulière et contient beaucoup de bitume. En cassant la roche, on trouve cette substance remplissant toutes les cavités intérieures ; elle est véritablement enfermée dedans : toutes les wackes de ce massif sont très bitumineuses. En arrivant au pied du cône d'Anzelle, le calcaire se montre bouleversé et altéré de différentes manières ; il passe insensiblement à la wacke, et celle-ci au basalte, qui forme le centre du cône, dont le sommet surbaissé présente plusieurs pointes. C'est là un centre d'éruptions basaltiques auquel se rattachent les diverses bosses dont nous venons de parler, les Puys-de-Crouel, de la Poix, et aussi celui de Cournon, au S.-E., qui en est séparé par une vallée. Ce dernier ne présente que des wackes plus ou moins calcaires, au milieu desquelles M. Pomel a reconnu une quantité de

cristaux de gypse groupés en rosaces, qu'il regarde comme le résultat de l'action des vapeurs sulfuriques sur le calcaire; ces roches contiennent encore du bitume.

En face du Puy-d'Anzelle, de l'autre côté de l'Allier, s'élève, à 600^m au-dessus de la mer et 300^m au-dessus de cette rivière, le Puy-de-Mur, cône basaltique très aigu qui perce un gros massif calcaire. A l'est s'étend une grande nappe basaltique presque horizontale qui ne s'y rattache aucunement, et dont l'escarpement occidental présente plusieurs traces de bouches d'éruption. Il n'existe point de scories autour du cône de Mur, les cultures et les talus formés par les débris de basalte cachent le contact de cette roche avec le calcaire; mais sur les flancs, dans les fossés des vignes, on trouve le calcaire bouleversé et notablement altéré: tout le sol est couvert de petites concrétions siliceuses globuliformes. Dans le village de Dallet, bâti au pied du cône, sur le calcaire qui lui sert de base, en creusant des caves et des puits, on est tombé sur la masse basaltique à plusieurs mètres au-dessous de la surface supérieure du calcaire; il existe donc une nappe basaltique sous le massif calcaire du Puy-de-Mur. Près de Saint-Bonnet, Chauriat, Vertaison, Pont-du-Château, on voit des bouches secondaires qui ont donné des wackes autour desquelles le calcaire est bouleversé et fortement altéré; toutes ces roches sont bitumineuses et intimement liées les unes aux autres.

Dans le village même de Pont-du-Château, le contact des roches basaltiques et lacustres présente des phénomènes remarquables et d'une étude très facile. Les calcaires altérés, même légèrement, présentent la structure globulaire comme les wackes et les pépérites: toutes ces roches sont riches en bitume. Dans les escarpements de la route, cette substance découle par une infinité de fissures; leur surface présente de petites rosaces de cristaux de silice et des gouttelettes dispersées; on en trouve même sur le bitume endurci, ce qui prouve bien que la silice est ici un produit aqueux. Les wackes et les pépérites de Pont-du-Château contiennent une grande quantité de débris du calcaire qu'elles ont traversé; on y remarque plusieurs gros fragments de strates dans toutes les positions; il en existe surtout un, de plusieurs mètres de longueur, dans l'escarpement de la

FIG. 13.



a. Calcaire. b. Wacke.

route, porté par la roche basaltique, qui l'a fortement arqué en le soulevant (fig. 13). A l'extrémité ouest de cette masse, le calcaire en contact avec elle est bouleversé et très altéré; une pointe de wacke, qui pénètre dedans, file le long d'une portion de strate

qu'elle a redressée verticalement. Enfin, en examinant les nombreux escarpements de la colline de Pont-du-Château, on reconnaîtra une infinité de phénomènes semblables à ceux que nous venons de décrire.

La butte de Courcœur, marquée par la tour d'un ancien moulin, est composée de wackes, de pépérites et de calcaires altérés, mélangés et intimement liés,

soudés entre eux, traversés çà et là par des filons d'un basalte noir très dur ; les mêmes faits se représentent dans la montagne de Vertaison. Ici toutes les roches sont traversées par des filons siliceux. La jolie petite ville de Billom est dominée à l'ouest par deux cônes basaltiques, que l'on voit de fort loin, le petit et le grand Turluron, sortis d'une grosse bosse calcaréo-argileuse, à une distance de 1,100^m l'un de l'autre. L'altitude du petit Turluron est de 593^m, celle du grand n'est que de 550^m ; la bosse calcaire s'élève notablement vers le nord, où se trouve le plus petit cône. On reconnaît à la base des deux Turlurons toutes les altérations du calcaire, déjà si souvent décrites ; l'enveloppe de chaque cône basaltique est formée de wackes, de pépérites et de calcaires altérés, intimement liés entre eux et affectant tous la structure globulaire. Les roches basaltiques contiennent une grande quantité de fragments de calcaire, d'arkose et de granite ; ces derniers sont très nombreux, et le granite ne paraît en place à la surface du sol qu'à 3,000^m à l'ouest du grand Turluron. Les fragments de cette roche ont jusqu'à 0^m,5 d'épaisseur, leur surface est toujours sensiblement altérée ; des veines de silex et de calcaire siliceux traversent les wackes et les pépérites. Sur le flanc nord du grand Turluron, à mi-côte, il existe un petit cratère dont l'intérieur est garni de débris de basalte, qui n'a jamais vomé de laves ni de scories. Autour se trouvent amoncelés des fragments semblables à ceux de l'intérieur, parmi lesquels on en trouve plusieurs dont la surface fondue s'est crevassée en se refroidissant ; au-dessous de la partie fondue ou frittée, le basalte est intact. En décrivant les volcans à cratères, nous citerons un phénomène semblable dans le domite de la base du Puy-Chopine.

Il existe encore des cônes basaltiques occupant le centre de monticules calcaires, près de Reygnat, Saint-Jean-de-Glaine, Moissat haut et bas, Salmeranges, etc. On peut dire, en général, que toutes les montagnes et les monticules bombés qui s'élèvent à différentes hauteurs dans la Limagne ont pour noyau une masse basaltique plus ou moins considérable, plus ou moins apparente, dont les productions percent souvent les flancs et le sommet ; il existe donc une liaison intime entre la formation de ces aspérités du sol et les éruptions basaltiques.

Il a été soutenu par plusieurs géologues, il a été imprimé dans plusieurs ouvrages, que toutes les nappes, que tous les pitons basaltiques de l'intérieur de la Limagne étaient les restes d'une vaste nappe qui s'était jadis étendue sur toute la contrée, et qui avait ensuite été déchirée par les courants diluviens. La description que nous venons de donner de toutes ces productions basaltiques fait justice d'une telle opinion ; mais pour lui porter le dernier coup, voici le tableau des altitudes de ces prétendus restes d'une grande nappe qui aurait dû s'étendre sur un sol peu incliné pour conserver la compacité de sa matière, et dont la surface supérieure, parfaitement conservée sur un grand nombre de points et encore adhérente à des scories qui forment de petits cônes au-dessus, Coran, La Serre,

côtes de Clermont, plateau de la Baraque, de Mur, etc., montre qu'elles n'ont jamais eu une épaisseur de plus de 20^m.

| NOMS DES POINTS. | ALTITUDES. |
|---|------------------|
| Plateau de la Baraque | 780 ^m |
| Cap de Prudelle | 700 |
| Plateau de Châteaugay | 527 |
| Côtes de Clermont | 611 |
| Sommet de Chauturgues | 556 |
| Le Montaudou | 592 |
| Puy-Girou | 838 |
| Bosse ouest de Gergovia | 744 |
| Bosse est de Gergovia | 734 |
| Puy-de-Crouel | 429 |
| Puy-de-la-Poix | 337 |
| Première bosse de la côte d'Anzelle | 384 |
| Puy-d'Anzelle | 534 |
| Puy-de-Cournon | 544 |
| Puy-de-Coran, le plateau | 570 |
| Puy-de-Coran, le grand cône | 621 |
| Puy-de-Saint-Romain | 782 |
| Puy-de-Mur, le cône | 601 |
| Plateau de Mur | 592 |
| Plateau de Pont-du-Château | 370 |
| Petit Turluron | 593 |
| Grand Turluron | 550 |
| Butte de Courcœur | 460 |

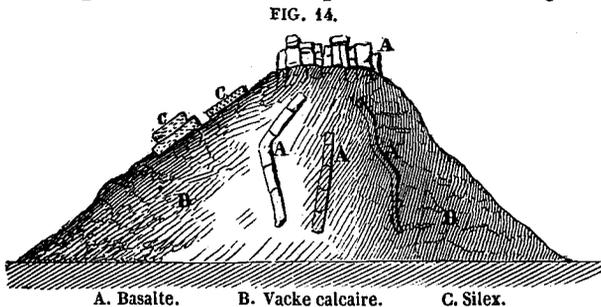
Toutes ces hauteurs au-dessus du niveau moyen de la mer sont extraites des travaux géodésiques et topographiques exécutés par les officiers d'état-major pour l'établissement de la carte de France; il n'y a donc rien à objecter contre leur exactitude. Je l'ai déjà dit, la surface de plusieurs de ces lambeaux basaltiques présente de petits amas de scories rouges, incohérentes, qui y sont soudées; l'inspection de celle d'un grand nombre d'autres montre qu'elle n'a été que peu altérée depuis son refroidissement. Ainsi, ceux qui persistent à soutenir, malgré l'évidence des faits, que les diverses nappes basaltiques de la Limagne sont les restes d'une croûte qui couvrait jadis toute la contrée où elles se montrent, seront forcés d'admettre que cette croûte a été singulièrement disloquée dans le sens vertical depuis son refroidissement, et c'est justement là ce qu'ils combattent davantage.

Si l'on continue à suivre la direction du rameau de la chaîne du Forez, à travers cette chaîne elle-même, on la trouvera encore marquée par des éruptions basaltiques. Sur le versant occidental, il en existe près de Vodable; celles des environs de Montboissier sont aussi dans la chaîne; et sur le versant oriental, dans la vallée de la Loire, entre Boen, Montbrison et Saint-Marcellin, toujours

sur la direction du rameau, il existe un grand nombre de cônes basaltiques avec nappes qui s'étendent jusque dans le fond de la vallée, où ils paraissent avoir percé le terrain diluvien. Je n'ai pas eu le temps d'étudier le système basaltique de Montbrison, et je n'en parle ici que pour montrer qu'il se trouve aussi sur le prolongement de la direction des Alpes principales; comme celui de Clermont. Passons maintenant aux environs d'Issoire, sur le versant méridional du rameau.

Nous avons déjà parlé des basaltes qui paraissent avoir percé les tufs ponceux de la montagne de Perrier, et qui les ont bien certainement recouverts à Neschers. En face de cette montagne, sur la rive droite de l'Allier, il existe un petit système basaltique extrêmement remarquable, comprenant les Puys-du-Tellier, d'Ibois et de la tour de Boulade, placé sur la même direction N.-S. qui passe par les deux Turlurons, les principaux cônes de la forêt du comté, et au sud par le pic de Nonette : c'est une fente d'éruption dans la direction du système de la Corse.

Le Puy-du-Tellier, dans le voisinage duquel le terrain tertiaire se trouve porté à 300^m au-dessus des eaux de l'Allier, est un cône basaltique qui s'est élevé sur la limite du granite et du terrain tertiaire en perçant les deux roches. Au-dessous du pic de basalte, les flancs du cône sont formés par une masse calcaréo-argileuse, dans un état de trituration et d'altération impossible à décrire; de nombreux fragments de granite altéré sont dispersés dans cette masse incohérente. A l'ouest, des fragments d'une couche de silice se trouvent dispersés sur les flancs (C), les argiles sont toutes pénétrées de la matière basaltique, les calcaires sont devenus magnésiens; à l'état spathique, ils forment de nombreuses veines et des géodes dans les argiles altérées. Au sud, cette masse singulière (B) est traversée par trois filons de basalte (A) qui serpentent au milieu d'elle. Son état d'incohérence permettant à l'eau pluviale de la ronger, les filons sont restés en saillie au-



dessus d'elle; celle du grand va jusqu'à 6^m. Ainsi, le Puy-de-Tellier est bien certainement une bosse formée dans les terrains granitique et calcaire par l'arrivée du basalte qui s'est fait jour au sommet et sur les flancs (fig. 14).

Le Puy-d'Ibois est un gros dyke prismé qui s'est élevé au milieu du terrain lacustre altéré autour; mais le grand nombre de débris et les cultures qui environnent la montagne empêchent de voir le contact des roches. En allant d'Ibois à la tour de Boulade, on remarque sur le plateau bombé plusieurs bosses calcaréo-argileuses, dont quelques unes présentent des wackes et des pépérites; au pied d'une de ces bosses, où le calcaire ne paraissait nullement altéré, une ouverture faite à la pioche avait mis le basalte à découvert.

Les ruines de la tour de Boulade sont posées sur un cône basaltique qui domine

ce bel escarpement, formé par des argiles et des grès de différentes couleurs, présentant des sculptures analogues à celles des façades de nos églises gothiques, ouvrage des influences atmosphériques aidées par l'infiltration lente et continue des eaux : ce cône est le sommet d'un dyke qui a percé le flanc sud de la montagne, en débordant sur les roches lacustres changées en wackes et pépérites jusqu'à une notable distance du contact. Les flancs est et ouest, terminés par des escarpements, sont percés par des filons de basalte qui ont brisé les strates tertiaires sans avoir dérangé beaucoup leur horizontalité. Du côté de l'ouest, deux grands filons, partant presque de la masse basaltique supérieure, traversent tout l'escarpement et se prolongent au-dessous dans le lit de l'Allier ; il est bien encore évident ici qu'une grosse masse basaltique s'est élevée sous la bosse calcaréo-argileuse, en lançant des ramifications qui perçaient les flancs. A Parentignac, plus au sud, une pointe basaltique s'élève au milieu de la plaine, et en continuant la même direction, on trouve, à 8^k au sud, le pic de Nonette, gros dyke de basalte qui s'est élevé à l'origine d'une bosse calcaire allongée du sud au nord.

A l'ouest de Parentignac on aperçoit le Puy-d'Usson, superbe cône aigu formé par des prismes basaltiques, dont l'inclinaison en divers sens annonce qu'ils ont été dérangés depuis leur consolidation. La gibbosité qui sert de base au Puy-d'Usson est formée par le gneiss entouré par les argiles et les grès rouges du terrain lacustre, à travers lesquels il a passé avec le basalte, qui s'est fait jour au milieu de lui. Le village et les cultures qui couvrent les flancs du cône cachent le contact du basalte avec les roches qu'il a percées ; les habitants ont creusé, dans le basalte, des puits qui leur donnent constamment de l'eau excellente, et dont deux ont 40^m de profondeur. Dans l'intérieur du village, à 60^m au-dessous du pic, il existe une source abondante dont la quantité d'eau et la température sont constantes pendant toute l'année. Comme cette fontaine fournit à la plus grande partie de la commune, et que la portion du cône qui la domine est peu considérable, je ne puis pas croire qu'elle soit alimentée par l'eau du ciel seulement. Usson se trouve sur la limite orientale du terrain tertiaire ; si l'on s'avance de là vers l'ouest, on trouvera, aux environs de Saint-Étienne-sur-Usson, trois cônes basaltiques, dont une grande partie des prismes réduite en débris couvre maintenant les flancs, qui se sont élevés au milieu du gneiss en formant une bosse autour d'eux. Dans quelques points, le basalte est accompagné de pépérites granitoïdes. Ces cônes, qui appartiennent à la portion du rameau engagée dans la chaîne du Forez, sont, avec ceux de Montboissier, les plus orientaux du versant ouest de cette chaîne ; en la traversant, on n'en trouve plus que sur le versant oriental, il n'en est point sorti dans le voisinage de la crête. De Saint-Étienne on aperçoit, vers le sud-est, le suc d'Esteil, digne de toute l'attention des observateurs.

Le *suc d'Esteil* est une grosse masse basaltique obtuse qui s'élève à 827^m au-dessus de la mer, en couronnant une gibbosité du gneiss qu'elle a évidemment

percée, comme on peut le voir à l'est et au sud, où se trouvent des scories et des pépérites; ici, le basalte forme une petite nappe qui s'est étendue vers l'ouest : cette nappe a été très disloquée depuis son refroidissement, car la surface et les flancs sont couverts de fragments de prismes. Le fait le plus curieux que présente le Suc-d'Esteil, c'est qu'une grande partie de la gibbosité du gneiss, jusque sous le basalte, est couverte par une épaisse couche d'un sable blanc quarzeux, semblable à celui de l'Allier, au milieu duquel se montrent des cailloux roulés quarzeux et de petites couches d'argile ondulées, semblables à celles que présentent les dépôts de toutes les rivières de la contrée; la partie supérieure du sable contient des fragments de gneiss et de basalte. Dans un fossé récemment ouvert, j'ai vu cette alluvion singulière recouvrir les argiles bigarrées du terrain lacustre, qui reposent ici sur le gneiss, avec lequel elles paraissent intimement liées. Le sable, aussi pur que celui de l'Allier, est exploité pour la confection des mortiers. Le Suc-d'Esteil se serait-il élevé au milieu du lit d'une rivière, qu'il aurait porté à plus de 400^m au-dessus du niveau actuel de l'Allier, avant que le basalte l'eût percé pour s'épancher dessus? Le fait est que la gibbosité qui lui sert de base date de l'époque des éruptions basaltiques, puisqu'elle est couverte d'une couche de terrain lacustre sur laquelle gît une couche d'alluvion. Nous citerons plus bas un pareil phénomène près de Saint-Flour.

Depuis le Suc-d'Esteil jusqu'à la Motte près Brioude, on ne trouve plus aucune trace d'éruptions basaltiques sur le versant de la chaîne du Forez, ni même dans la Limagne, si ce n'est le pic de la Roche, près Bournoncle-Saint-Pierre, qui est un peu plus au sud que la Motte. Il existe donc là une bande de 16^{kil.} de large séparant la série d'éruptions basaltiques passant par le Mont-Dore, d'une autre série semblable qui passe par le Cantal en suivant une direction sensiblement parallèle à la première. Mais avant d'entreprendre la description de celle-ci, continuons à suivre l'autre.

Au sud d'Issoire, un vaste plateau basaltique presque horizontal, la *Chaux-du-Broc*, est dominé à l'ouest par le cône de Solignat, dont le sommet s'élève à 200^m au-dessus de lui. A la première vue, on pourrait croire que le Puy-de-Solignat est la bouche qui a vomé la nappe qui couvre le plateau du Broc; mais en examinant les lieux, on reconnaît que les choses ne se sont pas passées ainsi : il y a une solution de continuité bien marquée entre le Puy-de-Solignat et le plateau; la nappe basaltique de celui-ci incline légèrement vers le Puy, et en suivant les escarpements on reconnaît en plusieurs endroits, et notamment près de Gignac, des traces de bouches d'éruption. Le Puy-de-Solignat est un puissant dyke basaltique sorti d'une gibbosité calcaire, comme on le voit très bien à son pied des côtés sud et ouest; tout autour se trouvent des dykes moins considérables, Antoin, Vodable, la Ronzière, etc. Il en est de même autour de la Chaux-du-Broc, aussi bien au nord qu'au sud, comme le montre la carte, en sorte qu'il existe là

une région d'éruptions basaltiques dont le Puy-de-Solignat est le centre principal.

En tournant les yeux vers le S.-O., on apercevra une haute montagne en forme de dôme, qui garde la neige presque aussi longtemps que le Cézallier : c'est le Puy de Leyranoux, dont nous avons déjà parlé. De là divergent plusieurs grandes nappes de dolérite passant au basalte, qui se dirigent dans tous les sens en incrustant la gibbosité du gneiss d'où elles paraissent être sorties. Une de ces nappes, qui s'étend jusqu'à Antoin, a 9^{kil.} de long sur 2^{kil.} de large. Ici, la dolérite et le basalte ont évidemment coulé sur les pentes du sol, dont l'inclinaison, qui va jusqu'à 7°, n'a pas sensiblement changé depuis cette époque : aussi la surface des nappes est-elle toute scoriacée et offre-t-elle toutes les autres marques d'un mouvement rapide. Au village de Dauzat, le basalte s'est précipité dans la vallée en roulant comme une lave ; à la hauteur de la Ronzière au nord et de Ternant au sud, où l'inclinaison n'est plus que de 2 à 3°, il est assez compacte et homogène. On ne voit point de scories ni de pépérites sur le sommet de Leyranoux, les bouches d'éruptions sont cachées par la matière ignée qui a encroûté toute la montagne ; mais autour, les bouches secondaires paraissent en grand nombre, à Ternant, la Chapelle-Marcousse, plateau de Roche-Charles, au-dessus de Valbelex, Malnon, Chassagne et Dauzat. A Chassagne, plusieurs petites bouches d'éruption avec scories paraissent dans le fond et sur les flancs de la vallée ; à l'ouest de Malnon, s'élève un gros dôme de scories rouges d'où s'est échappée une grande quantité de basalte, qui s'est mêlé avec celui sorti des bouches de Leyranoux. Parmi les éruptions de ce point, il faut surtout remarquer une masse de conglomérats qui s'avance vers l'est et se termine par un bel escarpement au pied duquel est bâti le hameau de Malnon : ce conglomérat est composé d'une quantité de bombes volcaniques, de scories rouges, de fragments anguleux de basalte et de gneiss, cimentés par la matière basaltique plus ou moins compacte, plus ou moins scoriacée. Près de Malnon, le conglomérat a recouvert le calcaire d'eau douce en l'altérant ; sur quelques points, cette roche est aussi traversée par des filons basaltiques qui l'ont bouleversée et injectée, suivant l'analyse de M. Viquesnel, d'une grande quantité de manganèse qui s'est disposé en dendrites dans l'intérieur ; ailleurs elle est devenue magnésienne. Enfin, tout annonce dans cet endroit le voisinage d'une grande bouche d'éruption avec plusieurs petits événements donnant passage à des vapeurs de différentes natures.

Depuis le massif de Leyranoux, qui se trouve avec le Suc-d'Esteil sur la limite méridionale de la bande du Mont-Dore, jusqu'aux pentes du Cantal, les flancs et le faite du grand bombement sont couverts en partie par des nappes basaltiques. Ici, les deux bandes sont réunies, ce qui doit tenir à ce que, dans cette contrée, trois grandes lignes de dislocations étant venues se croiser, la Corse, les Alpes françaises et les grandes Alpes, il s'est établi, dans toutes les directions, une grande quantité de fissures, qui ont donné passage à la matière basaltique poussée de bas en haut par les agents intérieurs. Beaucoup de centres d'éruptions, comme

ceux que nous venons de décrire, se montrent dans cette contrée; nous allons faire connaître les principaux.

Le Puy-de-Vaisse, qui s'élève au sud du Mont-Cinère, volcan moderne, est un cône de scories basaltiques d'où partent quatre nappes principales dirigées vers les points cardinaux. Autour du cône de Vaisse, il existe plusieurs dykes dont les nappes paraissent s'être mélangées avec celles de la grande bouche. Le grand plateau compris entre le Suc-de-Vaisse et le massif du Cézallier est tout couvert de basalte; le gneiss ne se montre que çà et là dans le fond des vallées. Autour des villages d'Espichal, de la Godivel, de Montgreleix, etc., on remarque un grand nombre de points d'éruptions, dômes et cônes obtus avec scories, d'où partent des nappes bombées qui marchent souvent en sens contraire les unes des autres et se mêlent quelquefois en se rencontrant, ce qui tient à ce qu'elles sont parties chacune des flancs opposés d'une dépression généralement peu profonde, vers le fond de laquelle la matière fluide se dirigeait de toutes parts. Dans le sens longitudinal, les nappes ont toujours laissé entre elles des vallées plus ou moins profondes, soit qu'elles se touchent, soit qu'elles restent à une certaine distance l'une de l'autre. Quelques unes de ces vallées n'ont pas sensiblement changé de forme depuis le refroidissement du basalte; le fond a été simplement recouvert par des débris ou des attérissements; d'autres ont été élargies par les commotions postérieures et montrent le gneiss dans leur fond; plusieurs paraissent avoir été balayées par de grands courants d'eau, qui auraient emporté les débris des roches jusque dans les plaines où ces vallées débouchent. Enfin, sur tout le grand plateau compris entre le Mont-Dore et le Cézallier, comme sur celui entre le Cézallier et le Cantal, la disposition des nappes basaltiques presque intactes, tenant encore à leurs points d'éruption, offre au géologue un beau sujet d'étude. Là, il peut voir comment les basaltes sortis par une infinité d'ouvertures, et jamais par des cratères comme les laves, se sont disposés sur un sol peu incliné, mais fort inégal; ce qui lui prouvera, par comparaison avec la série des cratères du Puy-de-Dôme, que la fluidité de la matière et le mode d'émission ont présenté de grandes différences à chacune des deux époques.

Le beau massif du Cézallier, que nous avons déjà décrit dans le § VII, est tout couvert de nappes basaltiques et doléritiques qui se sont mélangées et forment aujourd'hui une croûte continue sur toute la surface de la montagne; le gneiss et les trachytes ne paraissent que dans les crevasses des flancs, où le basalte, brisé par les commotions postérieures à son refroidissement, a été ensuite entraîné par les grands courants d'eau qui ont déposé dans la Limagne cette puissante masse de cailloux basaltiques. Les bouches principales d'éruption, marquées aujourd'hui par des dykes, se trouvent sur le sommet même de la montagne, à côté de notre Signal. Sur les flancs, des scories et des pépérites annoncent l'existence d'autres bouches moins considérables, et tout autour du massif, à des élévations variables, il existe une infinité de centres d'éruptions secondaires,

marqués par des scories et des dykes, qui ont fourni des nappes plus ou moins considérables, hameau de Boutaresse, de Parot, de Tremeuge (la roche Mercœur), du Luguët, de la Vazeze, etc., etc.

A 14^{kil.} au sud du sommet du Cézallier, la roche Matonière, dyke prismatique qui s'élève à l'est d'Allanche, à 1,200^m au-dessus de la mer, est un grand centre d'éruptions basaltiques auquel se rattachent toutes celles des environs d'Allanche, dont les principales bouches sont marquées par des dykes prismatiques environnés d'une immense quantité de débris, ainsi que celles de toutes les communes environnantes, Sainte-Anastasia, Peyrusse, Chanet et Vèze, dont les bouches sont aussi indiquées par des dykes et des scories. Le grand plateau de Brus, qui fait suite aux nappes de la roche Matonière, offre deux bouches principales d'éruption, l'une près du hameau de Donnenuit et l'autre près de celui de Vaux. Sur les limites de ce grand plateau, le basalte a coulé, en plusieurs endroits, jusque dans le fond des vallées en roulant à la manière des laves; les environs de Molompise offrent plusieurs exemples de ce fait remarquable.

Si d'Allanche on se dirige droit sur Murat, on traversera de vastes nappes basaltiques dont la surface présente beaucoup de cônes de scories et de dykes prismés, qui marquent la place des bouches; ils sont surtout nombreux autour de l'étang de Fonnostre.

Autour de Murat, les flancs de la belle vallée de l'Allagnon sont formés par des escarpements trachytiques tous percés par des éruptions basaltiques. Au-dessus de la chapelle d'Allagnon, il existe une masse prismée fort disloquée de laquelle part une coulée de conglomérats basaltiques, sortie avec elle du trachyte, composée de fragments de basalte et de trachyte mélangés, de scories et de pépérites, le tout réuni par la matière basaltique très impure. Ici, les conglomérats paraissent avoir coulé sur le flanc de la vallée, moins escarpé qu'il ne l'est aujourd'hui. Un peu plus au N.-E., des cônes de scories ayant donné du basalte et des conglomérats, s'élèvent au pied de l'escarpement dans le fond de la vallée. La ville de Murat est dominée au N.-O. par un superbe cône basaltique prismé qui est sorti du trachyte, en y produisant une grosse bosse; à l'ouest, le pied de ce cône présente beaucoup de conglomérats semblables à ceux de la chapelle d'Allagnon, sortis également de la bouche d'éruption. La chapelle de Bredom est bâtie sur un beau cône de scories accolé à un dyke prismatique qui en forme toute la partie orientale; celui-ci pousse un filon vers le N.-E. qui traverse le cône de scories de haut en bas, et se prolonge à travers le lit de l'Allagnon dans la bosse basaltique de la Grange, dont tout le flanc sud est formé par des scories. A l'entrée de la vallée d'Albepierre, il existe encore au pied des escarpements trachytiques, plusieurs petites bouches qui ont vomis des scories et du basalte. Je renvoie le lecteur à l'excellente description de la Haute-Auvergne, par M. Bouillet, pour les détails curieux qu'offrent les éruptions basaltiques des environs de Murat, dont il a représenté les principaux par des dessins très exacts.

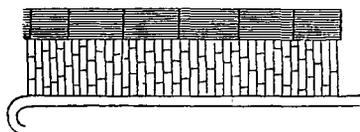
Pénétrons maintenant dans l'intérieur du massif du Cantal, où il existe encore de nombreuses bouches basaltiques. En suivant la route d'Aurillac, on rencontre dans le fond de la vallée de l'Allagnon, près Fresse, un centre d'éruptions basaltiques avec plusieurs bouches marquées par des scories, dont le basalte, qui a certainement roulé sur la pente assez rapide, affecte la structure globulaire très prononcée. Le Plomb du Cantal est un dyke doléritique, c'est-à-dire formé d'une roche basaltique dans laquelle le feldspath commence à se distinguer à l'œil nu. Dans tout le voisinage de ce dyke, le trachyte est percé par une infinité de petits filons de la même roche, qui présentent tous la structure schistoïde. Le Puy-Gros est un centre d'éruptions basaltiques d'où partent plusieurs nappes qui ont été disloquées depuis leur refroidissement. Des bouches basaltiques avec scories, d'où sont sorties de grandes nappes, se montrent aux environs du Bras-du Bouq, sur le pied des pentes orientales du Plomb; ici, quelques petites nappes plongent vers la montagne au lieu de suivre la pente générale du sol. Dans les environs d'Aurillac, plusieurs petites nappes basaltiques sont sorties par des ouvertures dont les restes présentent des scories, des wakes et des pépérites, en traversant le terrain tertiaire et les trachytes. Au pied occidental du Cantal, les points d'éruptions basaltiques sont très nombreux dans les environs de Mauriac: ils s'étendent de ce côté jusqu'au-delà de Pleaux, c'est-à-dire jusqu'à 5^m du centre du massif. M. Viquesnel, qui a étudié avec le plus grand soin la partie septentrionale de ce massif, a reconnu un grand nombre d'anciennes bouches basaltiques marquées par des cônes de scories ou des dykes prismés, qui sont souvent eux-mêmes accompagnés de scories. Au nord de Chastel, il existe un puissant dyke prismé entouré d'un grand nombre de petites protubérances. Le rocher de la Queilh, en face de Dienne, est un dyke prismé dont la base présente des pépérites et du basalte qui a roulé en coulant sur la pente de la vallée. De l'autre côté de cette vallée, le rocher de Dienne est un dyke prismé que l'on voit parfaitement traverser le trachyte. Le Puy-de-Liermont est une masse prismatique d'où part un filon qui traverse le trachyte, et dont la base présente des scories. La crête qui domine à l'est la vallée du Falgoux présente plusieurs points d'éruptions. Le Puy-de-Peire offre une masse de conglomérats cimentés par des scories rouges, traversée par un filon basaltique. A la base du Suc de Raux, qui est une masse prismée, se trouvent, du côté du Falgoux, des conglomérats et des filons nombreux dans le trachyte. Le Puy-Violent est un dyke de basalte qui traverse une masse de conglomérats vraisemblablement sortie de sa base; il en part un filon qui s'avance jusque dans le trachyte. En allant du Puy-Violent à Mandaille, on trouve des scories rouges sous la nappe du Puy-des-Sept-Fontaines. Près les vacheries d'Enflouqui, des pitons nombreux qui partent d'un dyke prismé traversent une nappe de conglomérats avec scories rouges. Ainsi donc, la masse du Cantal, comme celle des autres montagnes de la contrée que nous décrivons, quelles que soient les roches qui les composent, a donc été percée en une infinité de points par les

éruptions basaltiques, dont les produits se sont répandus sur les pentes. Continuons maintenant à suivre la bande basaltique qui s'étend vers l'est, depuis le Cantal jusqu'au-delà du Puy-en-Velay.

En suivant la route de Murat à Saint-Flour, après avoir monté le Lacet, on trouve au hameau de Saint-Loup, au nord de la route, un gros dôme basaltique scoriacé, avec scories rouges du côté de l'ouest, qui s'est élevé au milieu du trachyte, et duquel part une nappe immense qui s'avance vers l'ouest en suivant la pente douce du terrain jusqu'à la vallée de Roffiat, c'est-à-dire jusqu'à une distance de 12^{kil.}; sa largeur moyenne est de 2^{kil.}. Autour du Puy-de-Saint-Loup on voit plusieurs petits cônes de basalte traversant les trachytes, qui sont autant de bouches secondaires d'éruptions. Depuis ce point jusqu'à Saint-Flour, toute la surface du sol, à droite et à gauche de la route, est couverte d'une croûte basaltique légèrement ondulée, dont la continuité n'est interrompue que par les profondes vallées qui la coupent, et dans le fond desquelles paraît le gneiss. Plusieurs cônes obtus avec scories, à Malvielle, Tanavelle, Montlong, etc., qui s'élèvent notablement au-dessus de la croûte, marquent les bouches principales d'éruptions, auxquelles se rattachaient certainement une infinité de bouches secondaires.

Saint-Flour est bâti sur un superbe massif basaltique qui forme un cap s'avancant vers l'est dans la vallée de la Lende. Au midi, sur la route de Rhodéz, l'escarpement de ce massif présente une superbe colonnade connue de tous les voyageurs. Ici on distingue deux nappes parfaitement séparées : l'inférieure est composée d'une dolérite prismée très régulièrement, et la supérieure, d'un basalte massif ou fort irrégulièrement prismé (fig. 15). Il existe une fissure de stratification assez bien marquée entre les deux nappes.

FIG. 15.



Dans le bas, la matière des prismes est tellement feldspathique, qu'on la prendrait pour du trachyte. Les prismes sont généralement assez bien verticaux, mais tous plus ou moins tordus et divisés en plu-

sieurs tronçons par des fissures horizontales. Ils sont exploités pour les constructions de la ville. La principale bouche d'éruption des nappes de Saint-Flour me paraît être le cône du Calvaire, situé à 1000^m au N.-O. de la ville. Ici, une masse prismatique s'est élevée, comme à Esteil, au milieu d'une couche de sable de rivière, composé de grains de quartz et de feldspath, et dans laquelle on remarque aussi de petites couches d'argile ondulées. Cette couche de sable est exploitée pour la fabrication des mortiers dans plusieurs carrières, qui montrent que son épaisseur dépasse 2^m. Tous les flancs du cône basaltique sont couverts de sable; il y en a même jusque sur le sommet; l'intérieur de la couche ne m'a pas présenté un seul fragment de basalte. Celui-ci part du Calvaire pour s'étendre vers l'est et vers le sud; mais il est probable qu'il existait autour plusieurs bouches secondaires qui ont été recouvertes par les nappes. Au-dessous de Saint-Flour, les flancs de la vallée présentent le gneiss recouvert par le basalte, et le lit de la

rivière offre une couche de sable identique avec celle du Calvaire, gisant à 200^m au-dessous. Aux environs de Saint-Flour, il existe au-dessus d'Andelat, du hameau d'Aubax, de Ville-Dieu, etc., des cônes d'éruptions basaltiques dont les nappes ont encroûté tout le sol environnant. De ce côté de la seconde bande basaltique, mes observations ne se sont pas étendues au-delà de Saint-Flour. Mais on sait que les cônes de basalte continuent ensuite vers l'orient jusqu'à la rencontre de la grande masse basaltique du Puy-en-Velay. Retournons maintenant sur le flanc septentrional de cette bande.

Au sommet, sur la ligne de partage des eaux, se trouve la célèbre montagne de la Fageole, si difficile à traverser en hiver, laquelle est un superbe centre d'éruptions basaltiques, autour duquel se trouvent groupés plusieurs centres secondaires, Lastic, Lignerolles, Vendèse, les Chazes, etc. Plus au N.-O., entre Fournole et Saint-Mary-le-Gros, s'élève, à 1,186^m au-dessus de la mer, le Mont-Journal, d'où partent plusieurs grandes nappes qui se dirigent vers les points cardinaux. Autour du grand cône, plusieurs autres plus petits, formés de scories, Saignelade, Videt, la Bro, Chabrial, etc., marquent des bouches secondaires qui ont mêlé leur basalte avec celui du centre. Sur tous les flancs du Mont-Journal, dont l'inclinaison va jusqu'à 10°, le basalte est très scoriacé; mais, dans les portions des nappes sensiblement horizontales, il est très compacte.

Le Suc de Veidrine, moins élevé que le Mont-Journal, puisqu'il n'atteint que 1,000^m au-dessus de la mer, est aussi un beau centre d'éruptions, situé à 6^{kil.} plus au N.-E. au-dessus de Bonnac. Le sommet est formé par un dôme de scories rouges, incohérentes, parmi lesquelles on trouve une grande quantité de bombes, généralement brisées; les cavités et la surface des scories sont souvent incrustées d'hyalite extrêmement limpide. La grande nappe basaltique, sortie de ce dôme, s'est étendue vers le nord, en coulant sur une pente dont l'inclinaison moyenne dépasse 3°: aussi la surface est-elle mamelonnée, et le basalte affecte-t-il la structure globulaire; sur les flancs du cône, la matière a roulé sur elle-même comme une lave; une nappe, moins considérable, qui s'étend à l'est, vers Bonnac, présente les mêmes caractères. Le basalte s'est épanché tout autour de la grande bouche d'éruptions, mais, des autres côtés, il n'a point dépassé les flancs du cône; des scories et quelques bombes annoncent l'existence de bouches secondaires au pied de la montagne.

En continuant à marcher vers le nord, toujours dans la largeur de la seconde bande, nous trouverons un centre d'éruption basaltique à l'ouest de Massiac, dont la nappe paraît avoir été coupée en deux par l'ouverture de la vallée de l'Allagnon, dirigée ici N.-S. Le lambeau du plateau de la Madeleine correspond assez exactement à celui de la côte de Saint-Victor, qui tient au centre d'éruption. Dans l'un et dans l'autre, on reconnaît deux nappes superposées, qui ont la même structure et la même épaisseur. A la côte de Grenier, le gneiss et le terrain tertiaire ont été percés ensemble par le basalte; qui a recouvert tout le plateau

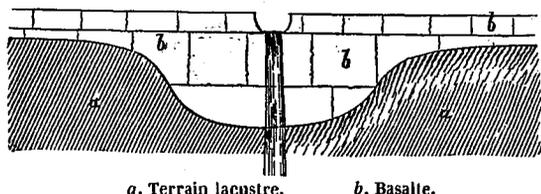
supérieur. Les deux roches traversées ont été notablement altérées sur plusieurs points. Aux extrémités N.-S. du plateau, deux bosses avec scories doivent marquer la place des bouches d'éruptions.

Au N.-O. de la côte de Grenier, les montagnes qui dominent Blesle présentent plusieurs petites nappes basaltiques, dont chacune a conservé des traces de ses bouches d'éruption. A une lieue à l'ouest de cette petite ville, s'élève, à 1,037^m au-dessus de la mer, la montagne d'Autrac, à la base de laquelle se trouve un grand lambeau du terrain calcaire porté à 500^m au-dessus des points de la Limagne où il est en place. La montagne d'Autrac est un centre d'éruptions basaltiques, dont les déjections ont recouvert les flancs, en roulant à la manière des laves. Au nord, à l'ouest et au sud, où le basalte s'est étendu sur des surfaces peu inclinées, il est compacte; mais il affecte la structure globulaire. La Croix-du-Cornet, sommet de la montagne, est un cône de scories qui marque la place de la bouche principale; au-dessous, de pareils cônes plus petits indiquent des bouches secondaires; celles-ci sont assez nombreuses tout autour du pied de la montagne; il faut surtout en citer une près le hameau de Montmoirac, d'où est sortie une nappe étroite qui s'avance vers l'est, entre deux vallées, et que l'on prendrait pour un lambeau détaché de la grande montagne. A l'est d'Autrac, au-dessus de Torsiac, il existe une gibbosité dans le gneiss, couronnée par une nappe basaltique sortie d'un cône de scories.

A 8^{km} au nord d'Autrac, les environs de la ville d'Ardes offrent un grand nombre de points d'éruptions basaltiques, placés sur les parois d'une vaste cavité, formée par le croisement de plusieurs vallées qui viennent se réunir au coude de celle de la Couze. Du côté N.-O., le Puy-de-Charrant est un immense croissant de scories, que l'on prendrait d'abord pour un cratère moderne; mais en l'examinant de près, on reconnaît que le basalte est sorti de toutes les parties de la base, en coulant dans tous les sens. C'est du côté de l'est qu'il s'est étendu le plus loin; il s'avance, jusque bien au-delà de Rentière, en formant une nappe qui a 5,000^m de long. Sur les pentes de la montagne, dont l'inclinaison atteint 6, la matière ignée roule comme une lave; mais sur le plateau de Chaussebas, qui est horizontal, elle est prismée et très compacte. Autour du Puy-de-Charrant, il existe un grand nombre de bouches secondaires, Croix-de-Marcousse, Puy-de-Vieille-Prade, qui ont aussi donné des nappes. Les flancs et la base de la montagne présentent un grand nombre de fentes et de trous, d'où est sorti du basalte, qui s'est souvent mêlé avec celui de la grande bouche. On peut assurer que le Puy-de-Charrant est une grosse gibbosité dans le gneiss, criblée par les éruptions basaltiques, qui ont encroûté les surfaces. A l'ouest d'Ardes, la montagne de Caure est aussi un grand centre d'éruptions basaltiques; il en part une immense nappe qui s'étend, sous une inclinaison de 1 à 2°, jusqu'auprès de Lempdes, en couvrant un grand plateau de gneiss, dont le basalte suit toutes les ramifications; au nord et à l'est, la nappe s'est étendue sur le terrain lacustre. Un grand

nombre de bouches secondaires ayant fourni des cônes ou de petites nappes, se montrent autour du plateau de Caure, à l'ouest de Leotoing, autour de Chambezou, de Moriat, Segonsat, la Marge, et au-dessus d'Adres, sur tout le pied occidental de la montagne. Au nord de Chambezou, dans le ravin du Reygrand, on voit parfaitement que la surface du plateau recouvert par le basalte n'était pas unie; une forte dépression qui existait au milieu a été remplie, et le basalte venait y affluer de tous les côtés. Là, on reconnaît distinctement trois nappes superposées (fig. 16); à droite et à gauche de cette dépression, le basalte, qui a

FIG. 16.



à coulé sur une pente de 5 à 6°, a roulé comme une lave et devient très scoriacé, tandis que sur le plateau il est compacte.

La montagne de Caure est placée entre les deux bandes d'éruptions

basaltiques; il en est de même du Suc-de-Montcelet, situé au N.-E.: c'est un cône basaltique, marqué par les ruines d'un château féodal, qui a lancé du basalte dans toutes les directions, et autour duquel on remarque plusieurs pointes de cette roche qui ont percé le calcaire. Montcelet, Solignat, Nonette, Usson, la Croix-de-l'Aigle et Esteil, sont des points isolés que l'on a regardés comme les restes d'une grande nappe détruite par les courants diluviens. Pour donner une idée de l'épaisseur que cette nappe aurait dû avoir, dans le cas où il ne serait pas démontré que le basalte de ces points est sorti sur les places mêmes qu'il occupe encore, voici le tableau de leurs altitudes :

| NOMS DES SOMMETS. | ALTITUDES. |
|-------------------------------------|------------------|
| Suc-de-Montcelet. | 740 ^m |
| Puy-de-Solignat. | 864 |
| Suc-de-Nonette. | 579 |
| Suc-d'Usson. | 639 |
| Suc-d'Esteil. | 827 |
| Suc-de-la-Croix-de-l'Aigle. | 836 |

Revenons maintenant vers le sud, pour suivre à l'est le flanc septentrional de la bande. A l'ouest de la chapelle Saint-Laurent, s'élève le Puy de-Laubarcé, forte gibbosité dans le gneiss toute couverte de basalte, dont le centre est occupé par une masse de scories rouges. Autour de ce cône, près La Pèze, Lignerolles, Saint-Mary-le-Plain, le Mirail, etc., il en existe d'autres plus petits qui ont donné des nappes plus ou moins considérables, partant toutes d'un cône de scories. Le Puy-de-Mirail, sur lequel est planté un de nos grands signaux, s'élève à 1,046^m au-

dessus de la mer : c'est une grosse bosse dans le gneiss, incrustée de basalte, dont toute la base méridionale est couverte de scories avec quelques bombes, d'où part une belle nappe, qui s'étend jusqu'à 9^{km} vers le nord, en se divisant en trois branches, dont celle du milieu est la plus étendue. En suivant la route de Brioude, on aperçoit, au sud de Taleyrat, le Puy-d'Artige, tout couvert de basalte, dont le sommet est formé par des scories rouges. A Saint-Just, à l'est, au-dessous de ce Puy, il s'est ouvert une bouche secondaire qui a vomé des scories et une grande quantité de basalte. De là, jusqu'à Brioude, on ne rencontre plus aucune trace d'éruptions basaltiques. De l'autre côté de l'Allier, près Vialle-sur-la-Motte, il s'est ouvert une bouche qui a donné des scories et une petite nappe répandue sur le flanc de la vallée. De Vieille-Brioude, en remontant le cours de l'Allier, j'ai trouvé dans le fond de la vallée, au-dessous du village de Tapon, un dyke prismatique sorti au pied d'un escarpement de 300^m de hauteur. On m'a dit qu'il en existe plusieurs autres semblablement placés aux environs de Saint-Ilpize.

En suivant la route de Brioude au Puy-en-Velay, on rencontre, un peu avant le village de Chomette, l'extrémité d'une grande nappe basaltique sortie du Puy-de-Chalantier, superbe dôme qui s'élève au nord du village à 760^m au-dessus de la mer. Il existe encore là une forte gibbosité dans le gneiss toute incrustée de basalte, qui s'est étendu en nappe au sud et à l'ouest, en coulant sur une pente peu inclinée, mais assez cependant pour qu'il affecte la structure globulaire; le centre du dôme est une masse de scories rouges avec bombes volcaniques. Plusieurs cônes de même matière, marquant des bouches secondaires, sont dispersés autour; il y en a une très considérable au-dessus de Senèze. Des flancs de la masse de scories, aussi bien par la bouche principale que par les bouches secondaires, il est sorti ensemble du basalte et des conglomérats basaltiques qui se pénètrent et se recouvrent réciproquement plusieurs fois et jusqu'à une grande distance des bouches. Les conglomérats sont composés de fragments de gneiss et de basalte anguleux, ou dont les angles sont peu arrondis, agglutinés par une matière ponceuse, et, dans quelques parties, par le basalte lui-même. Cette singulière roche est tellement solide, qu'on en tire d'excellente pierre de taille, des jambages pour les portes et croisées et des auges pour le bétail; de nombreuses carrières ouvertes pour son exploitation mettent parfaitement à jour sa structure et ses rapports avec le basalte. Indépendamment des bouches secondaires ouvertes à la base même du Puy-de-Chalantier, il en existe d'autres plus éloignées, une à l'ouest de Chomette, et deux près de Salzuit, qui me paraissent dépendre de ce grand centre d'éruption. En face de Charlantier, sur le versant occidental de la vallée de la Senouire, près de Barbezy, Collat et Chaignes, il existe des cônes de scories, ayant donné des nappes qui font partie du grand système basaltique du Puy-en-Velay, sur lequel nous allons jeter un coup d'œil rapide, parce que nous n'avons pas eu le temps de l'étudier en détail, ce qui,

du reste, nous a paru complètement inutile après avoir lu l'excellent ouvrage de M. Bertrand de Doue (1), auquel nous renvoyons le lecteur désireux de connaître les curieux et nombreux phénomènes que présente cette contrée.

Le pays qui porte le nom de Velay est assis sur un vaste bassin tertiaire, dont les roches *arkoses*, *macignos*, *calcaires* et *argiles*, etc., sont les mêmes que celles de la Limagne d'Auvergne; elles contiennent aussi des coquilles d'eau douce et des ossements de quadrupèdes appartenant aux mêmes espèces que ceux de l'Auvergne. Les roches arénacées de la partie inférieure du terrain tertiaire reposent sur le gneiss qui circonscrit le bassin et perce dans un grand nombre de points de l'intérieur. Ces roches sont souvent intimement liées au gneiss, absolument comme dans les environs de Brioude; les basaltes, dont les bouches d'éruption ont criblé le sol, sont sortis à travers les deux terrains, sans affecter l'un plutôt que l'autre, ni la ligne de séparation entre les deux. Placé sur la montagne de Denise, on voit les cônes basaltiques former une large bande qui s'étend vers l'ouest pour aller rejoindre celle du Cantal. La ligne de direction de celle-ci traverse le système basaltique du Puy, non pas par le milieu, mais en laissant plus de basalte au sud qu'au nord. Dans la partie méridionale, il existe une chaîne basaltique de 5^{myr.} de largeur qui court N. 30° ouest, parallèlement à celle de la Margeride, qui peut se rapporter au système du Mont-Viso de M. de Beaumont, dont les dislocations ont eu lieu entre les deux terrains crétacés. Une autre plus petite et dirigée de la même manière, située plus à l'est, est traversée par la Loire, qui coule dans une fente N.-S. depuis Arlempde jusqu'à Vorey. Il faut remarquer que les éruptions trachytiques du Velay ont suivi une direction exactement parallèle à celle des basaltes (*voyez la carte de M. Bertrand*), en sorte que les deux systèmes d'éruptions, bien que déterminés, l'un par l'action qui a produit les Alpes françaises, et l'autre par l'action qui a donné naissance aux grandes Alpes, ont profité dans le Velay des fractures produites entre les deux dépôts crétacés, par la révolution qui a élevé le mont Viso. Une preuve que l'action générale qui a déterminé les éruptions basaltiques n'a pas eu lieu dans cette direction, c'est que la longueur de la grande chaîne basaltique du Puy qui s'étend depuis Pradelles jusqu'à Allègre n'est que le quart de celle de la grande bande basaltique qui s'étend depuis Pleaux à l'ouest du Cantal jusqu'au-delà d'Issengeaux, du côté de l'est.

Dans le Velay comme dans l'Auvergne, le gneiss et le terrain tertiaire, percés par de nombreux dykes et filons basaltiques, et par des bouches plus ou moins considérables, marquées par des cônes de scories, ont été fracturés et sensiblement altérés, jusqu'à une certaine distance des ouvertures; celles-ci sont entourées de wakes, de pépérites et de conglomérats, qui ne font effervescence que dans le terrain calcaire. Aux environs de la ville du Puy, les conglomérats

(1) *Description géognostique des environs du Puy en Velay, avec une carte coloriée.* Paris, 1824, chez Levrault.

sont extrêmement nombreux ; sur plusieurs points , à la montagne de Denise , par exemple , on voit parfaitement qu'ils sont sortis des mêmes bouches que les scories et le basalte , avec lesquels ils se mélangent souvent comme en Auvergne. Les rochers si pittoresques de Corneille et de Saint-Michel , formés de conglomérats basaltiques , me paraissent s'être élevés , sur la place même qu'ils occupent , à travers le terrain lacustre : ce sont des dykes démantelés par l'action du temps et des agents extérieurs. A la base de ces rochers , les conglomérats sont traversés par des filons de basalte ; en montant l'escalier de celui de Saint-Michel , on voit un de ces filons qui pénètre verticalement dans le rocher jusqu'à une grande hauteur. Dans toutes les localités que nous avons visitées , nous avons reconnu que la plus grande partie des nappes basaltiques , petites ou grandes , tenait encore aux bouches d'éruptions marquées par des dykes , des scories et des pépérites ; ces bouches sont extrêmement nombreuses , en sorte qu'ici , comme en Auvergne , le sol a été criblé par les éruptions basaltiques , sans qu'il se formât de véritables cratères. Quand la matière ignée a coulé sous une inclinaison qui dépasse 2°, elle est très scoriacée ; si cette inclinaison arrive à 5°, elle roule comme une lave , et dans les portions de nappes qui n'ont point éprouvé de dérangements notables , elle n'est compacte que lorsque la pente est au-dessous de 2°. Il y a donc une identité complète entre les phénomènes que présentent les éruptions basaltiques de l'Auvergne et celles du Velay ; celles-ci se trouvent exactement sur le prolongement de la ligne de dislocations parallèle à la direction des Alpes principales , qui passe par le centre du Cantal , sur laquelle le terrain tertiaire de la Limagne est porté jusqu'à 400^m au-dessus de son niveau primitif : il est donc naturel d'admettre que toutes les éruptions sont une conséquence de ce grand phénomène.

Au sud de la bande basaltique du Cantal , il en existe encore une moins considérable , et dans laquelle les points d'éruptions sont moins nombreux et moins continus , qui part des bords du Rhône , entre Viviers et Privas , et s'avance vers l'ouest jusqu'à Mont-Salvy , situé à six lieues au sud d'Aurillac , en sorte que sa longueur dépasserait d'un cinquième environ celle de la bande du Cantal. De cette troisième série d'éruptions basaltiques , nous n'avons vu que l'extrémité orientale , qui nous a présenté les mêmes phénomènes que les deux autres.

Je demande pardon à mes lecteurs d'être entré dans de si grands détails sur le phénomène des éruptions basaltiques ; j'avais d'abord eu l'intention de le traiter d'une manière générale , comme celui des éruptions trachytiques , mais les discussions que mes communications ont soulevées dans le sein de la Société géologique entre les hommes les plus éminents de la science m'ayant montré que les faits n'étaient encore que très imparfaitement connus , j'ai dû me décider à la longue énumération de ceux que j'ai observés , et dont les géologues pourront vérifier l'exactitude sur les lieux , ma carte à la main. La même considération m'oblige encore à traiter de la même manière les volcans modernes ; mais cependant ma

description sera moins longue et moins fastidieuse, grâce aux beaux dessins donnés par MM. Lecoq et Bouillet, dans leurs vues et coupes des principales formations géognostiques de l'Auvergne, et avec lesquels le lecteur en apprendra plus dans six heures qu'en lisant tous les volumes écrits sur la matière.

§ IX.

Époque lavique.

C'est principalement sur les cratères éteints de l'Auvergne, et les matières qu'ils ont rejetées, soit en pluie de feu, soit en courants brûlants qui ont dévasté et sillonné la surface du sol, que s'est particulièrement fixée l'attention des observateurs. Beaucoup les ont décrits avec une grande exactitude, et notamment MM. Lecoq et Bouillet, Pouillet Scrope, etc. Cependant la manière d'être de ces cratères et les phénomènes généraux qu'ils présentent, et qui sont les plus propres à jeter quelque jour sur leur origine, ne sont pas bien connus. Je vais ajouter mes observations à celles des géologues qui m'ont précédé, dans l'espérance d'avancer un peu la solution du problème.

La série de tous les cratères éteints de l'Auvergne, des bouches qui ont élevé autour d'elles des cônes de scories avec une ou plusieurs cavités intérieures en entonnoir, et qui ont vomi des laves semblables à celles du Vésuve et de l'Etna, est dirigée dans le sens du sud au nord sur le dos du bombement de la masse granitique occidentale, presque parallèlement à la falaise granitique qui borde la Limagne de ce côté. La plus grande partie de ces cratères se trouve enfermée dans un espace elliptique formé par un bourrelet d'escarpements granitiques dont le relief du côté oriental, au-dessus du fond sur lequel les laves ont coulé, est beaucoup plus considérable que celui du côté occidental; celui-ci ne dépasse guère 40^m, quelquefois même il n'est que de 4 à 6^m, tandis que celui-là dépasse 100^m et même 130^m en plusieurs endroits. Au nord, le sommet de la courbe est fortement marqué par des escarpements granitiques qui ont 40 à 50^m de hauteur, la côte d'Embène; mais au sud, le sommet n'est pas aussi bien marqué, et toute la partie occidentale de la courbe est formée par les tranches de vastes courants basaltiques au-dessous desquels le granite se montre encore çà et là. La continuité du contour elliptique, dont le grand axe a 30,000^m et le petit 7,000^m, est interrompue en quatorze ou quinze endroits par des vallées dont l'évasement regarde l'intérieur; c'est par ces ouvertures que sont passés les courants de laves sortis des cratères, entraînant avec eux les débris de ces mêmes cratères et des portions de leur croûte solidifiée, souvent énormes, pour aller se répandre jusqu'à quatre ou cinq lieues de distance. Tout l'intérieur de l'ellipse est occupé par une mer de laves recouverte çà et là de scories, de lapilli, et au milieu de laquelle on voit poindre des monticules de granite, principalement dans le voisinage du grand axe, annonçant que cette roche forme la base sur laquelle tous les cratères sont assis. Le domite occupe aussi des espaces notables

sur le fond de l'espace elliptique, entre le cône de la Louchadière et celui de Chopine, entre Chopine et le grand Sarcouï, à l'est de Sarcouï, au pied du Puy-de-Dôme, etc.

Des lambeaux de nappes trachytiques et basaltiques, que l'on rencontre aussi çà et là et particulièrement au pied sud du Puy-de-Dôme, annoncent que de plus grandes masses de ces roches existaient aussi là avant l'ouverture des cratères, et qu'elles ont été démantelées à cette époque; plusieurs volcans ont rejeté des fragments de domite, de trachyte, de basalte et de granite qui avaient éprouvé un commencement de fusion.

Je l'ai déjà dit, mon but n'est pas de décrire en détail tous les cratères, mais seulement de mettre au jour de nouveaux faits et de revenir sur ceux qui me paraissent n'avoir pas été assez bien observés.

Tous les cratères modernes, soit qu'ils aient donné des coulées de laves ou non, sont formés de matières incohérentes, scories, lapilli, cendres, rejetées par une ouverture dans le sol et accumulées en retombant tout autour d'elle, suivant les lois que suivent les matières d'une mobilité très imparfaite, roulant sur une pente assez forte. L'inclinaison des flancs des cônes varie entre 15 et 30°; l'entonnoir intérieur est le résultat du passage des matières lancées, dont le jet s'élargissait à mesure qu'il s'élevait. On peut être convaincu de cela en examinant les cratères de Pariou et du Nid-de-la-Poule, du Montemar, etc., qui sont parfaitement conservés. C'est dans cet entonnoir que la pression intérieure élevait lentement la lave en fusion, qui montait tant que la résistance des parois du cratère était assez considérable pour résister à la pression exercée contre elles. Quand cette seconde force a surpassé la première, le cratère s'est crevé, et la lave est sortie avec violence par l'ouverture en coulant d'abord comme un liquide, mais en roulant bientôt sur elle-même comme une masse pâteuse, emportant des fragments de la croûte consolidée qui finissaient par hérissier d'aspérités la surface des courants. Dans aucun des volcans de l'Auvergne la lave ne s'est élevée jusqu'au-dessus des bords du cratère; celui-ci a toujours été plus ou moins échancré. Souvent, Puy-de-la-Vache, de Lassolas, de Charmont, de Louchadière, l'échancrure s'est étendue jusqu'à la base; plus rarement, Puy-de-la-Nugère, de Chalar, etc., elle n'a détruit qu'une petite partie des flancs, et la lave, refroidie dans l'état où elle coulait, déborde doucement par dessus et remplit encore une grande partie de l'intérieur du cratère. Quand l'échancrure s'étend jusqu'à la base, on remarque ordinairement, Puy-de-la-Vache et de Lassolas, un cône irrégulier de lave scoriacée qui bouche la cheminée par où la lave s'élevait, et qui tient encore actuellement à la coulée. D'autres fois, la lave n'est pas montée dans le cratère, elle est sortie au pied des cônes de scories, Puys-de-Côme, des Goules, des Gouttes, de la Bannière, de Gravenaire, tous les petits cônes de scories qui sont à la base du Puy-de-Dôme, etc.; les coulées de cette espèce sont souvent les plus considérables, celles de Côme et de Gravenaire.

Il y a quelques cratères parfaitement conservés qui n'ont jamais donné de coulée, et dans lesquels la lave n'a seulement pas pénétré. Ces sortes de cratères se sont élevés sur les débris de plus grands, desquels il était sorti auparavant une grande quantité de matières fondues, de scories et de lapilli lancés dans les airs; ils paraissent être le résultat des derniers efforts de l'action volcanique, qui, n'étant plus capable d'élever jusqu'au-dessus de la surface du sol des masses de matières fondues, lançait encore cependant au-dehors une grande quantité de débris qui s'accumulaient autour de l'ouverture, les volcans de Montchal, près le lac Pavin, de Murol, du Tartaref, de Lassolas, du Petit-Puy-de-Dôme et de Pariou. Ce dernier, qui est un des plus grands et des mieux conservés de tous ceux de l'Auvergne, présente un entonnoir fort régulier de 300^m de haut et de 100^m de diamètre, s'élevant à l'extrémité sud d'un cratère beaucoup plus vaste, fracassé auparavant, dont les débris sont en partie enfouis sous les déjections du nouveau cône, et d'où est sorti, par une forte brèche située au N.-E., ce magnifique courant de lave qui se divise en deux branches à la Baraque, lesquelles suivant le fond de deux vallées s'étendent, l'une jusqu'à Chamailière, et l'autre jusqu'à Nohanent, à 8,000^m de leur point de départ (voyez la carte). Les flancs du cône de Pariou, tout couverts de bruyères et de mousses, sont inclinés de 15 à 25°; l'inclinaison des cônes de scories modernes varie en général de 15 à 30°, pentes sous lesquelles les talus sont solides et couverts de végétation. Il arrive cependant quelquefois que les eaux pluviales, s'infiltrant sous la couche d'humus, la détachent; alors elle tombe avec la végétation établie dessus, ce qui fait que certaines portions des flancs des cratères sont pelées et offrent une belle couleur rouge nuancée de bleu.

Manière d'être des cratères. Les cratères renfermés dans le grand cirque elliptique paraissent disposés les uns à côté des autres, les uns sur les autres, sans aucune régularité. Les parties sud et nord du cirque présentent des groupes de cônes volcaniques entassés les uns sur les autres : les Bannières, les Tressaux, le massif de la Nugère et de Jumes, les puys de Mercœur, de Montillet, de la Vache, Lassolas, etc. Le même cône présente quelquefois plusieurs cratères qui jamais n'ont donné des coulées : Puy-de-Lassolas, de Lachamp, de Montchié, de Côme, de Jumes, de la Nugère, etc. Il existe souvent aussi à leur pied de petits cônes de scories pleins, qui sont l'origine de petits courants de laves : Petit-Puy-de-Dôme, Puy-de-la-Goutte, etc.

Mais dans la partie centrale du cirque où s'élèvent majestueusement les cônes de domite, les cratères sont groupés autour d'eux : chacun paraît être le centre d'une puissante action dont les effets secondaires auraient été l'élévation des cratères et des cônes de scories qui les environnent. Autour du Puy de-Dôme, on remarque, en commençant par le sud, les Puys de Montchié, de Salomon, des Gromaux, de Besace, du Petit et du Grand-Sault, de Filhou, du Petit-Puy-de-Dôme, et du côté oriental, une foule de petits cônes de scories du pied desquels il

est sorti des coulées plus ou moins étendues. Autour du massif de Clerzou et du Petit-Suchet, se groupent les Puys de Balmet, de Côme, du Grand-Suchet, du Grand et Petit-Fraisse, de Pariou, et quelques cônes de scories entre Pariou et le Petit-Puy-de-Dôme. Autour du Grand-Sarcouï, sont réunis le Puy-des-Goules, le Creux-Morel, les volcans de Porcherolle, du Petit-Sarcouï, et quelques cônes de scories du côté de l'est. Autour du Puy-Chopine, on voit le Puy-de-Lantegy, le Puy-des-Gouttes, dans lequel on remarque plusieurs bouches d'éruption, et qui forme un demi-cirque autour du cône domitique; du côté du nord, le cirque est achevé par un bourrelet de domite; enfin, les Puys-de-Chaumont, ceux de Jumes et de Coquille, de Mauzat, de Louchadière, et quelques cônes de scories du côté de l'ouest.

Il est démontré pour nous que les puys de domite sont des centres de soulèvements partiels dont toutes les bouches d'éruption qui les avoisinent ont recouvert les flancs de leurs scories jusqu'à une grande hauteur: les Gromanoux, le Petit-Puy-de-Dôme, le Grand-Suchet, le Puy-des-Goules, le Petit-Sarcouï, le Puy-des-Gouttes, etc. Les matières volcaniques ont profité des ouvertures déterminées par l'étoilement du sol sur toute la base de chaque cône pour sortir au-dehors. Nous pensons, avec M. Lecoq, que l'action qui a élevé les cônes de domite a aussi produit les cratères d'éruption. Ces cônes occupent des points où la couche feldspathique, dont il existe encore de nombreux lambeaux à leur pied, étant plus épaisse qu'ailleurs, n'a pu être percée immédiatement comme dans les autres endroits. Les faits suivants viennent appuyer fortement cette opinion.

Le Puy-des-Gromanoux, duquel paraissent être sorties plusieurs coulées, est placé sur une bosse de domite qui est à jour sur une grande partie de sa base et principalement du côté du nord. Le cône d'éruption des Goules a aussi une base de domite, qui se voit parfaitement dans l'espace qui le sépare du Grand-Sarcouï: il existe là un segment de cône domitique qui forme une portion des parois du cône de scories. Il en est de même au Petit-Sarcouï: l'espèce de croissant que forme ce puy autour du Grand-Sarcouï résulte de la jonction de deux cônes d'éruption, posés sur des segments de cônes de domite qui sont très apparents du côté sud. Le cône de Chopine, assemblage singulier de domite, de serpentine, d'amphibolite, de basalte, de granite et d'eurite, sur lequel gisent des lambeaux d'une couche d'alluvions, s'est élevé au milieu d'un cirque conique recouvert en partie par les déjections des Gouttes, montagne dans laquelle on remarque des traces de plusieurs bouches d'éruption. Enfin, plusieurs volcans, les puys des Gromanoux, de Chaumont, de Coquille, etc., ont rejeté des fragments de domite en partie fondus.

On comprend parfaitement, d'après tous ces faits, que le domite, qui offre les plus grands rapports de composition avec le trachyte, étendu primitivement, comme on voit aujourd'hui encore ce dernier, en grandes nappes, après avoir été soumis pendant longtemps à l'action des vapeurs acides qui accompagnent ordinairement les

éruptions volcaniques, et à l'action de la force qui tendait à ouvrir des issues aux matières intérieures, a été soulevé par cette même force en cônes plus ou moins obtus dans les endroits où la croûte n'a pas pu être percée, et que sur la base de ces cônes il se soit ouvert un grand nombre de bouchés d'éruption; tandis que dans les endroits où la croûte n'était pas assez épaisse, il s'est ouvert des trous, autour desquels le domite a été rejeté en forme de cône tronqué, et qui ont ensuite été entourés d'un cône creux, formé par l'accumulation des scories et des lapilli volcaniques. Pendant tout l'espace de temps qu'ont duré les éruptions, le domite a été exposé à l'action des vapeurs acides qui se dégageaient certainement à travers toutes ses fissures en grande quantité, et qui l'ont altéré et amené à l'état où nous le voyons maintenant. L'acide muriatique libre qui existe encore dans le domite du Grand-Sarcouï et de quelques localités, le fer oligiste qui en tapisse souvent les fissures (Puy-de-Dôme), l'analogie du domite avec le trachyte, les fragments de trachytes que l'on trouve dans sa masse, les lambeaux de couches trachytiques brisées qui gisent au pied méridional du Puy-de-Dôme, les couleurs variées que présentent certaines masses de domite, et qui sont le résultat des diverses altérations éprouvées par le fer qu'il contient, rendent probable la supposition que les domites ne sont que des trachytes altérés. Si le trachyte a été altéré par le passage de vapeurs acides, le feldspath a dû perdre en grande partie son alcali, et effectivement la pâte des domites n'en contient plus : elle est presque entièrement formée, d'après les analyses de Vauquelin, d'un silicate d'alumine avec excès de silice, et se rapproche ainsi beaucoup du kaolin. Il n'existe guère de la potasse que dans les cristaux, qui sont toujours d'une décomposition moins facile que la pâte, et dans les portions de celle-ci qui ont conservé quelque solidité.

Tous les cratères de l'Auvergne ne sont pas compris dans le cirque elliptique dont nous avons parlé; du côté du nord, à 5^{kil.} du sommet de l'ellipse, s'élève, au milieu du granite, le Puy-de-Chalar, cratère parfaitement conservé qui a donné une puissante coulée de lave, sortie par une brèche qui s'étend au plus jusqu'à la moitié des parois du cône. Ici on voit parfaitement la lave, formant une protubérance très marquée au centre du cône, déborder par-dessus l'échancrure, onduler plusieurs fois en gros monticules, et s'étendre ensuite vers le N.-O. jusqu'à 2^{kil.} de distance seulement. C'est à 2^{kil.} au N.-E. de ce cratère que se trouve le fameux gour de Tazena, dont nous parlerons plus bas; ces deux cratères gisent dans l'intérieur d'un cirque elliptique de 6^{kil.} de long sur 3^{kil.} de large, pratiqué dans le granite, et dont le grand axe est dirigé S.-S.-O., N.-N.-E. : c'est le long du bord oriental, précisément au pied du grand escarpement, que les cratères se sont ouverts.

Dans la partie méridionale de la chaîne du Puy-de-Dôme, à 1^{m⁷⁷} du sommet de l'ellipse, après avoir traversé de vastes coulées basaltiques, venant des pentes orientales du Mont-Dore, on rencontre, toujours sur la direction du grand axe,

et dans le fond d'une vallée près de Murol, le beau volcan du Tartaret, ouvert au milieu du granite, dont le grand cratère fracassé a donné une immense coulée qui s'étend jusqu'à Néchers, situé à 2^m à l'est. Le volcan du Tartaret est environné de grands escarpements granitiques, qui forment autour de lui un vaste cirque ouvert du côté de l'orient, et dans le fond duquel se trouve le lac Chambon, résultat du barrage des ruisseaux qui viennent des montagnes par les déjections volcaniques entassées là en grande quantité. Il existe plusieurs trous dans les parois du cirque granitique, desquels il est sorti des scories et des lapilli. La coulée de lave du Tartaret, dont nous aurons encore occasion de parler, présente à sa surface des monticules coniques de scories très élevés, qui annoncent que pendant le refroidissement de cette masse il s'en dégageait une grande quantité de gaz.

En continuant à s'avancer vers le sud, on traverse l'extrémité orientale des nappes trachytiques des Monts-Dore en partie couvertes par des nappes basaltiques, et après avoir parcouru une longueur de 2^m, on arrive au volcan de Montchal, qui présente un cratère bien conservé, du pied duquel est sortie une coulée aussi étendue que celle du Tartaret, qui va gagner le fond de la vallée de la Couse, et le couvre jusqu'à Saurières; le volcan de Montchal s'est ouvert au milieu d'une nappe basaltique, ainsi que le cratère d'explosion du lac Pavin, qui se trouve à son pied septentrional et qui sera décrit plus bas. Du côté de l'ouest, une seconde coulée assez large, mais n'ayant que 2^{mil} de longueur, sortie également du pied du volcan, s'est étendue, en moutonnant, sur un sol presque plat; tous ses flancs présentent des bourrelets fort irréguliers. Du côté du sud, une série de petits cônes exactement semblables aux hornitos de l'Amérique décrits par de Humboldt, très bien marquée sur la carte de Cassini, touchant au volcan, couvre un espace de 2^{mil} carrés; quelques uns de ces cônes ont donné de petites coulées de laves; plusieurs sont de petits cratères desquels il n'est sorti que des scories. L'un d'eux, bien connu sous le nom de creux du Soucy, a conservé sa cheminée, que les pâtres ont bouchée avec des quartiers de laves, pour empêcher le bétail de s'y perdre. Mais en même temps, afin d'exploiter la curiosité des voyageurs, ils ont eu soin de laisser une ouverture assez grande pour passer une pierre, qui met cinq ou six secondes avant de tomber dans l'eau dont cette cheminée est en partie remplie; la distance de l'ouverture à la surface de l'eau a été trouvée de 27^m. Parmi les hornitos de Montchal, on reconnaît plusieurs masses basaltiques irrégulières alignées dans la direction N.-S. qui paraissent avoir percé la croûte lavique.

A 4^{mil} au sud du Montchal, on voit le Mont-Cinère, volcan qui s'est encore élevé au milieu d'une croûte basaltique, recouverte de ses débris et au pied duquel se trouve un lac analogue au lac Pavin. Le Mont-Cinère présente deux cratères égueulés, d'où sont sorties des laves qui couvrent d'abord tout le flanc de la vallée, sur une largeur de 1,500^m et forment ensuite une puissante coulée,

comprise entre deux ruisseaux, qui s'étend sur une longueur de 7^{kil.}, jusqu'au Verdier près Valbelex, où elle se termine par un gros bourrelet de 10^m d'épaisseur.

Depuis le Mont-Cinère jusqu'à la Godivel, il n'y a plus de trace de volcans modernes; mais près de ce village il existe un lac creusé dans le basalte, un cratère d'explosion dont nous parlerons plus bas, d'où il est sorti une quantité de scories et de lapilli.

A 5^{kilom.} au sud de la Godivel, le Puy-de-Chamaurou est un cône de scories qui s'est élevé au milieu du basalte fracturé autour de lui, et qu'il a recouvert. Des flancs de ce cône du côté de l'orient, sont sorties plusieurs petites coulées de lave qui se sont étendues sur le basalte. De l'autre côté de la vallée, à moins de 2^{kil.} de Chamaurou, toujours sur la direction N.-S., on aperçoit le Puy-de-Montirgue, dont le sommet offre un cratère peu profond qui n'a point vomé de laves. Le Puy-de-Montirgue est encore un cône de scories qui a éclaté au milieu du basalte; c'est le dernier volcan moderne que j'aie trouvé du côté du sud; les autres cônes de scories des pentes du Cézallier, des environs d'Allanche et de Murat, appartiennent à l'époque basaltique; ils sont tous intimement liés aux nappes basaltiques et souvent pénétrés par des filons de basalte, ce qui ne s'observe jamais dans ceux que nous venons de décrire: ceux-ci, avec les cratères situés au-delà de l'extrémité sud du cirque elliptique qui comprend ceux du Puy-de-Dôme, sont assez exactement placés sur le prolongement du grand axe de ce cirque, comme celui de Chalar avec le gour de Tazena. Dans cette direction, la région des volcans à cratères occupe une espace de 8^{m.} de long sur 6^{kil.} de large.

Seconde ligne de cratères. Au pied des pentes du Cézallier, près le village de Mazoire, à 7^{kil.} à l'est du grand axe de l'ellipse du Puy-de-Dôme, se trouve un immense volcan avec un vaste cratère égueulé du côté nord, d'où il n'est cependant point sorti de coulée de lave. Ce volcan, nommé Puy-de-Domarège, est un cône de scories rouges, qui contiennent du péridot, du pyroxène, du fer titané; et sur les flancs sortent çà et là, à travers les scories, de petites coulées de lave qui n'ont que quelques mètres de longueur. Près de la base, des masses de la même matière ont traversé les scories et sont restées en saillie au-dessus par l'effet de la dénudation. Le Puy-de-Domarège est situé au milieu d'un immense cirque, dont les parois sont formées par des escarpements basaltiques tenant à des nappes, dont quelques unes s'avancent jusqu'au pied du volcan, où elles disparaissent sous ses déjections. Nul doute ici que l'action volcanique n'ait brisé les nappes basaltiques, lors de l'ouverture de la cheminée par laquelle ses produits ont été lancés au-dehors. Le volcan de Domarège est complètement isolé; mais sur le même méridien, il en existe encore deux autres placés près du sommet de la falaise granitique de la Limagne, au-dessus de Clermont et de Volvic, le premier, à une distance de 4^{m.}, et le second, de 5^{m.} 172; ils se trouvent aussi l'un et l'autre à 7^{kil.} du grand axe de l'ellipse du Puy-de-Dôme.

Le Puy-de-Gravenaire, situé à 4^{kil.} au S.-O. de Clermont, est un magnifique cône

de scories qui a coupé en deux la nappe basaltique de Charade. Ce cône n'est pas évidé au milieu, comme le sont ordinairement ceux qui ont donné des coulées de lave ; à une certaine hauteur, sur les flancs, il existe des dépressions cratéri-formes peu étendues, et sur le sommet deux petits cratères parfaitement formés, desquels il n'est sorti que des scories et des cendres ; l'un de ces cratères présente encore des traces de la cheminée des dernières éruptions. Sur les flancs de ce volcan et jusqu'à près des deux tiers de la hauteur, on voit les restes des courants de lave qui les ont sillonnés ; quelques uns de ces courants s'étendent jusqu'à la base, mais il y en a qui paraissent s'être arrêtés avant de l'atteindre. La lave qui les compose est généralement très scoriacée, et présente tous les caractères d'une matière pâteuse, qui descendait en roulant sur elle-même ; mais il y a aussi quelques endroits où elle est assez compacte, bien qu'elle se soit refroidie sous une inclinaison de 20° (au N.-E.). Dans la vaste carrière au-dessous de ce courant ouverte pour exploiter les pouzzolanes, la structure de la montagne se trouve mise parfaitement à jour. On y voit diverses couches de lapilli et de scories superposées les unes aux autres, et traversées par de petits courants de lave serpentant dans l'intérieur, ce qui annonce que pendant l'éruption la lave montait sous le cône de scories en s'injectant dans tous les sens. Mais c'est à la base du cône que les éruptions se sont principalement faites. Au nord-est, il en est sorti un vaste courant de lave que la protubérance du cône de Montaudou a forcé à se diviser en deux branches : l'une, qui s'étend jusqu'à 5^{km} vers le N.-E. au-delà de la route d'Issoire, toute couverte de belles vignes parsemées d'arbres fruitiers et de charmantes maisons de campagne ; l'autre, qui s'avance jusqu'aux portes de Clermont, est allé tomber dans la vallée de Royat, où elle a pris la structure basaltique dans les cavités où elle s'est accumulée, en laissant au-dessous d'elle des trous qui sont aujourd'hui des grottes très pittoresques, d'où sortent d'abondantes fontaines d'une eau excellente, qui alimentent la ville de Clermont. Le volcan de Gravenaire est un de ceux où les divers phénomènes de l'action volcanique sont faciles à étudier.

Le *Puy-de-la-Banière*, situé au nord de Volvic, n'est pas aussi intéressant que celui de Gravenaire : c'est un cône de scories établi sur le granite, dans lequel je n'ai reconnu aucune trace de cratère. A différentes hauteurs sur les flancs, se trouvent de petites masses de lave qui paraissent en être sorties. Du pied, part un courant assez considérable, qui s'est étendu jusqu'à Saint-Genest en recouvrant une nappe basaltique ; la belle coulée de la Nugères, qui donne la pierre de Volvic, vient recouvrir à son tour celle de la Banière.

Enfin, entre Gravenaire et la Banière, près du pied de la falaise granitique, il existe plusieurs trous qui ont vomi une assez grande quantité de scories.

Voici donc une seconde ligne de cratères modernes parallèle à la première et presque aussi étendue, mais sur laquelle il n'existe que trois cratères très éloignés les uns des autres. Ceux-ci sont plus anciens que ceux de la chaîne du Puy-

de-Dôme, et ils offrent une certaine analogie avec les centres d'éruptions basaltiques, plus anciens qu'eux, puisqu'ils en ont recouvert les produits : leur lave est très compacte, et dans les cavités où elle s'est accumulée, elle a pris la structure prismatique, et ressemble beaucoup au basalte de Royat ; mais sur les pentes inclinées, elle a coulé comme les autres laves. Les Puys de Domarège, de Gravenaire et de la Banière forment le passage des cônes basaltiques aux cratères laviques.

Manière d'être des laves. Les courants de lave, que les Auvergnats nomment *cheires*, ont toujours suivi les pentes du sol sur lequel ils se sont étendus : quand c'était une plaine légèrement inclinée, ils l'ont toute couverte, cheire de cône ; quand ils sont tombés dans une vallée étroite, ils en ont suivi le fond sans jamais le remplir entièrement, cheire de cône, dans la vallée de la Sioule, coulées du Puy-Noir, du Tartaret, de Montchal, de Pariou, etc. La surface des courants de lave présente toujours un grand nombre d'inégalités et d'aspérités, provenant des contournements bizarres de la matière ignée, qui devait se mouvoir assez rapidement en roulant sur elle-même, de petits cônes de scories, résultats des dégagements de gaz qui ont eu lieu pendant le refroidissement, et que produisaient çà et là de petites éruptions dans l'intérieur même des coulées ; enfin des fragments de la croûte consolidée, emportés par le courant, sont restés dans une position plus ou moins verticale ou inclinée. Sur les flancs et à l'extrémité, les coulées sont toujours terminées par des escarpements qui ont souvent 30^m de hauteur. Jamais je n'ai vu les laves finir en s'amincissant, quelle que soit la surface sur laquelle elles se sont arrêtées. Sur les flancs et à l'extrémité des coulées, l'état pâteux de la matière était tel qu'elle marchait en formant de gros bourrelets. Mais dans l'intérieur il n'en était pas ainsi ; elle coulait assez facilement, comme on peut le voir par les carrières ouvertes dans les cheires de cône, de Pariou, de la Nugères, etc., où l'on reconnaît parfaitement aussi que la roche est d'autant plus compacte que l'on s'enfonce davantage. La partie supérieure des courants de lave est toujours composée d'un mélange de scories, de lapilli et de cendres volcaniques, entremêlés d'une manière assez bizarre avec la lave proprement dite ; celle-ci a coulé aussi assez souvent sur un lit formé de ces matières incohérentes qu'elle a fortement tassées. Sur les surfaces inclinées, les laves sont généralement très scoriacées, et présentent peu de cristaux ; mais sur les surfaces horizontales, et dans les trous que la lave a remplis et où elle s'est refroidie tranquillement, elle est presque aussi compacte que le basalte, et contient des cristaux de pyroxène et d'autres substances. Les différentes structures des coulées de lave, suivant les pentes sur lesquelles elles se sont refroidies, peuvent parfaitement être observées dans les cheires de Louchadière et de Gravenaire, dont certaines parties ressemblent tout-à-fait à du basalte, dans les endroits où la route de Riom à Pontgibaud coupe la cheire de Louchadière ; dans les grottes de Royat et le fond du ruisseau, au dessous du cône de Gravenaire. J'ai

cependant vu sur les flancs de cette montagne un morceau de coulée, à l'endroit même où il s'est refroidi, assez compacte, sous une inclinaison de 20°. Des faits analogues m'ont été présentés encore par plusieurs autres coulées; mais ces exceptions, qui n'ont jamais lieu que dans de petits espaces, ne détruisent pas la règle, et l'on peut dire qu'en général la lave est d'autant plus compacte et qu'elle contient d'autant plus de cristaux qu'elle s'est refroidie sur des pentes moins inclinées.

On remarque assez souvent au milieu de la lave des fragments de granite et même de basalte de différentes grosseurs, qui ne sont pas tous altérés de la même manière; souvent quelques uns paraissent n'avoir éprouvé aucune espèce d'altération. Près le hameau d'Enval, entre le pied du Puy-de-Dôme et la route de Bordeaux, il existe une coulée qui contient en immense quantité des blocs de granite, dont plusieurs ont 1 mètre de longueur. La pâte de cette coulée, très grossière, ressemble assez à celle des conglomérats basaltiques.

Tels sont les principaux caractères que présentent les coulées de lave des cratères de l'Auvergne; ils montrent clairement que si, minéralogiquement parlant, la matière qui les compose ne diffère pas essentiellement du basalte, il y a une grande différence dans la manière dont ces deux produits de l'action volcanique se sont répandus à la surface du sol: le basalte, sorti de la même région par une infinité d'ouvertures, dont quelques unes ont été recouvertes de scories, ne s'est jamais élevé dans un cratère comme la lave; il a coulé sur le sol comme un métal fondu dont l'intérieur ne serait pas agité par des dégagements de gaz. Chaque coulée de lave, au contraire, a été vomie par une seule bouche: quand deux très voisines ont fait éruption en même temps, les coulées ont pu se mélanger après avoir parcouru un certain espace; mais on peut toujours les distinguer; tandis que les produits des diverses bouches basaltiques de la même région d'éruptions sont tellement confondus qu'ils ne forment qu'une seule nappe. Sortant par une seule ouverture, la lave s'est particulièrement étendue en longueur en suivant la pente du sol; quand elle a atteint le fond des vallées, sa largeur a beaucoup diminué, et elle a formé de véritables lanières. Les matières gazeuses, beaucoup plus abondantes à l'époque lavique qu'à l'époque basaltique, après avoir accumulé autour des bouches cette immense quantité de scories et de lapilli qui forment cratère, étaient encore assez abondantes dans la matière liquide pour y produire tous les boursoufflements qu'elle présente, et troubler continuellement par leur dégagement le mouvement dirigé suivant les lignes de plus grande pente. La grande différence qui existe entre le mode d'émission des basaltes et celui des laves, entre l'aspect qu'offrent actuellement les masses des uns et des autres, tient donc principalement à la différence qui existait dans la quantité des matières gazeuses de chaque époque.

Dans son mémoire sur quelques points de la question des cratères de soulèvement, *Bulletin de la Société géologique*, t. IV, p. 231, M. de Beaumont a dit: « Le

» mot *lave* désigne des masses dans lesquelles on trouve combinés les effets d'un
 » phénomène de mouvement, ou d'hydrodynamique, et d'un phénomène de re-
 » froidissement, et dont, par suite, une certaine forme de contours, une certaine
 » inégalité de texture, une hétérogénéité générale, sont les caractères essentiels.

» Le mot *basalte* désigne, au contraire, une roche qui joint à une composition
 » déterminée, que beaucoup de laves présentent aussi, une manière d'être con-
 » stante, et qui, à cause de cette constance même, cesse de réfléchir dans sa
 » structure intérieure et dans la forme de sa surface supérieure les contours des
 » masses sur lesquelles elle s'appuie. Le mouvement s'est pour ainsi dire solidifié
 » dans les laves, tandis que le basalte offre un caractère général d'uniformité qui
 » exclut toute trace de mouvement. L'observateur ne reconnaît plus que les effets
 » du refroidissement combinés avec ceux de l'hydrostatique. Si le basalte répandu
 » dans une vallée rappelle par sa forme celle d'un liquide, c'est celle d'un liquide
 » en repos, et non, comme la lave de Volvic, par exemple, celle d'un torrent
 » instantanément congelé.»

J'engage le lecteur à revoir ce mémoire tout entier, ainsi que les autres publiés sur l'Auvergne, l'Etna et le Vésuve, par MM. E. de Beaumont et Dufrénoy, dans lesquels se trouvent consignés une foule de faits importants et les vues les plus philosophiques sur l'ensemble des phénomènes volcaniques.

Cratères d'explosion. Plusieurs géologues nomment ainsi des ouvertures coniques pratiquées par l'action volcanique dans diverses roches, desquelles il n'est jamais sorti de coulées de lave, et dont les parois sont formées par la roche même dans laquelle elles ont été pratiquées, et non pas par un amas de scories comme celles des cratères d'éruption. Nous avons déjà parlé d'une ouverture de ce genre sur le flanc nord du Grand-Turluron.

Le plus beau cratère d'explosion de l'Auvergne est certainement le Gour-de-Tazena, situé près de Manzat, à la limite la plus septentrionale des volcans modernes, à 2,000^m au N.-E. de celui de Chalar. Le Gour-de-Tazena est un cône circulaire creusé dans le granite, dont le diamètre de la base dépasse 400^m, et le fond est occupé par un lac d'eau limpide et fraîche. Les débris du granite, rejetés à une grande distance des côtés N. et N.-E., forment plus d'un demi-cône tronqué autour de l'ouverture, dont la surface est recouverte d'une mince couche de scories rouges entremêlées de bombes volcaniques. A l'est, dans l'intérieur du cône, le granite en place, mais très disloqué, monte jusqu'au sommet de l'escarpement, tandis qu'il ne dépasse pas le milieu dans les autres parties. La profondeur du lac est considérable; les paysans soutiennent que l'on n'a jamais pu en trouver le fond. On en a retiré à différentes époques des troncs d'arbres noirs comme l'ébène, des fragments de poteries et des vases de bronze antiques.

A la base sud du Puy-de-Coquille, formée par une bosse de domite, il existe un cratère d'explosion de 50^m de large, et de 8 à 10 de profondeur, duquel il n'est sorti ni coulées ni scories, mais seulement une immense quantité de frag-

ments de domite rejetés tout autour ; plusieurs de ces fragments ont éprouvé un commencement de fusion.

Le Puy-de-l'Enfer, près Sauzet-le-Froid, à l'extrémité sud de l'ellipse qui contient les volcans du Puy-de-Dôme, centre d'éruptions basaltiques, présente à son pied un cratère d'explosion ouvert dans le basalte. Ce cratère n'a jamais été profond, car il est aujourd'hui presque entièrement comblé par des attérissements, qui l'ont transformé en un marais fangeux où croissent beaucoup de plantes aquatiques rares.

Le lac Pavin, au pied nord du volcan de Montchal, occupe le fond d'un cratère d'explosion aussi vaste que le Gour-de-Tazena, ouvert dans le basalte, dont les prismes verticaux forment les parois intérieures. Autour du cône on voit de nombreux fragments de basalte et de granite rejetés par l'explosion ; du côté N.-O., il existe une grande masse de scories qui me paraît avoir plutôt été vomie par le lac Pavin que par le cratère de Montchal. L'eau de ce lac, très fraîche et très limpide, ne diminue pas notablement dans les chaleurs de l'été.

Un lac semblable au précédent, mais plus long que large, et courbé du côté du volcan, dont il touche le pied, se trouve à la base du Mont-Cinère ; à 4^{km} plus à l'ouest, le lac Chauvet, parfaitement circulaire, occupe le fond d'un cratère d'explosion ouvert dans le basalte, dont les débris ont été rejetés alentour.

Le lac situé au-dessus de la Godivel, et dont nous avons déjà parlé, est un cratère d'explosion dans le basalte qui s'est ouvert au pied de la butte de la Croix-de-Janson, centre d'éruptions basaltiques. Du côté du nord, à l'endroit même où sort l'eau, se trouve une masse de scories et de lapilli rejetée par le cratère, dans laquelle il s'est fait un affaissement qui a produit une fente considérable. Le lac situé à l'est de celui-ci, dans le fond de la vallée, est simplement un étang, de même que celui de Chambeauze, qui se trouve au nord du Suc de Vaisse.

Ces cratères d'explosion, répandus dans toute l'étendue de la région des volcans modernes, me semblent marquer des points sur lesquels une grande quantité de gaz s'étant accumulée, probablement dans une cavité, a fini par acquérir une force élastique assez considérable pour rompre la voûte de cette cavité et s'échapper au-dehors en projetant les débris dans tous les sens. Lorsqu'une certaine quantité de lave liquide se trouvait dans la cavité avec les gaz, elle a certainement dû être lancée dans l'explosion sur les débris de la voûte : Gour-de-Tazena, lac Pavin, lac de la Godivel ; ensuite une portion de la voûte même, retombée dans l'ouverture avec les débris des parois déchirées, l'ont obstruée en formant tout autour des parois coniques ; puis les eaux des sources voisines, étant venues s'y accumuler, l'ont remplie. Quand le cratère d'explosion s'est trouvé au-dessus du niveau des sources, Grand-Turluron, Puy-de-Coquille, il est resté à sec.

On observe encore à la surface des grandes nappes basaltiques, la Chaux-du-

Broc, Plateau-de-Grenier, etc., des lacs occupant des dépressions sensiblement circulaires dans le basalte, qui n'a été aucunement déchiré. M. Lecoq pense que ces dépressions se sont produites lors du refroidissement de la matière, et les compare à celles que l'on voit à la surface de la cire et du beurre fondus : « Lorsque l'on coule dans un vase de la cire ou du beurre, ou toute autre matière » susceptible de se figer en se refroidissant, dit-il, les bords se refroidissent les » premiers, ils se figent; puis la matière se refroidit peu à peu, et le centre est la » dernière partie qui devient solide. Si le vase dans lequel on opère est parfaite- » ment rond, il se forme exactement au milieu une cavité régulière; mais si les » bords sont irréguliers, et si le fond du vase offre lui-même des inégalités, il se » formera des dépressions plus ou moins régulières à la surface du bain.

» Or, ce que nous faisons en petit dans nos laboratoires, la nature l'a fait en » grand, et nous en offre de nombreux exemples en Auvergne sur les plateaux » basaltiques (1). »

Achevons cette longue énumération de faits en faisant remarquer que les eaux thermales du Mont-Dore, de Saint-Nectaire, de Saint-Maurice, de Nérès, etc., les eaux minérales extrêmement nombreuses, les sources de bitume, une immense quantité de points sur lesquels se dégage en abondance l'acide carbonique, ce compagnon fidèle des éruptions volcaniques, Clermont, Pont-Gibaud, Saint-Nectaire, Lempdes, base du Puy-de-Corent, etc., sont des preuves évidentes que l'action si puissante qui, avant les temps historiques, a lancé au-dehors une si grande quantité de matières, n'est pas encore anéantie : quelque jour peut-être les habitants de la chaîne du Puy-de-Dôme verront-ils leurs maisons et leurs champs enfouis sous de nouvelles déjections, comme il est arrivé à ceux des pentes du Vésuve sous le règne de Titus.

Tels sont les principaux phénomènes géologiques que présente le beau sol de l'antique Arvernie; nous allons les résumer brièvement, afin de mettre le lecteur à même de mieux comprendre les conclusions auxquelles la liaison de tous ces phénomènes nous a conduit.

DEUXIÈME PARTIE.

Résumé et conclusions.

1° Le sol de l'Auvergne, à travers lequel les agents volcaniques ont lancé leurs produits, offre six grands terrains. Le *terrain granitique*, dont la roche principale se modifie d'une infinité de manières et passe au gneiss sur plusieurs points, est percé par des filons nombreux de porphyre, d'eurite, de diorite, de trapp, de basalte, de quartz et de barytine avec galène argentifère. Dans la vallée de la Sioule, le terrain gneissique, qui se lie intimement à celui du granite, est

(1) Note sur les petits lacs des terrains basaltiques de l'Auvergne, Clermont-Ferrant, 1838.

percé par les mêmes filons ; en outre, le granite lui-même s'introduit dans le gneiss par filons et grosses masses transversales. Ces deux terrains réunis constituent deux grandes chaînes dirigées N.-S., qui bordent les deux bassins de la Limagne à l'est et à l'ouest. De chacune de ces chaînes partent deux rameaux, sur les parallèles du Mont-Dore et du Cantal, qui, suivant la direction E. 6° N. à O. 6° S., viennent traverser la Limagne, la grande vallée comprise entre les deux chaînes, en portant jusqu'à 500^m au-dessus de son niveau primitif le terrain du fond. Le *terrain houiller*, qui repose immédiatement sur le gneiss et sur le granite, se trouve disséminé par lambeaux très disloqués dans la partie méridionale de la Limagne et sur les versants occidentaux des deux chaînes qui la bordent.

Le fond des deux grands bassins de cette riante contrée est occupé par un terrain tertiaire lacustre, riche en restes organiques végétaux et animaux, formé d'une alternance de strates de calcaires, marneux et siliceux, avec des marnes et des argiles. Le terrain lacustre est intimement lié au granite et au gneiss par des arkoses et des macignos ; il repose en stratification discordante sur le terrain houiller, et ne se montre nullement sur la crête des grandes chaînes est et ouest, ni même au-delà d'une certaine hauteur sur les flancs : les deux rameaux qui lient ces chaînes entre elles, en formant des barres dans la Limagne, ont porté le terrain tertiaire jusqu'à 500^m au-dessus de son niveau primitif. Au pied des chaînes et des rameaux dont nous venons de parler, les strates lacustres sont assez fortement relevés ; l'inclinaison varie entre 10 et 44°, mais elle diminue à mesure que l'on s'éloigne des montagnes, au point d'être sensiblement nulle vers le centre des bassins. Plusieurs dépôts d'alluvions avec cailloux roulés de granite, de gneiss, de quartz, de basalte, etc., recouvrent la surface du sol et se montrent aussi sous les produits volcaniques. On peut distinguer trois époques dans ces dépôts, tant par leurs caractères paléontologiques que par leurs caractères géognostiques, dont la dernière est postérieure à l'existence des volcans à cratères.

2° Les trachytes, roches volcaniques les plus anciennes, qui constituent les massifs du Cantal, du Mont-Dore, du Puy-de-Dôme et plusieurs montagnes placées autour, qui forment la base du Cézallier et se montrent en outre sur plusieurs points disposés sensiblement sur une ligne passant par cette montagne, dirigée N. 25° E., ont fait éruption suivant deux grandes fentes pareillement dirigées qui se trouvent être sensiblement parallèles à la direction des Alpes françaises. Les trachytes ont percé le granite, le gneiss, le terrain tertiaire, et ont même recouvert le plus ancien des trois dépôts diluviens ; leurs lignes d'éruptions ont croisé celle N.-S. de la chaîne occidentale, à la hauteur du Cézallier et du Puy-de-Dôme. Les trachytes ont coulé par grandes nappes qui convergent souvent vers des sommités où se trouvent des scories et autres marques d'anciennes bouches d'éruptions, qui devaient différer essentiellement des cra-

tères d'où sont sorties les laves modernes; quelques basaltes, intimement liés aux trachytes, paraissent être sortis immédiatement après eux.

3° Quant à la grande masse des éruptions basaltiques, elle a suivi assez exactement les deux rameaux qui traversent la Limagne et réunissent les deux chaînes du Forez et de l'Auvergne, dont l'un se trouve exactement sur le prolongement de la chaîne principale des Alpes et l'autre lui est parallèle (1). La direction générale suivie par les éruptions de cette époque fait un angle de 70° avec celle des éruptions trachytiques; mais la matière en fusion, profitant des fentes déjà déterminées dans le sol par les dislocations des époques de soulèvement du mont Viso, de la Corse et des Alpes occidentales, s'est répandue au-dehors suivant des directions obliques et même perpendiculaires à celles-ci, sur une étendue en longueur qui va jusqu'au quart de celle des grandes lignes. C'est ainsi qu'entre le Cantal et le Mont-Dore, deux points où les lignes de dislocations de la Corse, des Alpes françaises et des Alpes principales viennent se croiser, les nappes basaltiques, couvrant presque toute la surface du sol, sont assez uniformément répandues, tandis qu'à l'est et à l'ouest les deux bandes sont séparées par un espace de 18^{kil.} de large dans lequel on ne rencontre aucune trace de basalte; à 3^{myria.},5 au sud de Saint-Flour, il existe une troisième bande d'éruptions basaltiques parallèle aux deux autres, et dont nous n'avons observé que l'extrémité orientale. Les basaltes ont percé le gneiss, le granite, le terrain houiller, le terrain tertiaire et les plus anciens dépôts diluviens; on les voit même souvent recouvrir des masses de cailloux roulés basaltiques; ils sont sortis par une infinité d'ouvertures dont plusieurs sont encore parfaitement reconnaissables. Beaucoup présentent des cônes de scories plus ou moins considérables; mais sur aucune on ne voit de cratères semblables à ceux qui ont vomi les coulées de lave. Les nappes basaltiques ne sont compactes que lorsque l'inclinaison sous laquelle elles ont coulé ne dépasse pas 2°; au-dessus, elles sont toujours scoriacées, et sous un angle de 6° elles ont roulé comme des laves. Ainsi donc, lorsque l'on trouve des nappes ou portions de nappes compactes sous une inclinaison de 8 à 12°, on peut être certain qu'elles ont été dérangées postérieurement à leur consolidation.

(1) En examinant la grande carte géologique de France de MM. Dufrénoy et de Beaumont, j'ai reconnu que la bande basaltique qui passe par le Mont-Dore étant prolongée vers l'est, va rencontrer les gîtes d'asphalte et de bitume du Jura (environs de Seyssel, etc.), qui ont les plus grands rapports avec ceux de Clermont placés dans la même bande. On sait que plusieurs géologues attribuent une origine volcanique à ces bitumes.

La grande bande basaltique qui passe par le Cantal va, à son tour, traverser la chaîne des Alpes dauphinoises entre Grenoble et Corps, où se trouvent une quantité de spilites, de variolites et autres roches ignées d'une époque très récente. Là, j'ai reconnu aussi de nombreuses traces de dislocations parallèles à la direction des Alpes principales. Voilà donc des faits géologiques qui prouvent que l'action soulevante des grandes Alpes s'est propagée à travers la chaîne des Alpes françaises, ce que M. de Beaumont avait déjà démontré par une autre série d'observations.

4° Tous les cratères modernes, ceux d'où sont sortis des coulées de lave semblables à celles de l'Etna et du Vésuve, se trouvent placés sur le faite du grand bombement de la chaîne du Puy-de-Dôme, suivant deux lignes éloignées de 6^{mi}. l'une de l'autre, dans une direction N.-S. parallèle à celle du soulèvement de la Corse, et qui fait, avec celle des éruptions basaltiques, un angle de 85°. La plus grande partie des cratères est contenue dans un cirque elliptique, très allongé dans le sens du nord au sud, formé par des escarpements granitiques, dont la hauteur dépasse 40^m; c'est par les fractures qui interrompent la continuité du contour elliptique que les coulées de lave ont passé pour se répandre au loin. Dans le voisinage du Puy-de-Dôme, les cratères d'éruptions sont groupés autour des cônes de domite, et plusieurs se trouvent même posés sur un socle de cette roche. Sur un grand nombre de points, les volcans modernes se sont fait jour à travers les basaltes, qui se trouvent actuellement couverts en partie de leurs déjections. La grande hétérogénéité des coulées de lave, les contournements bizarres que leur intérieur présente, et les aspérités de leur surface, les distinguent complètement des nappes basaltiques, avec lesquelles elles ont cependant de grands rapports pour la composition minéralogique. Dans la région des cratères d'éruption se trouvent des ouvertures infundibuliformes, généralement occupées par des lacs, ayant lancé des scories, mais jamais de laves, qui paraissent être le résultat de la sortie d'une grande masse de gaz accumulée sur les points qu'elles occupent aujourd'hui.

Depuis la sortie des laves, le sol de l'Auvergne n'a point éprouvé de grandes commotions; mais la quantité de sources minérales et thermales, les nombreux dégagements de gaz et de bitume que présente cette contrée, annoncent que l'action volcanique n'est pas encore anéantie.

5° Les trois espèces d'éruptions volcaniques de l'Auvergne, trachytiques, basaltiques et laviques, ont certainement duré chacune pendant un grand laps de temps, avec des paroxysmes extrêmement variés; mais il n'y a point eu de solution de continuité entre elles, puisque leurs produits sont intimement liés: les trachytes passent insensiblement aux basaltes, contiennent souvent les mêmes minéraux, et il y a peu de différence entre la nature minéralogique des basaltes et celle des laves: quand le basalte a coulé sous une forte inclinaison, c'est une véritable lave, et quand la lave est venue remplir une cavité, comme à Royat, elle a pris tous les caractères du basalte. Ce fait prouve que tous les produits volcaniques de l'Auvergne tirent leur origine d'une même masse, dont les éléments n'étaient pas exactement combinés de la même manière à chaque grande époque d'éruptions.

Il résulte du beau travail de M. E. de Beaumont sur le soulèvement des chaînes de montagnes, que les révolutions du globe auxquelles se rapportent les trois lignes principales d'éruptions des roches volcaniques de l'Auvergne, se sont succédé immédiatement dans l'ordre chronologique. Voici comme on peut

rendre compte de ce grand phénomène : si un sphéroïde dont l'intérieur est occupé par une masse fluide, se trouve comprimé dans un sens quelconque, sa surface, solide et élastique comme celle de la terre, tendra à se rider dans une direction perpendiculaire à la pression ; mais si cette pression vient à cesser tout-à-coup, en vertu de l'inertie de la matière, le corps cherchant à reprendre sa forme primitive, se déformera dans un sens perpendiculaire au premier, si toutefois il est homogène. Dans cette réaction, il se formera à la surface de nouvelles rides perpendiculaires aux premières, et cet effet se continuera jusqu'à ce que l'intensité de l'action soit diminuée au point de ne plus pouvoir produire aucun effet sensible.

Il a été démontré, dans mon *Mémoire sur les inégalités de la structure du globe terrestre*, que les rides de sa surface sont le résultat des mouvements de la matière fluide intérieure : une première action, ayant déterminé des fissures par lesquelles la matière comprimée s'est répandue au-dehors, a dû cesser aussitôt, et elle a été suivie par une réaction dans un sens à peu près perpendiculaire, puisque la terre n'est pas parfaitement homogène. M. le commandant du génie Leblanc a présenté à la Société géologique un travail *sur les rapports qui s'observent entre les directions des montagnes d'âges successifs*, etc. (1), dans lequel il dit : « Si l'on compare entre elles les directions des montagnes, en les groupant » par deux, et dans l'ordre indiqué par M. E. de Beaumont, comme étant celui » de leur ancienneté relative, on remarquera que les deux directions d'un même » groupe sont presque exactement perpendiculaires l'une à l'autre. L'anomalie que » semblent présenter les n^{os} 11 et 12 ne tient peut-être qu'à quelque système non » connu, ou à ce que l'on devrait considérer le n^o 11 comme la suite du n^o 10, » bien que d'une époque postérieure. » L'observation est donc bien d'accord avec la théorie sur ce point.

D'après cela, en Auvergne, un ébranlement quelconque de la matière intérieure ayant déterminé les éruptions trachytiques, la sortie des basaltes serait l'effet de la réaction de ce mouvement, et celle des laves celui de la réaction du mouvement basaltique ; l'intensité de la force s'est ensuite trouvée tellement diminuée, qu'elle n'a plus été capable que de lancer des matières gazeuses par les fissures existantes sans pouvoir en déterminer d'autres. Si les choses se sont effectivement passées ainsi, on comprend comment les produits de deux époques d'éruptions consécutives se sont immédiatement succédé, et se trouvent intimement liés, sans être cependant identiques.

L'examen des feuilles de la carte de Cassini, n^{os} 13, 14, 15, 52, 53 et 54, dans les portions qui contiennent les massifs du Cantal et du Mont-Dore, fera reconnaître de grandes fentes, parfaitement marquées par des vallées, placées exactement dans les diverses directions des grandes lignes d'éruptions volcaniques qui viennent se croiser dans ces massifs. Les fentes de l'époque trachytique

(1) *Bulletin*, t. XII, page 140.

sont moins apparentes que les autres, parce qu'elles ont été modifiées par celle des époques basaltique et lavique ; cependant on les reconnaît encore parfaitement dans les vallées des pentes nord et sud du Cantal et du Mont-Dore, et cela sur la carte même jointe à ce Mémoire, qui est un extrait de celle de Capitaine. Les fentes de l'époque basaltique sont les plus étendues et les mieux marquées. La vallée de la Bertrande au Cantal est une de ces fentes qui s'étend vers l'ouest sur une longueur de 6^{myr} ; à l'est elle est représentée par la partie de la vallée de l'Allagnon comprise entre le Lioran et Jourzac. La vallée de la Marône suit aussi une pareille fente, qui correspond sur le versant est à une partie de celle de la Santoire. Au Mont-Dore, la vallée de la Burande, de 4^{myr} de longueur, correspond du côté de l'est avec celle de la Couze de Champeix, qui conserve la même direction sur une étendue de 3^{myr}. La vallée de la Dordogne, qui court N.-S. depuis le pic de Sancy jusqu'au village de Quereille, c'est-à-dire sur une longueur de 8^{kil}, tourne brusquement vers l'ouest, et suit une fente de l'époque basaltique jusqu'à sa rencontre avec le Chavenoux, à une distance de 3^{myr}. Du côté de l'est, elle correspond avec la vallée de la Monne, qui ne se dérange sensiblement de sa direction qu'à la hauteur d'Ollois, après l'avoir conservée sur une longueur de 15^{kil}.

Les fentes de l'époque des laves sont très bien marquées au nord du Mont-Dore par les grandes vallées comprises entre les villages de Laqueille et de Nébouzat, qui vont porter leurs eaux dans celles de la Sioule. La plupart de ces vallées coupent des nappes basaltiques, de même que leurs correspondantes, sur le revers méridional de la montagne. Sur les flancs nord et sud du Cantal, d'où elles s'étendent ensuite à une grande distance, les vallées dirigées N.-S. coupant des nappes basaltiques sont aussi très profondes et très nombreuses : au nord celles de la Véronne, de la Rue, de Loudre, une partie de celle de la Santoire, etc. ; au sud, celles du Goul, du Pleaux, du Seniq, de l'Irande, de la Brezonne, etc. Il ne faut pas négliger de remarquer l'aspect que prennent ces diverses fractures, quand elles arrivent dans le granite et le gneiss : tant qu'elles sont restées dans les trachytes et les basaltes étendus en grandes nappes, ce sont de grandes fentes presque droites ; mais en arrivant dans les terrains granitiques et gneissiques, elles serpentent et finissent par aller se perdre dans d'autres plus anciennes. Ce résultat est l'effet de la différence de résistance des roches fracturées par les forces souterraines.

Les massifs du Cantal et du Mont-Dore, qui sont les plus élevés de la contrée, occupent donc des régions dans lesquelles viennent se croiser presque toutes les lignes de dislocations qui ont influé sur le relief de cette contrée. M. Elie de Beaumont avait déjà montré qu'au Mont-Blanc, le massif le plus élevé des Alpes, viennent se croiser les deux grandes lignes de soulèvement des Alpes occidentales et orientales. J'avance presque avec certitude qu'il en doit être généralement ainsi : les régions où viennent se croiser plusieurs lignes de soulèvement doivent

être des maxima de relief; et, réciproquement, dans les massifs qui sont des maxima de relief, doivent venir se croiser une grande partie des lignes de dislocations qui ont déterminé celui de la contrée. Il ne faut pas confondre un massif avec un sommet: les sommets sont les points culminants des massifs, le pic de Sancy au Mont-Dore, le Plomb du Cantal, etc., et il existe beaucoup de sommets isolés, comme ceux de la Limagne, qui ne sont nullement des points de croisement de plusieurs lignes de dislocations.

La direction N.-S. suivie par les cratères modernes ne correspond exactement à aucune ligne de soulèvement reconnue en Europe par M. Élie de Beaumont. Les volcans de la grande Cordillère des Andes, dont ce géologue serait porté à regarder le soulèvement « comme la cause de la grande inondation subite et passagère » dont on retrouve l'indication à une date presque uniforme dans les archives « de tous les peuples, » sont aussi alignés dans la même direction; mais nous sommes trop éloignés de l'Amérique pour oser dire que la même direction s'est continuée aussi exactement dans un tel espace. M. de Collégno a récemment reconnu en Italie (1) une fente dirigée moyennement du N. 5° O. au S. 5° E., qui traverse une grande partie de la Toscane, et forme un des accidents les mieux conservés du pays. Cette direction correspond à celle du système du Ténare de MM. Boblaye et Virlet, la plus récente des catastrophes dont on ait encore reconnu les traces à la surface de l'Europe, et se trouve être assez sensiblement parallèle à une ligne qui joindrait l'Etna et le Vésuve. Il est extrêmement probable que la grande fissure sur laquelle sont placés les cratères de l'Auvergne s'est ouverte à la même époque; mais ici la direction exactement N.-S. se serait-elle rapprochée de 5° vers le nord? cela peut être. Cependant j'aime mieux croire, puisque les volcans sont placés sur le sommet du grand bombement occidental produit par la révolution qui a soulevé les chaînes de Corse et de Sardaigne antérieurement au dépôt du second étage tertiaire, que la même ondulation de la croûte terrestre qui a ouvert la fente sur laquelle se trouvent établis l'Etna, le Stromboli et le Vésuve, s'étant propagée jusqu'en Auvergne, où la croûte était déjà fortement disloquée dans le sens du N. au S., a déterminé de nouvelles fentes dans cette même direction, parce qu'elle présentait une région de moindre résistance. Dans le voisinage du Puy-de-Dôme, où viennent se croiser les lignes de dislocations de l'époque de la Corse, des Alpes occidentales et des Alpes orientales, la fente est devenue une véritable boutonnière qui a été remplie de volcans, tandis qu'au nord, au sud et à l'est, où le terrain avait été beaucoup moins disloqué, ils n'ont pu s'établir que sur des fentes étroites.

Les quatre lignes de dislocations dont les traces sont si bien marquées dans la grande région volcanique de l'Auvergne ont toutes influé sur le relief de cette contrée. Dans la chaîne du Forez, nous n'avons pu reconnaître que deux de ces lignes, celles des époques de la Corse et des Grandes-Alpes, qui se croisent

(1) *Bulletin de la société géologique*, t. XIII, p. 281.

presque à angle droit : aussi son relief est-il moins considérable que celui de la chaîne de l'Auvergne ; dans celle-ci, l'altitude de beaucoup de sommets dépasse 1,800^m, celle d'un grand nombre va jusqu'à 1,500^m, et dans l'autre, la hauteur des points les plus élevés n'excède pas 1,400^m ; un seul, le sommet du massif de Pierre-sur-Autre, qui s'élève à 1,634^m, se trouve exactement à l'intersection des deux lignes dont nous venons de parler.

C'est au croisement de toutes les lignes de dislocations que les massifs du Cantal et du Mont Dore doivent les accidents qu'ils présentent ; le grand vide central du Mont-Dore, qui n'a pas la forme d'un cirque, résulte du croisement d'une grande fente de l'époque basaltique par une autre de l'époque lavique. Le grand cirque du Cantal, au milieu duquel se trouve le Puy-Griou, résulte des accidents produits par les éruptions trachytiques, croisés ensuite par les lignes de dislocations des époques basaltique et lavique : on peut voir dans les vallées de Vic et de Mandaille des barres qui sont le résultat de ces dislocations, et dont les plus rapprochées du cirque le ferment au sud-ouest. Le Puy-Griou, qui est un véritable dyke de phonolite, se trouve assez exactement au croisement des lignes de dislocations, dont deux sont postérieures à la consolidation de la roche qui le forme. Je serais porté à croire qu'avant les dislocations les plus récentes, ce dyke était resté engagé dans le trachyte, et que ce sont elles qui l'ont poussé en haut comme une cheville, en achevant de construire le cirque au milieu duquel il culmine. Je dirai la même chose des dykes des roches Malvial, Tuillère et Sanadoire, au Mont-Dore, de tous les autres dykes phonolitiques et de ces pitons trachytiques qui s'élèvent à une certaine hauteur au-dessus de la roche qu'ils traversaient. Tous les dykes prismatiques de basalte qui forment des sommets coniques sur les bosses des roches plus anciennes qu'ils ont évidemment percées, les anciens culots de Desmaret, le Mont-Rognon, le Puy-Giroux, le Puy-de-Mur, le Puy-de-Saint-Romain, les Puys-de-Solignat, du Tellier, d'Iboix, d'Usson, de Nonette, de la Roche, de Montcelet, etc., dans la Limagne ; les cônes prismatiques des environs de Murat, etc., ont été poussés en haut après leur consolidation par les forces qui ont déterminé les éruptions laviques ; les inclinaisons des prismes en divers sens, la manière dont ils ont été fracturés, Saint-Romain, Suc-d'Esteil, etc., en sont des preuves. En disant que ces dykes ont été poussés de bas en haut après leur refroidissement, je ne prétends pas que toute leur saillie actuelle soit due au soulèvement : il est bien certain que les eaux pluviales, en coulant sur les flancs, ont emporté les matières désagrégées qui se trouvaient alentour, et ont ainsi contribué à augmenter leur saillie ; mais l'effet de cette cause est beaucoup moins considérable qu'on ne pourrait le croire. Au pied de plusieurs de ces dykes, Suc-d'Esteil, Calvaire de Saint Flour, Puy-du-Tellier, Tour-de-Boulade, Saint-Romain, cônes des environs de Murat, etc., se trouvent des sables, des wackes et des pépérites désagrégées, des scories meubles et des lapilli, qui résistent à l'action destructive des eaux atmosphériques depuis des milliers d'années. Dans toutes ces localités,

les pentes sont arrivées à ce minimum d'inclinaison sous lequel l'action des eaux cesse d'être sensible; ce qui est prouvé par les lichens et les herbes qui les tapissent. Les mêmes faits prouvent aussi que l'isolement de tous ces pitons n'est pas le résultat de l'action des grands courants diluviens, qui auraient rongé de vastes nappes basaltiques, au point de n'en avoir laissé pour témoins que ces minces pitons; avant de ronger le basalte, ils auraient certainement emporté les sables, les pépérites, les wackes et les scories meubles qui couvrent la base et une partie des flancs des cônes, que l'on ose dire être restés pour témoigner de leur ancien passage.

Les grands courants d'eau qui, à différentes époques, ont accumulé dans la Limagne cette immense quantité de débris des montagnes environnantes, ont suivi les vallées primordiales des chaînes, absolument comme les rivières actuelles, qui n'en sont que de faibles restes. Des traces de leur passage laissées sur les flancs de ces vallées jusqu'à une grande hauteur, alluvions, roches polies, etc., la grande quantité de sables et de cailloux roulés accumulée devant l'embouchure, montrent que le volume de leurs eaux était considérable. Ces eaux ne se sont cependant jamais élevées à 200^m au-dessus du fond actuel de la vallée de l'Allier: il n'y a ni cailloux roulés, ni sables, ni aucun dépôt d'alluvions, sur les plateaux de Mont-Celet, de la Chaux-du-Broc, de Pardines, de Corent, de Gergovia, des côtes de Clermont, de Château-Gay, etc., qui devraient en être couverts si les courants diluviens avaient passé dessus. L'aspect que présentent actuellement les diverses masses de roches volcaniques de la belle contrée que nous décrivons, doit donc être plutôt attribué à l'action des forces intérieures qu'à celle des forces extérieures.

Les dernières dislocations qui aient influé d'une manière sensible sur le relief de l'Auvergne sont certainement celles qui ont déterminé la formation de cette immense quantité de cratères laviques. A en juger par la similitude de leurs effets, elles se seraient étendues sur toute la surface du globe à une époque postérieure à l'établissement des sociétés actuelles, et dont presque tous les peuples ont conservé le souvenir. Ce sont elles qui ont mis la dernière main au relief des grands massifs du Cantal et du Mont-Dore, fracturé les nappes basaltiques, et placé un grand nombre d'entre elles dans la position inclinée qu'elles occupent maintenant, soulevé enfin les cônes domitiques de la région du Puy-de-Dôme, autour desquels s'est établi un certain nombre de cratères d'éruption, à la faveur des fissures déterminées dans le sol environnant par l'action de bas en haut.

Plusieurs grandes vallées courant N.-S. ont été ouvertes à cette époque; celle de la Loire, entre Arlempde et Vorey; quelques parties de celles de l'Allier et de l'Allagnon; mais elles sont beaucoup moins nombreuses que celles des époques antérieures.

Telles sont les conclusions auxquelles nous conduisent les observations géognostiques; elles nous annoncent que le globe a dû être fortement disloqué dans

tout l'espace occupé par la région volcanique de l'Auvergne, où viennent se croiser quatre grandes lignes de dislocations. Ce dernier résultat, sur lequel ces observations pourraient laisser quelque doute, annoncé depuis longtemps par MM. de Beaumont et Dufrénoy, contredit avec courage par les antagonistes des soulèvements, est pleinement confirmé par les travaux géodésiques et astronomiques exécutés par les ingénieurs-géographes, et particulièrement par le colonel Broussaud, pour l'établissement du canevas de la nouvelle carte de France.

Nous avons prouvé, dans notre mémoire sur les irrégularités de la structure du globe, que la courbure de l'arc du parallèle moyen augmente notablement en traversant la chaîne de l'Auvergne, et que, dans cette partie, le point de concours des verticales se relève de 2,431^m; que l'arc du méridien de Paris qui passe au-dessus de cette chaîne offre aussi une courbure sensiblement plus forte qu'au sud et au nord. Mais il y a plus : au village d'Opme, à 1^m³⁰ au sud de Clermont, sur un des contreforts de la chaîne volcanique, près de l'endroit où cette chaîne est coupée par les lignes des éruptions trachytiques et basaltiques, le colonel Broussaud a fait pendant plusieurs années, et avec toute l'exactitude exigée, des observations astronomiques dans le but de contrôler les résultats de la géodésie. Eh bien, quoique les observations marchassent parfaitement entre elles, la latitude et l'azimuth obtenus se sont trouvés, l'une plus grande de 0° 0' 9", et l'autre plus petit de 0° 0' 16", que ceux donnés par la géodésie. Dans le second volume de la *Description géométrique de la France* (pages 631 et 632), Puissant a prouvé que pour faire concorder en ce point singulier les résultats géodésiques et astronomiques, il faudrait supposer au globe terrestre un aplatissement de $\frac{1}{88}$, c'est-à-dire deux fois plus grand que son aplatissement moyen, ce qui entraîne l'existence d'un bombement considérable. Dans le mémoire cité plus haut, nous avons démontré (page 23) que la partie extérieure de ce bombement, en le supposant tout formé de basalte, la roche la plus dense de toutes celles connues, tandis qu'il est réellement formé en grande partie de granite et de calcaire, ne pourrait dévier la verticale à Opme que de 2" 5, moins du tiers de l'effet observé. Comme ici les verticales sont deux fois plus attirées vers la montagne qu'elles ne devraient l'être, il en résulte qu'au-dessous, il doit exister des matières deux fois plus denses que celles formant sa masse extérieure, ce qui exige que, dans la formation du bombement, une certaine quantité de matière se soit portée de l'intérieur du globe vers la surface, et dont celle répandue au-dehors n'est que la moindre partie.

De ces résultats mathématiquement établis, on peut rigoureusement conclure que non seulement la croûte du globe a été fortement disloquée dans toute l'étendue de la région volcanique de l'Auvergne, mais encore que sa courbure s'y trouve notablement augmentée; de là tous les phénomènes de soulèvement que présente cette région, et sur l'existence desquels on discute depuis si longtemps.

APPENDICE AU MÉMOIRE PRÉCÉDENT.

VOLCANS D'ITALIE.

Pour compléter l'histoire des phénomènes volcaniques, il fallait, après avoir étudié les volcans éteints, assister à l'éruption d'un de ceux qui sont encore en activité sur notre globe. A la fin de septembre dernier (1843), ayant appris que le Vésuve était en travail, je me rendis immédiatement à Naples, et j'eus le bonheur de pouvoir observer de très près pendant plusieurs jours une petite éruption qui avait lieu dans le fond du grand cratère. Avant de parler des phénomènes dont j'ai été témoin, je vais jeter un coup d'œil général sur la constitution géologique de la Campanie, et montrer les rapports qu'elle présente avec celle de la partie volcanisée de l'Auvergne.

Tout le monde connaît le beau mémoire de M. Dufrénoy sur les terrains volcaniques des environs de Naples (1), si complet, et dont l'exactitude des descriptions est telle, qu'il ne reste plus que très peu de chose à dire sur cette contrée. Ce mémoire m'a servi de guide dans mes courses, et j'en transcrirai souvent ici des morceaux entiers, parce qu'il est inutile de refaire ce qui a été très bien fait.

Les terrains qui se montrent au jour dans les environs de Naples sont, en allant de bas en haut, un calcaire plus ou moins compacte, plus ou moins marneux, qui appartient à la partie inférieure du terrain crétacé, des conglomérats trachytiques et des tufs ponceux, percés çà et là par des filons et des masses de trachyte, un terrain marin très moderne recouvrant ces conglomérats, des alluvions de diverses époques, enfin les produits des bouches ignivomes, dont plusieurs sont encore en action ; ou ont été en action depuis les temps historiques.

§ I^{er}.

Terrain crétacé.

La roche la plus ancienne du sol napolitain est celle qui forme la grande masse de l'île de Caprée, célèbre par la retraite de Tibère, et du magnifique cap sur lequel Sorrente est bâti, depuis la Punta-della-Campanella jusqu'à Salerne, au sud, et à Castellamare, l'antique Stabia, au nord. C'est un calcaire compacte, rarement sub-lamellaire, grisâtre, plus ou moins marneux, qui offre de l'analogie avec celui de l'Apennin. Ce calcaire est parfaitement stratifié ; souvent même il est fissile. Les strates plongent vers le N.-O. sous un angle de 20°, suivant une ligne de dislocation dirigée E. 20° N. à O. 20° S., à peu près comme l'axe de la grande chaîne des Alpes. A la Torre d'Orlando, près de Vico, le calcaire fissile

(1) *Annales des mines*, 3^e série, t. II.

contient des empreintes de poissons (*Pycnodus rhombus*, Ag.) parfaitement conservées. M. de Pinteville a trouvé des hippurites dans celui de la pointe de Sojano, à l'est de Vico. Ce géologue pense que les couches à hippurites recouvrent celles à poissons ; mais il ne m'a pas été possible de voir là deux formations différentes, et la seule présence des hippurites me détermine à rapporter au terrain crétacé le calcaire dont il est ici question, bien que je n'aie jamais pu trouver dans l'ouvrage de M. Agassiz dans quel terrain gît exactement le *Picnodus rhombus*, qu'il a figuré table 72 sans en avoir encore publié la description.

Le pied des montagnes calcaires du cap de Sorrente est recouvert, à stratification transgressive, au nord et à l'est, par le tuf ponceux que nous allons décrire, et qui se montre aussi sur plusieurs points dans la partie septentrionale de l'île de Caprée.

§ II.

Tuf ponceux.

Tout le sol de la campagne de Naples, depuis la bande calcaire dont nous venons de parler jusque bien au-delà des Champs-Phlégréens, vers le nord, est formé par un terrain très remarquable, que M. Dufrénoy a décrit, et auquel il donne le nom de *tuf ponceux*. C'est à la célèbre pointe du Pausilippe que l'on peut le mieux observer les caractères minéralogiques et géognostiques du tuf ponceux : « Le tuf du Pausilippe, dit M. Dufrénoy, page 120, est composé de » débris de trachyte à plusieurs états et de différentes grosseurs, cimentés par » une pâte de même nature qu'eux. Cette pâte est composée, comme la plupart » des argiles, des parties les plus fines qui ont été longtemps suspendues dans » l'eau, et qui prennent de l'homogénéité par suite du degré de ténuité de cha- » cune d'elles. Elle fond facilement en un émail blanc analogue à celui que » donnent les substances classées généralement sous le nom de *feldspath*. Cette » pâte est généralement peu abondante, et les fragments paraissent soudés entre » eux ; cependant certaines couches en sont presque uniquement composées : » elles ressemblent alors aux couches d'argile si fréquentes dans les terrains » tertiaires.

» Une grande partie des fragments qui entrent dans la composition des tufs » ponceux sont de la pierre ponce. Quand ces fragments ont une certaine gros- » seur, la ponce a quelque solidité, et pourrait être employée dans les arts. Le » trachyte qui se montre disséminé dans le tuf est généralement de couleur fon- » cée ; il contient des cristaux très éclatants de *feldspath* autoclase, rarement » maclés ; on y voit aussi des galets de roches granitoïdes et des galets de calcaire » gris semblable à celui du cap de Sorrente. Ceux-ci se rencontrent particulière- » ment dans le tuf qui recouvre le calcaire de ce cap, et dans celui de l'île d'Ischia, » à la descente de Fontana, vers le Monte-Imperatore. »

Certaines parties du tuf m'ont paru être de véritables trachytes altérés ; la pâte,

homogène, caverneuse, renferme beaucoup de cristaux de feldspath altérés : pointe du Pausilippe, Monte-Barbaro, etc. La masse de ce terrain présente presque partout deux étages parfaitement marqués, ordinairement intimement liés, mais qui paraissent aussi quelquefois indépendants l'un de l'autre. Le plus inférieur de ces deux étages, dont la puissance dépasse 150^m à la pointe du Pausilippe, et 200^m dans l'escarpement du mont Epomeo de l'île d'Ischia, est une masse dans laquelle on aperçoit çà et là quelques indices de stratification, et qui offre la plus grande analogie avec les tufs ponceux et conglomérats trachytiques de la montagne de Perrier, de la vallée de la Dordogne au Mont-Dore, et des vallées du Cantal (§ VII). On y voit des ponces fibreuses tout-à-fait semblables à celles de Perrier. C'est dans cet étage que sont creusées toutes les habitations si pittoresques du faubourg Pausilippe de Naples, ainsi que les deux galeries anti-ques qui traversent la montagne pour aller à Pouzzol, et dont l'une sert encore de passage aujourd'hui. Les fragments de trachyte et de ponce, très nombreux sur certains points, sont toujours inégalement distribués; rarement ils forment de petits lits horizontaux ou peu inclinés, et ordinairement parallèles aux indices de fissures de stratification, qui sont rarement continus. Dans plusieurs localités, île de Nisita, cap Misène, falaise de l'île de Procida, île d'Ischia, escarpements de l'Epomeo, les strates apparents du tuf présentent une forte inclinaison et des contournements bizarres qui prouvent qu'il a été bouleversé depuis sa consolidation.

Le second étage du terrain de tuf ponceux, qui se montre plus ou moins bien développé presque partout sur le premier, pointe de Sorrente, pentes de la Somma, montagne du Pausilippe, Champs-Phlégréens, cap Misène, îles de Procida et d'Ischia, est composé de strates régulières, d'une substance argileuse très fine, de même nature que celle de l'étage inférieur, dont elle ne paraît être que les parties les plus ténues qui seraient restées un certain temps suspendues dans l'eau. Cet étage contient encore beaucoup de fragments ponceux, trachytiques et calcaires plus ou moins roulés. Les galets calcaires sont surtout nombreux à la pointe de Sorrente et sur les pentes de la Somma. Dans cette dernière localité, on trouve, avec les galets calcaires, beaucoup de fragments des laves amphygéniques qui constituent la montagne.

Le plus souvent les deux étages du terrain que nous décrivons sont si intimement liés, que l'on pourrait croire que l'un n'est que la suite du dépôt de l'autre. Mais quelquefois aussi le second recouvre le premier transgressivement : dans l'escarpement N.-O. entre les deux grottes du Pausilippe (fig. 1), dans la falaise qui domine la route de Pouzzol, un peu avant la Punta-Negra (fig. 2); ici on voit même plusieurs fragments de la masse inférieure placés entre les deux étages. Ces deux exemples prouvent que

Fig. 1.

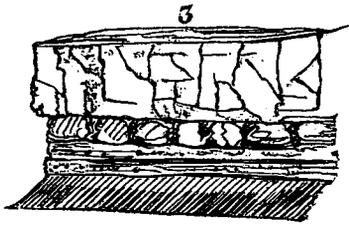


Fig. 2.



la surface du premier étage a été pendant long-temps exposée à l'influence des agents extérieurs avant le dépôt du second ; de plus, il me paraît devoir son existence à un concours de circonstances analogue à celui qui a donné naissance aux conglomérats trachytiques et aux tufs ponceux de l'Auvergne ; tandis que le second est un dépôt aqueux semblable à celui qui recouvre les conglomérats trachytiques du pied du Cantal, aux environs de Murat.

M. Dufrénoy a vu aux Champs-Phlégréens et à l'île d'Ischia les tufs ponceux percés par des masses et des filons de trachyte. J'ai visité presque tous les points cités par ce géologue où les trachytes traversent les tufs ponceux ; de plus, j'ai vu dans la falaise nord de Procida, non loin de S. Cattolico, un gros filon de trachyte dans le premier étage, et dont il n'a pas parlé. La masse de trachyte de la Punta-Negra est une véritable coulée, qui s'est étendue sur le premier étage du



tuf et a été recouverte par le second (fig. 3) absolument comme celles des vallées du Mont-Dore (§ VII), qui sont comprises entre deux assises de tufs et de conglomérats. Cette coulée, dont l'épaisseur dépasse 30^m, repose sur des fragments assez gros du même trachyte que celui dont elle est formée. Ces fragments recouvrent deux couches de scories noires et rouges, au-dessous desquelles vient le tuf ponceux.

En suivant la coulée trachytique de la Punta-Negra, on reconnaît qu'elle doit être sortie des flancs de la montagne de la Solfatare, mais nullement du cratère, sur le pourtour duquel se trouve le second étage des tufs qui recouvre cette coulée. Des filons et masses de trachytes se montrent au milieu des tufs ponceux dans les cirques d'Astroni et de Pianura, et sur plusieurs points de la partie septentrionale de l'île d'Ischia. Ces filons me paraissent tout-à-fait analogues à ceux qui traversent les conglomérats et tufs trachytiques de l'Auvergne. Comme en France, le trachyte en fragments disséminés dans les tufs est le même que celui des filons : il offre une pâte d'un gris foncé, plus ou moins poreuse, dans laquelle sont disséminés des cristaux de feldspath blanc à cassure lamelleuse. Je n'ai jamais vu les filons trachytiques pénétrer dans le second étage des tufs ponceux ; cependant il pourrait se faire qu'il en fût ainsi sur quelques points.

J'ai souvent cherché des restes organiques dans les tufs ponceux des environs de Naples sans jamais en découvrir une seule trace ; mais il est bien certain que l'on a découvert sur plusieurs points des coquilles marines et même des ossements de grands animaux semblables à ceux du terrain subapennin (1). On n'a pas dit dans lequel des deux étages gisent ces restes organiques : ils peuvent se trouver dans tous les deux sans que pour cela l'inférieur soit une formation purement aqueuse ; car si les déjections trachytiques ont eu lieu sous l'eau de la mer, on

(1) Voyez Dufrénoy, pag. 132 et 137.

conçoit parfaitement que des coquilles marines aient été englobées dans les tufs.

Ce qui précède prouve qu'il existe une grande analogie entre les tufs ponceux de la campagne de Naples et les conglomérats avec tufs trachytiques de l'Auvergne. Avant d'aller plus loin, je dois donc déclarer que je range les tufs ponceux, ou plutôt la partie inférieure, celle qui n'est que très imparfaitement stratifiée, dans l'époque trachytique, et que je les regarde comme les roches volcaniques les plus anciennes de la contrée.

Bouleversement et altérations des tufs ponceux. Les fractures et les nombreux contournements que présentent les deux étages du terrain de tufs, et la forte inclinaison des couches du second sur un grand nombre de points, prouvent clairement qu'ils ont été bouleversés depuis leur dépôt. C'est principalement la partie du territoire de Pouzzol connue sous le nom de Champs-Phlégréens qui mérite d'attirer l'attention de l'observateur à cet égard.

Une personne qui ferait le tour des Champs-Phlégréens, en suivant les montagnes des Camaldoli de Naples, de Marano, de Quarto, de Cume, de Baja, et reviendrait à Bagnoli par le bord de la mer, serait persuadée que les Champs-Phlégréens consistent en un massif de collines entouré d'une enceinte comme une place forte. Mais si le voyageur pénètre dans l'intérieur du massif, il sera surpris de voir que tout ce qu'il avait d'abord pris pour des collines sont de vastes cirques disposés à côté les uns des autres, entourés chacun par une enceinte semblable à celle qu'il vient de parcourir, mais beaucoup moins irrégulière. Chacun de ces cirques ressemble à un cratère ; ils offrent presque tous une échancrure ayant de l'analogie avec celle des volcans égueulés de l'Auvergne, qui, au premier abord, paraît avoir donné passage à un courant de lave. Mais en examinant avec soin cette échancrure et le sol contigu, on reconnaît, à l'exception de celle d'Astroni cependant, qu'il n'en est absolument rien sorti. Les cratères des Champs-Phlégréens sont généralement moins profonds et beaucoup plus évasés que ceux des volcans qui ont donné des courants de lave. Ils sont tous ouverts au milieu d'une bosse de tufs ponceux ayant la forme d'un cône tronqué, dont les flancs, plus ou moins inclinés, présentent les couches de l'étage supérieur plongeant dans tous les sens. Dans l'étage inférieur, qui ordinairement constitue presque à lui seul l'intérieur du cirque, on distingue rarement des traces de stratification bien marquées, et la plupart du temps les parois sont recouvertes par des broussailles, des bois et des vignes, qui ne laissent paraître la roche que sur quelques points. Cette roche est toujours le tuf ponceux plus ou moins solide, en y comprenant les conglomérats trachytiques et les trachytes altérés. Ces caractères généraux posés, décrivons les principaux cirques des Champs-Phlégréens.

Le lac *Agnano* occupe le fond, presque plat, d'un cirque très évasé, ayant 1600^m de diamètre, dont l'intérieur est couvert de broussailles et de cultures, qui ne laissent voir la roche que sur un petit nombre de points. La crête du cirque présente les couches du second étage plongeant en dehors sous un angle qui varie

entre 5 et 15°. Dans l'intérieur du cirque d'Agnano, dont l'échancrure se trouve du côté de l'est, je n'ai aperçu aucun filon, aucune pointe de trachyte, ni aucune roche scoriacée, ou lave analogue à celle du Vésuve.

Le *cirque d'Astroni*, dont le diamètre supérieur n'est que de 1300^m, offre le même aspect que le précédent ; les bois et les vignes qui en garnissent l'intérieur ne laissent voir la roche que dans quelques ravins. C'est encore le tuf ponceux recouvert par son étage supérieur, dont les couches sont souvent contournées et plongent généralement en dehors. M. Dufrénoy a décrit (page 144) le trachyte qui forme un petit monticule au centre du cirque d'Astroni. C'est une roche feldspathique d'un gris foncé avec cristaux de feldspath blancs, dont il existe beaucoup de fragments dans le tuf ponceux des parois. L'échancrure de ce cirque, par où passe le chemin qui mène à la Via-Campana, présente une nappe de 1 à 2^m d'épaisseur d'une ponce noirâtre qui paraît avoir coulé. Cette nappe reparait à l'extérieur sur le flanc nord ; partout elle est recouverte d'une mince couche ponceuse provenant du tuf entraîné par les eaux : une petite éruption aurait-elle eu lieu en cet endroit à travers le tuf ponceux ?

Cirque de Pianura. Le village de Pianura est bâti sur le fond d'un vaste cirque dont le diamètre a près de 2,000^m. Il est formé au sud par les pentes extérieures de ceux d'Agnano et d'Astroni, et des autres côtés par une crête circulaire qui, partant d'Astroni, va passer au nord de Pianura, revient au sud par les Camaldoli, et va se terminer à l'échancrure qui se trouve de ce côté. Au pied de ses parois nord, on voit sous le tuf une masse de trachyte exploitée, décrite avec détail par M. Dufrénoy, page 141. Cette masse offre un conglomérat assez semblable à ceux du Cantal (§ VII) ; il est formé de fragments de trachyte agglutinés par une pâte de même nature. M. Dufrénoy fait remarquer que ces fragments sont parallèles entre eux et allongés dans le sens de la stratification du tuf ponceux, et que le trachyte est lui-même un peu schisteux à la manière des phonolites.

Le vallon dans lequel se trouve le village de Quarto peut être considéré comme un vaste cirque irrégulier.

Le *Monte-Barbaro*, célèbre par le fameux vin de Falerne que l'on recueille sur ses pentes méridionales, n'est que l'enceinte d'un cirque aussi grand que celui d'Agnano. L'échancrure qui est du côté occidental, et à laquelle conduit une antique voie romaine, présente d'énormes blocs d'un tuf ponceux granitoïde qui semble n'être qu'un trachyte altéré. Cette roche n'offre aucun indice de stratification ; mais on reconnaît à la position des masses qu'elle a été fortement bouleversée ; par dessus, on voit les strates du second étage qui inclinent dans divers sens. Dans l'intérieur du cirque, tout couvert de cultures et de bois, je n'ai reconnu aucune trace d'éruptions modernes.

Le *lac d'Averne* occupe le fond d'un cirque plus évasé, mais moins vaste que celui du Monte-Barbaro, dont l'échancrure se trouve au S.-E., au pied du Monte-Nuovo.

Le *Monte-Nuovo*, rendu célèbre par l'unique éruption de 1538, qui détruisit le canal de communication entre les lacs d'Averne et Lucrin en comblant presque entièrement ce dernier, est un cirque ouvert dans une bosse de tuf ponceux comme tous ceux que nous venons de décrire, mais beaucoup plus petit et moins évasé, car il n'a que 300^m de diamètre sur 128^m de profondeur; il ne présente aucune échancrure, bien qu'il soit sorti des coulées de lave des flancs. L'intérieur du cratère présente partout à découvert le tuf ponceux des Champs-Phlégréens, fortement raviné par les eaux pluviales. Il paraît que, depuis le passage de M. Dufrenoy, ces eaux ont fait disparaître tous les indices de stratification dont il parle page 150, car je n'en ai pas aperçu un seul; mais, du côté nord, près de la maison bâtie sur le bord du cratère, on voit une partie de l'étage supérieur dont les strates sont contournés, et le tuf de l'intérieur présente des traces évidentes de déchirement.

Il n'existe aucun reste de laves ni de scories dans l'intérieur du cratère du Monte-Nuovo, et bien certainement celles qui encroûtent les flancs, d'où elles sont tombées dans le lac Lucrin, n'en sont jamais sorties. Il existe trois points en dehors du cratère, sur la crête qui le termine, qui ont vomis les scories et les laves de 1538. Nous reviendrons sur l'éruption du Monte-Nuovo en parlant des phénomènes volcaniques actuels. Ce qu'il importait d'établir ici, c'est que le cratère que présente cette montagne n'est nullement un cratère d'éruption, mais simplement un cirque ouvert dans le tuf ponceux comme tous ceux des Champs-Phlégréens.

La *Solfatare*. De tous les cirques des Champs-Phlégréens, la Solfatare est certainement le plus remarquable et le plus intéressant par les phénomènes qui y sont encore actuellement en action. Ce cirque, de forme elliptique, est beaucoup moins grand que ceux d'Agnano et d'Astroni; son grand axe n'a pas 1000^m de longueur. Du côté de Pouzzol, il existe une forte échancrure qui donne entrée dans le cirque. L'examen de cette échancrure montre qu'elle n'a pas donné passage à la coulée trachytique de la Punta-Negra, ni à aucune autre matière pâteuse qui se serait élevée dans le cratère. Les parois de celui-ci sont en partie couvertes de bois et de broussailles; cependant la roche est à nu dans un grand nombre d'endroits: c'est le tuf ponceux, des trachytes et des conglomérats trachytiques plus ou moins altérés, dans lesquels on remarque çà et là des indices de couches fracassées et contournées ainsi que de gros blocs entassés les uns sur les autres. Les bords supérieurs du cirque sont formés par le second étage des tufs ponceux, dont les couches, très contournées, plongent généralement en dehors, sous un angle variable qui dépasse souvent 15°, ce qui se voit parfaitement dans les sentiers creux qui les coupent de distance en distance. Le fond de la Solfatare, primitivement uni, présente aujourd'hui beaucoup de cavités produites par les travaux de l'extraction du soufre que contient ce terrain en veines et en petits amas. En frappant sur ce fond

avec le pied ou avec le marteau, il résonne comme s'il y avait des cavités dessous.

Des crevasses du fond, ainsi que de celles des parois du cratère et des flancs extérieurs, surtout du côté de la mer, sortent des fumarolles plus ou moins considérables. Les ouvertures qui donnent passage à ces fumarolles sont toutes tapissées de cristaux de soufre jaune et brillant. La fumée est de la vapeur d'eau avec une légère odeur d'acide sulfureux, en sorte qu'elle résulte certainement de la combustion de l'hydrogène sulfuré à son arrivée au contact de l'air. Par le passage des fumarolles, les roches sont notablement altérées, et l'on peut suivre les progrès de l'altération, qui marche continuellement : j'ai retiré de plusieurs fentes des morceaux altérés à divers états, et souvent à une très petite distance du trou qui donnait passage à la fumarolle, la roche (conglomérat trachytique) était intacte. Les roches altérées par les vapeurs sulfureuses de la Solfatare ont la plus grande analogie avec les domites de l'Auvergne, surtout avec celles du grand Sarcouï. En prenant ici la nature sur le fait, on trouve tout simplement le secret de la formation de ces roches singulières qui intriquent depuis si longtemps les géologues. Ainsi donc, comme nous l'avons annoncé dans le mémoire précédent (§ IX), les domites sont le résultat du passage de vapeurs acides au milieu des roches trachytiques. On trouve aussi là l'explication de la présence du soufre dans les divers terrains des pays volcanisés.

Le point de la Solfatare où le dégagement de vapeurs d'eau et les dépôts de soufre sont le plus considérables est à l'extrémité orientale du cirque, au pied de l'escarpement. Là, d'une dépression peu profonde et peu étendue, toute criblée de fentes et de trous tapissés de cristaux de soufre d'un jaune nacré, s'échappe une grande quantité de vapeur d'eau qui exhale une odeur sulfureuse assez forte ; c'est ici que l'on aperçoit les débris du canal antique qui conduisait l'eau thermale au temple de Sérapis ; de ce canal sort encore maintenant un fort courant d'eau bouillante qui s'échappe en détonant. Ceci me porte à croire que l'hydrogène sulfuré arrive très chaud au contact de l'air, et que la chaleur des bouches qui vomissent les fumarolles n'est pas uniquement due à sa décomposition.

Sur le versant méridional de la montagne, à une petite distance du bord supérieur du cratère, le tuf n'est point altéré, non plus que les conglomérats trachytiques et le trachyte de la Punta-Negra. Ainsi l'action qui alimente les fumarolles et les dépôts de soufre est depuis longtemps concentrée dans un petit rayon d'activité autour de la Solfatare.

J'ai examiné avec soin l'intérieur de la Solfatare, et je n'y ai reconnu aucune roche analogue à celles que présente la masse du Vésuve, c'est-à-dire aucune roche scoriacée ou ayant évidemment coulé ; d'un autre côté, la montagne est intimement liée avec celles d'Astroni et d'Agnano, en sorte que la cavité qu'elle

présente n'est pas plus un cratère d'éruption que les autres cirques des Champs-Phlégréens.

Le cap Misène, qui fait suite aux Champs-Phlégréens, présente aussi plusieurs cavités cratériformes semblables aux précédentes, mais moins vastes et moins régulières. L'extrémité du cap elle-même offre un petit cratère ouvert dans le tuf ponceux ; on en voit un pareil dans l'île de Nisita, située à l'extrémité de la pointe du Pausilippe.

Du cap Misène, on passe à l'île de Procida, dont le sol est formé par le même tuf que celui des Champs-Phlégréens ; les deux étages superposés se voient parfaitement dans les falaises formées par des escarpements à pic. Les contournements des strates de l'étage supérieur et leur forte inclinaison prouvent qu'ils ont été dérangés depuis leur consolidation. A l'extrémité méridionale de l'île, il existe un cirque ouvert à l'est qui forme le port de Chiajolella ; immédiatement après, vient la petite île de Vivaro, dans les falaises de laquelle les couches des tufs sont encore fortement contournées.

Il y a près d'une lieue entre l'île de Procida et celle d'Ischia, beaucoup plus grande. Le sol de celle-ci est encore formé par les tufs ponceux, à travers lesquels se sont ouverts plusieurs bouches volcaniques. Les deux étages se distinguent parfaitement sur un grand nombre de points, et les strates du second sont souvent contournés et plus ou moins inclinés. Le mont Epomeo, dont le sommet s'élève à 870^m au-dessus de la mer, qui en baigne le pied, est le point culminant de l'île ; c'est un centre auquel toutes les parties du relief viennent se rattacher plus ou moins directement. Les escarpements de cette belle montagne montrent les diverses assises des tufs ponceux fortement bouleversées et les strates du second étage plongeant dans divers sens : c'est le point de maximum d'action, un centre de soulèvement analogue au Puy-de-Dôme. Les ouvertures en forme de cirque incomplet sont nombreuses autour de l'Epomeo, et particulièrement au N.-E., où sont les cratères qui ont vomi des courants de laves depuis les temps historiques. Les deux bouches du nord sont placées dans un grand cirque échancré justement du côté où elles se trouvent. Entre S. Angelo et la ville d'Ischia, on voit encore plusieurs dislocations en forme de cirque incomplet. Des trachytes en filons et en masses transversales ont percé les tufs d'Ischia : M. Dufrénoy en a vu au Monte-Vico et à la Punta-Cornachia ; le château d'Ischia est bâti sur un dyke trachytique qui sort de la mer à une petite distance de la côte. Le trachyte d'Ischia ressemble à celui des Champs-Phlégréens ; il contient aussi de nombreux cristaux de feldspath ; mais la pâte offre des variétés assez prononcées : tantôt elle est compacte à la manière de celle des porphyres, et tantôt vitreuse comme dans les obsidiennes.

Je n'ai pas visité l'île de Caprée ; mais, d'après les observations de M. Dufrénoy, il est certain que les tufs ponceux se trouvent dans cette île reposant sur le calcaire comme au cap de Sorrente. Ces tufs sont donc assez uniformément

répandus dans toute la campagne et les îles de la baie de Naples, et leur composition est à peu près la même partout. Si l'on ajoute à cela les marques positives de dislocations laissées dans toutes les montagnes, les falaises des îles et celles du continent, les violentes commotions qui ont bouleversé à différentes époques et qui agitent encore journellement le sol de la contrée, on aura quelque raison de croire qu'ils formaient primitivement une grande nappe, qui a été morcelée par l'action des agents intérieurs.

D'après tous les faits que nous venons de rapporter, il est évident que l'effet le plus habituel de cette action était des fractures en forme de cirques, exactement comme nos cratères d'explosion de l'Auvergne, comme les socles de domite sur lesquels sont placés les cônes de scories du Petit-Sarcouï, des Goutes, des Goules et des Gromonaux (§ IX). Le peu d'élévation des cratères des Champs-Phlégréens au-dessus de la base (200^m) et la petite inclinaison des couches dans la plupart d'entre eux, annoncent que l'effet s'est produit très près de la surface. C'est une grosse bulle de gaz qui, après avoir formé une ampoule dans les tufs, a fini par la crever en projetant au loin les débris de la croûte. Nous décrivons plus bas un phénomène de ce genre, celui de la formation du Monte-Nuovo, qui s'est produit il y a seulement trois siècles.

§ III.

Volcans modernes.

Groupe du Vésuve. Les nombreuses et puissantes déjections de ce magnifique et célèbre volcan ont recouvert d'une couche épaisse et très étendue tout le sol qui lui sert de base ; cependant les tufs ponceux, restés à découvert sur la presque totalité du pourtour de cette montagne, annoncent qu'ils existent là comme ailleurs. Les lambeaux de cette roche, qui s'élèvent beaucoup au-dessus des produits volcaniques vésuviens, aux Camaldoli della Torre, à l'ermitage de San-Salvatore et sur les pentes de la Somma, ainsi que la puissante couche de débris des mêmes tufs qui couvre l'antique Herculanium, prouvent que le terrain a été fracassé en cet endroit lors de la formation du volcan.

Le Vésuve, pris dans son ensemble, présente à l'œil une masse conique isolée, s'élevant au milieu d'une vaste plaine, à 1200^m au-dessus du niveau de la mer, dont les flots viennent battre le pied. Cette masse se compose de trois parties que l'on distingue parfaitement des ports de Naples et de Castellamare, qui en sont à trois lieues de distance. Ce sont :

1° Un cône très obtus, dont la hauteur excède un peu la moitié de celle de la Punta-del-Palo, qui est le point culminant du Vésuve. La base supérieure de ce cône obtus porte le nom de *Piano* ; la pente de ses flancs n'excède pas 10°.

2° Sur le *Piano* s'élève brusquement un second cône aigu, dont la génératrice fait un angle de 30 à 33° avec l'horizon. Celui-ci est irrégulièrement tronqué à sa partie supérieure, qui présente, du côté nord, une pointe, le *Palo*, culminant

de 80^m au-dessus de la troncature (fig. 4). Le diamètre de la base du second



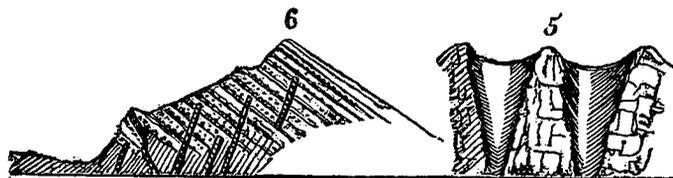
cône, assez exactement circulaire, est de 2000^m, et celui de la troncature, de 740^m.

3^o Du côté septentrional, on voit se détacher du premier cône, absolument comme une écaille, une masse escarpée, la Somma, dont la crête s'élève à 542^m au-dessus du Piano, presque autant que la pointe del Palo, laissant entre elle et le second cône un espace vide demi-circulaire de 500^m de large, connu sous le nom de *Fosso-Grande*.

A la simple vue, la Somma paraît séparée du Vésuve, et l'étude de cette masse prouve qu'il en est effectivement ainsi : sur tout le périmètre du pied, et jusqu'à plus de la moitié des pentes, on rencontre le second étage des tufs ponceux, dont l'inclinaison des couches, d'abord très faible, augmente à mesure que l'on s'élève, jusqu'au-delà de 15° ; ici le tuf renferme en plus ou moins grande quantité des fragments de lave de la Somma, des débris calcaires et d'autres de roches analogues à certaines que rejette encore actuellement le Vésuve : « La » réunion de ces débris, dit M. Dufrénoy, page 373, donne au tuf de la Somma » une certaine apparence d'alluvion, et on pourrait le croire remanié à une » époque très moderne. » De dessous le tuf, sortent des couches assez régulières d'une lave granitoïde, dont l'épaisseur est de 0^m,5 à 2^m, mais dont quelques unes atteignent cependant une épaisseur de 10^m. Ces couches, qui se prolongent jusque dans l'escarpement du Fosso-Grande, sont séparées les unes des autres par des assises de scories rougeâtres, auxquelles elles sont ordinairement soudées. Les deux surfaces de chaque couche sont notablement scoriacées, et présentent beaucoup de petites irrégularités qui annoncent un mouvement lent de la matière liquide ; mais l'intérieur est complètement cristallin : « La lave de la Somma, » dit M. Dufrénoy, page 378, a l'aspect général d'un porphyre composé d'une » pâte d'un gris clair et de cristaux de pyroxène et d'amphigène. Ces derniers, » de beaucoup les plus abondants, ont fréquemment plusieurs lignes de diamètre. » On y distingue en outre quelques lamelles brillantes qui paraissent appar- » tenir à du ryacolite, et des parties vitreuses d'un jaune très clair analogues au » péridot. » La pâte, qu'il regarde comme formée presque entièrement d'amphigène, est caverneuse et peu homogène ; examinée à la loupe, elle présente beaucoup de cristaux d'amphigène parfaitement déterminés, qui contribuent à donner à cette pâte la couleur grisâtre qui lui est propre.

Les pentes de la Somma sont découpées par des vallées peu profondes, en éventail, c'est-à-dire dont la plus grande largeur se trouve à l'origine dans le voisinage de la crête (fig. 5). De chaque côté de ces vallées, on voit profiler les couches de scories et de lave granitoïde généralement beaucoup plus inclinées que celles des tufs ponceux ; car l'angle sous lequel elles plongent varie entre 10 et 30°. La couche de lave supérieure va rarement jusqu'à la crête : elle est ordinairement brisée et remplacée par une autre, qui ne monte non plus que jusqu'à une certaine hauteur, et la même chose se reproduit plusieurs fois, en sorte que les couches sont imbriquées, en descendant, les unes sur les autres. La surface extérieure du cône de la Somma est presque entièrement couverte de cendres et de lapilli identiques avec ceux des flancs du Vésuve et du Fosso-Grande. On rencontre aussi çà et là des blocs calcaires plus ou moins cristallins, et d'autres d'une roche grise pyroxénique, que le Vésuve rejette en grande quantité au commencement des éruptions ; quelques blocs calcaires se trouvent empâtés dans les couches de lave et dans les scories qui les séparent. Vers la partie culminante de la crête, j'ai trouvé, au-dessous des cendres et lapilli, une couche de fragments ponceux semblable à celle qui recouvre Pompéi, et dont nous parlerons plus loin. Cette même couche se montre aussi sur le tuf ponceux près l'ermitage de San-Salvatore.

L'escarpement qui vient au-dessous de la crête de la Somma offre tant de cassures, de plis et de ravins profonds, qu'après l'avoir examiné avec attention, on ne peut se refuser à l'idée d'admettre qu'il est le résultat d'une catastrophe violente. Bien qu'une grande quantité de cendres et de lapilli soit tombée et tombe encore sur cet escarpement à chaque éruption, sa structure reste à jour presque partout. Dans un grand nombre de profils, on voit parfaitement les couches de lave granitoïde, séparées par des scories, se recouvrir assez régulièrement les unes les autres. Descendu dans le Fosso-Grande, on aperçoit tout l'escarpement coupé d'une infinité de filons qui montent plus ou moins verticalement en coupant les couches ; plusieurs sont brisés, et souvent les parties du même ne se correspondent plus (fig. 6). Peu de ces filons atteignent le sommet de l'escarpement : ils s'arrêtent presque tous à des hauteurs variables. « Ce qui fait pré-



sumer, dit M. Dufrénoy (page 381), que ce sont les fentes par lesquelles se sont élevées les matières liquides qui ont formé par leur cristallisation les différentes nappes de la Somma.» Je suis entièrement de cette opinion, et la présence de ces filons dans l'escarpement de la Somma est un fait de la plus haute importance pour la théorie de sa formation et la question du soulèvement

du sol vésuvien. La matière des filons est absolument la même que celle des couches de lave, si ce n'est qu'elle se trouve généralement un peu plus compacte. M. Dufrénoy a reconnu que la roche était d'autant plus compacte que le filon est plus étroit. La cristallisation n'est pas la même dans toutes les parties d'un même filon : les faces sont, en général, à plus petits cristaux que l'intérieur : « Beaucoup de filons se ramifient entre eux et viennent converger en un point » commun ; un grand nombre d'autres se coupent et se rejettent, comme cela a » lieu pour les filons métalliques. Les filons croiseurs ont fourni la matière des » nappes les plus modernes, et doivent par conséquent s'élever plus haut dans » l'escarpement. » (Dufrénoy, page 382.)

Le fond du Fosso-Grande, qui se rattache à la base supérieure du premier cône vésuvien, est couvert d'une épaisse couche de cendres et de lapilli, de laquelle on voit sortir çà et là des pointes de lave moderne scoriacées et bizarrement contournées ; des blocs de calcaire saccharoïde plus ou moins gros et d'autres d'une roche pyroxénique compacte, dont quelques uns vont jusqu'à 2^m cubes, gisent sur le sol, un peu enfoncés dans les cendres.

La partie septentrionale des deux cônes vésuviens est revêtue d'une croûte de lave ; le reste de leur surface présente d'étroits courants en partie enfouis dans les cendres et lapilli qui la recouvrent, et sur lesquels on rencontre encore beaucoup de blocs calcaires et de la roche pyroxénique, dont nous venons de parler. Tous les matériaux sortis des diverses bouches ignivomes, les uns projetés dans les airs, les autres en coulant très irrégulièrement sur les pentes de la montagne, couvrent un espace circulaire dont le diamètre est de 15^{kil.} ; mais l'épaisseur de la couche de cendres et de lapilli, ainsi que les blocs erratiques, va en diminuant d'une manière très notable en s'éloignant du grand cône d'éruption.

Quand on monte au Vésuve par le chemin de Résina, on quitte les chevaux sur une petite plate-forme qui fait partie du Piano. Si à cette hauteur on fait le tour du second cône, en mesurant l'inclinaison des pentes au-dessus et au-dessous, on reconnaîtra parfaitement que l'on est à la séparation des deux : car d'un côté on aura de 30 à 33° pour l'inclinaison de la génératrice, et de l'autre, 10° seulement. C'est là un fait de la plus haute importance, et sur lequel j'appelle particulièrement l'attention du lecteur.

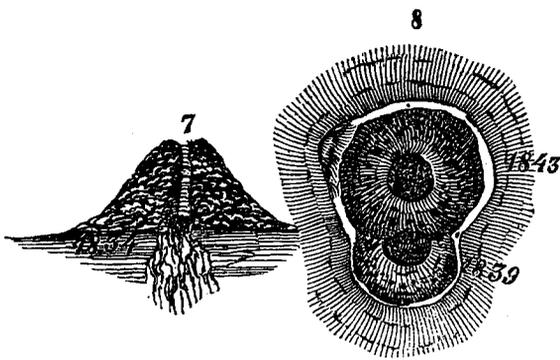
A cet endroit même où on laisse les chevaux, se trouve la bouche de 1822, presque entièrement recouverte par la coulée de 1839. Du côté oriental, à la même hauteur et presque diamétralement opposés, se voient les trois petits cratères de 1834, d'où est sortie une coulée qui a 7000^m de longueur. Sur le flanc méridional, et vers le milieu de la hauteur du premier cône, les cinq bouches de 1760 sont alignées dans une direction N.-S. passant par le sommet du grand cône ; celles de 1794 sont placées sur le versant occidental, près de la séparation des deux pentes. « Ces bouches, au nombre de cinq, dit M. Dufrénoy,

» page 397, suivent une ligne dont la direction, E. 38° N. à O. 38° S., passe un
 » peu au nord de l'arête circulaire du cratère. Ces cinq bouches comprennent
 » une longueur de plus d'un mille ; les deux plus élevées sont couvertes par des
 » coulées modernes ; la troisième, très allongée dans la direction particulière à
 » cette éruption, est une véritable fente le long de laquelle s'est élevé un bour-
 » relet très épais.»

Toutes ces bouches sont entourées d'un cône plus ou moins élevé formé de couches discontinues et fort irrégulières de laves scoriacées, souvent très contournées, et de cendres disposées sans aucun ordre. Chaque cône qui a fourni une coulée présente une profonde échancrure par où elle est sortie ; jamais je n'ai reconnu que la lave fût passée par-dessus les bords, si ce n'est dans le grand cratère (*fig. 7*). Le cône qui contient celui-ci est à peu près formé de la même manière que les précédents ; mais il présente cependant une différence assez notable, qui provient de ce qu'il a fourni plusieurs éruptions, tandis que chacun des autres n'en a fourni qu'une seule ; il se trouve placé exactement sur le sommet du cône obtus, en sorte que l'on peut assurer que celui-ci sert de base à toutes les bouches d'éruption : c'est le couvercle de la grande chaudière dans laquelle s'élaborent les matières volcaniques. Toutes ces bouches, quelles que soient leurs dimensions, ne sont donc autre chose que les cheminées du volcan, formées de matériaux rejetés dans les éruptions et soulevés quelquefois par la pression intérieure.

En gravissant le deuxième cône par le chemin ordinaire, c'est-à-dire à la jonction de la croûte de laves avec le talus de cendres, je suis arrivé sur un petit plateau fort irrégulier tout couvert de blocs de lave compacte rejetés au commencement de l'éruption qui avait alors lieu, de fragments de scories et de cendres. Ce plateau, qui s'étendait alors jusqu'au bord du cratère, occupait presque toute la partie N.-O. du sommet ; des autres côtés, il n'existait qu'une bande étroite entre le cratère et les talus, sur laquelle on voyait à peine quelques blocs. Au-dessus des bords du cratère, s'élevait de 80^m, au N.-O., la pointe du Palo, reste de la partie supérieure d'un cône plus élevé que le cône actuel, détruite par les éruptions depuis 1822 (*fig. 4*). Au premier coup d'œil, on pourrait croire que cette pointe a une grande analogie avec la Somma ; mais en l'étudiant, on reconnaît qu'il n'en est pas ainsi : elle n'est composée que de scories, de cendres et de lapilli mélangés irrégulièrement et entassés les uns sur les autres ; sur aucun point, on ne voit de couches de lave semblables à celle de la Somma. Au mois de septembre 1843, l'ouverture du cratère présentait l'intersection de deux cercles de rayons différents dont la ligne de jonction des centres était dirigée du S.-E. au N.-O. ; dans ce sens, l'ouverture avait près de 750^m, et 700^m dans le sens perpendiculaire. Cette forme était le résultat de deux cratères accolés l'un à l'autre dont le mur de séparation avait été renversé ; alors la profondeur du grand cratère approchait de 180^m ; le fond brisé de celui de 1839 pouvait être

de 25^m plus élevé que l'autre (fig. 8). En examinant les parois des deux cratères



dans le petit nombre de points où elles n'étaient pas couvertes de cendres, j'ai reconnu la même composition que dans la pointe du Palo; mais dans le fond brisé du cratère de 1839, et notablement en saillie sur les cendres, existent deux couches de lave pyroxénique compacte de même nature que les fragments rejetés qui couvraient le plateau supérieur, séparées l'une de

l'autre par une couche de scories rouges inclinées comme elles de 7 à 8°. Au-dessous de la seconde, venait un talus de cendres qui descendait jusqu'au fond du grand cratère. L'escarpement vu en face montrait ses deux couches notablement arquées (fig. 9). J'ai examiné avec soin tout l'intérieur du grand cratère, et nulle part ailleurs je n'ai reconnu de couches semblables aux deux précédentes; mais M. Dufrénoy en a trouvé une à une bien plus grande élévation: « Sur les bords du » Palo, dit-il, page 394, il existe une assise de roche compacte d'environ 2^m d'é- » paisseur, visible dans l'escarpement intérieur, entièrement analogue à celle des » blocs rejetés. La texture lithoïde de cette assise, qui ne se produit que dans les » laves qui, par leur épaisseur, ont dû se refroidir lentement, me fait présumer » que ces roches cristallines ont éprouvé un refroidissement lent et gradué. Peut- » être l'assise du Palo est-elle seulement l'opercule du cratère portée à la place » actuelle par un flot de lave qui l'aurait soulevée à l'état solide; il se pourrait » également que les blocs rejetés fussent des fragments de ce même opercule. »

A la fin de septembre 1843, les bords supérieurs du grand cratère, abstraction faite de la pointe du Palo, étaient sensiblement à la même hauteur que la crête de la Somma, dont le point culminant atteint 1177^m au-dessus de la mer. Sur le relief fait par M. Dufrénoy, le sol du Piano est coté 636^m, ce qui donne 541^m pour la hauteur totale du cône aigu. A la même époque, la profondeur du cratère était certainement inférieure à 200^m; il en résulte donc que les deux couches compactes du fond étaient à plus de 340^m au-dessus de la base du cône dans lequel il se trouve creusé, et à 200^m au-dessous de la couche analogue vue par M. Dufrénoy à la base du Palo. Ce fait remarquable me porte à dire que la masse entière du grand cône d'éruption n'est pas seulement le résultat de l'accumulation des matières rejetées dans les éruptions, mais qu'elle doit être aussi en partie produite par le soulèvement de ces mêmes matières accumulées dans les cavités inférieures. Un autre fait à l'appui de cette opinion, c'est que la plupart des éruptions n'ont pas lieu par le grand cratère, mais bien par de petites bouches ouvertes sur le Piano et sur les flancs du cône obtus, qui ont élevé autour d'elles de petits cônes

de scories, de cendres, etc., dont toutes les masses réunies ne formeraient pas le dixième de celle du grand.

Il est inutile de répéter ici tout ce qu'a dit M. Dufrénoy sur la part que l'on peut attribuer aux soulèvements dans la formation du cône du Vésuve, et pour cela j'engage le lecteur à recourir à son Mémoire (page 398).

Le fait du temple de Jupiter Sérapis, à Pouzzol, abaissé subitement dans la mer, et relevé ensuite de la même manière de plus de 4^m, prouve que des soulèvements notables ont eu lieu dans la contrée depuis les temps historiques, et tout porte à croire que les effets des forces intérieures doivent être plus considérables au Vésuve qu'ailleurs.

Une immense quantité de débris ponceux a été lancée par l'éruption de 79, puisque c'est sous ces débris qu'ont été enfouies les villes d'Herculanum et de Pompéi; maintenant encore, chaque éruption projette dans les airs des fragments ponceux et trachytiques, des blocs calcaires, ordinairement saccharoïdes, mais compactes aussi quelquefois, et très analogues à la roche de Sorrente. Il est donc probable qu'à la base du Vésuve, au-dessous des tufs ponceux, se trouve le terrain crétacé, notablement altéré par les agents volcaniques, et qu'ici la succession des groupes géognostiques est la même que sur les autres points de la campagne de Naples.

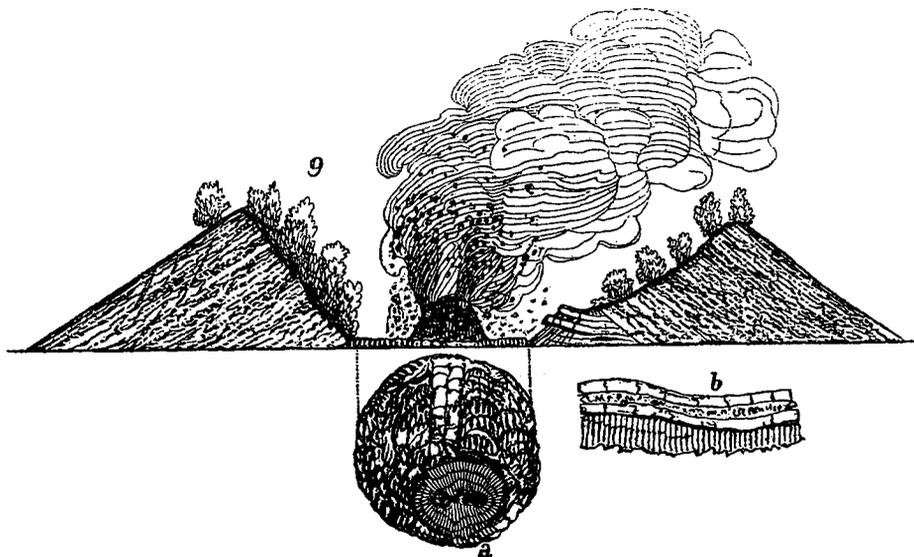
Les blocs de toute espèce rejetés dans les éruptions sont nommés bombes volcaniques par plusieurs géologues; mais je n'ai pas vu dans tout le massif du Vésuve une seule bombe volcanique comme celles qui se trouvent en si grande quantité autour des cratères de l'Auvergne. La matière même des laves, en sphéroïdes plus ou moins gros et souvent même assez compactes, lancés dans l'air, la matière que j'ai vu lancer par les bouches de 1843 était entièrement scoriacée, et présentait les formes les plus irrégulières.

Phénomènes actuels. Il m'a été dit que vers le milieu de juillet 1843 les trous du cratère vésuvien étaient tous bouchés, que des fumarolles sortaient çà et là par de petites fentes, et qu'il existait près du bord septentrional du fond une grosse bosse sur laquelle on passait facilement, quoiqu'il en sortît de la fumée par plusieurs crevasses.

Le 30 septembre, sur un ciel pur doré par les premiers rayons de l'aurore, du port de Naples, on voyait se détacher majestueusement le cône vésuvien, couronné par une superbe colonne de fumée qui s'élevait en tourbillonnant. Alors j'avais gravi la pente escarpée de ce cône, et je cheminai difficilement sur cette plaine irrégulière, couverte de blocs anguleux qui paraissaient avoir été tout récemment rejetés par la bouche volcanique; bientôt le cratère tonnant, rempli de feu et de fumée, s'offrit à ma vue; il s'en exhalait une forte odeur muriatique, qui me força à gagner la base du Palo pour me mettre au-dessus du vent. Sur tous les bords de la coupole, les parois intérieures du cratère, et jusqu'au sommet du Palo, s'élevaient de nombreuses fumarolles, beaucoup plus con-

sidérables que celles de la Solfatare. Ces fumarolles sortaient par des fentes étroites et des trous, dont quelques uns étaient enduits d'une croûte jaune-pâle due à un dépôt de muriate de fer, et d'autres environnés d'une efflorescence blanche qui était du sel marin presque pur. La fumée était composée de vapeur d'eau, avec une petite quantité d'acide hydrochlorique, très reconnaissable à son odeur piquante, et assez peu abondant pour que j'aie pu demeurer pendant plus de cinq minutes au milieu de cette fumée sans être trop incommodé. Mais étant resté assez longtemps sur une grande fente tapissée d'une épaisse croûte jaune, dans laquelle je pensais qu'il pouvait y avoir un dépôt de soufre, j'eus les jambes et mes habits teints en jaune. Quant au soufre, je n'en découvris aucune trace, pas plus que d'odeur d'acide sulfureux, après avoir examiné attentivement plusieurs fentes recouvertes de la croûte jaune. Ce fait négatif établissait une différence tranchée entre les fumarolles du Vésuve et celles de la Solfatare. Ces fumarolles descendaient jusqu'à la partie inférieure du cratère formée par un talus de cendres. Le fond de ce vaste entonnoir était couvert d'un bain de lave, dont la surface, noire, extrêmement irrégulière et toute scoriacée, présentait des fentes de 0^m,5 de large dans lesquelles on apercevait la matière rouge en fusion. Cette surface fumait, et principalement les fentes. La fumée, beaucoup moins épaisse que celle des parois du cratère, me parut être composée de vapeur d'eau presque pure.

Vers le bord septentrional du fond, s'élevait, de 25 à 30^m au-dessus du bain de lave, un cône noir, percé de deux bouches situées à 8 ou 10^m au-dessous du sommet, et presque diamétralement opposées (fig. 9). De chacune de ces bouches sor-



taient continuellement une forte colonne de fumée et des jets de matière fondue ; elles étaient circulaires, sans cratère autour, pouvaient avoir 4^m de diamètre, et

leurs bords opposés étaient éloignés de 5 à 6^m. La partie supérieure du cône qui les séparait était assez aiguë. La matière en fusion ne débordait pas de ces bouches pour couler sur les flancs du cône ; la colonne de fumée, grise, transparente, qui s'élevait en tourbillonnant, poussée par un vent du sud contre les parois du cratère, était traversée par une masse incandescente lancée dans l'air, qui retombait aussitôt en pluie de feu. Par intervalle de trente secondes, un bruit sourd se faisait entendre dans l'intérieur du cône, et aussitôt, avec une forte détonation, s'élevait à 2^m au-dessus de l'une ou de l'autre bouche, et alternativement, une nappe de matière fondue, qui retombait en se plaquant autour de l'ouverture ; au même instant, un jet de fragments de diverses grosseurs, projeté en l'air comme une gerbe d'artifice, s'élevait à 30 ou 40^m ; puis les fragments retombaient subitement et roulaient presque tous sur les flancs du cône, dont les plus gros seulement atteignaient la base ; ceux-ci restaient rouges pendant une à deux minutes ; mais les autres noircissaient presque aussitôt qu'ils étaient tombés. Ces fragments étaient des scories de forme très irrégulière ; ils n'affectaient jamais celle de sphéroïdes, comme les bombes volcaniques de l'Auvergne. La pluie de feu tombait presque entièrement dans la circonférence de la base du cône. Quelques fragments, gros comme le poing, étaient cependant lancés jusque sur les parois du grand cratère, à une distance de 60^m du pied du cône en éruption. J'ai pris dans la main un de ceux-ci qui venait de tomber à côté de moi ; ayant été forcé de le lâcher, je le repris deux minutes après, et le mis dans mon sac de peau, qu'il ne brûla pas le moins du monde ; c'était une scorie noire et spongieuse : la matière en fusion lancée dans les airs se refroidit donc très vite. Au milieu de la pluie de fragments scoriacés, on apercevait de temps en temps une certaine quantité de cendres et de lapilli, qui couvrait toute la surface du cône opposée à la direction de la colonne de fumée.

Descendu dans le fond du cratère, je suis resté pendant deux heures assis sur un bloc de scories, en face, à la hauteur et à 30^m de distance de la bouche méridionale, qui était la plus considérable, et là, je voyais assez bien ce qui se passait dans son intérieur jusqu'à deux mètres de profondeur. Les détonations qui succédaient au bruit sourd intérieur étaient étouffées, et de la force de celle d'une pièce de douze au plus. Quand elles avaient lieu, je n'éprouvais pas la moindre secousse sur mon bloc de scories, et pendant tout le temps que j'y suis resté je n'ai pas senti la moindre commotion. Au moment des détonations, l'ouverture de la bouche était très rouge ; mais elle noircissait aussitôt après, rougissait à une nouvelle, et ainsi de suite ; la matière lancée accompagnait la détonation. La fumée qui sortait de chaque bouche était rouge jusqu'à 3 ou 4^m au-dessus de l'ouverture ; ensuite elle devenait grise. Je n'ai jamais remarqué le moindre indice de flammes, la moindre apparence qui annonçât la combustion d'un gaz. Il m'a été impossible de voir ce qui se passait dans le fond des bouches, dans l'intérieur du cône en éruption ; mais je suis bien persuadé que la matière

en fusion s'élevait jusqu'à une certaine hauteur dans les canaux traversant le cône, dont les bouches d'éruption n'étaient que la partie supérieure; que les bruits sourds intérieurs correspondaient à la formation d'une ampoule à la surface du bain, produite par un dégagement de vapeur; les détonations, au crèvements de cette ampoule; les fragments lancés, provenaient de la croûte brisée, et la nappe qui retombait autour de la bouche, d'une portion de la matière en fusion emportée par le courant de vapeurs qui la traversait.

Nous avons déjà dit que la matière en fusion ne débordait pas par dessus les bouches: au pied sud-ouest du cône, s'élevant à 2^m au-dessus de la croûte de lave qui couvrait tout le fond du cratère (*fig 9 a*), on remarquait une tumeur qui pouvait avoir 10^m de diamètre, couverte d'une croûte brune fendillée, sous laquelle paraissait la lave incandescente, et d'où partaient deux courants de matière fondue marchant vers l'ouest, mais si doucement, qu'il était impossible de s'apercevoir du mouvement avec les yeux. Ces courants disparaissaient sous la croûte noire, dont les nombreuses fentes laissaient voir au-dessous la matière incandescente.

J'avais parcouru la plus grande partie du contour extérieur du bain de lave formé par un escarpement de 1 à 2^m d'une matière noire scoriacée très contournée, qui avait repoussé les cendres et lapilli des parois du cratère comme un glacier repousse sa moraine le long des flancs d'une vallée. Cet escarpement fumait, mais beaucoup moins que l'intérieur du bain; à travers les fentes, on voyait çà et là la matière incandescente, mais solide.

Monté sur la croûte de lave, j'ai pu m'avancer très près du pied du cône d'éruption, en passant par dessus de nombreuses crevasses, dans lesquelles la lave rouge était pâteuse; mais alors j'éprouvais une si forte chaleur, la sueur coulait tellement de toutes les parties de mon corps, que j'ai été obligé de retourner m'asseoir sur mon bloc de scorie. Dans cette excursion, j'ai tiré d'une fente, avec la pointe du marteau, un fragment de lave rouge pâteuse, sur lequel je frappais absolument comme sur un fer rouge; ayant essayé d'y imprimer une pièce de monnaie, je ne pus jamais en venir à bout. L'odeur de la fumée du bain de lave m'a si peu incommodé, quoique je fusse resté plusieurs minutes dans des fumeroles assez fortes, que je la regarde comme presque entièrement formée de vapeur d'eau. Pendant que j'étais à me remettre de l'émotion que je venais d'éprouver, un coup de vent rabattit la colonne de fumée du cône dans le fond du cratère, et je m'y trouvai plongé pendant deux à trois minutes; l'odeur muriatique de cette fumée était tellement forte, que je fus obligé de m'envelopper la figure dans mon mouchoir. J'en sortis avec les yeux larmoyants et une toux suivie d'un mal de gorge qui dura plusieurs jours. Voilà ce que j'ai vu et ce qui m'est arrivé dans ma première descente au fond du cratère vésuvien.

Du 30 septembre au 4 octobre, la colonne de fumée que lançait le Vésuve augmenta notablement; les lueurs que l'on apercevait le soir au-dessus du cratère étaient devenues plus fréquentes et plus considérables; tout semblait annon-

cer une recrudescence dans l'éruption. Je pensais d'après cela que le petit cône pouvait bien avoir éclaté, et qu'il s'était ouvert une grande bouche à la place. A la pointe du jour, étant parti de Résina, je montai au Vésuve par le prolongement du Fosso-Grande, en suivant la coulée de 1839, qui occupe le fond. Arrivé à San-Salvatore, l'ermite me dit : Il doit y avoir du nouveau au Vésuve, car il a fait beaucoup de bruit cette nuit. Le sommet du cratère était alors couvert d'un léger brouillard en partie dû à l'augmentation de la fumée. Arrivé sur le bord du cratère, je reconnus que le nombre et la force des fumarolles étaient beaucoup augmentés ; il y avait une si grande quantité de fumée, qui sortait par une infinité de fentes et de trous, tant sur les bords du cratère que dans son intérieur, que l'on n'apercevait le cône d'éruption qu'à la faveur de la lumière qui sortait de ses bouches. Des deux qui existaient le 30 septembre, celle du nord était fermée ; mais il s'en était ouvert une autre à l'est, beaucoup plus grande, de 8^m de diamètre, autour de laquelle on remarquait un petit cratère. La force des détonations de cette bouche était doublée de celle de l'autre ; le jet de débris qui en sortait était lancé jusqu'au-dessus des bords du grand cratère ; mais ils retombaient encore presque verticalement, et entièrement dans la circonférence de la base du cône ; la nappe liquide qui venait toujours se plaquer autour de la bouche d'éruption ne s'élevait guère plus haut que les jours précédents. La lave ne débordait pas, et elle n'avait pas débordé par cette bouche. Les détonations et les déjections de la bouche restée du 30 septembre paraissaient avoir sensiblement diminué. La tumeur, le point de sortie de la lave rouge, n'avait point changé de place, mais elle était plus étendue et plus élevée ; il en sortait alors quatre petits ruisseaux, séparés les uns des autres par des scories noires, qui coulaient très lentement vers l'est, dans une direction diamétralement opposée à celle du 30 septembre. Au milieu de leur course, ces quatre ruisseaux se réunissaient en un seul, à surface incandescente, de 2 à 3^m de large, qui coulait à peine en ondulant le long de la base du cône. Celui-ci était terminé par un épanouissement de fragments de scories noires portés sur la matière rouge que l'on apercevait entre eux, qui s'avancait lentement en encroûtant la base du cône. L'épanouissement était terminé par une surface courbe formant un bourrelet fort irrégulier, qui marchait si lentement que dans un quart d'heure il n'avait avancé que de 0^m,2 ; malgré cette petite vitesse, la surface, que je voyais se refroidir, était toute hérissée de scories, et présentait les contournements les plus bizarres. Alors la lave s'élevait le long des flancs du cône en le contournant, et si le même effet a continué, aujourd'hui 25 décembre, il doit être entièrement enfoncé dans le bain de lave.

Les détonations et les bruits souterrains, quoique notablement plus forts que ceux du 30 septembre, étaient absolument les mêmes. Assis encore dans l'intérieur du cratère, à une petite distance du cône d'éruption, je ne sentais pas le moindre mouvement dans le sol. Plusieurs personnes qui sont descendues dans le

cratère entre mes deux visites, M. Solomiac, directeur du collège cantonal de Lauzanne, M. Despretz, célèbre avocat de Lyon, et leurs dames, n'avaient pas éprouvé non plus la moindre commotion. Cependant, le 4 octobre, le chemin par lequel j'étais descendu le 30 septembre était éboulé, en sorte qu'il me fallut faire un grand détour pour arriver au fond du cratère : un mouvement du sol avait probablement accompagné l'ouverture de la grande bouche.

Depuis mon arrivée à Naples, le Vésuve était visité chaque jour par un grand nombre d'amateurs, et surtout par des dames, qui, partant de nuit, descendaient dans le cratère à la lueur des torches, et remontaient à la pointe du jour pour jouir du beau spectacle du soleil levant. Le 4 octobre, je m'y trouvai seul, et j'y restai seul avec mon guide la moitié de la journée ; comme je l'ai déjà dit, les fumarolles avaient considérablement augmenté ; toute la pointe du Palo, les bords du cratère et le sommet des flancs du grand cône en étaient garnis. Dans la fumée, je ne reconnus encore que de la vapeur d'eau et une certaine quantité d'acide hydrochlorique, toujours beaucoup plus considérable dans celle qui sortait du cône en éruption que dans celle des fumarolles. Les diverses analyses faites de la fumée du Vésuve ont démontré qu'elle est composée de vapeur d'eau, d'acide carbonique, d'acide muriatique et d'un peu de sel marin. La quantité qui sortait tant des bouches d'éruption que des diverses fentes dont l'intérieur et l'extérieur du cône sont criblés, m'a convaincu que l'eau de la mer doit pénétrer dans le foyer volcanique : car si la fumée provenait uniquement de l'humidité du sol inférieur, même des réservoirs souterrains que l'on pourrait supposer exister au-dessous du Vésuve, une action continuée pendant deux mois, comme celle dont j'ai été témoin, aurait certainement tout desséché ; de plus, la composition de cette fumée est une preuve presque certaine qu'elle vient de la vaporisation de l'eau de la mer. En disant que l'eau de la mer doit pénétrer dans le foyer volcanique, je ne veux pas dire que cette pénétration soit la cause principale des éruptions : cette cause a son siège dans les profondeurs du globe ; mais le dégagement de la vapeur d'eau à travers la matière en fusion peut contribuer puissamment à son ascension dans les conduits qui mettent la masse fluide intérieure en communication avec l'atmosphère. A la fin de septembre 1843, la Solfatare fumait fortement, le Vésuve était en éruption ; de violents tremblements de terre effrayaient le midi de l'Italie ; l'Etna était en travail, et trois mois après il vomissait un immense courant de lave rendu à jamais célèbre par les désastres qu'il a causés. La force qui produisait l'éruption du Vésuve dont j'ai eu le bonheur d'être témoin exerçait donc son action sur une grande étendue.

Sorti du cratère, à l'extrémité de la plaine irrégulière couverte de fragments rejetés, je n'entendais plus que faiblement les détonations, et à peine avais-je commencé à descendre sur le flanc nord du cône, que je ne les entendais plus du tout. Ce phénomène devait certainement tenir à ce que le bruit qui se produisait

dans le fond du cratère se propageait dans la direction des génératrices du cône creux jusqu'à une certaine hauteur dans l'atmosphère.

M. Dufrénoy a si bien décrit (page 392 et suivantes) la manière d'être des diverses coulées du Vésuve sur les flancs du cône et dans la plaine, où elles se prolongent souvent à une grande distance, ainsi que les divers phénomènes que présente leur intérieur, que je renvoie le lecteur à son Mémoire. Il a aussi fait exécuter un petit relief en plâtre du groupe du Vésuve, très exact, où sont marqués les courants de lave des diverses époques jusqu'en 1834 et les bouches d'où ils sont sortis. On peut voir ce relief dans la salle de la Société géologique.

Il est à remarquer que c'est seulement du côté du nord que la lave a débordé par dessus la bouche du grand cratère; là, elle forme une mince croûte toute composée de fragments irréguliers, offrant les tiraillements et les contournements les plus bizarres. Ces fragments ne sont généralement pas soudés les uns aux autres; on les fait souvent rouler avec les bras, et cela jusqu'à une grande distance sur les flancs du cône inférieur; dans des endroits où l'inclinaison de la coulée n'est plus que de 3 à 4°. On peut souvent voir que jusqu'à une profondeur de 2^m et même de 3^m, la masse de la coulée est ainsi formée de fragments incohérents. Ce n'est que dans les cavités, que sur les plans horizontaux, que la lave est compacte; encore sa surface est-elle scoriacée et contournée dans une certaine épaisseur.

On vient d'exécuter un chemin de fer qui, suivant le bord de la mer, va de Naples à Castellamare, et coupe l'extrémité de toutes les coulées du Vésuve qui sont arrivées à la mer entre Portici et Torre-dell-Annunziata; là, on voit parfaitement la manière dont les coulées ont labouré le sol inférieur, en coulant au milieu des cendres et des scories dont il était couvert. Sur le bord de la mer, l'inclinaison était nulle; souvent même la lave est tombée dans des trous: alors la masse est compacte, et prend quelquefois une structure prismatique irrégulière; mais la partie supérieure est toujours scoriacée, et présente des contournements qui annoncent encore un mouvement sensible, résultant de la vitesse acquise et de la poussée des matières qui descendaient sur les flancs du cône.

La coulée de 1839, qui s'est arrêtée dans le prolongement septentrional du Fosso-Grande, sous une inclinaison de 3 à 4°, paraît entièrement composée de fragments incohérents, sous lesquels la matière compacte doit être cachée. L'escarpement de tuf ponceux au pied duquel gît cette coulée est couronné par la lave de 79. Là se trouve une cavité dans le tuf, dans laquelle cette lave s'étant accumulée offre une compacité basaltique. Au-dessus de cette cavité, se voient un lit de scories et trois assises de lave presque compacte sensiblement horizontales. La coulée de 1834, qui s'est étendue sur une longueur de 7000^m, jusqu'au-delà de la villa du prince d'Ottajano, où son inclinaison se trouve réduite à 2°, est aussi toute composée de scories et de fragments incohérents.

Ainsi donc, les coulées de lave sorties des différentes bouches du Vésuve sont

ordinairement composées, jusqu'à une certaine profondeur, de fragments scoriacés très contournés, très irréguliers, et ne se trouvent compactes dans la partie inférieure que lorsque la matière fondue s'est accumulée dans des cavités ou qu'elle s'est arrêtée sur des plans sensiblement horizontaux. Ces coulées diffèrent donc complètement par leur structure des nappes de la Somma qui, granitoïdes et à pâte compacte, n'ont pu être formées sous l'inclinaison qu'elles présentent aujourd'hui.

J'ai déjà dit que les matières rejetées par les bouches du Vésuve se refroidissent très vite. Les coulées elles-mêmes ne portent pas une grande chaleur avec elles : elles enfouissent et brûlent la végétation sur laquelle elles passent ; mais il existe sur les flancs du Vésuve, et à une assez grande distance dans l'intérieur des courants de lave, des vides de 15 à 20^m de large seulement, dans lesquels les vignes et les arbres ont continué à croître bien qu'ils aient été environnés par la matière en fusion. La coulée de 1834 offre un exemple très remarquable de ce fait.

Comme on sait, le Vésuve n'est pas le seul point des environs de Naples qui ait fourni des éruptions volcaniques depuis les temps historiques, et même depuis une époque récente : en 1538, dans les Champs-Phlégréens, le Monte-Nuovo fit éruption et combla en partie les lacs Lucrin et d'Averne. Les historiens de l'antiquité ont souvent fait mention des feux souterrains qui ravageaient l'île d'Ischia. En 1301, une bouche volcanique s'ouvrit au milieu de cette île, et vomit une coulée de lave qui s'étendit jusqu'à la mer. Nous avons aussi étudié ces deux points intéressants pour l'histoire des phénomènes volcaniques, et voici ce que nous avons observé de plus remarquable.

Le *Monte-Nuovo*, situé sur le bord de la mer, à 2 milles au N.-O. de Pouzzol, est une ouverture cratériforme qui, au milieu du tuf ponceux, comme toutes celles des Champs-Phlégréens, ne présente point d'échancrure. L'intérieur du cratère, dont la profondeur est de 128^m, n'offre aucune trace de lave, de scories ou de cendres, qui puisse faire supposer qu'une matière en fusion l'ait jamais rempli. On n'y voit que le tuf ponceux raviné par les eaux, dans lequel je n'ai reconnu aucun indice de stratification. Sur les portions du bord supérieur qui regardent le Monte-Barbaro, le lac Lucrin et celui d'Averne, il existe trois exhaussements formés par des scories, des cendres et des laves ponceuses plus ou moins compactes, semblables à celles du Vésuve. De chacun de ces points part une nappe à surface très scoriacée qui encroûte tout le flanc de la montagne. Du côté de l'ouest, les courants de lave, dont l'épaisseur paraît être de plusieurs mètres, sont tombés dans les lacs d'Averne et Lucrin, en comblant le canal qui les mettait jadis en communication, et en grande partie le lac Lucrin lui-même ; du côté sud, la lave est arrivée jusqu'au bord de la mer ; on la voit dans la falaise se mouler dans les cavités de la surface du tuf ponceux ; ici l'épaisseur de la coulée n'est que de 1^m, à 1^m 50. Ça et là, elle se trouve recou-

verte par une mince couche d'alluvion de tuf ponceux, de fragments de scories et de la lave elle-même. Ce n'est donc pas par le cratère du Monte-Nuovo que s'est faite l'éruption de 1538, mais par trois points formant un triangle presque équilatéral sur les bords extérieurs de ce cratère. En sortant des bouches d'éruption, la grande masse de lave a coulé sur les flancs de la montagne; une très petite portion s'est étendue vers le cratère. Sur la bouche qui regarde le lac Lucrin, on voit un gros bourrelet d'une lave assez compacte, entremêlée de scories. Il est arrivé jusque sur le bord du cratère, et serait certainement tombé dedans s'il ne s'était refroidi sur la place qu'il occupe maintenant. Ainsi donc, loin de sortir du cratère, la lave tendait à y entrer.

M. Dufrenoy a rapporté, page 151, le récit de Porzio, témoin oculaire de l'éruption du Monte-Nuovo, arrivée le 3^e jour des calendes d'octobre (1538): « On vit, dit-il, le terrain s'élever et prendre la forme d'une montagne naissante. » Le même jour, à deux heures de la nuit (huit heures du soir), ce monticule de terre s'entr'ouvrit avec un grand bruit, et vomit par la large bouche qui s'était formée des flammes considérables, ainsi que des ponces, des pierres et des cendres. »

Ce récit me paraît parfaitement exact, les choses doivent s'être passées ainsi: une grande masse de gaz, accumulée par les agents volcaniques dans une cavité voisine de la surface, a pu acquérir une force élastique assez considérable pour former une ampoule dans le sol supérieur, qu'elle aura fini par crever en lançant autour d'elle les débris de la calotte. Si dans la masse du gaz qui s'est alors dégagé, se trouvait de l'hydrogène sulfuré, comme celui qui se dégage encore en si grande quantité à la Solfatare, porté à une haute température, et par la chaleur intérieure et par le fait seul de la compression, il a pu brûler et donner naissance aux flammes dont parle Porzio.

Quand, pour contredire la description d'un phénomène, faite par un témoin oculaire, on n'a que des suppositions à lui opposer, il vaut mieux se taire. M'en rapportant entièrement au récit de Porzio, il me semble que ce phénomène a dû se passer très-près de la surface, que le sol n'a pas été notablement ébranlé, et la direction de la verticale sensiblement altérée. Le temple de Pluton et celui d'Apollon, dont les magnifiques ruines se voient sur le bord du lac d'Averne, au pied même du Monte-Nuovo, n'ont pas sensiblement souffert de son élévation: les murs, les jambages des croisées et des portes sont restés verticaux, et les voûtes sont aussi bien conservées que celles des temples de la baie de Baja, situés à deux milles du Monte-Nuovo. Cependant l'éruption s'est propagée jusque dans la grotte de la sibylle de Cumes: le sol de la longue galerie qui conduit à la chambre où se rendaient les oracles a été couvert de 0^m, 50 d'une poussière noire, lancée, à ce que m'ont dit les guides, par des trous qu'ils m'ont fait voir dans les parois, lors de l'éruption du Monte-Nuovo. Pour arriver à la chambre de la sibylle, porté sur le dos d'un cicérone, on passe par un petit couloir, dont le sol en pente

est couvert de 0^m, 4 d'eau , ainsi que celui de la chambre. On prétend que cette eau est celle du lac d'Averne, ce qui annoncerait un léger changement de niveau : ce pourrait être aussi l'eau d'une source qui depuis longtemps vient se répandre dans la chambre. Mais, quoi qu'il en soit, l'éruption du Monte-Nuovo n'a certainement pas produit de grands dérangements dans le sol environnant.

Nous avons déjà dit qu'il existe dans l'île d'Ischia des volcans qui ont fait éruption depuis les temps historiques. Les deux cratères les mieux conservés se trouvent au pied N.-E. de l'Époméo, au-dessus de la grande coulée de l'Arzo, qui n'en est cependant pas sortie. Les cratères égueulés tous deux sont ouverts au milieu du tuf ponceux, que l'on voit parfaitement bien au-dessous des laves et des scories qui en garnissent l'intérieur et les flancs. La lave paraît avoir débordé par-dessus les bouches ; elle est aussi sortie en assez grande quantité par les fentes des flancs ; roulant sur un sol très incliné, elle s'est étendue en divers sens, et n'a point formé de coulée régulière, comme celle de l'Arzo, qui est au-dessous.

Celle-ci, que les habitants d'Ischia ont vue couler en 1301, est sortie d'une bouche ouverte au pied du Monte-Rotaro ; au-dessous des deux cratères dont nous venons de parler, le cône de scories qui devait entourer cette bouche a été entièrement fracassé dans l'éruption, et l'on n'en voit plus aujourd'hui que les débris entassés les uns sur les autres. De cet amas de ruines, sort une superbe coulée de lave qui, se dirigeant vers le N.-E., va tomber dans la mer à Ischia même. Dans toute son étendue, l'inclinaison de la surface supérieure de cette coulée reste inférieure à 6° ; elle se trouve même réduite à 2° en arrivant près de la mer, et cependant cette surface, toute scoriacée et présentant les contournements les plus bizarres, est composée de fragments incohérents, comme celle des coulées du Vésuve. Ce courant est terminé latéralement par des escarpements de 2^m à 3^m de haut, formés de fragments entassés les uns sur les autres, soudés souvent par la lave lithoïde que l'on voit passer entre eux. La coulée de l'Arzo tombant dans la mer, on ne sait pas comment elle se termine à son extrémité.

« Le peu d'épaisseur de la coulée de 1301, dit M. Dufrenoy, page 158, malgré » la faible pente du sol sur lequel elle s'est répandue, me fait supposer qu'elle » était plus fluide que les laves du Vésuve ne le sont ordinairement ; sa composition présente également quelques différences avec ces dernières. La lave de » l'Arzo contient des cristaux de feldspath assez nombreux, quelques paillettes » de mica et des grains jaunâtres de péridot. La pâte grise qui les renferme est » plus bulleuse en petit que les laves du Vésuve ; elle a beaucoup d'analogie avec » la lave du Monte-Nuovo, qui contient aussi des cristaux de feldspath, et dont » la masse est composée d'un assemblage de grains incomplètement cristallins, » paraissant de nature feldspathique. Revenons maintenant sur le continent. »

Les habitants des pentes du Vésuve n'avaient jamais entendu parler des éruptions de cette montagne, lorsque sous le règne de Titus, en l'année 79 de notre

ère, la campagne fut dévastée, les villes et les villages engloutis par une terrible catastrophe, terminée par la sortie d'une puissante coulée de lave qui s'étendit jusqu'à la mer, en brûlant tout sur son passage, et recouvrant la masse boueuse sous laquelle la cité d'Herculanum avait déjà disparu. Pline le jeune, témoin de cette catastrophe, l'a décrite ainsi dans sa lettre à Tacite sur la mort de son oncle (1), de laquelle je passe tout ce qui n'intéresse pas directement la science :

« Quoiqu'il ait péri par une fatalité qui a désolé de très beaux pays, et que sa » perte ait été causée par un accident mémorable, qui ayant enveloppé des villes » et des peuples entiers doit éterniser sa mémoire, etc.

» Il était à Misène (Pline l'oncle), où il commandait la flotte. Le 13 août, en- » viron, à une heure de l'après-midi, ma mère l'avertit qu'il paraissait un nuage » d'une grandeur et d'une figure extraordinaires, etc. Il était difficile de discer- » ner de loin de quelle montagne ce nuage sortait; l'événement a prouvé depuis » que c'était du mont Vésuve. Sa figure approchait plus de celle d'un pin que » d'aucun autre arbre; car, après s'être élevé fort haut en forme de tronc, il » étendait une espèce de branchage. Je pense qu'un vent souterrain le poussait » d'abord avec impétuosité et le soutenait. Mais, soit que l'impression diminuât » peu à peu, soit que ce nuage fût entraîné par son propre poids, on le voyait se » dilater et se répandre; il paraissait tantôt blanc et tantôt noirâtre, et tantôt de » diverses couleurs, selon qu'il était plus chargé ou de cendres ou de terre. Ce » prodige surprit mon oncle, et il le crut digne d'être examiné de plus près, etc. » Il fait venir des galères, monte lui-même dessus..., et se presse d'arriver au » lieu d'où tout le monde fuit, et où le péril paraît le plus grand...

» Déjà sur ses vaisseaux volait la cendre plus épaisse et plus chaude à mesure » qu'ils approchaient; déjà tombaient autour d'eux des pierres calcinées et des » cailloux tout noirs, tout brûlés, tout pulvérisés par la violence du feu; déjà » le rivage semblait inaccessible par des morceaux entiers de montagne dont il » était couvert... Il donne ordre à son pilote de cingler droit à Stabie, où était » Pomponianus... Mon oncle le trouve tout tremblant, l'embrasse, le rassure, » l'encourage... Cependant on voyait luire de plusieurs endroits du mont Vésuve » de grandes flammes et des embrasements dont les ténèbres augmentaient en- » core l'horreur. Mon oncle, pour rassurer ceux qui l'accompagnaient, leur di- » sait que ce qu'ils voyaient brûler étaient des villages abandonnés par les paysans » alarmés... Ensuite il se coucha et dormit d'un profond sommeil. Mais enfin, la » cour par où on entrait dans son appartement commençait à se remplir telle- » ment de cendres, que pour peu qu'il y fût resté plus longtemps, il ne lui au- » rait plus été possible d'en sortir; on l'éveille, il sort et va rejoindre Pom- » ponianus et les autres qui avaient veillé. Ils tiennent conseil, et délibèrent » s'ils se renfermeront dans la maison, ou s'ils gageront la campagne; car les

(1) Livre VII, lettre XVI.

» maisons étaient tellement ébranlées par les fréquents tremblements de terre,
 » que l'on aurait dit qu'elles étaient arrachées de leurs fondements, et jetées
 » tantôt d'un côté, tantôt de l'autre, et puis remises à leur place. Hors de la
 » ville, la chute des pierres, quoique légères et desséchées par le feu, était à
 » craindre; enfin on se décida à gagner la campagne. Ils sortent donc après
 » s'être couvert la tête d'oreillers attachés avec des mouchoirs: ce fut toute la
 » précaution qu'ils prirent contre ce qui tombait d'en haut. Le jour recommen-
 » çait ailleurs, mais dans le lieu où ils étaient (à trois lieues au sud du Vésuve)
 » continuait une nuit la plus sombre et la plus affreuse de toutes les nuits, qui
 » n'était un peu dissipée que par la lueur des flammes et de l'incendie. On s'ap-
 » procha du rivage pour voir ce que la mer permettait de tenter; mais on la
 » trouva fort grosse et fort agitée d'un vent contraire. Là, mon oncle ayant de-
 » mandé de l'eau, but deux fois, et se coucha sur un drap qu'il fit étendre. En-
 » suite des flammes qui parurent plus grandes, et une odeur de soufre qui annon-
 » çait leur approche, mirent tout le monde en fuite. Il se lève appuyé sur deux
 » valets, et dans le moment il tombe mort... Lorsque l'on commença à revoir
 » la lumière, ce qui n'arriva que trois jours après, on trouva au même endroit
 » son corps entier, couvert de la même robe qu'il portait quand il mourut, et dans
 » la posture plutôt d'un homme qui repose que d'un homme qui est mort... Je
 » finis donc, et je n'ajoute plus qu'un mot, c'est que je ne vous ai rien dit, ou
 » que je n'aie vu, ou que je n'aie appris dans ces moments où la vérité de l'ac-
 » tion qui vient de se passer n'a pu encore être altérée. »

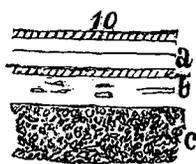
Ce récit, comparé à celui de Porzio, montre qu'il y a une grande analogie entre l'ouverture du mont Vésuve et celle du Monte-Nuovo. Ce sont probablement deux phénomènes du même genre, mais dont le premier était beaucoup plus considérable que le second.

En parcourant l'antique cité de Pompéi, placée à moitié de la distance entre Stabie et le Vésuve, citée enfouie dans cette catastrophe mémorable qui causa la mort de Pline, et dont l'existence souterraine a été si longtemps ignorée, on reconnaît la justesse du récit que nous venons de rapporter. Les rues, les places publiques, les jardins, tous les édifices et les appartements des maisons, sont remplis d'une masse de 4 à 6^m d'épaisseur, composée de fragments de ponces blanchâtres identiques avec celles de la formation des tufs ponceux, dont la grosseur varie depuis celle d'un pois jusqu'à celle d'un œuf, les plus petits étant de beaucoup les plus nombreux. Ces fragments sont engagés dans une poussière, une cendre de la même nature, dont la quantité est très variable, et qui, restée généralement pulvérulente, n'agglutine point les fragments entre eux, ce qui rend les fouilles extrêmement faciles: avec mon seul marteau, en moins de cinq



minutes, j'ai découvert 3^m du toit d'une maison engagée dans l'escarpement qui se trouve vers le milieu de la voie des Tombeaux (fig. 11). Sur cette masse de frag-

ments (c) ponceux viennent deux ou trois couches d'alluvions parfaitement régulières (*fig. 10 a et b*) formées par une cendre brune analogue à celle du Vésuve,



contenant des fragments de ponces, de laves du Vésuve, avec beaucoup de débris de briques et de poteries romaines. La puissance de cette partie stratifiée est de 2 à 4^m, et le sommet de plusieurs édifices s'y trouve engagé; c'est elle qui couvrait la plus grande partie de l'amphithéâtre, aujourd'hui entièrement déblayé.

Ainsi la pluie de cendres et de fragments, qui devait être plus abondante à Pompéi qu'à Stabie, n'avait pas recouvert entièrement cette première ville, qui n'a dû disparaître tout-à-fait que longtemps après, sous les alluvions descendues des pentes du Vésuve. Cela explique le petit nombre de cadavres et d'objets précieux découverts dans les fouilles, relativement à la population d'une cité dont l'opulence est annoncée par ses édifices et les superbes objets d'art qu'on y a trouvés.

Dans les constructions de Pompéi, on rencontre beaucoup de lave de la Somma, mais pas un seul morceau de lave du Vésuve, ce qui annonce que cette montagne n'avait point donné de coulées avant l'éruption de 79; la coulée de cette époque s'est répandue sur les flancs nord du Vésuve, et depuis, aucune de celles qui ont coulé sur les flancs sud ne se sont étendues jusqu'à Pompéi, en sorte que cette ville n'est réellement enfouie que sous les débris ponceux lancés dans les airs par la catastrophe de 79, et les alluvions de cendres des flancs du Vésuve qui sont venues les recouvrir ensuite. Plusieurs caves, et les vases à petite ouverture, les amphores, les urnes, etc., sont remplis d'une poussière fine plus ou moins agglutinée, la même qui se trouve au milieu des fragments ponceux. C'est probablement celle-ci, emportée par les eaux fluviales qui traversent la masse de ces fragments, qui aura été emplir les vases et les portions des appartements que la pluie n'avait pas comblés. J'ai reconnu de nombreuses traces de la pluie de ponces de Pompéi, autour de Castellamare et sur plusieurs points du promontoire de Sorrente, où elle est recouverte par une couche d'alluvion très récente, sur les pentes et la crête de la Somma, où on la voit souvent sortir de dessous le manteau de cendres du Vésuve qui enveloppe cette montagne, enfin sur le contre-fort de l'ermitage du Salvatore, où elle est encore recouverte d'alluvions.

La matière qui recouvre Herculanium provient aussi de la destruction du tuf ponceux; mais ici c'est une masse compacte tellement solide, que l'on est obligé de la couper avec des instruments de fer pour déblayer les monuments. Elle présente une pâte presque homogène dans laquelle sont disséminés de petits fragments ponceux, des lames de ryacolite et des cristaux de pyroxène; quelques fragments de scories semblables à ceux que lance encore actuellement le Vésuve se trouvent engagés dans la partie supérieure de la masse. Cette masse est beaucoup plus puissante que celle de Pompéi: elle a 30^m d'épaisseur au

théâtre, dont on n'a encore déblayé qu'une partie ; elle se trouve recouverte par la grande coulée de 79, et par toutes celles qui sont venues depuis désoler les charmantes villes de Résina et de Portici.

Herculanum paraît donc avoir été enfoui principalement sous une matière boueuse, résultat de la trituration du tuf ponceux. Cette matière boueuse, descendue des pentes du Vésuve, au pied duquel elle se trouve, aurait été recouverte ensuite par des scories et une puissante coulée de lave. Les débris de montagnes dont le rivage était couvert annoncent que la surface du sol avait été terriblement fracturée par les forces intérieures, qui la faisaient tellement osciller, que les maisons se balançaient dans plusieurs sens. Cependant les résultats de ces dislocations du sol n'ont pas été aussi considérables qu'on pourrait le croire : les murs, les colonnes et même les statues des édifices de Pompéi et d'Herculanum sont demeurés debout. Les tremblements de terre étaient violents à Stabie, à trois lieues du Vésuve, et Pline le jeune ne dit pas les avoir ressentis à Misène, où il était resté, à une distance de six lieues seulement du théâtre de la catastrophe. Il n'a point non plus été incommodé par la pluie de cendres qui, poussée probablement par un violent vent du nord, s'est portée du côté sud : je n'ai reconnu aucune trace de cette pluie dans les collines qui dominent Naples, ni dans celles des Champs-Phlégréens.

A Stabie, la pluie de cendres et de ponces était si peu chaude, qu'au bout de trois jours la robe de Pline n'avait pas été brûlée ; dans les fouilles de Pompéi, on a trouvé des papyrus, des toiles, de petits ustensiles en bois, qui auraient certainement été calcinés, si les cendres avaient été très chaudes ; les pièces de bois que l'on voit carbonisées dans les murs d'Herculanum, ne l'ont probablement été que par leur séjour de dix-huit siècles dans la terre. La cendre brûlante serait d'autant plus extraordinaire que, dans la dernière éruption du Vésuve, des fragments rouges gros comme le poing, lancés à moins de 100^m de hauteur, étaient froids peu de minutes après leur chute.

Il me paraît résulter des faits précédents, que l'ouverture du mont Vésuve, en 79, offre la plus grande analogie avec celle du Monte-Nuovo en 1538, et que la différence que présentent aujourd'hui ces deux montagnes tient uniquement à ce que l'une n'a encore fourni qu'une seule éruption, tandis que, dans l'autre, les éruptions se succèdent avec une fréquence toujours croissante depuis dix-huit siècles. Dans les deux cas, les phénomènes de dislocations ont dû se produire très près de la surface du sol, puisqu'ils ne se sont étendus que sur de très petits espaces, aux extrémités desquels la verticalité des édifices, et souvent même celle des statues, n'a pas été sensiblement troublée.

Cependant le niveau du sol a changé notablement sur plusieurs points de la côte, et ces changements ont eu quelquefois pour cause des mouvements brusques, comme l'annoncent les trois colonnes du temple de Jupiter Sérapis, à Pouzzol. Ces colonnes, ainsi qu'on le sait, sont perforées par des pholades dans une zone horizontale de 2^m de large, dont la partie supérieure est aujourd'hui à 4^m, 5 au-

dessus du niveau de l'eau qui couvre encore le pavé du temple. Au-dessus, ni au-dessous de cette zone, il n'existe aucune trace de lithophages, ce qui prouve que le temple, après avoir été abaissé subitement dans la mer, où il a séjourné assez longtemps pour que ces animaux aient pu attaquer les colonnes comme elles le sont, a été relevé de la même manière : dans ces mouvements, le pavé a été sensiblement bosselé.

D'autres parties de la côte de Pouzzol offrent aussi de nombreuses preuves des mouvements oscillatoires du sol postérieurement aux temps historiques ; on y voit, sur une grande portion de sa longueur, des constructions romaines recouvertes d'une falaise de 6 à 7^m de couches de sédiment (Dufrénoy, pag. 434).

CONCLUSIONS.

1° Le sol de la Campanie est formé par un puissant terrain de tuf ponceux, au-dessous duquel se trouvent les calcaires du promontoire de Sorrente et de l'île de Caprée que nous rangeons dans le terrain créacé.

2° Le terrain des tufs ponceux présente deux étages, dont le premier est analogue aux conglomérats et tufs trachytiques de l'Auvergne, et le second est un dépôt marin stratifié, formé en grande partie aux dépens de la masse inférieure.

3° Ce terrain ponceux a été bouleversé par toutes les commotions qui, à différentes époques, ont agité le sol de la Campanie. Les traces de dislocations les plus nombreuses et les plus marquées sont de vastes cirques réunis en grand nombre dans les Champs-Phlégréens.

4° Ces cirques doivent être le résultat de la puissante action de masses gazeuses concentrées près de la surface du sol, dans laquelle elles ont formé de grosses ampoules, qu'elles ont fini par crever, en lançant des débris dans tous les sens. En 1538, on vit crever une pareille ampoule avec des circonstances tout-à-fait analogues à celles de la première éruption du Vésuve, décrite par Pline le jeune. Cette grande similitude me porte à croire que la formation du volcan vésuvien a été précédée par le dégagement d'une immense masse de gaz, qui a lancé dans les airs cette quantité de ponces et de cendres, sous laquelle la campagne, les villages et les villes ont disparu. Si le Vésuve n'eût fourni que la seule éruption de 79, nous verrions encore le cirque formé par le dégagement de la masse gazeuse comme celui du Monte-Nuovo, puisque malgré la grande quantité de cendres et de laves vomies par ce volcan, on aperçoit encore tout autour de lui des restes de la croûte de tufs ponceux fracassée lors de sa formation. Il y a ici la plus grande analogie, sinon identité complète, avec les socles de domite sur lesquels sont établis plusieurs cratères de l'Auvergne. L'ouverture des bouches volcaniques de l'île d'Ischia a également été précédée de la formation de cirques dans les tufs ponceux.

5° De tous les cirques ouverts dans ces tufs aux Champs-Phlégréens, le Monte-Nuovo seul a donné des laves qui sont sorties par les flancs, et non de l'intérieur

du cratère : il existe bien à l'échancrure d'Astroni une couche de ponce noire, qui paraît avoir coulé, mais ce n'est pas une véritable lave.

Dans celui de la solfatare, les forces volcaniques sont encore en activité; mais les gaz se dégageant continuellement ne peuvent plus former d'ampoule dans le terrain. En 1843, les fumaroles de la solfatare n'avaient pas diminué, quoique le Vésuve fût en éruption. La manière dont les roches de ce cirque sont altérées par le passage des vapeurs acides donne une explication simple et naturelle de la formation des domites d'Auvergne.

6° Il existe les plus grands rapports entre les divers phénomènes que présentent les coulées de lave du Vésuve et celle des volcans de l'Auvergne. Le cône de scories en éruption dans le cratère, au pied duquel sortait la lave en septembre 1843, donne l'explication de tous ces cônes de scories de l'Auvergne, qui ne présentent point de cratère, ou de très petits cratères, qui n'ont jamais vomis de lave, et du pied desquels partent de puissantes coulées. La vitesse avec laquelle se refroidit la partie supérieure des coulées de lave explique cette grande quantité de débris incohérents dont leur surface est couverte en Auvergne comme en Italie.

7° La Campanie présente de nombreuses traces du bouleversement de la croûte terrestre à différentes époques. Plusieurs de ces traces, l'abaissement et le relèvement de la côte de Pouzzol, l'ouverture du Vésuve et du Monte-Nuovo, sont le résultat de phénomènes qui se sont produits sous les yeux des hommes. Mais ces bouleversements modernes n'ont dû avoir lieu qu'à une très petite profondeur, puisqu'ils ne se sont étendus que sur un petit espace et que les édifices bâtis au pied des montagnes qui se sont formées alors, et même les statues qui ornaient ces édifices, sont restés debout. La structure de la Somma prouve qu'elle est le résultat d'un soulèvement; mais celui-ci est antérieur aux temps historiques : il doit être rapporté à l'époque de l'ouverture de la fente sur laquelle se trouvent établis les volcans des environs de Naples et ceux de la Sicile. D'après le récit de Pline le jeune, il est clair qu'avant la catastrophe de 79, il existait déjà une montagne à l'endroit où nous voyons maintenant le Vésuve; mais il paraît que cette montagne n'avait point encore produit d'éruption. Le cône aigu de ce volcan ne peut devoir son existence uniquement à l'accumulation des matières rejetées par sa cavité intérieure, puisque c'est là que les matières volcaniques se trouvent accumulées en plus grande quantité, tandis que la plupart des éruptions se sont faites à la base du cône, par des bouches dont les déjections n'ont aucunement augmenté sa masse. Les fragments d'opercules du cratère reconnus dans une position inclinée à différentes hauteurs, prouvent que l'action de bas en haut a dû avoir une influence marquée dans la formation du cône aigu : les matières accumulées dans les cavités volcaniques voisines de la surface du sol ont été poussées dehors par les gaz enfermés dessous, jusqu'à ce qu'il se soit produit une fissure dans la masse sou-

levée, pour donner passage aux gaz : alors l'éruption a commencé , et toutes les parties de la croûte brisée ont été lancées au-dehors.

C'est sous les débris de l'ampoule formée dans les tufs ponceux en 79 que les villes et les villages des environs du Vésuve ont d'abord disparu ; mais c'est seulement après que les courants de matière fondue vomis par cette montagne sont venus recouvrir çà et là la masse qui les avait enfouis.



CARTE DE LA RÉGION VOLCANIQUE DE L'Auvergne,

D'APRÈS UN EXTRAIT DE CELLE DE CAPITAINE

PAR M. ROZET,
Capitaine d'Etat-Major.

Phonolite. Altitude. Granite et Gneiss. Terrain houiller. Terrain tertiaire. Trachytes. Basaltes. Laves. Cratère. Point d'Eruption Basaltique.

Ann. de la Soc. Géol. de France.

Mémoire N° II.

2^{me} Série, Tome 1^{er}, Pl. III.

