

LE
VOLCAN DE CAMIGUIN
AUX ILES PHILIPPINES,

PAR

A.-F. RENARD.

Membre correspondant de l'Académie royale de Belgique.

Extrait des Bulletins de l'Académie royale de Belgique,
3^{me} série, tome X, n° 12; 1885.

Bruxelles. — Imprimerie de F. HAYEZ, rue de Louvain, 108.

LE
VOLCAN DE CAMIGUIN
AUX ILES PHILIPPINES.

L'île de Camiguin, sur laquelle est situé le volcan que nous allons décrire, appartient à l'archipel des Philippines, l'un des centres d'éruption les plus remarquables du globe. Ces îles forment un chaînon dans la grande zone volcanique qui, embrassant les Kouriles, le Japon, Formose, passe par Mindanao et Sangir, s'avance vers les Moluques et s'y divise en deux embranchements, dont l'un se dirige vers Java et dont l'autre s'étend vers l'Est, pour aboutir à la Nouvelle-Zélande (1). Plusieurs des îles Philippines ont été, dans ces derniers temps, l'objet de travaux géologiques importants, sur lesquels j'aurai l'occasion de revenir. Je me borne à indiquer ici la notice que M. le professeur Roth a consacrée à la géologie de cet archipel et qui figure, comme appendice, dans le récit de voyage de

(1) En envisageant plus en détail les relations de l'archipel des Philippines avec les terres voisines, on peut le rattacher à la chaîne d'îles qui commence à Formose, passe par les groupes assez disséminés des îles Batan et Babuyan et aboutit à Luzon. A partir de ce point, cette grande chaîne se subdivise en une série de chaînes secondaires, qui mènent aux îles de la Sonde. Le groupe de Busuanga et l'île de Palawan s'orientent vers la pointe Nord de Bornéo; la partie Ouest de la presqu'île de Mindanao et les îles Sulu semblent se relier à l'extrémité Nord-Est de Bornéo. Luzon, Samar et Mindanao sont disposées sur une ligne courbe, dont la convexité est tournée vers le grand Océan. Au Sud de Mindanao, on voit la chaîne des îles Sangir, qui s'avance vers les Célèbes et les îles Talaut, qui se dirigent vers Halmahera. (Cfr. F.-G. Hahn, *Insel-Studien*, Leipzig, 1883, p. 49.)

l'explorateur Jagor (1); on retrouve dans ce travail la grande érudition et les connaissances si précises qui distinguent ce savant; je mentionne d'une manière toute spéciale les résultats obtenus par M. von Drasche, lors de son voyage scientifique aux Philippines (2), et enfin l'excellente notice publiée par mon ami M. le D^r Oebbeke, sur les roches recueillies dans ces îles par M. le professeur Semper (3). Malgré l'intérêt tout particulier qui s'attache aux volcans de cet archipel et les notions géologiques assez étendues sur les plus grandes îles qui le forment, on ne possédait jusqu'aujourd'hui aucun détail précis sur la lithologie de l'île et du volcan de Camiguin. Les échantillons recueillis par les savants du *Challenger* permettent, dans une certaine mesure, de combler cette lacune.

L'étude des produits du volcan de Camiguin est, comme on le verra, très intimement liée à celle du sous-sol sur lequel il s'est formé; aussi ne sera-t-il pas inutile d'indiquer en traits rapides la constitution géologique de l'archipel. Comme je l'ai dit tout à l'heure, les roches volcaniques récentes de ce groupe ont été l'objet de travaux dus à des savants possédant toutes les connaissances réclamées aujourd'hui pour ces études; mais les roches du sous-sol et les formations neptuniennes n'ont pas été, on le comprend, l'objet de recherches aussi détaillées.

(1) F. JAGOR, *Reisen in den Philippinen*. Berlin, 1873. Voir l'appendice, p. 333, *Ueber die geologische Beschaffenheit der Philippinen*. Dans cette notice, due à M. Roth, sont condensées toutes les observations sur la géologie de cet Archipel.

(2) R. VON DRASCHE, *Fragmente zu einer Geologie der Insel Luzon*, Wien, 1878.

(3) K. OEBBEKE, *Beiträge zur Petrographie der Philippinen und der Palau-Inseln*. Stuttgart, 1881.

On a toutefois établi que le massif fondamental des Philippines appartient aux roches schisto-cristallines; c'est sur ces assises que s'étalent des couches sédimentaires, à rattacher en partie au terrain éocène, et qui sont recouvertes à leur tour par des sédiments plus récents. On y observe, en outre, des bancs soulevés de polypiers, renfermant quelquefois des mollusques qui vivent actuellement dans le Pacifique. Enfin, les produits éruptifs dont certaines roches, d'après von Richtofen (1), seraient postérieures au calcaire nummulitique, sont recouverts par des dépôts qui doivent être rapportés à la période actuelle. Parmi les roches trouvées à Luzon et à Cebu, il en est quelques-unes dont les fossiles sont d'un type assez ancien (2). Je montrerai, dans la notice que j'aurai l'honneur de présenter prochainement à l'Académie sur les roches de Cebu, que certaines masses éruptives de cette île sont elles-mêmes à rapprocher de la série anté-tertiaire. L'existence du granite dans l'archipel est un fait d'une assez grande importance pour l'interprétation des produits rejetés par le volcan de Camiguin. De Humboldt (3) indique le Nord de Luzon comme gisement de cette roche. Dans cette même région, l'explorateur Jagor a recueilli des roches de type granitique, mais il ne les a pas vues en place; ses échantillons sont des cailloux roulés (4). En d'autres

(1) In Roth, *loc. cit.*, p. 334.

(2) Roth, *loc. cit.*, p. 335.

(3) DE HUMBOLDT, *Kosmos* vol. 4, p. 405.

(4) Roth, *loc. cit.*, p. 334. L'existence de roches cristallines anciennes aux îles Philippines est indiquée à divers passages de la notice de M. Roth. M. von Drasche, dans sa géologie de Luzon, admet que les roches gneissiques, les diabases et les gabbri forment, en quelque sorte, la charpente de la partie Sud de cette île.

points, on a signalé de l'euphotide, de la serpentine, de la diorite, des spilites, des roches épidotifères. A ces roches éruptives anciennes sont associés des schistes cristallins : gneiss, micaschistes, amphibolites, roches chloriteuses, qui jouent un rôle plus considérable dans la constitution de l'île que les formations volcaniques récentes. C'est à ces roches anciennes schisto-cristallines que se rattachent certains dépôts métallifères bien connus des Philippines. Ces détails très généraux sur la nature du sol de cet archipel suffisent pour aborder l'étude du volcan de Camiguin.

Cette petite île est située entre Siquigor et Mindanao, au Nord de cette dernière île et à 80 milles à l'Est de Cebu. Le volcan de Camiguin, qui s'élève près du bourg de Catarman, était en activité, lorsque, en 1875, les savants du *Challenger* allèrent l'explorer. Il rentrait alors dans une phase de repos, après la terrible éruption de 1871. D'après le récit de cette catastrophe, que j'emprunte à M. Roth (1), depuis des mois, les îles de Bogol, de Cebu et de Camiguin avaient eu beaucoup à souffrir de tremblements de terre, lorsque, le 1^{er} mai 1875, vers 5 heures, une montagne, près de Catarman, fut comme déchirée, une cavité centrale s'y creusa, d'où furent projetées des cendres et des pierres, au milieu de détonations et de nuages de fumée. Un cratère de forme elliptique s'était formé; il mesurait 1,500 pieds suivant le grand axe, 150 suivant le petit axe et atteignait une profondeur de 27 pieds. A 7 heures, une seconde éruption eut lieu; pas plus que la première, elle n'amena de coulées de lave. A la suite de cette catastrophe, presque tous les habitants, au nombre

(1) ROTB, *loc. cit.*, p. 333. Cette note sur l'éruption du volcan de Camiguin a paru dans la *Spenerische Zeitung*, 1871, n° 167.

de 11,000, avaient déserté l'île. Suivant des détails fournis par J.-G. Gray de la marine anglaise (1), l'éruption n'aurait eu lieu qu'en juillet, les phénomènes d'activité intense se seraient prolongés pendant près de deux mois. Durant cette éruption, l'éminence aurait été formée tout entière ; d'après M. Gray, elle avait environ deux tiers de mille anglais de diamètre et 450 pieds de hauteur. Lorsque, en 1875, les naturalistes du *Challenger* abordèrent à Camiguin, dans le but d'étudier ce volcan, son sommet s'élevait alors à 1,950 pieds.

Le volcan est situé près de la côte; il a la forme d'un dôme ; d'après M. Buchanan, il se rapproche, à ce point de vue, de certains petits volcans de l'Auvergne (2). Au moment où on l'explora, toute trace de cratère avait disparu ; on n'y trouva ni ponces, ni scories ; les roches étaient encore incandescentes, rouge sombre ; pendant la nuit, on voyait la montagne couronnée de lueurs. Des sources thermales jaillissaient de toutes les anfractuosités, au pied du volcan (3) ; partout aussi on observait des fume-

(1) *Hydrographic Notices*, 1872, n° 8, Eyre et Spottiswoode.

(2) Voir dans le *Narrative of the cruise of H. M. S. Challenger*, vol. 2, p. 237, la figure représentant le volcan, tel qu'il apparaissait en 1875.

(3) Il sort du cadre de ce travail de rapporter les observations, qu'on a faites au volcan de Camiguin, sur les conditions de température dans lesquelles vivent certaines plantes inférieures. Mais l'intérêt qui s'attache, au point de vue géologique, à cette question, m'engage à les résumer dans cette note. Aux points où la température des sources thermales atteignait 65° C., on ne constatait pas la présence d'algues ; mais sur des blocs de rochers baignés par ces eaux chaudes, et qui s'élevaient au-dessus du niveau du courant, on observait des plaques verdâtres. Un peu plus bas que la source, dans un petit étang où ses eaux se déversaient et où la température s'élevait encore à 38°6, les algues étaient en abondance. Plus bas encore, on les voyait croître au milieu d'un ruisseau dont les eaux

roles. Les vapeurs qui s'en échappaient avaient fait subir aux roches avoisinantes de profondes altérations. Suivant les observations de MM. Buchanan et Moseley qui recueillirent les roches que nous allons décrire, le volcan est situé sur un sol légèrement ondulé et très dénudé; ce massif est formé, comme on peut le voir à la côte, de couches d'aspect trachytique d'éruption antérieure. Faisons connaître la constitution lithologique des produits éruptifs qui constituent ce volcan.

Les roches recueillies à Camiguin appartiennent au type des andésites; quelquefois, comme nous le montrerons, l'augite y domine; dans d'autres cas, la hornblende semble jouer un rôle prépondérant; mais, quoi qu'il en soit, ces deux bisilicates sont en présence et les transitions entre les andésites amphiboliques et pyroxéniques sont insensibles. Nous décrirons donc à la fois les deux types. En général, ces roches ne sont pas d'un grain très serré; les minéraux constitutifs se détachent aisément de la masse; la teinte est grisâtre; elle passe au rougeâtre par altération; quand la roche est plus massive, elle est un peu plus foncée; on ne distingue à l'œil nu ou à la loupe que des grains blanchâtres vitreux, qui sont des plagioclases; quelquefois on aperçoit des cristaux émoussés de hornblende noire ou des plages augitiques tirant sur le vert.

L'examen microscopique montre que ces roches se rattachent à deux types d'andésites, celles à amphibole et

atteignaient 45°3 C'est la température la plus élevée à laquelle on ait observé à Camiguin l'existence de ces plantes inférieures. Il est d'autant plus intéressant de constater la résistance de ces organismes à une température aussi élevée que ces eaux thermales sont comme saturées des différents sels provenant de la décomposition des roches qu'elles traversent.

celles à pyroxène : elles passent de l'un à l'autre par toutes les transitions ; dans certains cas, par la présence subordonnée du périclase, elles se relient aux basaltes. Pour toutes, cependant, la microtexture et la composition minéralogique restent à peu près les mêmes. Dans une masse fondamentale, formée surtout de petits cristaux prismatiques de plagioclase et d'augite, unis presque toujours à une base vitreuse incolore, sont enchaînées de grandes sections de plagioclase, d'augite généralement en grains verdâtres, de hornblende mieux cristallisée que l'augite et de teinte plus foncée, jaune-brun ; quelquefois, on y observe des grains de périclase ; enfin de la biotite, de la bronzite et surtout de la magnétite, qui se trouve répandue un peu partout, soit dans ce que nous désignons sous le nom de pâte, soit dans les sections des minéraux précités.

Après les indications sur la microtexture et l'énumération des espèces constitutives, décrivons les caractères que nous montre chacune d'elles au microscope.

Les plagioclases sont incontestablement les minéraux les plus importants et les plus intéressants des andésites de Camiguin. Les figures qui accompagnent cette notice sont consacrées à représenter quelques-unes des sections de ces feldspaths.

L'explication de la planche donne les détails nécessaires pour l'interprétation de diverses particularités des sections plagioclastiques ; je me borne à résumer ici d'une manière générale les caractères principaux de l'élément feldspathique de ces roches. Les propriétés optiques de ce minéral, sa structure, ses groupements, ses hémisphères indiquent qu'il représente des mélanges intermédiaires entre l'oligoclase et le labrador. Ce qui frappe tout d'abord c'est de constater, par les lignes terminatrices des sections

de plagioclase, que ce feldspath a cristallisé dans ces roches avec des faces nombreuses et assez bien développées; on y distingue les traces de M, P, T, I, x, y. Cette richesse de faces est un fait assez rare et sur lequel on peut insister. La structure zonaire n'est pas moins remarquable : elle se traduit dans chacune des sections, peut-on dire. On constate, pour les zones internes et externes, des extinctions dont les valeurs sont très différentes, et qui indiquent des variations dans la composition chimique du magma, aux diverses étapes de croissance du minéral en question. En général, les extinctions pour les zones internes se font sous des angles moins grands que pour celles des bords de la section. Nous avons donc à admettre que l'acidité du magma a été en décroissant à mesure que le feldspath se développait. Dans certains cas, les diverses couches dont le cristal est formé ont des extinctions qui augmentent graduellement des zones centrales à la périphérie ; la section offre alors l'extinction onduleuse. Cette structure zonaire est caractéristique d'ailleurs pour les feldspaths intermédiaires : l'oligoclase, le labrador et surtout pour l'andésine. Ce qui ne l'est pas moins, ce sont les groupements et les macles dont nos figures montrent quelques exemples. Presque toujours, ces sections plagioclastiques sont striées d'après la loi de l'albite; souvent les lamelles, d'une extrême minceur, apparaissent comme de simples traits. On observe très fréquemment pour la même section les macles de l'albite et de la péricline, quelquefois celle de Carlsbad ; souvent, dans ce dernier cas, le plan d'accolement est comme fusionné pour les deux individus.

La forme des sections est très variable; on en constate de symétriques, quelquefois avec deux angles opposés, émoussés; elles doivent être plus ou moins parallèles à la

face P; les lignes, plus ou moins arrondies, montrent les traces de *l* et de T. Les sections à contours asymétriques sont généralement taillées à peu près suivant M; cependant, grâce aux faces cristallines développées chez ce plagioclase, on observe quelquefois aussi des sections suivant M et qui présentent un aspect symétrique. On peut toutefois les distinguer des premières (sections parallèles à P), parce que les clivages ne sont pas égaux et parce qu'ils ne sont pas également inclinés l'un sur l'autre, comme c'est le cas pour le clivage prismatique. On y constate en outre la trace d'une face qui fait, avec un côté alterne ou adjacent, un angle se rapprochant d'un droit; la face *h* n'étant pas connue, peut-on dire, au feldspath en question, on doit en conclure que nous avons affaire à *y*; ce qui montre de nouveau que le cristal a été sectionné suivant une direction coïncidant avec M ou se rapprochant de ce plan. (Voir la planche, fig. 1, 2, 3, 4 et 5.)

Les microlithes feldspathiques de la masse fondamentale ont donné des extinctions qui tendent à rapprocher ce feldspath du labrador.

L'augite est l'un des éléments les plus constants des roches du volcan; elle se montre à la fois dans les andésites pyroxéniques et, quoique subordonnée, on l'observe toujours aussi dans les andésites amphiboliques. La description que nous allons donner s'applique à l'augite de ces deux types d'andésites. Ce minéral s'y offre en sections microporphyriques et en microlithes dans la masse fondamentale. Les augites cristallisées en premier lieu sont d'ordinaire sous la forme de grains, sans contours cristallographiques définis; souvent on trouve ces cristalloïdes groupés en un point, où ils gisent, quatre ou cinq réunis sans orientation; ils sont traversés par des fissures qui

épousent quelquefois la direction des clivages, le plus souvent elles ont une allure irrégulière. Ces fissures sont soulignées par un enduit noir, qu'on pourrait considérer comme un commencement de décomposition ; les contours externes sont eux-mêmes fortement marqués en noir. Les clivages sont peu prononcés; mais ce qui l'est très fort, c'est le pléochroïsme : on a $a = c$, a vert, b rougeâtre ou couleur chair. La structure est zonaire; souvent les sections montrent des macles suivant la loi ordinaire, ou des groupements maclés de deux individus qu'on peut rapporter à la loi + P $\frac{1}{2}$.

Signalons la magnétite comme inclusion assez habituelle de ce minéral. Dans certains cas, l'augite présente aussi des inclusions de plagioclases; mais c'est surtout dans des solutions de continuité des grands cristaux de pyroxène, formés de plusieurs individus groupés, qu'on peut observer ces inclusions feldspathiques. L'augite est elle-même quelquefois incluse dans des sections de péridot. Nous avons dit tout à l'heure que la décomposition de l'augite se traduit par un lacis de lignes noires et par des contours fortement estompés; lorsque le minéral est plus altéré, il se forme au centre un noyau opaque. Mais il est un autre mode de décomposition, qu'on remarque surtout aux microlithes de la pâte, et auquel n'ont pas échappé les grands grains microporphyrques : ils prennent une teinte rougeâtre, due à l'hydroxyde de fer, qui les rend quelquefois presque opaques.

Les petits cristaux d'augite de la pâte appartiennent incontestablement à une seconde génération de ce minéral dans la roche. Ils sont prismatiques, beaucoup mieux formés, quelque peu arrondis aux extrémités, presque incolores ou légèrement verdâtres, à la lumière ordinaire. Ils ne se

détachent bien des microlithes plagioclastiques, auxquels ils sont associés, que dans le cas où ils sont décomposés et chargés d'oxyde de fer rougeâtre. Indiquons les relations qui unissent ces petits cristaux d'augite à la hornblende. On observe bien souvent dans les andésites amphiboliques de Camiguin que l'augite et la hornblende sont intimement associés, surtout lorsque le second de ces minéraux montre des traces d'altération assez prononcées. On voit, par exemple, une section prismatique de hornblende, bien discernable à sa teinte jaune foncé, terminée aux extrémités et bordée le long des faces prismatiques par des microlithes verdâtres, alignés parallèlement à l'axe vertical du cristal qu'ils entourent. Tandis que le noyau jaunâtre amphibolique éteint, entre nicols croisés, sous des angles qui peuvent atteindre 15°, les petits cristaux de la zone externe éteignent quelquefois à 40° ; leur nature, comme cristaux d'augite, est donc bien établie. Dans d'autres cas, on ne retrouve plus le centre amphibolique ; il n'y a guère que les contours qui indiquent alors la présence antérieure de la hornblende. La section est entièrement remplie de petits prismes verts d'augite, alignés suivant la direction de l'axe vertical de la hornblende qu'ils remplacent. Ces faits, montrant un phénomène au rebours de l'ouralitisation, sont d'autant plus fréquents et d'autant plus nets que la hornblende est plus altérée. Signalons, en outre, que cette zone de petites augites vertes se retrouve autour des sections de périclase ; mais, dans ce cas, le périclase n'est pas sensiblement altéré.

L'amphibole est représentée dans toutes les préparations des roches volcaniques de Camiguin. A première vue, elle se distingue par sa teinte jaune-brun, quelquefois assez foncée. On ne la voit jamais, comme l'augite, sous la forme

microlithique; elle appartient toujours à la première phase de consolidation. Les sections n'ont qu'exceptionnellement des contours cristallographiques nets; ils sont arrondis et toujours soulignés, peut-on dire, par une auréole noire de magnétite, entrelacée de microlithes vert pâle d'augite. Souvent, ces cristaux ont de profondes anfractuosités et des fragments d'un individu gisent à petite distance. Dans certains cas, on distingue avec une netteté remarquable, les sections avec clivages d'environ 124° , et les contours hexagonaux, avec les traces du prisme et de la face $\infty P \bar{\infty}$; les sections parallèles à l'axe vertical sont fréquemment lamellaires et frangées aux bords, ce qui leur donne une assez grande analogie d'aspect avec la biotite. Le dichroscopisme est très marqué, on observe $c > b > a$. Souvent, cette hornblende est maclée suivant la loi ordinaire. Je n'insiste pas sur l'altération en magnétite et sur la zone de microlithes augitiques. Cette roche présente les plus beaux exemples de cette décomposition de la hornblende: on peut la suivre sur des sections bordées de quelques grains de magnétite, et sur d'autres, complètement envahies par le métalloxyde opaque ou par de petits pyroxènes presque incolores. Quelquefois ce minéral est zonaire et l'altération n'est pas répartie également dans tout le cristal. C'est ainsi qu'on observe, bien souvent, un petit cadre où la hornblende conserve ses caractères frais, entourant un noyau opaque, où s'est accumulée la magnétite. Dans certains cas, de grands cristalloïdes de hornblende sont accolés, sans interposition de pâte, aux sections plagioclastiques. Cette association, je dirais presque cette pénétration des deux minéraux, est assez fréquente pour être signalée. Quelquefois aussi, de petits prismes de hornblende sont enclavés dans les sections feldspatiques. On

retrouve souvent aussi ce minéral intimement associé avec le périclase.

Ce dernier minéral n'est pas représenté constamment dans la roche; il y apparaît en grains sporadiques, souvent groupés trois ou quatre ensemble et généralement assez grands. Le périclase n'a pas de contours cristallographiques; on le distingue à première vue de l'augite, parce qu'il est à peu près incolore, ou tout au plus très légèrement rosé; du feldspath, à cause des fissures irrégulières qui le sillonnent. Dans ce lacis de lignes, on peut en suivre quelques-unes assez nettes et parallèles entre elles : leur orientation, comme le montre l'examen en lumière convergente, est suivant le plan des axes optiques; ce clivage serait donc parallèle au pinakoïde OP. Ce périclase n'est pas décomposé; les sections sont parfaitement limpides, sauf quelquefois sur les bords, où l'on remarque une teinte rougeâtre. Elles renferment des inclusions de magnétite et des bulles gazeuses.

On doit rapporter à la bronzite des sections relativement rares et très caractéristiques; elles sont assez petites, mais on les distingue facilement de l'augite et de la hornblende: elles montrent une certaine fibrosité, que ces deux minéraux ne possèdent pas dans cette roche; leur teinte est plutôt grisâtre, avec un ton rouge peu prononcé. Les sections sont prismatiques, à contours rectangulaires ou arrondis, souvent comme déchiquetés; elles éteignent en long; on voit des sections hexagonales, qui restent quelquefois éteintes par une rotation complète entre nicols croisés. En lumière convergente, les sections prismatiques montrent un des deux axes. Le dichroscopisme n'est pas très prononcé; c'est à peine si l'on saisit une différence de teinte.

La magnétite est généralement en cristaux octaédriques ou en grains assez grands ; lorsque ces grains n'ont pas de contours cristallographiques, il devient difficile de dire si l'on a affaire à de la magnétite primitive ou si ces sections irrégulières ne sont pas de la hornblende remplacée par ce minéral.

Parmi les échantillons les plus intéressants recueillis à Camiguin, nous devons citer, en première ligne, des fragments dont la composition minéralogique et la texture sont tout à fait différentes de ce que vient de nous montrer l'étude des produits volcaniques andésitiques. Les roches dont il sera maintenant question sont incontestablement du type granitique ; nous les envisageons comme des fragments arrachés au sous-sol par les masses éruptives, éjectées par le volcan. Ces inclusions sont très instructives, en ce qu'elles nous montrent les modifications profondes produites par l'action caustique intense du magma éruptif, dans lequel elles ont été empâtées. A l'œil nu, les échantillons en question apparaissent d'un blanc laiteux, pailletés de lamelles brillantes de mica noir. L'élément blanc se montre vitreux ; on n'y distingue pas de matière amorphe : le quartz et le feldspath qui constituent cette masse granuleuse ne sont pas bien discernables, même à la loupe. La roche est comme frittée ; elle se désagrège facilement en une poussière, formée de grains irréguliers, comme le ferait du verre ou du quartz étonnés.

L'examen microscopique montre, entre ces roches et celles du volcan, des différences de structure et de composition tellement prononcées qu'on est porté à les considérer comme n'appartenant pas à une même venue de

matières éruptives, et à rapporter celles du type granitique à des roches anciennes.

Les lames minces de ces échantillons font voir qu'ils possèdent une texture granitique nettement accusée. Les minéraux qu'on découvre dans les préparations sont le feldspath monoclinique et triclinique, le quartz, la biotite, le fer titané et de petits microlithes d'augite. A première vue, on remarque que les éléments principaux n'ont pas l'aspect qu'on découvre au microscope pour les granites normaux. Ils se montrent corrodés, fendillés, remplis d'inclusions gazeuses, et, ce qui est sans doute en rapport avec les traits caractéristiques de la microstructure, on découvre une matière amorphe incolore, qui s'infiltre entre les divers minéraux constitutifs. Cette matière est parfaitement isotrope aux points où elle est isolée; en outre, elle renferme, les cristallites caractéristiques qui se trouvent dans le ciment hyalin des grès vitrifiés au contact des roches éruptives. Dans certains cas, on constate que ce verre est craquelé et qu'il provient très probablement de la fusion des feldspaths.

Les éléments n'étant jamais, peut-on dire, terminés par des contours cristallographiques et l'altération les ayant plus ou moins entamés, une détermination spécifique devient très difficile, en particulier pour les sections des plagioclases. Ces feldspaths sont très répandus dans la roche; il sont zonaires et présentent presque toujours des lamelles fines et nombreuses, maclées suivant la loi de l'albite, quelquefois aussi des lamelles péricliniques. D'autres sections de feldspath triclinique paraissent appartenir à la microcline ou à la microperthite : ce sont des plages légèrement laiteuses, où l'on entrevoit des intercalations, plus ou moins lenticulaires, d'un autre feldspath,

et qui ressemblent, pour l'allure et l'aspect, aux inclusions d'albite dans la microcline.

L'orthose se montre en sections laiteuses à peu près opaques, rarement maclée suivant la loi de Carslbad ; presque toujours, au contraire, formant un cristalloïde unique, sans intercalation de lamelles hémitropes ; on y distingue nettement, dans certains cas, les lignes de clivage à angle droit, caractéristiques de l'espèce. Ce feldspath, qui paraît plus altéré que les plagioclases, ne montre pas cependant la décomposition en matière micacée, qu'on observe si souvent dans les roches granitiques, ni la saussuritation ; les plages éteignent uniformément ; on serait plutôt porté à rattacher ce mode particulier de décomposition à une action d'une nature spéciale. On voit souvent l'orthose bordée d'une zone vitreuse, qui doit son origine à la fusion de la matière feldspathique. Les sections de feldspath sont criblées d'inclusions gazeuses ; on n'y observe pas d'inclusions vitreuses.

Le quartz, en grains irréguliers, se reconnaît à ses teintes vives entre nicols croisés ; en lumière convergente, on voit les bras de la croix des cristaux monaxiques. Ce minéral est remarquablement fissuré et fendillé ; en outre, il est rempli d'inclusions gazeuses, comme celles qu'on observe dans les produits de fusion de ce minéral, par exemple dans les fulgurites ; on n'y voit pas d'inclusions liquides, mais on y constate quelquefois de belles inclusions vitreuses, qui ne peuvent être que des *inclusions secondaires*. Ce minéral est représenté, dans les lames minces, par un grand nombre de sections, où apparaissent nettement tous les caractères de l'espèce.

La biotite se montre sous la forme de sections brun foncé fortement dichroscopiques ; les contours sont déchi-

quetés, à bords noirs presque opaques, comme on le constate pour la hornblende des andésites et des laves basaltiques. Ce mica ne présente pas de particularités à noter, sauf que, sur les bords frangés, sont attachés de nombreux microlithes extrêmement petits, de teinte verdâtre très pâle. Quelques-uns de ces petits prismes éteignent sous des angles qui peuvent s'élever à 40°; on doit les rapporter à l'augite. On remarque aussi que leur axe allongé est orienté plus ou moins parallèlement à la face pinakoïdale du mica qu'ils entourent. L'augite a cristallisé aussi en inclusion, à l'intérieur de la biotite. Nous sommes donc ici en présence de faits qui ont beaucoup d'analogie avec ce que nous avons observé tout à l'heure pour la hornblende des andésites; tout porte à penser que, pour la roche enclavée comme pour la roche éruptive, la formation de ces petits cristaux autour de la biotite ou de la hornblende doit être rattachée à une même action caustique. Dans la roche granitique altérée, on observe des granules irréguliers de fer titané, entourés quelquefois d'une zone de rutile.

Indiquons enfin, parmi les roches rejetées, des fragments de blocs quartzeux englobés dans la masse éruptive. Ces fragments sont de couleur blanc laiteux, à grains extrêmement fins; ils ont l'aspect fritté qu'on observe au granite enclavé et sont sillonnés par des lignes de retrait. Cet aspect des échantillons indique bien qu'ils ont été soumis à l'action d'une chaleur intense. Aux points où ils sont accolés à la roche éruptive, on observe une zone de fusion; le quartzite prend une teinte plus foncée et passe insensiblement à l'andésite. Cette fusion, au point de jonction des deux roches, est sans doute attribuable à la présence des alcalis dans l'andésite: ils auront agi, au contact, sur les grains de silice constituant le quartzite. Ces fragments

empâtés ont quelquefois 5 ou 6 centimètres; on en observe aussi qui sont de dimensions moindres : dans ce cas, ils sont presque entièrement fondus et prennent une teinte opaline. L'examen microscopique de ces enclaves de roches quartzées montre qu'elles sont entièrement formées de grains de quartz irrégulièrement agrégés, sans interposition de matière amorphe, sauf dans la zone de fusion dont il vient d'être question. On observe, dans ce quartzite, des cristallites verdâtres extrêmement petits, quelquefois groupés en gerbes ou en éventail, et enfin des paillettes imbriquées de tridymite.

EXPLICATION DE LA PLANCHE.

Fig. 1. — I et II macle de l'albite. Deux individus principaux accolés suivant M à droite et à gauche ; on observe les répétitions de I et II, intercalés réciproquement dans chacun des individus alternes. A la partie inférieure de la figure l'angle rentrant (α) est formé par les traces de P de I et de II. A la partie supérieure (β) l'angle obtus rentrant est de $7^{\circ}50'$. L'angle double d'extinction est de 70° (32° — 38°); (γ) intercalation de lamelles de péricline. Cette intercalation d'une lamelle maclée suivant la loi de la péricline et la valeur des extinctions indiquent que la section est à peu près perpendiculaire à l'arête Pk. Nicols croisés, $1/20$.

Fig. 2. — Groupement de plagioclases. — La face M de II superposée sur la face P de I. Section à peu près perpendiculaire à l'arête PM de I. Nicols croisés, $1/30$.

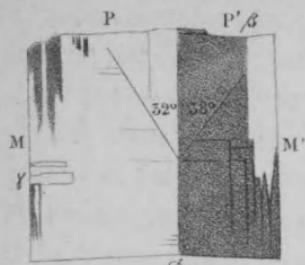


Fig. 1.

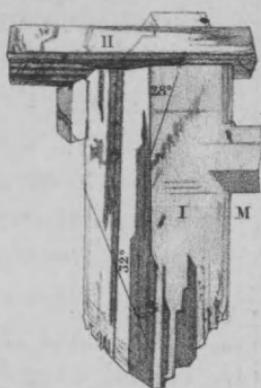


Fig. 2.

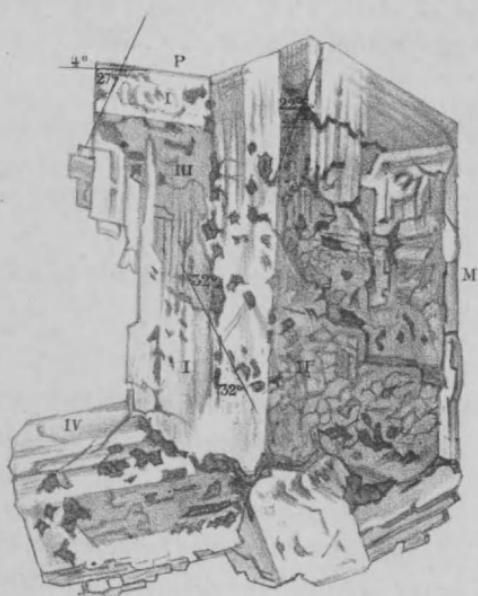


Fig. 3.

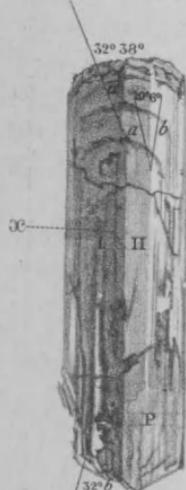


Fig. 4.



Fig. 5.

Fig. 3. — I et II. Macle de l'albite;

I et III. Macle de la péricline;

I et IV. Macle de Baveno. Nicols croisés, $\frac{1}{30}$.

Fig. 4. — I et II macle de Carlsbad et macle de l'albite; les extinctions sur I sont de 32° à 38° pour a et de 33° pour b . La section se rapproche donc de la face x pour cet individu. L'individu II éteint à 10° pour a et à 6° pour b ; la section se rapproche de la face P. Nicols croisés, $\frac{1}{30}$.

Fig. 5. — Section de plagioclase parallèle à M, macle de péricline.

Les deux individus sont superposés suivant le plan de la section rhombique. Comme le montre la figure, ce plan est sensiblement incliné vers la trace de la face P' , dans le même sens que l'extinction, qui est négative, de 39° pour un individu et de 20° pour l'autre. Nicols croisés, $\frac{1}{60}$.