

## DEUXIÈME PARTIE

### Étude des produits de l'éruption.

#### INTRODUCTION.

La première partie de cette étude a été consacrée à la description des six phases qui caractérisèrent l'éruption de 1954.

Au fur et à mesure de la succession des événements, l'auteur dressait des cartes au 1/5.000<sup>e</sup> sur lesquelles il portait les torrents de lave avec les dates de leur apparition, les directions de leur écoulement, les terrains qu'ils envahissaient et les endroits de prélèvement d'échantillons. L'échantillonnage se poursuivit pendant toute la durée de l'éruption; la collection ainsi constituée en fonction du temps devait permettre de déceler les variations de la composition chimique des laves au cours de l'éruption.

Elle se composait de 128 échantillons de laves, de 32 bombes volcaniques et enclaves énallogènes et de 12 sublimés volcaniques. Ces derniers furent prélevés au cours de leur formation, les températures étant soigneusement relevées.

110 préparations microscopiques et 120 analyses chimiques et spectroscopiques furent exécutées par les Laboratoires du Service Géologique de Bukavu.

L'auteur remercie ses collègues et amis MM. P. HERMAN et E. MINET, spectroscopistes, J. HAINE, C. DELMOTTE et G. VISEUR, chimistes, qui ont exécuté toutes les analyses des laves et des sublimés; il remercie également les auxiliaires indigènes: préparateurs, dessinateurs, secrétaires qui ont participé, chacun selon sa compétence, à la préparation de tous ces produits de l'éruption.

La deuxième partie de ce mémoire est consacrée à l'étude chimico-minéralogique de cet important matériel.

## CHAPITRE PREMIER.

**ÉTUDE DES MINÉRAUX DES LAVES.**I. — **CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.**

Toutes les laves émises en 1954 sont gris foncé à noires, brunes parfois, lorsqu'elles ont été exposées à l'action directe des flammes; toutes sont vacuolaires à des degrés divers et contiennent des petits phénocristaux de plagioclase, de pyroxène, d'olivine et, exceptionnellement, de leucite.

L'étude des 110 préparations microscopiques des laves du Mihaga montre une grande uniformité dans la texture, la structure et la composition minéralogique. Aucune de ces laves n'est entièrement vitreuse; aucune n'est holocristalline. Cependant, entre ces deux limites, tous les stades intermédiaires sont largement représentés.

La structure peut être résumée en quelques mots : les phénocristaux de bytownite, d'augite titanifère, de titanomagnétite, d'olivine, sont distribués d'une façon quelconque dans une pâte microlitique, elle-même composée de labrador, d'augite titanifère et d'olivine, enrobés dans un volume plus ou moins important de verre jaune-brun ou incolore.

Quelques laves seulement contiennent de la leucite. Ce minéral ne se forme que tardivement et dans des conditions qui seront exposées plus loin.

L'étude des phénocristaux à la platine universelle montre qu'ils sont communs à toutes les laves émises en 1954 et, en général, à toutes les laves du système du Nyamuragira. Cependant, contrairement aux laves émises avant 1954, les laves du Mihaga contiennent de l'hypersthène en phénocristaux et en microlites.

Sous le microscope apparaît également la vraie nature des phénocristaux: il ne s'agit pas en l'occurrence d'un premier temps de cristallisation. En général, on observe des débris anguleux et, exceptionnellement, des individus entiers de bytownite, d'augite titanifère, de titanomagnétite et d'olivine.

Ces minéraux semblent avoir été arrachés par la lave à des formations profondes lors de son ascension vers la surface et ils seraient d'origine intratellurique. Ces débris, de toutes tailles, dépassent rarement 2 mm. Les traces de fusion qu'ils montrent dénotent un léger déséquilibre physico-chimique existant entre les phénocristaux cités, constituant les phases solides étrangères et la phase liquide qui, par refroidissement, donne lieu aux laves du Mihaga, avec les minéraux qui leur sont propres, c'est-à-dire ceux qui précipitent à partir de cette phase liquide ou ceux qui se forment tardivement, aux dépens du verre résiduel.

Les phénocristaux sont soit isolés, soit associés entre eux. L'association la plus rare mais la plus significative est celle des quatre minéraux cités plus haut : bytownite, augite titanifère, olivine et titanomagnétite. C'est à ce gabbro qu'il faut, semble-t-il, attribuer l'origine des phénocristaux classiques des laves du Mihaga.

Le terme de xénoclaste paraît plus approprié pour désigner ces débris. Les grains de leucite, par contre, sont de vrais phénoblastes, comme on le montre dans la suite.

Les microphénocristaux des laves du Mihaga se composent des mêmes minéraux que ceux que l'on rencontre en phénocristaux. Leur facies particulier ne permet pas de les confondre avec ceux des microlites qui ont pu atteindre une grande taille, ce qui est fréquent au cinquième stade de cristallinité (voir plus loin).

C'est ainsi que le plagioclase cristallisé à partir du « liquidus du Mihaga », est un labrador titrant 70 à 75 % An; l'augite titanifère, de même origine, ne présente jamais de macle; le facies aciculaire des minéraux précipités à partir de la phase liquide persiste jusqu'à la consolidation finale de la lave, etc.

Les microphénocristaux peuvent donc avoir une double origine et être classés en microxénoclastes et en microphénoblastes.

La pâte microlitique offre à l'observation des facies nombreux et intéressants. Représentant le liquidus du Mihaga proprement dit, son étude présente un intérêt réel pour la compréhension de la structure et de la texture d'un échantillon de lave donné.

Noyés dans la pâte d'une façon désordonnée, on retrouve, en microlites, tous les minéraux déjà connus en phénocristaux et en microphénocristaux, c'est-à-dire : bytownite, augite titanifère, titanomagnétite, leucite parfois, hypersthène. Contrairement aux laves du Gituro de 1948 (C. SOROTSCHINSKY, *in* TAZIEFF 1951), il n'a pas été décelé d'olivine microcristalline contemporaine des autres microlites de précipitation directe à partir du liquidus. L'olivine semble être un minéral essentiellement étranger aux laves propres au Mihaga, si l'on considère tous les phénocristaux de celle-ci comme d'origine intratellurique (xénoclastes).

Le verre présente également des facies variables selon le cas : il peut être incolore, jaune d'or, brun havane, brun violacé. Ces couleurs diverses ne sont pas dues au hasard : l'auteur montrera plus loin qu'il existe une relation étroite entre la couleur du verre, son indice de réfraction et le volume occupé par les microlites dans le volume total de la lave. C'est ainsi que l'indice de réfraction du verre jaune d'or est supérieur à 1,572 de la bytownite, alors que celui du verre incolore est inférieur à l'indice du baume du Canada (1,54).

Outre les minéraux communs cités plus haut, et selon le stade de cristallinité atteint par une lave donnée, apparaissent des minéraux à facies particuliers tels que : fins prismes d'un pyroxène vert, octaèdres d'un mine-

rai noir (magnétite titanifère probablement), octaèdres très fins, ultra-microscopiques, paraissant brunâtres (du même minerai probablement), ainsi que trois types de dendrites, plagioclase en tablettes de sections losangiques ou rectangulaires et enfin, aux dépens du verre résiduel, un pyroxène fibreux qui, au dernier stade de cristallinité, rend la lave holocristalline.

Il reste à signaler que les laves refroidies très rapidement montrent un halo noir à la périphérie des phénocristaux et même des microlites. Grâce aux stades intermédiaires nombreux, on peut suivre la transformation progressive du halo en octaèdres de titanomagnétite. Ce minerai, commun dans les laves basiques, a donc aussi une origine double.

Le tableau ci-contre reprend tous les minéraux et leurs facies, rencontrés dans les laves du Mihaga. Leur description fait l'objet des paragraphes suivants.

## II. — DESCRIPTION DES CONSTITUANTS DES LAVES DU MIHAGA.

### 1. LES PHÉNOCRISTAUX XÉNOCLASTIQUES ET LES PHÉNOBLASTES.

#### A. — Plagioclase.

Sans exception, le plagioclase est la bytownite zonée, la récurrence des zones de même titre en anorthite pouvant atteindre 5 et davantage. Le titre au centre du plagioclase peut varier de 85 à 90 % An, tandis que la zone périphérique ne dépasse pas 75 % An.

En général, les phénocristaux de bytownite présentent un liséré périphérique dont la teneur en An (dans les rares cas où sa détermination à la platine universelle était possible) varie de 65 à 70 %. Cette teneur en An est celle des microlites des laves du Mihaga, précipitées à partir du liquidus. On en déduit que ces minces lisérés périphériques représentent l'accroissement de la bytownite aux dépens du liquidus.

La bytownite est maclée : la macle de l'Albite est la plus fréquente; la macle de Carlsbad est abondante également et la macle double Albite-Carlsbad n'est pas rare.

Les cas d'indétermination (coïncidence des pôles de  $N_p$ ) sont exceptionnels (1 cas sur 80 mesures).

Les grains de bytownite dépassent rarement 2 mm en leur plus grande dimension; en général, ils sont de l'ordre de 0,5 mm. On les trouve isolés, groupés parallèlement, se croisant ou réalisant des groupements étoilés, en amas désordonnés de 1 à 2 mm.

#### B. — Pyroxène.

Le pyroxène en phénocristaux est l'augite à  $\pm 6$  % de  $TiO_2$ . Il est zoné et présente souvent une structure en sablier; celle-ci est très nette lorsqu'on l'étudie à la platine universelle. 16 mesures de l'angle des axes optiques révèlent une légère variation entre 56 et 60°. 2V est positif.

TABLEAU N° 1. — Les constituants des laves du Mihaga.

Constituants	Phéno-cristaux		Microphéno-cristaux		Microlites	
	Xéno-clastes	Liquidus Mihaga	Xéno-clastes	Liquidus Mihaga	Xéno-clastes	Liquidus Mihaga
<i>Plagioclases :</i>						
Bytownite ... ..	+	—	+	—	—	—
Labrador ... ..	—	+	—	+	—	+
Labrador en tablettes .	—	—	—	+	—	+
Labrador en losanges ..	—	—	—	+	—	+
<i>Pyroxènes :</i>						
Augite .. ... ..	+	—	+	+	—	+
Vert ... ..	—	—	—	—	—	+
Fibreux . ... ..	—	—	—	—	—	+
Hypersthène . ... ..	?	+	—	+	—	+
<i>Olivine</i> ... ..	+	—	+	—	—	—
<i>Titanomagnétite :</i>						
Grands octaèdres . ...	—	—	—	—	—	+
Octaèdres très fins ...	—	—	—	—	—	+
Dendrites I .. ... ..	—	—	—	—	—	+
Dendrites II . ... ..	—	—	—	—	—	+
Dendrites III ... ..	—	—	—	—	—	+
Trichites ... ..	—	—	—	—	—	+
« Halos » ... ..	—	—	—	—	—	+
<i>Leucite</i> ... ..	—	+	—	+	—	+
<i>Verre</i> . ... ..	—	+	—	+	—	+

+ : présent. — : absent.

Les indices de réfraction, relevés par la présence de l'oxyde de titane, sont :  $\pm 1,740$  suivant  $N_g$  et  $1,715$  suivant  $N_p$ . Le pléochroïsme est extrêmement faible mais la coloration en beige violacé ou brun foncé est forte.

La macle avec plan d'association (100) est fréquente. Les individus d'augite titanifère, généralement trapus, peuvent atteindre 1 à 2 mm de longueur. Ils sont souvent associés à la bytownite ou groupés en amas.

**C. — Olivine.**

La proportion d'olivine est tellement variable d'un échantillon à l'autre qu'on ne peut s'empêcher de considérer la présence de ce minéral dans les laves du Mihaga comme étant due à l'effet du hasard. Dans certaines laves il manque complètement et, contrairement aux laves de 1948, il est introuvable en microcristaux. Dans l'ensemble, l'olivine peut être considérée comme étant un minéral rare et sans signification lithogénétique. 12 mesures à la platine universelle indiquent un angle des axes optiques négatif de  $86^\circ$ , ce qui correspond à une olivine à  $\pm 75\%$  de forstérite.

**D. — Titanomagnétite.**

L'analyse chimique de ce minéral commun à toutes les laves du système du Nyamuragira a été faite à l'Université de Bruxelles. Il titre 3,32 % de  $TiO_2$  (H. TAZIEFF, 1950, note infrapaginale, p. 71).

La titanomagnétite se présente en individus plus ou moins polygonaux, arrondis parfois, s'associant volontiers aux xénoclastes d'augite, d'olivine et de bytownite et aux combinaisons possibles entre ces phénocristaux xénoclastiques.

**E. — Leucite.**

Ce minéral se forme tardivement aux dépens du verre résiduel de la pâte microlitique. En général, les grands individus isolés de 0,5 à 0,6 mm de diamètre montrent des contours plus ou moins polygonaux, indécis, se délayant progressivement dans la pâte environnante. Ils renferment en inclusions les octaèdres de titanomagnétite de 5 à 10  $\mu$  de côté, des microlites de labrador de 6  $\mu \times 156 \mu$ , des microlites d'augite titanifère de 48  $\mu \times 100 \mu$  et davantage; d'innombrables prismes très fins de pyroxène vert de 5  $\mu \times 25 \mu$ . Ces microlites ont été englobés *in situ* par la croissance des grains de leucite et sont par conséquent antérieurs à ceux-ci. Les plages de leucite ainsi formées sont très caractéristiques.

On en conclut que :

1° la leucite se formant aux dépens du verre de la pâte microlitique est le seul phénocristal (phénoblaste) appartenant réellement à la lave du Mihaga;

2° la cristallisation de la leucite est postérieure à la cristallisation de l'augite titanifère en microphénocristaux, des microlites de labrador, de la titanomagnétite et des fins prismes de pyroxène vert;

3° dans les laves refroidies brusquement, caractérisées par l'absence des minéraux cités sous le 2°, la leucite sera absente également. Autrement dit : l'apparition de la leucite dépend essentiellement du régime de refroidissement d'une lave donnée.

Ce fait explique la rareté relative de la leucite dans les laves du Mihaga ainsi d'ailleurs que dans les laves du Gituro (1948) et du Tshambene (1938-1940).

## 2. LES MICROPHÉNOCRISTAUX XÉNOCLASTIQUES ET LES MICROPHÉNOBLASTES.

### A. — Plagioclase.

Les microphénocristaux de plagioclase se composent uniquement de bytownite, mais la teneur en anorthite est inférieure à celle des phénocristaux et ne dépasse pas 80 % au centre des individus; à la périphérie, la zone d'accroissement finale présente une teneur en An de l'ordre de 70 %, c'est-à-dire celle des microlites également (voir phénocristaux).

Les autres caractéristiques citées à propos des phénocristaux sont valables pour les microphénocristaux.

### B. — Pyroxènes.

Les microphénocristaux de pyroxène se composent principalement d'augite titanifère, mais, comme il a été précisé plus haut, leur origine peut être double. En effet, certains individus ont une origine étrangère, comme l'augite en phénocristaux. Ces individus sont en général zonés, trapus, fissurés parfois, souvent maclés. Les débris de phénocristaux xénoclastiques sont considérés ici comme microphénocristaux xénoclastiques. On les trouve en individus isolés ou associés à la bytownite, à l'olivine, à la titanomagnétite.

Les individus de précipitation directe à partir du liquidus ont un facies plus étiré, et ne sont jamais zonaires ni maclés. Le zonage n'apparaît que lorsque le microlite, par suite de circonstances très favorables de refroidissement, arrive à atteindre une taille exceptionnelle avant la consolidation finale de la lave. Les individus de cette origine sont en général groupés en étoiles mais on en trouve d'isolés ou groupés d'une façon quelconque. La grandeur des microphénoblastes est très variable. La couleur, le pléochroïsme, sont communs à toutes les augites titanifères.

Les microphénocristaux d'hypersthène sont nombreux également dans les laves du Mihaga, sans atteindre cependant — et de loin — l'importance de l'augite. L'hypersthène se présente toujours en individus isolés, jamais maclés ni zonés, avec un facies aciculaire très prononcé (longueur = 10 fois la largeur). Il est incolore. La structure fourchue est toujours très nette, les secteurs basaux, appuyés sur le plan (001) étant constitués de verre brun clair.

L'examen des préparations microscopiques des laves très brusquement refroidies permet de constater que l'hypersthène est un minéral de formation très précoce. En effet, alors que la lave est essentiellement vitreuse, ne contenant aucun autre minéral (phénocristaux xénoclastiques exclus), il

se présente en grands individus exceptionnellement de la taille des phénocristaux, très aciculaires, avec arêtes rectilignes sans défauts, ce qui postule sa précipitation et sa croissance en milieu liquide.

Il est accompagné, à ce stade de cristallinité de la lave (stade I, voir plus loin) de quelques cristallites et microlites de même nature et de même facies. Dans d'autres laves, à un stade de cristallinité légèrement plus avancé, il peut être accompagné de cristallites d'augite titanifère et de quelques sections losangiques d'un minéral indéterminable, tous compris dans l'épaisseur de la préparation microscopique.

Il semble que l'hypersthène soit le seul minéral des laves du Mihaga qui présente deux temps de cristallisation :

1<sup>er</sup> temps : Individus précipités à partir du liquidus à grande profondeur avant d'arriver à la surface : phénocristaux (très rares);

2<sup>e</sup> temps : Individus précipités à partir du liquidus, en sortant de la fracture majeure, lors de la fin de la séparation de la phase gazeuse <sup>(1)</sup> : ce sont des cristallites et microlites, accompagnant les phénocristaux du premier temps.

L'hypersthène, minéral rare qui semble être stable à haute température (+1.200° C), tend à disparaître au fur et à mesure du refroidissement.

#### C. — Titanomagnétite.

Les microphénocristaux de titanomagnétite ont comme origine les halos noirs qui entourent les minéraux (phénocristaux, microphénocristaux et microlites) de formation précoce ou les nuages noirs qui se forment dans le verre. On a fait remarquer plus haut que ces halos se condensent en octaèdres à la périphérie des minéraux (Photo n° 40).

Les microphénocristaux de titanomagnétite ont également une origine double. Ceux qui se développent à moitié à l'intérieur d'un minéral, l'autre moitié étant à l'extérieur, dans la pâte, ont leur origine dans le liquidus du Mihaga. Ils ont en général des formes géométriques régulières et leur nombre est aussi important que celui des xénocristaux.

#### D. — Olivine.

Les microphénocristaux d'olivine sont, en général, constitués de débris de phénocristaux xénoclastiques et très rarement d'individus entiers de petite taille.

Leurs caractères sont ceux des phénocristaux.

---

<sup>(1)</sup> Dans la première partie de ce mémoire, l'auteur a insisté sur le fait que la séparation de la phase gazeuse était achevée lorsque la lave sortait du cratère.

**E. — Leucite.**

Ce minéral tardif des laves du Mihaga se présente en toutes tailles. Son facies est identique à celui décrit plus haut, quelle que soit sa taille.

**3. LES MICROLITES.**

(Tableau n° 2.)

**Remarques préliminaires.**

Les microlites et le verre résiduel représentent incontestablement le liquidus du Mihaga. Ils se sont consolidés à partir de celui-ci, cette consolidation massive étant due à la détente consécutive à l'épanchement de la lave à la surface.

Le fait que plusieurs échantillons de laves brusquement refroidies montrent une texture essentiellement vitreuse (les phénocristaux étant des xénoclastes) démontre que la précipitation de la phase solide est pratiquement nulle lorsque le liquidus à 1.200° C arrive à la surface.

La consolidation débute et se poursuit en fonction des conditions de surface, c'est-à-dire à une pression ne dépassant pas 2 kg/cm<sup>2</sup> (pour les coulées de ±4 m d'épaisseur), et à une température initiale de 1.200° C.

Le refroidissement d'une coulée de lave immobilisée est très lent. En effet, on observe, la nuit surtout, par les fractures béantes dues au retrait par refroidissement, de la lave rouge cerise (±500° C) deux à trois semaines après son épanchement à la surface. Cette lenteur de refroidissement s'explique aisément par le dégagement de la chaleur latente de formation du corps solide à partir du liquide. Elle est approximativement de 0,3 cal/gr 1° C pour le solide à l'état amorphe et de 100 cal/gr 1° C pour l'état cristallin.

Les conclusions qui s'imposent sont donc :

1° à 1.200° C, température constante de la lave pendant toute la durée de l'éruption, aucune cristallisation n'a eu lieu à partir du liquidus;

2° la séparation des diverses phases solides, telles que : labrador, augite titanifère, magnétite, leucite, hypersthène, etc., suivie de leur légère remise en solution, se produit au-dessous de 1.200° C, en un laps de temps qui peut être estimé :

a) à trois semaines (surveillance d'une crevasse ouverte dans une coulée de lave), si la mare de lave cesse d'être alimentée et se refroidit en l'absence de tout mouvement (coulée de la deuxième phase de ±4 m d'épaisseur, entre la fracture majeure et le poste d'observation);

b) à deux mois, si le torrent de lave est en mouvement, sans cesse alimenté et poussé vers l'aval par de la lave à 1.200° C sortant de la fracture majeure (extrémité de la coulée orientale du mois d'avril, à 15 km du centre d'émission où elle était encore à 890° C);

c) les laves les mieux cristallisées doivent être celles qui ont eu le plus long temps de refroidissement, c'est-à-dire celles qui sont les plus éloignées du centre d'émission.

TABLEAU N° 2. — **Grandeurs approximatives des microlites.**

Minéraux	1 <sup>er</sup> stade en mm	2 <sup>e</sup> stade en mm	3 <sup>e</sup> stade en mm	4 <sup>e</sup> stade en mm	5 <sup>e</sup> stade en mm	6 <sup>e</sup> stade en mm	Remarques
Hypersthène ... ..	0,03×0,01	0,3×0,06	0,5×0,05	0,3×0,035	0,1×0,02	0,64×0,12	Squelettiques
Augite titanifère ... ..	Germes	0,085×0,02	0,12×0,03	0,17×0,04	0,17×0,05	0,2×0,05	—
Pyroxène vert ... ..	—	—	0,04×0,02	0,05×0,01	0,094×0,01	0,1×0,02	—
Pyroxène fibreux ... ..	—	—	—	Non mesurable	0,05×0,0005	0,3×0,005	—
Labrador aciculaire .. ..	—	0,08×0,01	0,085×0,01	0,09×0,015	0,1×0,015	0,175×0,02	—
Labrador en tablettes ... ..	—	0,05×0,025	0,03×0,015	0,085×0,04	0,1×0,05	0,1×0,05	—
Labrador en losanges ... ..	—	0,07	0,085	0,09	0,12	0,135	—
Halos noirs . ... ..	—	0,085	—	—	—	—	Résorbés en octaèdres
Taches noires ... ..	—	0,01×0,01	—	—	—	—	
Octaèdres fins ... ..	—	—	0,05×0,05	0,75×0,75	0,1×0,1	0,137×0,137	—
Octaèdres très fins ... ..	—	—	—	0,01×0,01	—	—	—
Octaèdres ultramicrosc. ... ..	—	—	0,004×0,004	0,01×0,01	—	—	—
Dendrites I. ... ..	—	—	—	0,03×0,003	0,035×0,003	0,05×0,003	Longueur × étalement
Dendrites II ... ..	—	—	—	0,09×0,02	0,09×0,02	0,09×0,02	
Dendrites III ... ..	—	—	—	—	—	0,1×0,05	
Leucite ... ..	—	—	—	—	≤ 0,5	0,7	—

Cette dernière conclusion est parfaitement vérifiée au Mihaga: les échantillons prélevés à 12 km du centre d'émission le 21 avril 1954, montrent des laves non seulement pratiquement holocristallines, mais contenant toutes de la leucite.

On a vu au chapitre consacré aux phénocristaux que ce minéral apparaissait tardivement aux dépens du verre résiduel. C. SOROTSCHINSKY (*in* TAZIEFF, 1951) et J. VERHOOGEN (1948), avaient déjà noté le comportement bizarre de ce minéral.

La leucite n'apparaît dans une lave que lorsque le temps de refroidissement a été très long. Aucune autre condition ne semble devoir intervenir en ce qui concerne le Mihaga. Il est à noter que la teneur en  $K_2O$  des laves prélevées à 12 km du centre d'émission ne diffère pas sensiblement de celle des laves des première et deuxième phases et qu'elle est nettement inférieure à celle des laves de la phase paroxysmale d'où la leucite est absente.

Un autre cas de refroidissement très lent a été observé dans les conditions suivantes : les torrents de laves de la deuxième phase émis le 23 février le long de la fracture majeure, se recouvrant les uns les autres, ont formé une mare épaisse de 4 m environ, rapidement figée. Le refroidissement s'est donc fait dans l'immobilité totale. Le 27 février, une fente de retrait apparut en un endroit de cette mare, fente par laquelle on apercevait la lave incandescente. Le 10 mars, la lave était encore à  $700^{\circ}C$  et le 17 mars, à  $\pm 500^{\circ}C$  (rouge cerise), bien visible la nuit. Deux mois plus tard, cette fente suffisamment élargie permettait l'échantillonnage sur une épaisseur de 1,75 m. La leucite apparaît à partir de 1,03 m de profondeur seulement (éch. n° 62). Les échantillons n°s 59 à 61 des laves de la partie supérieure de cette mare n'en contiennent pas.

D'après A. LACROIX (1933), la leucite, minéral pyrogène antipneumatogène se forme quand le magma se consolide sans pression et sans intervention de minéralisateurs, ce qui est bien le cas exposé ci-dessus.

Ces considérations permettent de conclure que la leucite serait présente dans toutes les laves déficitaires en  $SiO_2$  du Mihaga, si des temps de refroidissement très longs avaient été réalisés. Il en résulte que les calculs des paramètres magmatiques C.I.P.W.-Lacroix doivent tenir compte de cette réalité, en formant la leucite définitive au lieu de l'orthose provisoire (M.-E. DENAEYER et D. LEDENT, 1954).

Les conditions de refroidissement du liquidus à la surface sont variables selon les cas : projection dans l'air, remplissage d'une cuvette, refoulement vers les berges du torrent des minces croûtes superficielles, débordement du lit du torrent en minces coulées, écoulement sous une voûte de lave déjà consolidée, fissurée ou non, etc. Ces conditions déterminent le temps de refroidissement, c'est-à-dire le temps mis par la lave considérée à traverser

le gradient de température entre 1.200° C et la température ambiante de  $\pm 85^\circ$  C <sup>(2)</sup>.

Ce facteur important détermine aussi les minéraux exprimés d'une lave ainsi que les nombreux facies que présentent les microlites. Inversement, la connaissance des facies et de leur signification permettra de définir la vitesse de refroidissement et, dans certains cas, d'expliquer la présence ou l'absence d'un minéral particulier. C'est la raison pour laquelle la description des microlites sera aussi détaillée que possible.

#### A. — Plagioclase.

Les microlites de plagioclase généralement rencontrés sont du labrador. La teneur en anorthite varie entre 60 et 70 %.

*a) Facies aciculaire.* — Ce facies domine très largement. Il est représenté par de longs individus allongés suivant l'axe Z et maclés suivant la loi de Carlsbad. Leurs extrémités sont généralement effilochées ou fourchues. Ils sont souvent déformés longitudinalement, ce qui rend impossible ou imprécise la détermination de l'angle d'extinction. Ce type de microlite n'est jamais zonaire. On a vu que la température initiale du liquidus, à la surface, était de 1.200° C. Le diagramme classique de N.L. BOWEN indique que le plagioclase précipité à cette température doit avoir une teneur en anorthite de 35 %. Or, la teneur en An des microlites du Mihaga est de 60 à 70 %. Cet écart important s'explique par la surfusion des laves. Leur vitesse de refroidissement est en l'occurrence suffisamment grande pour que les microlites précipitent avec la teneur en anorthite proche de celle du liquidus (F.-J. TURNER et J. VERHOOGEN, 1960, p. 103).

*b) Facies trapu.* — Plusieurs laves contiennent une très faible quantité de microlites à facies trapu (longueur/largeur = 2), qui, malgré leur petitesse (voir Tableau n° 2), montrent un zonage net. Leur teneur en anorthite est légèrement supérieure à celle des microlites aciculaires et voisine de 70 %. Le labrador trapu, en tablettes, se présente toujours en individus isolés et non maclés.

*c) Facies losangique.* — Les laves très rapidement refroidies montrent un plagioclase en très minces tablettes losangiques dont les dimensions varient évidemment avec la vitesse de refroidissement (voir Tableau n° 2).

**Remarque :** Parmi les microlites feldspathiques à facies aciculaire, on rencontre quelquefois des microlites à extinction droite qui pourraient

---

<sup>(2)</sup> 85° C est la température que peut atteindre, en pays tropical, un corps noir (lave), longuement exposé au soleil (les mesures ont été faites vers 14 h).

bien être de la sanidine. Ce minéral a déjà été signalé par L. FINCK (1912) et par LACROIX (1923, III) dans les kivites, ainsi que par A. HOLMES et H.-F. HARWOOD (1937).

**B. — Augite.**

L'augite microlitique est titanifère. Abondante dans les laves du Mihaga, elle se présente en prismes peu aciculaires ( $L/l = 3$  à  $5$ ), non maclés, avec la structure fourchue généralisée. Des traces de remise en solution partielle sont parfois nettes. L'augite est un minéral insensible aux variations des conditions de refroidissement : il montre un facies unique quelle que soit sa grandeur.

**C. — Pyroxène vert (diopside ?).**

Postérieurement à la précipitation de l'augite titanifère, se développe une multitude de très fins prismes d'une augite verdâtre qui marque incontestablement une étape dans l'évolution de la cristallinité des laves. Il est possible que ce soit de l'augite titanifère également (l'angle d'extinction est voisin de  $45^\circ$ ), mais son épaisseur, trop faible, ne fait pas apparaître la couleur beige violacé caractéristique. Ordre de grandeur :  $40 \mu \times 6 \mu$ .

**D. — Hypersthène.**

Les microlites d'hypersthène sont aciculaires, incolores, jamais maclés ni zonés; ils sont toujours fourchus même lorsqu'ils apparaissent dans le verre à l'état de cristallites. Ils sont toujours en individus isolés.

C'est le premier minéral qui se forme à partir du liquidus, à une température proche de  $1.200^\circ \text{C}$ . Le rapport de la longueur à la largeur ( $L/l$ ) de l'individu est assez variable, mais le facies aciculaire reste toujours assez prononcé. La structure fourchue en est très caractéristique : les deux secteurs dont les bases s'appuient sur les plans (001) sont composés de verre brun. Les sections transversales sont caractéristiques également : le centre en est occupé par une gouttelette de verre brun d'autant plus grande que la section est proche du plan (001).

Il est très important de signaler que ce minéral est instable et tend à se résorber au fur et à mesure qu'augmente le temps de refroidissement, étant donné qu'il est en déséquilibre cristallogénétique avec le liquidus.

**E. — Pyroxène fibreux.**

Un peu avant la consolidation complète de la lave et aux dépens du verre résiduel, apparaissent des gerbes de très fins prismes courbes de dimensions variables aux environs de  $20 \mu$  de longueur et de  $1 \mu$  d'épaisseur. Ces prismes forment parfois de très belles touffes<sup>(3)</sup>. Il semble que l'angle d'extinction soit voisin de zéro.

(3) « Bunch of hairs » de WEBSTER (1933), in CLARENS S. ROSS (1962).

**F. — Olivine.**

Les microlites d'olivine ne paraissent pas exister dans les laves du Mihaga.

**G. — Magnétite (titanifère).**

Ce minéral présente sept facies intéressants :

a) octaèdres petits, dont les dimensions dépassent parfois 100  $\mu$ ;

b) octaèdres très petits : de  $\pm 10 \mu$  de côté, formant parfois un véritable semis dans toute la masse de la lave. De même que le pyroxène vert, ces octaèdres constituent une étape dans l'évolution de la cristallinité des laves;

b') octaèdres ultramicroscopiques, paraissant brunâtres;

c) dendrites de premier ordre : simples baguettes, parfois en alignement de bourgeons ultra-fins, parfois légèrement curvilignes; ce genre de dendrites est abondant dans certaines laves dont la cristallinité est déjà assez poussée;

d) dendrites de deuxième ordre : baguettes généralement rectilignes, sur lesquelles se greffent, à angle droit semble-t-il, de très fines aiguilles;

e) dendrites de troisième ordre : ces dendrites se composent d'une arête principale d'où partent, à angle droit, des arêtes de deuxième ordre plus courtes, elles-mêmes servant de support aux arêtes de troisième ordre plus courtes encore, greffées à angle droit sur ces dernières. L'ensemble peut atteindre des dimensions de l'ordre de 0,1 mm  $\times$  0,05 mm;

f) très fines aiguilles courbées (« poils » de C. SOROTSCHINSKY *in* TAZIEFF, 1951, pp. 64-65), de formation hâtive, mais se groupant rapidement en octaèdres. Ces aiguilles se développent souvent aux extrémités des prismes des microlites;

g) halos et petites taches, très précoces également, donnant naissance aux octaèdres et disparaissant rapidement.

**H. — Leucite.**

La leucite en microcristaux est rare et très difficile à identifier. Les quelques rares plages arrondies, incolores et isotropes, nettes en milieu isotrope légèrement coloré en brun (verre résiduel), ont été assimilées à la leucite.

**I. — Néphéline.**

Aucune trace de néphéline n'a été décelée dans les laves du Mihaga.

#### 4. LE VERRE.

Le verre est le constituant le plus important des laves. On a vu en effet que le liquidus arrivait à la surface à la température de 1.200° C à l'état de verre pur ne contenant que les xénoclastes. Refroidi brusquement, tous les minéraux restent à l'état potentiel dans le verre. Celui-ci est jaune doré, et son indice de réfraction est de 1,59.

Par refroidissement lent, tous les minéraux précipitent, s'accroissent et l'indice de réfraction du verre résiduel ainsi purifié tombe à 1,53. Il est alors incolore. Entre ces deux limites extrêmes, il existe une gamme de verres diversement colorés et d'indices différents.

Le premier cas — refroidissement brusque — est réalisé généralement par des bombes projetées. Cependant, plusieurs échantillons de laves formant les croûtes superficielles des coulées, même importantes, sont également vitreux.

Le deuxième cas — refroidissement très lent — est réalisé par les laves du fond des grottes, nombreuses au Mihaga; la formation de ces grottes est due au hasard de l'envahissement d'un terrain. Ces laves sont pratiquement holocristallines.

### III. — CONCLUSIONS.

1. La vitesse de refroidissement d'une lave donnée est le facteur essentiel dont dépendent : le degré de cristallinité, les facies des minéraux, l'apparition de la leucite.

On verra plus loin que la composition chimique des laves a varié au cours de l'éruption de 1954. Cependant, ces variations n'ont pas été suffisantes pour influencer fortement leur composition minéralogique. Par contre, la vitesse de refroidissement apparaît comme étant le facteur essentiel responsable de la minéralogie, de la structure et de la texture d'une lave donnée.

Six stades de cristallinité ont été dégagés après l'étude complète des préparations microscopiques faite uniquement du point de vue de la vitesse de refroidissement; ils seront définis à la fin de ce chapitre.

2. La leucite est un minéral de formation tardive n'apparaissant que lorsque le refroidissement d'une lave a été très lent : par exemple, au fond d'une grotte (troisième phase, à 12 km du centre d'émission); sous une voûte d'émission de lave (cinquième phase); à la base d'une coulée de 3 à 4 m d'épaisseur (deuxième phase).

On voit donc que l'apparition de la leucite dans une lave (pour autant qu'elle soit sous-saturée en silice) ne dépend pas de la phase de l'éruption, ni de la variation éventuelle de la composition chimique caractérisant cette phase. Le fait que la quatrième phase (durée : 15 minutes), très rapide, n'a pas livré de laves à leucite, semble confirmer cette conclusion.

3. La magnétite titanifère dont sept facies différents ont été décrits, est un constituant très important pour l'estimation de la vitesse de refroidissement d'une lave.

En particulier, la précipitation massive de petits octaèdres « fins » constitue une étape typique dans l'évolution de la cristallinité des laves et en caractérise le quatrième stade.

4. Le pyroxène vert et le pyroxène fibreux apportent également une contribution importante à la connaissance de l'ordre d'apparition des minéraux d'une lave donnée ainsi qu'à la précision des stades de cristallinité.

C'est ainsi que le pyroxène vert apparaît au troisième stade et peut se développer jusqu'à former, par endroit, un feutrage serré composé d'aiguilles vertes, aux cinquième et sixième stades.

5. Il existe incontestablement entre l'indice de réfraction du verre d'une lave et son état de cristallinité une relation très étroite dont l'expression graphique approximative est donnée à la fin de ce chapitre.

#### IV. — LES SIX STADES DE CRISTALLINITÉ.

**Premier stade.** Refroidissement brusque.

Les laves de ce stade sont constituées de verre jaune doré, dont l'indice de réfraction atteint 1,59; ce verre ne contient que quelques individus d'hypersthène. C'est le « liquidus du Mihaga » à l'état pur, tel qu'il nous apparaît à 1.200° C, sortant de la fracture majeure (Photo n° 35).

**Deuxième stade.** Refroidissement très rapide.

Le verre jaune doré occupe encore 80 à 90 % du volume total de la lave, mais déjà apparaissent les microlites d'hypersthène avec leur structure typique fourchue; l'augite titanifère en voie de formation est représentée par de nombreux cristallites déjà groupés en étoiles, croisés ou en individus simples; des halos noirs, épais de 20 à 25  $\mu$ , se forment en bordure des phénocristaux, des microphénocristaux et des microlites; des taches noires, diffuses, dont la signification échappe, apparaissent à ce stade (germes de magnétite); on voit en outre de très fines aiguilles noires courbes (« poils »); le labrador apparaît avec déjà ses trois facies typiques: sections losangiques, tablettes, microlites aciculaires maclés. L'indice de réfraction du verre est encore supérieur à 1,572 (bytownite).

(Photos nos 36, 37, 38, 39 et 40.)

**Troisième stade.** Refroidissement rapide.

Les minéraux apparus au deuxième stade ont pu s'accroître considérablement. L'augite titanifère atteint l'ordre de grandeur de l'hypersthène

dont la croissance semble être ralentie. A la minéralogie du stade précédent viennent s'ajouter : le pyroxène en fins prismes verts, les octaèdres de magnétite formés aux dépens des halos et des taches noires.

Le fait marquant de ce stade est la corrosion (remise en solution) de tous les minéraux du stade précédent et l'apparition des microlites zonés d'augite et du plagioclase en tablettes et en sections losangiques.

L'indice de réfraction du verre, brun clair, moucheté de taches noires brunâtres, est inférieur à celui de la bytownite (1,572), mais supérieur à celui du labrador (1,563).

(Photos n<sup>os</sup> 41 et 42.)

**Quatrième stade.** Refroidissement moyen.

Les minéraux apparus aux stades précédents se sont accrus davantage. On remarque, au microscope, une précipitation massive de fins octaèdres de titanomagnétite en semis denses et réguliers dans toute la masse de la lave. En même temps, on constate l'apparition de fines dendrites de premier ordre et même de deuxième ordre. La leucite y est présumée (douteuse).

Le pyroxène fibreux apparaît aussi nettement, aux dépens de plages de verre. Celles-ci ne représentent plus que 25 % du volume total de la lave. L'hypersthène, instable, continue à être résorbé par le verre. Celui-ci est brun violacé et son indice de réfraction est inférieur à 1,563 (labrador).

(Photos n<sup>os</sup> 43, 44 et 45.)

**Cinquième stade.** Refroidissement lent.

Ce stade est très important car il est caractérisé par l'apparition de la leucite tenant en inclusions l'augite titanifère, l'augite verte, le labrador aciculaire et les petits octaèdres « fins » de titanomagnétite.

Tous les minéraux des stades antérieurs se sont accrus; en particulier, les dendrites dont le développement devient considérable. Le verre devient plus clair, jaune violacé à brun clair et son indice de réfraction est voisin de celui du baume du Canada (1,54).

Le volume du verre représente encore environ 10 % du volume total de la lave.

(Photo n<sup>o</sup> 46.)

**Sixième stade.** Refroidissement très lent.

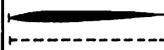
A ce dernier stade, les laves réalisent pratiquement la texture holocristalline. La quantité de verre devient négligeable. Il est incolore ou légèrement jaunâtre. Son indice de réfraction est inférieur à 1,54 (baume du Canada). Les plages de verre résiduel du stade précédent sont remplacées presque totalement par le pyroxène fibreux du quatrième stade et par les dendrites de titanomagnétite. Les dendrites de troisième ordre apparaissent et caractérisent le sixième stade.

Les microlites des stades antérieurs atteignent une taille qui les rapproche des microphénocristaux xénoclastiques et la distinction entre les deux origines s'efface de plus en plus. L'hypersthène, instable, s'effiloche, et devient squelettique.

Photos n<sup>os</sup> 47 et 48.)

Le tableau n<sup>o</sup> 3 ci-dessous résume l'apparition et l'évolution des minéraux et des minerais typomorphes des six stades de cristallinité des laves en fonction de la vitesse de refroidissement (xénoclastes non compris).

TABLEAU N<sup>o</sup> 3.

Minéraux	Cristallinité						Remarques.
	1 <sup>er</sup> stade Brusque	2 <sup>e</sup> stade Très rapide	3 <sup>e</sup> stade Rapide	4 <sup>e</sup> stade Moyen	5 <sup>e</sup> stade Lent	6 <sup>e</sup> stade Très lent	
Hypersthène.	[Diagramme]						Instable aux basses tempéat.
Augite titanif.	[Diagramme]						
Pyroxène vert	[Diagramme]						Stable aux b.t.
" fibreux	[Diagramme]						
Labrador acic.	[Diagramme]						Resorbés
" tablettes	[Diagramme]						
" losanges	[Diagramme]						" → octaèdres.
Basal noirs	[Diagramme]						
Taches noires	[Diagramme]						id.
"Foils" noirs	[Diagramme]						
Octaèdres fins	[Diagramme]						Précipitation massive.
" très "	[Diagramme]						
" ultramic.	[Diagramme]						[Diagramme]
Dendrites 1 <sup>er</sup> ordre	[Diagramme]						
" 2 <sup>e</sup> "	[Diagramme]						[Diagramme]
" 3 <sup>e</sup> "	[Diagramme]						
Leucite.	[Diagramme]						[Diagramme]
Terre.	[Diagramme]						
% verre d <sup>s</sup> laves.	100	95	50	25	40	45	Bytownite. Labrador.  Baume du Canada.
Indices de réfraction.	1,59						
	1,58						
	1,572						
	1,563						
	1,55						
	1,54						
	1,53						
	1,52						
							

## CHAPITRE II.

## LAVES DE LA PREMIÈRE PHASE.

## RAPPEL DES ÉVÉNEMENTS.

(Carte n° 2.)

Un torrent de lave est émis à partir d'une fracture ancienne, sur le flanc sud-est du Nyamuragira, à une altitude de 2.530 m.

L'éruption a débuté le 21 février 1954 à 02 h et s'est terminée à 11 h, le même jour.

## I. — ÉTUDE MINÉRALOGIQUE.

## 1. ÉCHANTILLON N° 15.

(Pour la situation des échantillons, voir carte n° 2.)

## A. — Description macroscopique.

Lave très compacte (genre « pahoehoe »), gris foncé, faiblement vacuo-  
laire ( $\pm 20\%$  de vide). Sur la surface extérieure luisante, on distingue de  
nombreux petits minéraux blancs prismatiques.

## B. — Description microscopique.

a) Phénocristaux xénoclastiques et phénoblastes. —  
Bytownite, augite titanifère, olivine rare, titanomagnétite<sup>(4)</sup>.

b) Microphénocristaux xénoclastiques et micro-  
phénoblastes. — Bytownite, labrador, augite titanifère, olivine rare,  
titanomagnétite<sup>(4)</sup>.

c) Microlites. — Labrador, augite titanifère, hypersthène, pyroxène  
vert, titanomagnétite en octaèdres très petits, dendrites de premier ordre  
très rares, « poils »<sup>(4)</sup>. Les minéraux présentent des traces de résorption  
partielle.

d) Verre. — Le verre est brun clair, d'indice de réfraction compris  
entre 1,572 de la bytownite et 1,563 du labrador.

e) Minéraux et minerais typomorphes. — Pyroxène vert,  
octaèdres ultramicroscopiques brunâtres de titanomagnétite, quelques rares  
« poils ».

---

<sup>(4)</sup> La description complète de ces minéraux a été faite au Chapitre I (Considérations générales).

*f) Conclusion* (voir Tableau n° 3). — C'est une lave de refroidissement rapide ayant atteint le troisième stade de cristallinité. Plus précisément, vu la présence d'octaèdres ultramicroscopiques brunâtres de titanomagnétite, il s'agit de la fin du troisième stade.

L'ordre de grandeur de tous les minéraux présents dans l'échantillon n° 15 figure au tableau n° 2, troisième stade, qui est valable pour toutes les laves du Mihaga ayant atteint ce stade de cristallinité.

## 2. ÉCHANTILLON N° 17.

### A. — Description macroscopique.

Lave gris foncé (genre « aa »), à vacuoles aplaties de  $10 \times 2$  mm. Petits minéraux blancs prismatiques régulièrement distribués dans toute la masse de l'échantillon.

### B. — Description microscopique.

*a) Phénocristaux xénoclastiques et phénoblastes.* — Bytownite, augite titanifère, titanomagnétite.

*b) Microphénocristaux xénoclastiques et microphénoblastes.* — Bytownite, labrador, augite titanifère, hypersthène, titanomagnétite.

*c) Microlites.* — Labrador, augite titanifère, hypersthène, pyroxène vert, petits octaèdres et semis d'octaèdres très petits de titanomagnétite, dendrites de deuxième ordre.

*d) Verre.* — Le verre est brun havane violacé, foncé par endroits. Son indice de réfraction est inférieur à 1,563 du labrador.

*e) Minéraux et minerais typomorphes.* — Semis de petits octaèdres de titanomagnétite, dendrites de deuxième ordre.

*f) Conclusion.* — Cette lave résulte d'un refroidissement « moyen », ayant atteint le quatrième stade, voire le début du cinquième.

## 3. ÉCHANTILLON N° 16.

### A. — Description macroscopique.

Croûte mousseuse formant la partie extérieure d'une coulée de lave. Elle est noire, luisante, avec de rares petits minéraux prismatiques blancs.

### B. — Description microscopique.

*a) Phénocristaux xénoclastiques et phénoblastes* (rares). — Bytownite, augite titanifère, olivine, titanomagnétite.

*b*) Microphénocristaux xénoclastiques et microphénoblastes (rares). — Bytownite, labrador, augite titanifère, titanomagnétite, hypersthène.

*c*) Microlites (rares). — Augite titanifère, labrador, hypersthène.

*d*) Verre. — Le verre est brun havane, d'indice de réfraction supérieur à 1,572 de la bytownite.

*e*) Minéraux et minerais typomorphes. — Épais halo autour des minéraux, taches noires, « poils », labrador en tablettes rectangulaires et losangiques, nombreux cristallites.

*f*) Conclusion. — Cette lave a été refroidie très rapidement, n'ayant atteint que le deuxième stade de cristallinité.

#### 4. ÉCHANTILLON N° 18.

##### A. — Description macroscopique.

Lave de couleur brique, très vacuolaire (80 % de vide).

##### B. — Description microscopique.

*a*) Phénocristaux xénoclastiques (rares). — Bytownite, augite titanifère, olivine, titanomagnétite.

*b*) Microphénocristaux xénoclastiques (rares). — Mêmes minéraux.

*c*) Microlites. — Absents.

*d*) Verre. — Le verre est jaune doré, légèrement tacheté par endroits. Il représente 90 % du volume total de la lave et son indice de réfraction est supérieur à 1.572 de la bytownite.

*e*) Minéraux et minerais typomorphes. — Aucun minéral ni minéral n'a pu cristalliser à partir du liquidus.

*f*) Conclusion. — La lave a été refroidie brusquement et sa cristallinité est nulle. Elle montre le « liquidus du Mihaga » à l'état pur, ne contenant que les minéraux d'origine intratellurique.

C'est le premier stade de cristallinité typique (voir Photo n° 35).

## II. — ÉTUDE CHIMICO-MINÉRALOGIQUE.

## 1. Composition chimique.

Le tableau n° 4 a donne les analyses chimiques des laves de la première phase.

Ce tableau fait ressortir le caractère des laves du Nyamuragira, qui est l'égalité pondérale approximative de  $K_2O$  et de  $Na_2O$ ; le rapport  $K_2O : Na_2O$

TABLEAU N° 4. — LAVES DE LA PREMIÈRE PHASE.

a) Composition centésimale.

Oxydes	Éch. 14	Éch. 15	Éch. 16	Éch. 17	Éch. 18
Si O <sub>2</sub> ... ..	48,79	49,78	49,60	50,21	45,67
Ti O <sub>2</sub> ... ..	3,00	3,17	3,10	3,17	3,22
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ... ..	16,04	13,69	15,04	14,72	16,50
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ... ..	8,41	4,14	3,26	2,66	12,22
Fe O ... ..	5,26	9,68	10,02	10,15	3,42
Mn O ... ..	0,17	0,20	0,20	0,20	0,23
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ... ..	0,54	0,62	0,56	0,54	0,94
Mg O ... ..	1,62	2,40	1,72	1,95	1,71
Ca O ... ..	9,53	9,50	9,32	9,48	10,54
Na <sub>2</sub> O ... ..	3,00	3,08	3,30	3,15	1,90
K <sub>2</sub> O ... ..	2,88	2,88	3,14	3,04	2,82
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup> ... ..	0,38	0,17	0,13	0,05	0,34
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup> ... ..	0,06	0,08	0,04	0,07	0,02
C O <sub>2</sub> ... ..	0,08	0,10	0,05	0,09	0,00
S O <sub>3</sub> ... ..	tr.	0,00	0,00	0,00	0,37
Cl <sup>-</sup> ... ..	0,45	0,45	0,20	0,24	tr.
S <sup>-</sup> ... ..	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00
C ... ..	—	—	—	—	tr.
Totaux .. ..	100,21	99,95	99,69	99,73	99,90
Densités ... ..	1,52 (*)	2,19	1,62 (*)	2,40	1,43 (*)
Analystes ... ..	C. DELMOTTE	C. DELMOTTE	C. DELMOTTE	C. DELMOTTE	G. VISEUR
N° bull. ... ..	73/1954	74/1954	75/1954	76/1954	124/1955

(\*) Densités apparentes.

est proche de l'unité. L'échantillon n° 18 fait exception, ce rapport dépassant 1,5. Le rapport des alcalis peut être légèrement supérieur ou inférieur à l'unité suivant l'échantillon. L'âge de la lave ne paraît jouer aucun rôle dans cette variation (A. MEYER, 1953).

Ce caractère se retrouve dans les laves des autres phases de l'éruption de 1954.

## 2. Composition minéralogique virtuelle.

La partie *b* ci-dessous du même tableau n° 4 donne la composition minéralogique virtuelle des échantillons, calculée d'après les règles C.I.P.W.-Lacroix.

### b) Composition minéralogique virtuelle.

	Éch. 14	Éch. 15	Éch. 16	Éch. 17	Éch. 18	
Q ... ..	6,00	2,04	—	—	4,98	
Or ... ..	17,24	17,24	18,35	17,79	16,68	
Ab ... ..	21,48	23,06	26,20	25,43	16,24	
An ... ..	23,63	16,40	17,79	17,65	28,08	
Hal .. ...	0,82	0,70	0,35	0,35	—	
D {	Ca O . Si O <sub>2</sub> .. ...	4,76	11,14	10,20	10,62	4,99
	Mg O . Si O <sub>2</sub> .. ...	4,10	4,40	3,03	3,30	4,30
	Fe O . Si O <sub>2</sub> .. ...	—	6,86	7,61	7,72	—
Wo .. ...	3,36	—	—	—	2,78	
H {	Mg O . Si O <sub>2</sub> .. ...	—	1,60	0,45	1,60	—
	Fe O . Si O <sub>2</sub> .. ...	—	2,64	1,12	3,50	—
O {	2 Mg O . Si O <sub>2</sub> ...	—	—	0,57	0,07	—
	2 Fe O . Si O <sub>2</sub> ...	—	—	1,62	0,20	—
Ma ... ..	8,58	6,03	4,64	3,94	1,86	
Ilm .. ...	5,78	6,08	5,93	6,08	6,08	
Hém ... ..	2,56	—	—	—	10,88	
Py ... ..	—	—	—	—	0,24	
Ap ... ..	1,34	1,34	1,34	1,34	2,02	
Ca ... ..	0,20	0,20	0,10	0,20	—	
H <sub>2</sub> O . ...	0,44	0,25	0,17	0,12	0,36	
Totaux ...	100,29	99,98	99,47	99,91	99,49	

L'examen de ce tableau n° 4b fait apparaître les caractères particuliers des laves de la première phase :

- 1° La silice est souvent excédentaire; en conséquence :
- 2° Les feldspathoïdes sont systématiquement défaut.

### 3. Paramètres C.I.P.W.-Lacroix.

Le tableau n° 5 donne les paramètres C.I.P.W.-Lacroix pour toutes les laves de la première phase.

TABLEAU N° 5. — LAVES DE LA PREMIÈRE PHASE.  
Paramètres C.I.P.W.-Lacroix.

Éch. n°	<i>p</i>	<i>q</i>	<i>r</i>	<i>s</i>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	% An
14	II	'5	3	3 (4)	3'	1	'3	(3) 4	51
15	(II) III	5	'3	3 (4)	(1) 2	1	2	4	42
16	(II) III	5	'3	3 (4)	2'	1'	2 (3)	4	40
17	(II) III	5	'3	3 (4)	2	1	2 (3)	4	42
18	II'	'5	3 (4)	3	3 (4)	1	3	3	64

On remarquera :

- 1° L'excès général des coupholites sur les barylithes ( $p < III$ );
- 2° les paramètres *q*, tous égaux à 5, indiquent des laves saturées ou à silice légèrement excédentaire (caractère tholéitique);
- 3° les paramètres *s*, égaux à 3 (4), sont caractéristiques des kivitites et des shoshonites;
- 4° les paramètres *k*, égaux à 1, expriment l'absence ou la grande pauvreté en olivine virtuelle des laves de la première phase;
- 5° la teneur relativement faible du plagioclase en anorthite ce qui, dans ce cas particulier des laves tholéitiques, peut être considéré comme normal.

### 4. Paramètres de Niggli.

Ils sont donnés au tableau n° 6.

### 5. Conclusion.

Les laves de la première phase sont des shoshonites (éch. n°s 14 et 18), passant aux absarokites shoshonitiques (éch. 15 à 17).

TABLEAU N° 6. — LAVES DE LA PREMIÈRE PHASE.  
Paramètres de Niggli.

Paramètres	Éch. 14	Éch. 15	Éch. 16	Éch. 17	Éch. 18
<i>si</i> ... ..	130	130,70	133	134	136
<i>al</i> ... ..	25	21,10	24	23	25
<i>fm</i> .. ...	35	39,40	36	36,50	37
<i>c</i> ... ..	27	26,80	26	27,20	29
<i>alk</i> .. ...	13	12,70	14	13,30	9
<i>c/fm</i> ... ..	0,75	0,68	0,72	0,75	0,78
<i>ti</i> ... ..	6,00	6,30	6,30	6,40	6,10
<i>mg</i> .. ...	0,18	0,24	0,19	0,22	0,17
<i>o</i> ... ..	0,48	0,21	0,18	0,15	0,61
<i>k</i> ... ..	0,40	0,38	0,38	0,39	0,50
<i>si'</i> .. ...	150	151	156	153	136
<i>qz</i> ... ..	-20	-20,30	-23	-19	0,00