

## CHAPITRE IV.

**PHASE PAROXYSMALE** (20-23 mars).

## I. — NARRATION ET DESCRIPTION.

20 mars : Pendant la journée rien ne préluait à une activité particulière. Au front d'encerclement du poste d'observation, la température de la lave maintenant immobilisée, s'élevait encore à 870-890° C (+20° C). Les éjections de la fontaine n° 1 accusaient une température de 940° C (+20° C) et la température de la lave vive, mesurée au fond d'une fissure, était de 1.120° C (+25° C).

L'activité générale du Mihaga était en hausse depuis 20 h comme de coutume, et les explosions violentes reprenaient peu à peu.

Vers 22 h, rien de particulier n'était à signaler du poste d'observation.

22 h 33 : une vive lueur, légèrement voilée par des gaz abondants, surgit à la sortie du tunnel et se propage rapidement vers l'Est : c'est une crue de lave. Elle déborde bientôt des berges des deux torrents ouest-est et nord-est et remplit la dépression qui les séparait, formant ainsi un lac de lave très fluide, triangulaire, de 100 m de base et de 100 m de hauteur environ. Un de ses sommets touche, au pied nord-est du cône de cendres, le tunnel qui alimentait les deux torrents de lave.

La surface jaune clair de ce lac était agitée par d'innombrables petites fontaines projetant de la lave jusqu'à 5 m de hauteur. Des flammes bleu électrique apparaissaient çà et là, courant parfois à la surface de la lave.

22 h 55 : Le lac continue à être alimenté : on voit la lave éblouissante sortir du tunnel, entrer par le sommet du triangle formé par le lac de lave et s'avancer vers le milieu du lac où elle s'étale. La lumière aveuglante empêche toute observation.

L'énorme quantité de gaz qui accompagne cet épanchement est surprenante : c'est une véritable « bouffée » qui persiste depuis 22 h 33.

Il est possible que le débit de lave n'ait pas changé mais que la quantité inhabituelle de gaz ait transformé la lave en une émulsion, ce dont témoignent sa fluidité et les flammes qui la parcourent.

23 h 17 : le lac se ternit, sa surface se couvre d'un réseau de veines rouges, et bientôt il disparaît sous une croûte noire qui, ensuite, va donner naissance à une vaste voûte en forme de bouclier.

Le bras de lave nord-est débouche maintenant d'un tunnel qui lui est propre, à 40 m environ au Sud-Est du poste d'observation et à 250 m au Nord-Est du cône du Mihaga.

Les températures de la lave, relevées à la sortie du tunnel, sous la voûte, indiquaient : 1.200, 1.210, 1.200, 1.200° C (sans correction). La lave y était blanche, et sa surface ne présentait ni pellicules ni taches ternes.

Pour la première fois, dans ce cas exceptionnellement favorable, la température réelle de la lave a pu être mesurée : elle est de 1.200° C.

La figure 6 schématise les transformations importantes qui se sont produites aux environs du Mihaga dans la nuit du 20 au 21 mars.

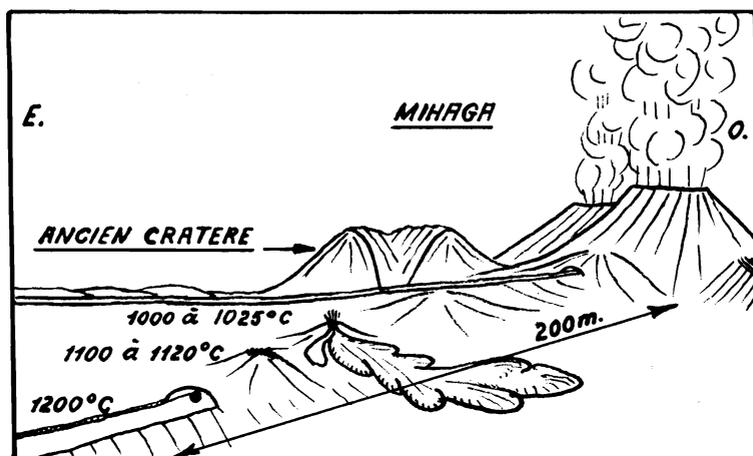


FIG. 6. — Déformation de la lave consolidée en cloches.

21 mars : La surface consolidée du lac de lave formé la nuit précédente s'est curieusement déformée : sous la pression de gaz emprisonnés sous la croûte de lave, quatre excroissances en forme de cloches sont apparues, jalonnant le bras de lave nord-est.

Ces petites cloches, fissurées dans la zone apicale, laissent s'échapper des gaz incolores et sous forte pression, à en juger par les sifflements stridents et très désagréables dont elles sont le siège.

On voit que ces fissures sont tapissées d'un sublimé blanc qu'il est impossible d'aller échantillonner : l'épaisseur de la croûte de lave (et donc sa résistance) sont incertaines; la température y est trop élevée; les gaz en s'échappant entraînent de la lave qui éclabousse les environs sur 2 à 3 m.

17 h 30 : Une vive lueur se manifeste immédiatement au Sud du tunnel (lui aussi déformé en cloche) et un nouveau bras de lave prend naissance en cet endroit et se dirige vers le Sud, dans la direction de l'ancien cône du versant NNO du Nyiragongo.

9 h 00 : Des sifflements s'échappent des cloches à de fréquentes reprises. Chaque cloche a son timbre propre; on compte 11 sons différents en trente minutes.

L'activité générale reste très grande.

22 mars : L'activité est faible par rapport à celle de la journée précédente.

Les sifflements des cloches persistent et restent très violents et désagréables.

Le bras de lave ouest-est (du 23 février) reste vigoureux.

Le bras de lave nord-est (du 13-14 mars) semble se développer de plus en plus : son débit est plus grand et le torrent a tendance à déborder de son lit.

Le bras de lave nord-sud (du 21 mars) s'est incurvé vers l'Est et longe maintenant l'ancien volcan adventif du Nyiragongo.

23 h 30 : L'activité est violente, comme d'habitude à l'approche de minuit (Annexe n° 8).

23 mars, 07 h 00 : L'activité est moyenne après une nuit d'activité violente.

Fontaine n° 1 : presque inactive.

Fontaines n° 2 et 3 : grande activité.

Fontaine n° 4 : activité croissante soulignée par un panache de vapeur d'eau inhabituel.

10 h 00 : Grande explosion à la fontaine n° 1, suivie de projections de bombes à 50 m de hauteur environ. Il semble donc que cette fontaine ne soit pas complètement éteinte. La photo n° 22 montre en effet le cône de la fontaine n° 1 presque enseveli par les éjections des fontaines n° 2 et 3.

14 h 00 : Une brutale explosion est suivie par l'effondrement de la voûte marquant le passage du torrent nord-est (du 13-14 mars). Celui-ci, très puissant, refoule les débris de la voûte en grandes dalles vers les berges ou bien les emporte vers l'aval. Par endroits, de la lave déborde du lit au-dessus de l'accumulation des dalles, formant ainsi des cascades de 2 à 3 m de hauteur. Le niveau du torrent monte rapidement (cet épisode a été filmé). La lave se dirige vers le poste d'observation qu'elle encercler d'un front haut de 2,50 m (Fig. 7).

15 h 30 : Evacuation du poste d'observation.

17 h 30 : Le poste d'observation est à nouveau accessible, la lave qui l'encerclait s'étant figée et refroidie suffisamment pour être parcourue rapidement.

L'activité aux quatre fontaines augmente sensiblement.

21 h 00 : Une formidable flamme bleu électrique jaillit de la fontaine n° 1 (la plus septentrionale et qui semblait presque éteinte), accompagnée d'un crépitement violent et animée de pulsations de très grande fréquence, à la manière d'un gigantesque arc voltaïque cherchant la deuxième électrode.

La longueur de la flamme atteignait le diamètre du cratère de la fontaine n° 1, soit 5 à 6 m et son inclinaison sur l'horizontale était de 60° environ. Au maximum de son étirement apparaissait une nette auréole jaune intense masquant la couleur bleu électrique normale de la flamme.

Aux longueurs plus courtes de la flamme correspondait une inclinaison de 45° environ. L'émission de flammes de faible longueur, très brève, était suivie d'un repos d'une fraction de seconde, après quoi et toujours en un laps de temps très bref, des éjections violentes et volumineuses passaient par-dessus le bord nord du cratère, suivies immédiatement par l'apparition d'une flamme étirée.

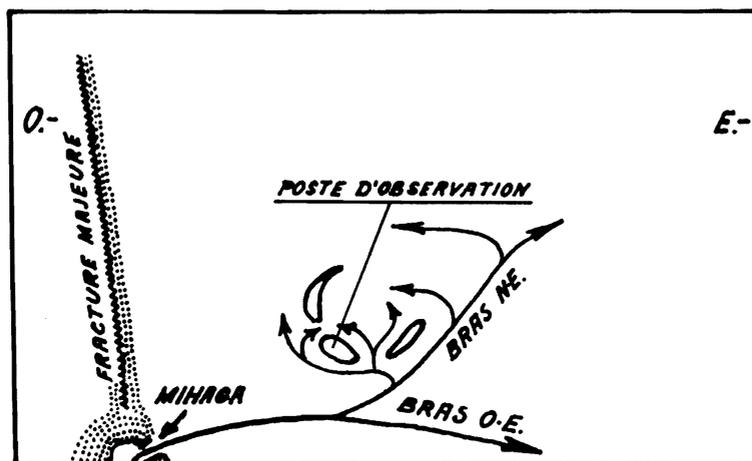


FIG. 7. — Envahissement du poste d'observation.

Cette manifestation dura jusqu'à 01 h 37 du jour suivant et ne se reproduisit plus par la suite. La fontaine n° 1 connut dès cette nuit une très grande activité. En même temps, les explosions au cratère furent plus violentes et plus fréquentes.

Le sifflement des gaz fusant par les apex des cloches, quoique plus faible, persiste toujours et s'ajoute au bruit de fond de l'activité générale du volcan. Les laves qu'il éjecte sont en rapport avec la pulsation de la lave du torrent sous-jacent : on compte 67 projections en vingt minutes dont 21 à 5 m de hauteur.

24 mars : Activité « très forte ».

Les projections de lave sont très fréquentes, les quatre cinquièmes environ passent par-dessus le bord du cratère et de ce fait la hauteur de ce dernier augmente sensiblement.

La hauteur du cône de la fontaine n° 1 (voir Fig. 8 et Photo n° 21) atteint presque celle des cônes des fontaines n°s 2 et 3.

18 h 00 : Un phénomène curieux se produit aux fontaines n°s 1, 2 et 3 : les gaz des fontaines n°s 2 et 3 (en très grande activité), une fois libérés de la lave et s'être élevés d'une dizaine de mètres au-dessus du cratère, font un demi-tour plongeant et disparaissent aspirés par le gueulard de la fontaine n° 1. Ces gaz exécutent donc un trajet inverse de celui de la flamme et, comme cette dernière, périodiquement.

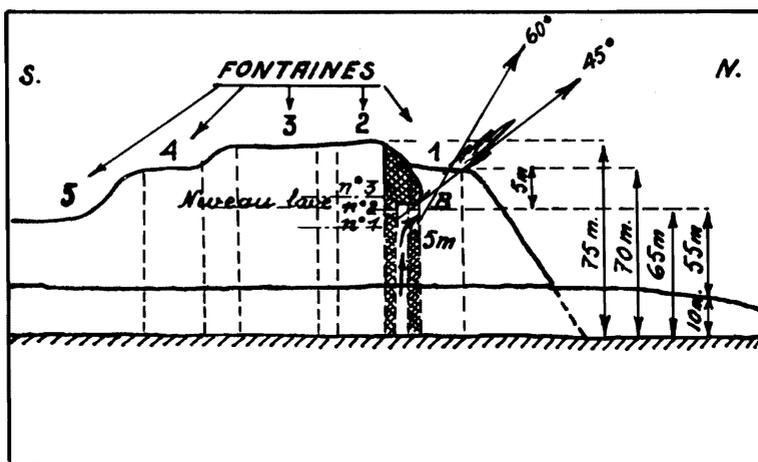


FIG. 8.

Apparition de la flamme au cratère de la fontaine n° 1.

20 h 00 : Les gaz montent à la verticale du cratère comme à l'ordinaire. A l'intérieur de celui-ci, le niveau de la lave est très élevé : il se trouve à quelques mètres seulement sous le bord (voir plus loin). Les projections de lave sont volumineuses, abondantes et ne sont pas toujours accompagnées d'explosions.

Les explosions terrifiantes proviennent toujours de la fontaine n° 3.

25 mars : L'activité générale du volcan est normale. Aucun nouveau phénomène ne s'est manifesté durant toute la journée, si ce n'est l'arrêt des sifflements provenant des cloches.

On a l'impression que l'éruption approche de sa fin après être passée par la phase paroxysmale du 20 au 23 mars.

Le torrent de lave du 21 mars, qui s'incurvait vers l'Est, est figé et déjà refroidi.

Les deux autres torrents de lave conservent leur puissance d'écoulement, et il semble que le débit de celui du Nord-Est s'accroisse aux dépens de celui de l'Est.

## II. — CONSIDÉRATIONS SUR LA PHASE PAROXYSMALE.

Les épisodes qui viennent d'être exposés ont débuté dans la nuit du 20 au 21 mars par la formation d'un lac de lave à l'extérieur du cratère et ils se sont terminés par l'émission d'une flamme au gueulard de la fontaine n° 1 dans la nuit du 23 mars.

Les jours suivants (les 24, 25, 26 et 27 mars), aucun événement particulier ne s'est produit, quoique l'activité de l'éruption soit demeurée « très forte ». On a signalé la cessation de l'activité des cloches (sifflements) et la consolidation du torrent de lave nord-est du 21 mars.

La phase paroxysmale s'étend donc de la nuit du 20-21 mars au 23 mars.

De ces faits qui ne se sont plus reproduits par la suite, on peut essayer de dégager quelques enseignements généraux.

### 1. Date de la phase paroxysmale.

La nuit du 20 au 21 mars correspondait à la pleine lune et à l'équinoxe de printemps.

### 2. L'activité générale du Mihaga durant la phase paroxysmale.

a) Les explosions. — Dans un pareil vacarme, il est difficile de préciser l'intensité du bruit d'un jour à l'autre. Il semblait pourtant que les explosions provenant de la fontaine n° 3 étaient plus violentes et plus fréquentes que d'habitude.

b) Le bruit de fond. — Les « roulements de tonnerre », les crépitements et les sifflements dus aux obstructions n'ont pas varié pendant cette phase.

c) Les sifflements stridents. — Les sifflements stridents des trois cloches-soupapes (chacune ayant son timbre propre) sont venus se greffer sur le bruit de fond les 21, 22 et 23 mars. Ce bruit particulièrement désagréable est caractéristique de la phase paroxysmale.

d) Les flammes. — L'apparition, dans la nuit du 23 mars, de la flamme au gueulard de la fontaine n° 1, accompagnée de violents crépitements, a été unique au cours de cette éruption. Le 24 mars, lorsque la flamme et le bruit qui l'accompagnait eurent disparu, on ressentit une impression de calme et il semblait bien que l'éruption touchât à sa fin.

### 3. La température de la lave.

C'est sous la voûte du bras de lave du 13-14 mars que la température de 1.200° C a été relevée lors d'une activité exceptionnelle du volcan. Il est

difficile de dire si cette haute température était due à un relèvement général de la température de la lave ou simplement à l'endroit choisi pour effectuer la mesure.

Lorsque la lave déborda par la zone apicale d'une cloche (voir Fig. 6), la température mesurée fut de : 1.025, 1.020, 1.010, 1.015, 1.015, 1.025, 1.015° C (+25° C). La variation de température de 1.010 à 1.025° C est due à la pulsation de la lave qui débordait par à-coups, avec un rythme de une pulsation toutes les deux ou trois secondes.

Les températures relevées entre les dents de la fissure apicale de cette même cloche s'élevaient à : 1.100, 1.120, 1.100, 1.120, 1.100, 1.115, 1.115, 1.119, 1.100° C (+25° C). Les écarts constatés sont dus aux mêmes pulsations.

On se rend compte de l'importance que présente l'endroit où les mesures sont effectuées par le fait que la température de la lave était de :

- a) 1.200° C sous la cloche, à la sortie de la lave,
- b) 1.120° C (+25° C) sous la cloche, à travers les dents de la fissure,
- c) 1.025° C (+25° C) en débordant de la cloche (et donc déjà refroidie).

#### 4. Les débordements de la lave.

Ils ont été très nombreux pendant la phase paroxysmale, surtout pour le bras de lave nord-est.

L'apparition du troisième bras de lave (nord-sud), le 20-21 mars, semble renforcer l'hypothèse d'un brusque accroissement du débit. On a signalé plus haut que celui-ci n'a peut-être pas varié mais qu'une quantité inhabituelle de gaz émulsionnait davantage la lave et la rendait plus fluide.

#### 5. Le lac de lave extérieur au cratère.

Le brusque accroissement apparent du débit de lave et les débordements consécutifs ont eu pour effet la formation d'un lac de lave très fluide à l'extérieur du cratère, alimenté par le tunnel. La quantité de gaz exceptionnellement élevée et qui ne fut jamais égalée par la suite favorise l'hypothèse d'une « bouffée » qui s'est maintenue pendant toute la phase paroxysmale dont les manifestations furent : les flammes courant à la surface du lac, les sifflements stridents sortant des cloches et l'événement remarquable et unique constitué par l'apparition de la flamme au gueulard de la fontaine n° 1.

L'origine de ces gaz ne peut être qu'interne. Leur apparition en « bouffée » est un phénomène important. Ils peuvent être considérés comme étant une des causes de l'éruption.

#### 6. Les flammes.

La flamme du gueulard de la fontaine n° 1 ainsi que les petites flammes couvrant la surface du lac de lave étaient bleu électrique.

Les flammes fusant par les cloches étaient invisibles le jour et blanches la nuit.

Il faut donc admettre qu'il s'agit d'éléments différents se séparant

de la phase liquide à des moments différents : en effet, les éléments correspondant à la flamme bleu électrique se sont libérés immédiatement à la surface du lac, tandis que ceux qui correspondaient à la flamme blanche n'apparurent que plusieurs heures plus tard, lorsque le lac fut recouvert d'une croûte, déformée ensuite en cloches.

Signalons enfin l'existence de flammes vertes, fugitives, apparaissant généralement au pied de la colonne de gaz s'échappant du cratère (M. CHAIGNEAU, H. TAZIEFF et R. FABRE, C.R. Ac. Sc. Paris, t. 250, pp. 2482-2485, 1960).

#### **7. Le niveau du lac de lave à l'intérieur du cratère.**

La photo n° 20 situe le niveau du lac de lave à l'intérieur du cratère au début de la troisième phase (28 février), à quelque 5 m au-dessus du niveau du torrent oriental.

L'événement important du 23 mars à 21 h a permis de situer ce niveau pendant la phase paroxysmale (Fig. 8) à 65 m environ au-dessus du niveau initial du sol.

On peut admettre que le cycle formé par la disparition des flammes courtes, suivie d'éjections de lave, elles-mêmes suivies d'une flamme étirée d'abord et courte ensuite, serait le reflet d'une pulsation du niveau de la lave à l'intérieur du cratère. Lorsque la lave atteint le niveau désigné par le n° 3 sur la figure 8, la communication entre la fontaine n° 1 et le conduit des gaz est obstruée et la flamme disparaît. Au niveau n° 2 correspond l'émission de la flamme courte, inclinée de 45° sur l'horizontale. Ce niveau permet de fixer le point B à 5 m environ au-dessous du bord du cratère de la fontaine n° 1, large de 5 m.

La hauteur du cône du Mihaga ayant atteint pendant la phase paroxysmale 75 m au-dessus du sol primitif, le niveau de la lave dans le cratère serait de 65 m environ, soit 55 m plus haut que celui du 26 février (visible sur la Photo n° 20).

L'aspiration périodique des gaz par le gueulard de la fontaine n° 1, qui a été observée le 24 mars à 18 h, montre que le niveau de la lave à l'intérieur du cratère n'a pas changé sensiblement par rapport à celui du 21 mars. La cause de cette aspiration des gaz reste inconnue.

L'absence de flammes indique que la nature des gaz a changé.

#### **8. Débit de lave.**

Le débit du bras de lave nord-est a été estimé dans des conditions exceptionnellement favorables, le 23 mars. En effet, grâce à un tronc d'arbre tombé le 10 mars en travers du futur lit du torrent de lave, on avait pu en établir le profil. Le bras de lave, très puissant, était bien endigué, ce qui permettait de mesurer sa largeur avec exactitude : 8,50 m. La profondeur du torrent, d'après le profil établi à l'avance, était de 12 m. Rien ne laisse supposer en effet que la lave liquide du 13-14 mars ait été consolidée

au-dessous du bras actuel, l'écoulement de la lave par ce bras n'ayant connu aucune interruption.

La vitesse d'écoulement de la lave à peine ternie par une pellicule de début de refroidissement était de 1,20 m/sec.

Le débit calculé était :

$$D = 8,5 \times 12 \text{ m} \times 1,2 \text{ m/sec} = 122 \text{ m}^3/\text{sec}.$$

En un autre endroit, moins favorable, à une dizaine de mètres en amont du premier le débit était :

$$D' = 8 \text{ m} \times 10 \text{ m} \times 1 \text{ m/sec} = 80 \text{ m}^3/\text{sec}.$$

Dans cette formule, la profondeur du torrent est diminuée de 2 m qui représentent l'épaisseur du champ de lave de la deuxième phase que le torrent recouvre actuellement.

Le débit du torrent oriental est impossible à mesurer : c'est un immense champ de coke dont la vitesse de progression est de l'ordre de 2 à 3 m par heure. On peut admettre que le débit du cratère, dès le 23 mars, ne dépassait pas sensiblement 100 à 120 m<sup>3</sup>/sec.

#### 9. Débit de gaz.

Le débit de gaz au cratère du Mihaga ne semble pas avoir changé durant cette phase. Il reste approximativement égal à 12.500 m<sup>3</sup>/sec.

#### 10. Le rapport pondéral gaz-lave.

Ce rapport, à la fin de la phase paroxysmale s'élevait à :

$$R_{g/l} = \frac{12.500 \times 0,18}{110 \times 2.500} = 0,9\%.$$

#### 11. Le cône du Mihaga.

Au début de la phase paroxysmale, la fontaine n° 1 montrait peu d'activité : la hauteur de son cône de cendres accusait un retard de croissance de l'ordre de 5 m par rapport aux cônes des autres fontaines de lave et il paraissait être en voie de comblement par les éjections nombreuses et volumineuses provenant des fontaines n° 2 et 3 (Photos n° 22, 23 et 29).

Après la nuit du 23 mars, caractérisée par une activité exceptionnelle de la fontaine n° 1 (activité qui persista pendant plusieurs jours), la hauteur de son cône s'accrut rapidement et rattrapa celle du cône des autres fontaines.

A la fin de la phase paroxysmale, le cône du Mihaga est devenu très régulier, ses flancs ne présentant plus de défauts. Il continuera de s'accroître régulièrement, sans modifications morphologiques notables.

Les édifices érigés au pied nord-est du cône du Mihaga (dont le « puits »), à l'endroit du premier tunnel formé, se disloqueront peu à peu et adopteront des allures de plus en plus chaotiques tout en restant à haute température et en émettant constamment des gaz bleu terne (Photos n° 23 et 24).

## CHAPITRE V.

**TROISIÈME PHASE** (suite).

Après la phase paroxysmale, la lave semble devenir de plus en plus visqueuse : les éjections en « pans de mur » sont plus volumineuses, les extrémités des tunnels reculent de plus en plus vers l'aval et, à la date du 9 avril, tous les bras de lave liquide étaient recouverts de voûtes plus ou moins importantes.

Nulle part autour du cratère la lave liquide n'était encore visible. Par contre, en aval, à 15 km du centre d'émission, le front de lave, ayant repris sa progression le 29 mars, avançait et s'élargissait toujours.

La piste de ravitaillement du camp fut coupée par trois bras de lave impressionnants, obligeant les autorités des Parcs Nationaux à créer d'urgence, à partir des environs du « Lac Vert », sur la route Goma-Sake, une nouvelle piste d'accès vers le volcan en activité.

La circulation autour du cône du Mihaga ne présentait plus aucun danger, mais son ascension, entreprise plusieurs fois tant par le Nord que par le Sud, s'avéra impossible à cause des éjections en « pans de mur » et de la pluie de scories et de bombes émises par les quatre fontaines.

**1. Le champ de lave.**

*a) Allure générale.* — Les trois torrents de lave liquide sont enfermés sous une épaisse croûte de lave consolidée et déformée en un immense bouclier prenant appui sur le flanc est du cône du Mihaga et, au Sud et au Nord, sur les laves de la deuxième et celles de la troisième phase qu'il recouvre. Vers l'Est, ce bouclier s'élargit rapidement en s'aplatissant. La lave fluide n'apparaît qu'à 12 km du centre d'émission.

La figure 9 (à comparer avec la figure 1), représente le poste d'observation après les événements de la phase paroxysmale.

On se rend compte que des débordements successifs ont amené le niveau actuel du champ de lave de la troisième phase à 15 m environ au-dessus de celui de la deuxième phase et du niveau primitif du sol.

*b) Les fissures.* — Le bouclier est affecté d'un réseau complexe de fissures, localisé semble-t-il, au-dessus des trois bras de lave liquide dont elles trahissent les emplacements.

Les fissures les plus importantes, de 5 à 10 mm de largeur, suivent la direction de l'écoulement de la lave liquide sous-jacente.

Les fractures transversales sont plus nombreuses et leurs directions, variables selon l'endroit, échappent à tout système. La distance entre les lèvres de ces fissures secondaires est de l'ordre du millimètre.

c) Les solfatares. — Les fractures longitudinales aux environs immédiats du cône sont le siège d'une activité solfatarienne intense qui décroît rapidement vers l'Est, au fur et à mesure qu'on s'éloigne des zones chaudes.

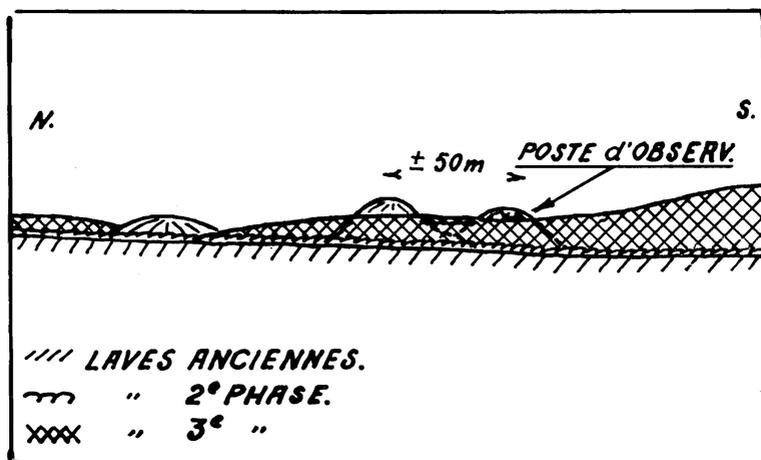


FIG. 9.

Poste d'observation le 27 mars 1954 et le flanc nord du bouclier.

Les fissures principales sont ressoudées par un dépôt salin blanc, extrêmement compact, insoluble dans l'eau (il n'a pas disparu malgré des pluies fréquentes), et qui se forme à partir de chaque lèvres de la fracture. La soudure dans la zone centrale des fissures est réalisée par un autre dépôt salin blanc jaunâtre, soluble dans l'eau.

Il n'a pas été possible de prélever des échantillons du sublimé remplissant les fissures secondaires.

d) Les fumerolles. — Des gaz s'échappent par les fissures principales, indiquant les torrents de lave liquide sous-jacents. La séparation de la phase gazeuse se poursuit donc actuellement sur une longueur approximative de 4 km. C'est là un phénomène nouveau et de grande importance qui s'est produit après la phase paroxysmale (Photos nos 23 et 24).

On a fait remarquer (p. 16 et Photo n° 20), qu'au début de l'éruption, la lave sortait du cratère complètement dégazée. Il semble donc que la viscosité de la lave ait augmenté sensiblement après le dégagement instantané d'une quantité inaccoutumée de gaz (bouffée) dans la nuit du 20 au 21 mars.

Ce fait expliquerait l'encroûtement du champ de lave aux environs immédiats du cratère, dès le début du mois d'avril, alors que la température de la lave liquide est restée de 1.200° C jusqu'au 28 mai.

## 2. Activité du volcan.

*a) Explosions.* — La fréquence des explosions terrifiantes provenant de la fontaine n° 3 est de l'ordre de deux à trois par minute. D'autres explosions, très fortes et fortes, se produisent à raison de deux à trois par seconde.

*b) Éjections.* — Comme au début de l'éruption, les éjections restent indépendantes des explosions. Dans l'ensemble, elles sont très volumineuses et fréquentes, cinq à six par minute et, à cause du niveau très élevé du lac de lave à l'intérieur du cratère, 50 % du volume des éjections passent par-dessus le bord.

*c) Température de la lave.* — Les variations du niveau du lac de lave à l'intérieur du cratère et les éjections qui en dépendent ont pour effet immédiat les variations de l'intensité lumineuse au-dessus du cratère. Celle-ci, mesurée au même endroit, correspondait aux températures suivantes :

Vendredi 9 avril à 22 h : 980, 980, 985° C (+20° C).

Dimanche 11 avril à 22 h : 975, 980, 970, 980° C (+20° C).

Mardi 13 avril à 22 h : 975, 975, 978° C (+20° C).

Mercredi 14 avril à 22 h : 895, 895, 875, 890, 980, 890° C (+20° C).

Jeudi 15 avril à 22 h : 960, 960, 960° C (+20° C).

Une mesure directe de la température, lue au pyromètre optique sur une très grosse éjection en pan de mur donnait 1.100° C (+25° C).

Le 13 avril, de la lave liquide faisait surface à 12 km environ du cratère du Mihaga, à la hauteur d'un cratère ancien appelé Muhule (méridien de 29°15').

*d) Quantité de gaz au sommet du cratère.* — Il ne semble pas que le volume des gaz émis par le cratère ait subi un changement notable. La vapeur d'eau y domine comme toujours, provoquant d'abondants cumulus au-dessus de la région. Les pluies sont très fréquentes.

*e) Débit de lave (D).* — Il est impossible de calculer le débit de la lave, vu la dispersion des trois torrents principaux en plusieurs bras de débit très variable. Cependant, à 13 km en aval du centre d'émission, deux puissants torrents ont envahi la piste de ravitaillement et s'avancent parallèlement à la route de Goma-Rutshuru.

En cet endroit, le débit approximatif est de :

largeur des deux torrents : 455 m,  
 hauteur moyenne : 1,75 m,  
 vitesse approximative : 0,06 m/sec,  
 $D = 47,7 \text{ m}^3/\text{sec}$ .

Débit d'un torrent superficiel à la hauteur de Muhule (D') :

largeur : 7 m,  
 profondeur :  $\pm 2$  m,  
 vitesse : 1,1 m/sec,  
 $D' = 15,5 \text{ m}^3/\text{sec}$ .

Soit un total de  $60 \text{ m}^3/\text{sec}$  environ (15 avril).

f) Le rapport gaz/lave.

$$R_{g/l} = \frac{12.500 \text{ m}^3/\text{sec} \times 0,18 \text{ kg}}{2.500 \text{ kg} \times 60 \text{ m}^3/\text{sec}} = 1,5\%.$$

### 3. Conclusions.

Après deux mois d'activité volcanique, les changements suivants sont à noter :

- 1° Augmentation de la viscosité de la lave après la phase paroxysmale.
- 2° Diminution progressive du débit de lave :  
 début de l'éruption :  $500 \text{ m}^3/\text{sec}$ ,  
 23 mars :  $110 \text{ m}^3/\text{sec}$ ,  
 20 avril :  $60 \text{ m}^3/\text{sec}$ .
- 3° Augmentation progressive du rapport pondéral gaz/lave :  
 début de l'éruption : 0,18 %,  
 23 mars : 0,9 %,  
 20 avril : 1,5 %.

On remarquera l'augmentation rapide du volume de gaz par rapport à celui de la lave.

4° La température de  $1.100^\circ \text{C}$  mesurée sur une éjection volumineuse en mouvement permet de présumer qu'à l'intérieur du cratère, la température de la lave atteint les  $1.200^\circ \text{C}$  (le maximum relevé le 21 mars).

On en déduit que la violence persistante de l'éruption est due uniquement à l'abondance des gaz (phase gazeuse), l'émission de la lave étant un phénomène subordonné.

La diminution rapide du volume de la lave émise laisse prévoir la fin proche de l'éruption.

## CHAPITRE VI.

**QUATRIÈME PHASE** (du 21 avril au 4 mai).

La quatrième phase est caractérisée par l'apparition des premiers symptômes annonçant la fin de l'éruption : l'extinction de la fontaine n° 1, le 21 avril à 06 h 30, suivie par celle de la fontaine n° 2, le 4 mai à 09 h.

**I. — EXTINCTION DE LA FONTAINE N° 1.**

Le 21 avril à 06 h 30, de la lave incandescente et très fluide gicla du « puits » au pied nord-est du Mihaga. Sa pression était telle qu'elle déborda instantanément par le bord supérieur du « puits » et couvrit en quelques minutes une superficie de 400 m × 100 m environ, allongée vers le Nord, dans la direction du camp du Service Géologique (Carte n° 5).

Après l'intensité des premiers instants, l'écoulement de la lave se ralentit, le débit diminue et cette manifestation pris fin faute de lave; elle n'avait duré que 15 minutes environ !

Simultanément, la fontaine n° 1 cessa toute activité. La relation de cause à effet paraît évidente : il s'agissait de l'épanchement du contenu de la cuve de la fontaine n° 1. La carte n° 5 résume ce bref épisode dont l'explication peut être la suivante :

1° obstruction du tronçon de la fracture majeure alimentant la fontaine n° 1 en gaz et en lave;

2° de ce fait, la quantité de gaz habituellement débitée par cette fontaine (soit  $30 \text{ m} \times 25 \text{ m} \times 5 \text{ m/sec} \times 0,5 = 1.875 \text{ m}^3/\text{sec}$ ) cessa d'émulsionner la lave de cette cuve, et en même temps, les forces agissant de bas en haut devinrent nulles;

3° la lave de la cuve obéit dès lors aux lois de l'hydrodynamique et pesa brusquement de tout son poids (en coup de bélier) sur le fond de celle-ci;

4° la croûte de l'ancien tunnel, brisée, disloquée et transformée en « puits » (surface de faible résistance), céda sous ce choc dirigé de haut en bas;

5° jaillissement de la lave par le fond du « puits »;

6° augmentation rapide de la viscosité due au manque de gaz et à la chute rapide de la température;

7° fin de l'émission de la lave et le retrait de celle-ci dans la crevasse.

En effet, l'examen du fond du « puits » n'a pas permis de localiser l'endroit d'où la lave a giclé (A. DAUVILLIER, 1958).

Le calcul approximatif suivant s'accorde avec l'explication donnée de l'événement :

Volume de la cuve :  $30 \text{ m} \times 25 \text{ m} \times 65 \text{ m}$  (profondeur) =  $48.750 \text{ m}^3$ .

Volume du champ de lave :  $400 \text{ m} \times 100 \text{ m} \times 1,25 \text{ m}$  =  $50.000 \text{ m}^3$ .

#### A. — Aspect du champ de lave.

Le nouveau champ de lave formé et figé en 15 minutes paraissait être très régulier et avoir une surface lisse (dermolithique). Une heure après sa formation cependant, il se présentait déjà tel un amas de dalles, en bordure du champ surtout.

#### B. — Nature des laves.

Le parcours du champ de lave et son examen ont mis en évidence l'existence d'une croûte vitreuse et très mousseuse de deux à trois centimètres d'épaisseur, à vésicules très étirées, recouvrant une lave dermolithique très compacte. Cette croûte est décollée de la lave dermolithique et se brise sous le pied. Visiblement, cette croûte mousseuse dégazée et brusquement refroidie a été étirée et brisée par la masse principale sous-jacente de la lave continuant à s'étaler.

Par endroits, de la lave visqueuse en petits boudins sortait par les fissures de la croûte mousseuse.

Cette observation confirme ce qui a été dit à propos de la formation de la lave dermolithique (p. 33) : refroidie lentement, sous la protection de la couche superficielle mousseuse, sans aucun mouvement autre que son étalement, ce champ de lave s'est consolidé en surface lisse.

La paroi nord du « puits » montre de belles draperies formées par cette lave mousseuse et remarquablement fluide (Photos n<sup>os</sup> 25 et 26).

Il n'y a pas de lave consolidée en gratons (« aa ») dans ce champ.

#### C. — Activité du volcan.

Malgré l'extinction de la fontaine n<sup>o</sup> 1, l'activité générale de l'éruption ne semble pas perdre de sa violence.

1<sup>o</sup> Les explosions terribles persistent avec la même fréquence et proviennent de la fontaine n<sup>o</sup> 3.

2<sup>o</sup> Les éjections restent très volumineuses.

3<sup>o</sup> Les gaz s'échappant du cratère sont animés d'un mouvement tourbillonnaire complexe. Plusieurs mesures approximatives de la vitesse ascendante des gaz donnent une moyenne de 15 m/sec; mais il est impossible de tenir compte du tourbillonnement.

4° Les sifflements dus aux obstructions persistent et semblent provenir de la fontaine n° 4.

5° La température des éjections en « pan de mur », mesurée au bord nord de la fontaine n° 1, soit à 50 m de la fontaine n° 3, s'élève à 1.100° C.

Dans l'ensemble cependant, on a l'impression que l'activité générale est en baisse car l'activité « exceptionnelle » est atteinte plus rarement.

6° Dès l'extinction de la fontaine n° 1, deux solfatares apparaissent, l'une à la crête ouest, l'autre à la crête est de la cuve de cette fontaine.

En résumé :

la fontaine n° 1 : éteinte, activité solfatarienne,

la fontaine n° 2 : activité faible,

la fontaine n° 3 : activité très violente,

la fontaine n° 4 : activité faible.

#### D. — Morphologie du cône du Mihaga.

Le cône du Mihaga est très régulier et ne subit pas de changement notable. Notons cependant que deux proéminences coniques importantes se forment à l'Est et à l'Ouest de la cloison séparant les fontaines n° 2 et n° 3. Elles sont disposées symétriquement par rapport à la fracture majeure, celle de l'Ouest étant légèrement plus haute.

#### E. — Cuve de la fontaine n° 1.

Après l'extinction de la fontaine n° 1, l'auteur a pu examiner directement sa cuve, le 21 avril, à 14 h 30.

La section de cette dernière est rectangulaire avec des angles arrondis, sa longueur est de 30 m (perpendiculairement à la fracture), sa largeur de 25 m et sa profondeur de l'ordre de 65 m.

La profondeur réelle de la cuve n'a pu être mesurée, car elle était déjà à moitié remplie d'éboulis provenant de l'éclatement de ses parois brusquement refroidies. Celles-ci sont constituées d'éjections de toutes formes, couleur brique cuite, soudés les unes aux autres grâce à la haute température qui régnait dans la cuve.

## II. — EXTINCTION DE LA FONTAINE N° 2.

Jusqu'à la nuit du 3 mai, l'activité de la fontaine n° 2 diminua progressivement, avec des reprises à l'approche de minuit. Des explosions accompagnées d'éjections de bombes se produisaient encore, mais de plus en plus rarement.

Le 4 mai à 09 h la fontaine n° 2 cessa toute activité.

Vers midi, lors de l'examen de sa cuve, les deux proéminences montraient des fissures apicales, plus ou moins verticales, par lesquelles s'échappaient des gaz abondants, légèrement brunâtres. Des sublimés blancs se déposaient dans ces fissures. Celles-ci, portées au rouge par la haute température, étaient bien visibles pendant la nuit.

#### A. — Intérieur du cratère.

La cuve de la fontaine n° 2 est presque complètement remplie d'éboulis dus à l'éclatement des parois. Sa longueur et sa largeur sont de 25 m.

La section en est donc carrée, avec des angles arrondis. Une cloison, épaisse de 2 m à sa partie supérieure et plus large vers le bas sépare les cuves des deux fontaines éteintes.

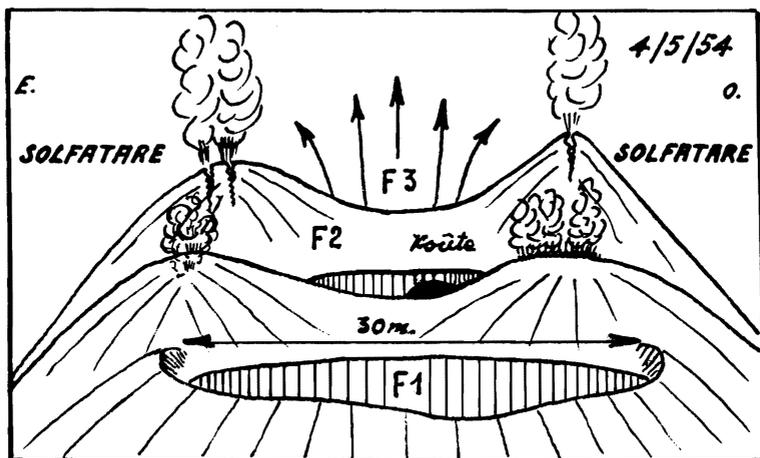


FIG. 10. — Sommet du Mihaga.

Les fontaines n°s 2 et 3 sont séparées également par une cloison importante dont l'épaisseur ne peut pas encore être estimée, car l'activité violente de la fontaine n° 3 en interdit l'approche.

A 5 m à peu près sous le bord supérieur de cette cloison, apparaît la voûte d'un tunnel de 2 m de diamètre environ. La partie inférieure de la cloison est cachée par les éboulis.

La figure n° 10 schématise la partie nord du cratère actuellement accessible sans grand danger (4 mai).

Des gaz en débit faible s'échappent à intervalles irréguliers de la voûte du tunnel. Il est certain que ce tunnel n'est pas en relation directe avec les violentes explosions qui provenaient incontestablement de la face sud de la cloison séparant les fontaines n°s 2 et 3.

Il est remarquable que les deux importantes solfatares installées aux apex des deux proéminences et faisant corps avec la cloison, n'ont aucun organe commun avec ce tunnel. En effet, les gaz des solfatares sont lourds et descendent parfois sur les parois coniques des proéminences; leur débit est régulier et continu. Les gaz qui proviennent du tunnel, par contre, sont légers et leur débit est intermittent.

Les gaz solfataris sont également indépendants des gaz explosifs de la fontaine n° 3.

La cloison susdite a une structure interne complexe et elle est très importante car elle renferme des chenaux différents et indépendants les uns des autres, évacuant au moins trois groupes de gaz : inflammables (par le tunnel), solfataris (par les proéminences), explosifs (l'organe émetteur n'est pas encore connu) (\*).

Outre ces trois groupes de gaz, la fracture majeure émet des gaz volcaniques « normaux », composés de 80 à 85 % de vapeur d'eau.

#### B. — **Activité du volcan.**

L'activité générale du volcan se maintient à « très forte » : le 8 mai, dès 08 h, elle atteignait déjà « l'exceptionnelle ». D'habitude, cette violence n'était atteinte que progressivement et vers minuit seulement.

En résumé :

Fontaine n° 1 : éteinte depuis le 21 avril;

Fontaine n° 2 : éteinte depuis le 4 mai à 09 h. Activité solfatarienne;

Fontaine n° 3 : activité très violente. On a l'impression d'assister à son paroxysme;

Fontaine n° 4 : semble reprendre vigueur. Les sifflements dus aux obstructions en proviennent indiscutablement.

#### C. — **Débit de gaz.**

Compte tenu de l'extinction des fontaines n° 1 et 2 et de la vitesse ascensionnelle des gaz évaluée actuellement à 15 m/sec, le volume des gaz émis par le cratère s'établit comme suit :

longueur de la fracture majeure active : 50 m,

largeur des cuves (fontaines n° 3 et 4) : 20 m,

vitesse des gaz : 15 m/sec,

$V = 50 \text{ m} \times 20 \text{ m} \times 15 \text{ m/sec} \times 0,5 = 7.500 \text{ m}^3/\text{sec}$  (0,5 étant le coefficient de réduction, voir p. 11).

---

(\*) On verra plus loin que les explosions violentes sont émises par un événement circulaire de la même cloison, greffé sur la face opposée à celle du tunnel.

Le débit des gaz émis par le volcan accuse une diminution de 5.000 m<sup>3</sup>/sec par rapport à celui de la troisième phase de l'éruption qui était de 12.500 m<sup>3</sup>/sec.

**D. — Débit de lave.**

1° Le front de lave près de Kakomero à proximité de la route de Rutshuru s'est immobilisé.

2° Le torrent de lave du 13 avril (volcan Muhule), s'encroûtant de l'amont vers l'aval, est visible actuellement à la hauteur du contrefort nord du Baruta.

3° Le 6 mai, au Nord du volcan Muhule, de la lave liquide apparaît à 19 h, accompagnée d'un sifflement strident qui dura jusqu'à 22 h.

Le 7 mai au matin, ce petit champ de lave était déjà consolidé.

**E. — Le cône du Mihaga.**

La photo n° 23 représente le cône du Mihaga le 8 mai. Il ne subira plus de changements autres que sa rapide dégradation (Photo n° 24).

**F. — Résumé.**

1° L'activité du Mihaga reste très violente malgré l'extinction des fontaines n°s 1 et 2.

2° Le volume des gaz émis par le cratère diminue progressivement.

3° Le débit de lave est impossible à estimer.

4° L'activité solfatarienne suit de quelques heures l'extinction des fontaines.

## CHAPITRE VII.

## CINQUIÈME PHASE. RÉAPPARITION DE LA LAVE LIQUIDE

(du 19 au 28 mai).

## I. — NARRATION.

Le 19 mai à 18 h 25, de la lave liquide creva la croûte de la coulée orientale de lave consolidée depuis fin mars, et s'épancha à la surface de celle-ci, en direction Sud-Est (voir Fig. 11).

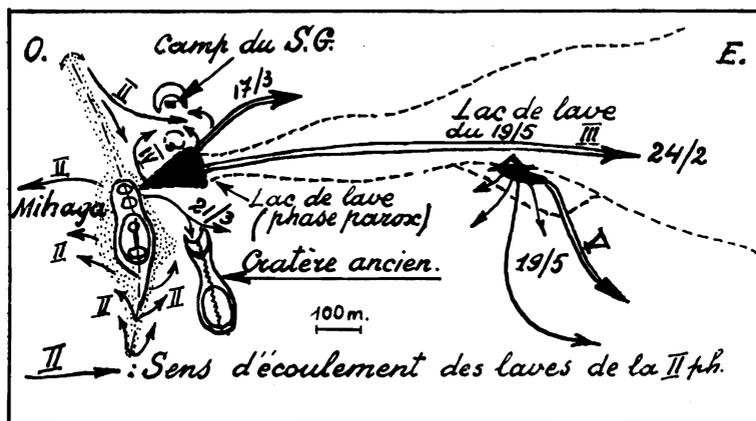


FIG. 11.

Situation approximative du lac de lave du 19 mai 1954.

Un lac de lave se forma à la sortie de la croûte ainsi ouverte. La lave était sous pression, car elle débordait de la crevasse et s'épanchait dans toutes les directions. Ces débordements successifs avec refoulements des croûtes refroidies rapidement vers la périphérie ont eu comme résultats l'endiguement du lac et le relèvement de son niveau. L'extrémité sud-est en restait libre, car c'est par là que se faisait l'écoulement de lave. Celle-ci était nettement plus visqueuse qu'au début de l'éruption (voir Photos n<sup>os</sup> 27, 28, 30, 31 et 32).

## II. — DESCRIPTION DU LAC DE LAVE.

### A. — Situation (carte n° 5).

La photo n° 24 montre à gauche (Est), une longue traînée de gaz s'échappant de la fissure longitudinale ouest-est du bouclier, qui indique le passage de la lave liquide sous-jacente. La crevaison du bouclier s'est produite à 1 km environ à l'Est du cône du Mihaga, à partir de cette fissure, sur le flanc sud-est d'une petite coupole adventive surbaissée (Fig. 12).

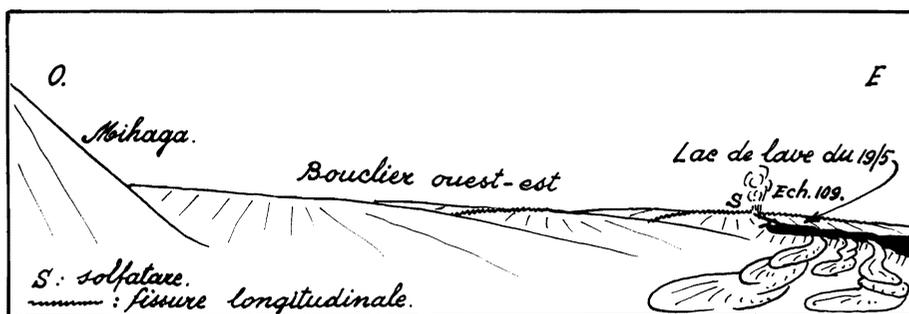


FIG. 12.

Situation du lac de lave du 19 mai 1964 par rapport au bouclier.

Le bouclier consolidé des laves des mois de mars et d'avril à cet endroit s'est ouvert comme une trappe, livrant passage à un nouveau torrent de lave liquide (Photos nos 27 et 28 et Carte n° 5).

### B. — Les dimensions du lac de lave.

Longueur : 15 m.

Largeur : variable, de 6 à 1 m (partie active : 6 m).

Profondeur : 15 m environ.

La figure 13 schématise la voûte d'émission de la lave.

### C. — Description du lac de lave.

La lave sort d'une voûte représentant la partie apicale restée entière de la coupole ouverte et s'écoule vers le Sud-Est, au-dessus de la lave consolidée du mois d'avril, remplissant les dépressions entre le bouclier et le contrefort nord du Nyiragongo.

Sous la voûte, la lave est animée des mouvements suivants :

1° pulsations verticales de 0,25 m d'amplitude avec une fréquence d'une pulsation toutes les trois minutes environ;

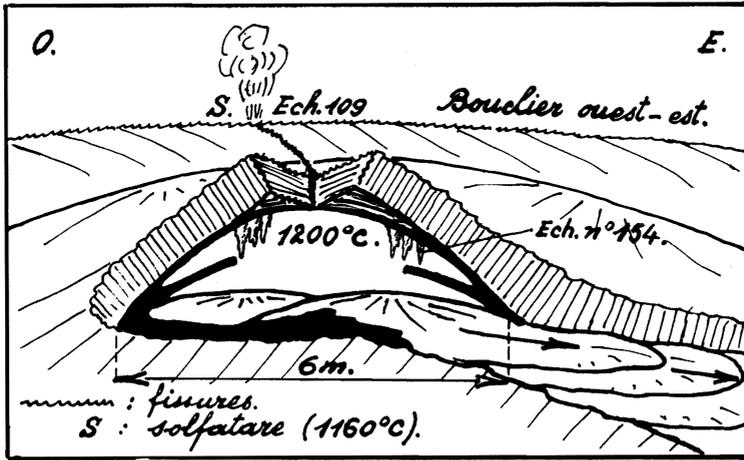


FIG. 13. — Vue sous la voûte d'émission de lave.

- 2° circulation horizontale complexe;
- 3° écoulement régulier vers le Sud-Est.

Les centres d'alimentation du lac de lave sont de véritables cellules de convection plus ou moins hexagonales où la lave monte dans la zone centrale puis se déverse vers la périphérie. De la réunion des laves issues de chaque cellule naissent des courants horizontaux complexes, en même temps que la lave semble replonger en profondeur.

Des flammes très peu colorées fument sous pression lorsque le niveau de la lave s'abaisse et dégage la coupole; elles parcourent la surface du lac en sa partie couverte par la voûte (Photos n<sup>os</sup> 27, 28 et 30 et Fig. 14).

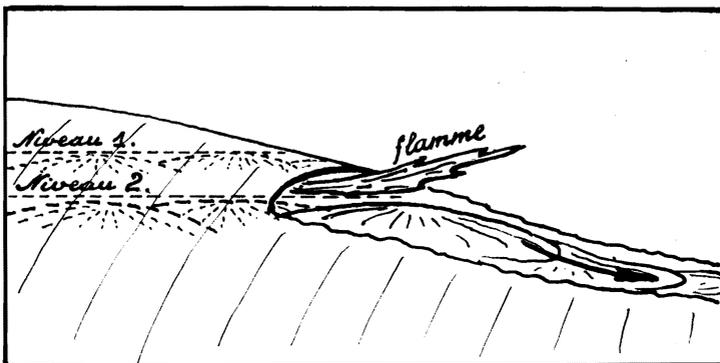


FIG. 14.

Flamme jaillissant de la voûte d'émission de lave.  
 Niveau 1 : flamme interrompue.  
 Niveau 2 : flamme jaillissante.

**D. — Mouvements horizontaux.**

Les mouvements horizontaux de la lave sous la voûte ne semblent pas obéir à une loi. En effet, le chronométrage de ces mouvements s'établit comme suit :

Écoulement de la lave du Nord au Sud : 1'12".

Renversement du sens de l'écoulement de la lave après la chute du niveau.

Écoulement du Sud au Nord : 12" (le niveau remonte).

Renversement.

Écoulement du Nord au Sud : 3'27" (chute de niveau).

Renversement.

Écoulement du Sud au Nord : 21' (le niveau remonte).

Immobilité : 13".

Renversement.

Écoulement du Nord au Sud : plus de 5'.

Il n'y a donc pas de périodicité dans les mouvements horizontaux de la lave, alors que J. VERHOOGEN (1948) avait constaté le contraire au lac du Tshambene.

Ces mouvements divers n'ont d'ailleurs aucune influence sur la vitesse de l'écoulement de la lave à l'extrémité du lac; celle-ci est constante : 0,3 m/sec.

**E. — Le débit de lave.**

Le débit de ce nouveau torrent de lave a été mesuré dans de bonnes conditions :

largeur du torrent : 5 m,

profondeur du torrent : 15 m (estimation),

vitesse d'écoulement : 0,3 m/sec.

$D = 20 \text{ m}^3/\text{sec}.$

**F. — Température de la lave.**

La température de la lave mesurée sous la voûte le 19 mai s'élevait également à 1.200° C, exactement comme le 20 mars, lors de la phase paroxysmale.

La température de la lave est donc restée constante depuis le début de l'éruption.

En un point de la fissure longitudinale, juste au-dessus de la partie couverte du lac de lave, s'est formée une solfatare à très haute température : 1.135° C (+25° C). L'auteur a réussi à échantillonner un sublimé blanc insoluble qui s'y déposait (éch. n° 109, voir II<sup>e</sup> partie).

Le 27 mai, le niveau du lac de lave est descendu d'un mètre environ, permettant ainsi de nouvelles observations sous la voûte :

1° trois croûtes successives indiquent les différents niveaux atteints par le lac de lave;

2° de nombreuses petites stalactites tapissent la paroi interne de la voûte;

3° les cellules de convection et les mouvements complexes à la surface de la lave sont bien visibles.

La température de la lave sous la voûte, à la date du 27 mai, est encore de 1.200° C.

### III. — DESCRIPTION DU GRATÈRE DU MIHAGA.

Le 27 mai à 18 h, l'activité volcanique se manifestait encore par quelques explosions très fortes à fortes, très rares (une toutes les 15 à 20 secondes) et par des éjections, peu volumineuses, devenant de plus en plus rares (une par minute), suivies de périodes d'inactivité de l'ordre de 5 minutes.

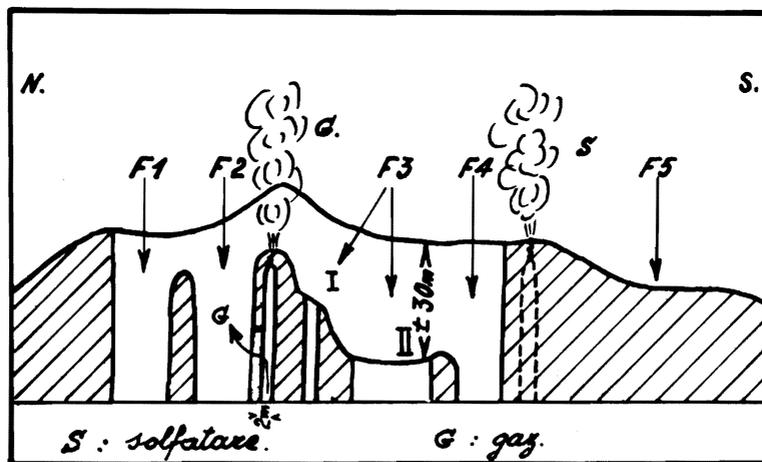


FIG. 15. — Coupe verticale Sud-Nord du cratère Mihaga.

L'approche de toutes les fontaines encore actives et l'observation complète et détaillée de l'intérieur du cratère du Mihaga a pu dès lors être réalisée (Fig. 15).

#### A. — Fontaine n° 1.

La cuve est presque complètement comblée.

**B. — Fontaine n° 2.**

La cuve de cette fontaine était presque comblée le 4 mai (voir plus haut, p. 54). Actuellement, le fond de la cuve est invisible, ce qui suppose un effondrement important de celui-ci.

**C. — Cloison séparant les fontaines nos 2 et 3.**

Cette cloison a dévoilé sa structure interne très complexe lors de son examen après l'extinction de l'activité de la fontaine n° 2. Sa description partielle a été donnée plus haut (p. 54), notamment en ce qui concerne une voûte dont on ne voyait que la partie supérieure débouchant vers la cuve de la fontaine n° 2 et dont le rôle n'avait pu être précisé.

Actuellement, l'éboulement partiel de la partie supérieure de la cloison découvre un compartiment de 2 m environ sur toute la largeur du cratère. Sans nul doute, seuls les gaz passaient par ce compartiment en s'échappant probablement par la voûte, actuellement écroulée avec la partie nord de la cloison.

L'alimentation des solfatares est et ouest, comme il a été signalé plus haut, n'était pas en connexion avec ce compartiment, de sorte que la cloison apparaît plus complexe que ne l'indique la coupe schématique de la figure n° 15.

**D. — Fontaine n° 3.**

La cuve de cette fontaine présente deux centres d'émission :

F3/I : Un événement circulaire de 1 m de diamètre environ greffé sur la paroi sud de la cloison dont il a été question au paragraphe précédent, a ajouté à sa complexité un organe d'extrême importance : cet événement est le siège des terribles explosions qui se sont succédées sans interruption depuis les premiers jours de l'éruption.

Les gaz qui explosent au contact de l'air avec tant de violence ainsi que le produit de l'explosion sont incolores.

F3/II : Un tronçon de la fracture majeure long de 30 m environ apparaît au fond de la cuve, 30 m plus bas que le bord du cratère. Il est bordé de murets d'agglutinats de 1 m de hauteur environ.

Cette fracture encore active débite les gaz habituels (vapeur d'eau surtout) et de la lave, contrairement à l'événement qui ne débite que des gaz.

Les éjections en gerbes, de volume médiocre, sont projetées à 50-75 m de hauteur.

Les explosions sont assez fortes et causent le tourbillonnement de la vapeur d'eau.

**E. — Fontaine n° 4.**

Cette fontaine comporte un centre actif et émet des gaz et des laves. Ce centre est très profond et on peut l'observer de la crête du cratère. Son activité est faible et les bombes éjectées n'atteignent pas le sommet du cône du Mihaga. Les explosions sont faibles et rares.

Dans sa paroi sud, sur un replat de 3 à 4 m de largeur, un compartiment analogue à celui de la cloison séparant les fontaines n°s 2 et 3 a été découvert, grâce à son effondrement le 29 mai à 08 h 30, c'est-à-dire après l'extinction de l'éruption et pendant le développement de la phase solfatarienne (voir plus loin).

**IV. — ÉVOLUTION ET FIN DE L'ÉRUPTION.**

Le 21 mai fut marqué par les signes avant-coureurs de l'extinction de l'éruption : absence d'activité (excepté la montée de la vapeur d'eau) entre 08 h 35 et 09 h 20, aux fontaines n°s 3 et 4, restées les seules encore actives jusqu'à ce jour.

L'activité reprit ensuite et atteignit l'intensité « modérée à forte », le 22 mai à 20 h. Elle diminua ensuite progressivement jusqu'à sa cessation totale, le 28 mai à 19 h 01.

Les extraits du carnet de notes de l'auteur, reproduits ci-après, ont pour but de montrer que l'extinction de l'éruption du Mihaga a été très progressive.

21 mai 1954.

- 09 h 20 : Quelques faibles explosions suivent une longue période d'inactivité totale. Leur fréquence est de l'ordre de 7 secondes.
- 09 h 38 : De grosses éjections précèdent trois très fortes explosions issues de la fontaine n° 3/I.
- 09 h 57 : La reprise d'activité semble se poursuivre : les explosions très puissantes sont fréquentes; les sifflements dus aux obstructions reprennent; les « sifflements de fond » sont interrompus; il y a une abondante production de gaz et de vapeur d'eau.
- 11 h 20 : Des sifflements stridents se font entendre; ils ressemblent à ceux de la phase paroxysmale.
- 12 h 00 : L'activité atteint l'intensité « modérée à faible ». Les éjections sont toujours volumineuses et certaines passent par-dessus le bord du cratère.
- 17 h 00 : L'activité est plus faible que celle notée à 12 h, surtout en ce qui concerne la violence des explosions les plus fortes.
- 18 h 00 : L'activité diminue encore.
- 19 h 30 : Statu quo. Les éjections sont nombreuses, mais elles ne dépassent pas la crête du cratère. Seule l'intensité lumineuse variable de l'aurole au-dessus du cratère en démontre l'existence.
- 22 h 15 : L'activité est en baisse et atteint l'intensité « très faible », mais l'émission de la vapeur d'eau reste encore très abondante.

**22 mai.**

- 07 h 30 : L'activité demeure « très faible ». Les violentes explosions sont rares (quatre en 15 secondes) et semblent plus sourdes. Des éjections très fines sont discernables à quelques mètres au-dessus du cratère. Les gaz brunâtres se mêlent à la vapeur d'eau.
- 12 h 00 : Statu quo, mais l'activité semble être en hausse.
- 20 h 00 : L'activité est « modérée à forte » : les explosions sont fréquentes, les éjections plus volumineuses et plus nombreuses, la quantité des gaz émis est très grande.

**23 mai.**

- 08 h 00 : L'activité est « modérée-faible ».
- 22 h 30 : L'activité semble être en légère hausse.
- 23 h 15 : Après une explosion terrible (ce qui est exceptionnel maintenant), on voit se former au-dessus du cratère :  
— un immense panache, presque noir, voilant complètement la lueur du cratère;  
— une « bouffée » de gaz brunâtre, rapidement dissipée dans l'atmosphère. Un sifflement dû à une obstruction se prolonge pendant 2 minutes 12 secondes.
- 23 h 20 : Une explosion faible provenant de la fontaine n° 3/I dissipe un peu le panache noir; quelques poussières incandescentes brillent au-dessus du cratère et la lueur qui le couronne réapparaît avec une intensité variable. Elle prouve que les éjections continuent à se produire à l'intérieur du cratère.
- 23 h 29 : Une explosion d'intensité « moyenne » précède la projection d'une belle gerbe de lave; le panache est déblayé complètement. L'activité reste faible.

**24 mai.**

- 08 h 00 : L'activité est « modérée à faible » mais remarquablement constante depuis 06 h 00.
- 14 h 00 : Après la pluie qui dura trois heures, l'activité est considérablement plus faible.
- 18 h 00 : Le sol tremble pendant quelques secondes et des craquements issus de la lave consolidée se font entendre. Il semble qu'il s'agisse là du tassement de la lave du grand bouclier.
- 21 h 37 : Statu quo.  
Les températures de la lave, mesurées du bord du cratère, vers la fracture F3/II en activité, sont :  
1.175, 1.175, 1.175, 1.195, 1.195° C (corrigées).

**25 mai.**

- 08 h 00 : Activité en hausse, semble-t-il.
- 11 h 00 : L'activité est toujours en hausse. Les explosions faibles proviennent de la fontaine n° 3/II. Les éjections se suivent et sont volumineuses. Les gaz sont très abondants.
- 21 h 00 : La fontaine n° 3/I commence à son tour à être le siège d'explosions terribles, produites à la cadence d'une toutes les deux à trois secondes.  
L'activité est maintenant « modérée à faible », mais il semble qu'elle soit en baisse.

**26 mai.**

07 h 00 : L'activité est « faible » durant toute la journée.

**27 mai.**

07 h 30 : L'activité est « très faible » : plus d'explosions violentes, peu d'éjections et de volume réduit, de la vapeur d'eau abondante accompagnée de gaz bleuâtre.

12 h 00 : Statu quo. Faibles explosions toutes les 15 à 20 secondes.

18 h 00 : L'inspection du cratère révèle que les fontaines n° 3/II et 4 sont en activité. L'événement n° 3/I semble être inactif aujourd'hui.

19 h 00 : Une faible lueur surgissant et disparaissant aussitôt, indique une très faible activité de la fontaine n° 3/II qui peu à peu, s'éteint également.

19 h 27 : Ejection faible à 50-60 m de hauteur. Il y a donc une reprise d'activité de la fontaine n° 3/II après 27 minutes de repos.

19 h 28 : Une projection d'une douzaine de bombes monte à 50 m de hauteur.

19 h 29 : Une belle gerbe de lave atteint 75 m de hauteur. L'activité est très faible dans l'ensemble.

22 h 00 : Statu quo.

L'auréole lumineuse au sommet du cratère montre que les éjections se poursuivent à l'intérieur du cratère, à raison de une par minute (57 secondes).

**28 mai.**

07 h 00 : Aucune activité. Un peu de vapeur d'eau s'élève encore du cratère, indiquant que l'éruption n'est pas encore finie.

08 h 30-12 h : Statu quo.

12 h 30 : De nouvelles mesures du débit du lac de lave donnent :

$D = 5 \text{ m} \times 10 \text{ m} \times 0,1 \text{ m/sec} = 5 \text{ m}^3/\text{sec}.$

Le débit des gaz estimé approximativement était de  $2.000 \text{ m}^3/\text{sec}.$

Le rapport gaz/lave = 2,8 %.

La température de la lave mesurée sous la voûte était de  $1.165^\circ \text{C}.$  alors qu'à 06 h, elle atteignait encore  $1.200^\circ \text{C}.$  Cette chute de température de la lave signifie que l'éruption est pratiquement terminée. D'ailleurs, vers 18 h, le lac de lave était déjà figé et encroûté.

14 h 44 : Occupé à échantillonner sur la digue de lave sud, l'auteur enregistre douze explosions en trois minutes.

15 h 17 : L'auteur se trouvant sur la crête est du cratère, est surpris par sept explosions successives « modérées » à la fontaine n° 3/II (fracture majeure).

15 h 21 : Six nouvelles explosions faibles en 17 secondes.

18 h 13 : Faible « soupir » de 5 à 6 secondes sans aucune lueur à la fracture 3/II.

18 h 30 : Faible éjection de scories à 5-6 m de hauteur.

19 h 01 : Faible « soupir » d'une seconde venant de l'événement F3/I. Peu à peu la vapeur d'eau disparaît, la lueur soulignant la fracture majeure dans la fontaine F3/II se ternit et disparaît bientôt dans l'obscurité. Il semble que l'éruption soit terminée.

20 h 30 : Aucune activité et aucune émission de vapeur d'eau.

21 h-24 h : Statu quo.

29 mai.

03 h 00 : Statu quo. L'auteur quitte la crête ouest du cratère.

07 h 00 : Aucune activité, mais une énorme colonne de gaz monte de la cuve F3, quittée à 03 h.

Aucune activité ne s'est plus manifestée jusqu'à 12 h 17.

On peut donc considérer que l'éruption du Mihaga a pris fin le 28 mai à 19 h 01.

#### V. — LE CÔNE DU MIHAGA.

A la fin de la cinquième phase, les éjections étaient de petites dimensions et, projetées à faible hauteur, elles retombaient dans le cratère. Elles n'ont donc pas accru la hauteur du cône. Au contraire, sa dégradation commença dès l'apparition de la phase solfatarienne (29 mai) comme le montre la photo n° 24.

On a signalé plus haut que les parois internes des cuves des fontaines éclataient dès qu'elles ne contenaient plus de lave. Dépourvues de ce soutien, les crêtes de ces cuves s'effondrent rapidement. Le cône se tasse ainsi par le haut.

C'est peut-être à ce fait purement mécanique que sont dues les crevasses au sommet du cône du Mihaga qui seront décrites au chapitre suivant.

#### VI. — CONCLUSIONS.

1° Le refroidissement progressif de la lave vers l'aval crée des obstacles à son écoulement.

On a vu que dans ce cas, le niveau du torrent de lave remonte devant l'obstacle et que le torrent se dédouble afin de le contourner. Il est évident que lorsque la lave s'écoule sous une croûte consolidée, le relèvement du niveau du torrent de lave ne peut se faire qu'en rompant cette croûte en un point de faible résistance. C'est ce qui est arrivé dans la zone apicale d'une petite coupole adventive du bouclier, caractérisée par de nombreuses fissures.

2° La lave de la cinquième phase était nettement plus visqueuse que celle du début de l'éruption.

3° La température de la lave est restée constante pendant toute la durée de la cinquième phase. La chute de température enregistrée le 28 mai à 12 h 30 (1.160° C + 25° C) signifiait en fait la fin de l'alimentation du lac de lave et le début du refroidissement de celle-ci.

4° La cinquième phase a permis de prélever un sublimé dont la température de formation de 1.135° C (+ 25° C) est la plus élevée qui ait été enregistrée dans la littérature <sup>(10)</sup>.

(10) Ce sublimé est composé essentiellement d'alumine.

Les circonstances exceptionnelles ont permis de filmer cette solfatara (sur film Kodachrome).

5° La cloison séparant les fontaines n<sup>os</sup> 2 et 3 a montré après son éclatement, une structure interne compartimentée très complexe jouant le rôle de « distributeur de gaz ». On a vu, en effet, que le tunnel de sa paroi nord conduisait les gaz inflammables de la phase paroxysmale, que l'évent greffé à sa paroi sud ne laissait passer que les gaz explosifs, et que d'autres compartiments restés inconnus conduisaient des gaz solfataris aux deux préminences de l'Est et de l'Ouest. Aucun de ces compartiments ne livrait accès à la vapeur d'eau. Celle-ci ne sortait que par la fracture majeure, accompagnée de la lave. Ce fait est remarquable car il établit une sorte de paragenèse : vapeur d'eau-lave, l'arrêt de l'émission de la lave (fin de l'éruption) étant d'ailleurs concomitant de la disparition de la vapeur d'eau.

## CHAPITRE VIII.

### SIXIÈME PHASE (29 mai - ?).

Le 28 mai à 19 h 01, l'éruption du volcan Mihaga a pris fin. L'auteur surveilla de la crête occidentale, l'intérieur de la cuve de la fontaine n° 3, jusqu'à 03 h. Aucun signe d'activité ne s'étant plus produit, il décida de rentrer au camp.

A 07 h le 29 mai, une énorme colonne de gaz s'éleva de l'endroit qu'il avait quitté à 03 h.

Remonté sur la crête du cône du Mihaga, l'auteur observa :

1° Une crevasse de 0,5 m de largeur et profonde d'autant formée sur la bordure du cône autour des cuves des fontaines n<sup>os</sup> 3 et 4 et se raccordant au sommet ouvert de la cloison séparant les fontaines n<sup>os</sup> 2 et 3. Une fumée gris jaunâtre s'en échappait.

2° La température du fond de cette crevasse s'élevait à 950° C (+20° C). Bombes et agglutinats étaient portés au rouge.

3° A cette température, un sublimé blanc était en voie de formation; il tapissait les surfaces externes des bombes et des agglutinats et remplissait les cavités entre ces matériaux.

4° Un compartiment, inconnu jusqu'à ce jour, situé sur un replat de 2 à 3 m de largeur au bord sud du cratère apparut à la suite de l'éboulement de sa partie supérieure.

5° La cloison séparant les fontaines n<sup>os</sup> 2 et 3, éclatée à son sommet, livrait passage à des gaz bleuâtres, ternes, différents de ceux des solfatares. Le volume de ces gaz est insignifiant, de même d'ailleurs que leur vitesse ascensionnelle.

Il semble évident que la haute température régnant dans la fissure, inexistante encore à 03 h, a résulté de réactions chimiques exothermiques entre les gaz volcaniques et l'atmosphère.

Ces sublimés ne seraient donc pas juvéniles.

La figure 16 schématise le sommet du cône du Mihaga.

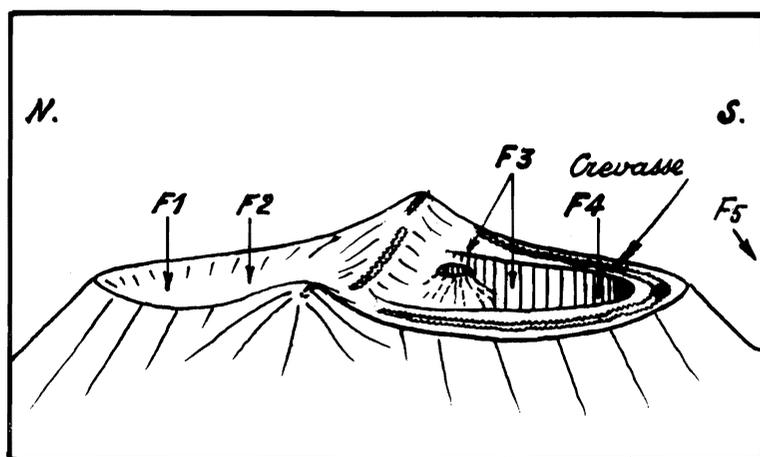


FIG. 16. — Situation des solfatares.

Vers 16 h apparut un nouveau sublimé, jaune rosâtre, recouvrant le sublimé blanc. Sa température de formation était de 905° C (+20° C).

Les conditions d'observation exceptionnellement favorables offraient la possibilité d'une étude complète de la formation des sublimés en fonction de la température. Malheureusement, les observations sur les solfatares ont dû être interrompues à la suite de la réception d'un télégramme du Service Géologique, désignant l'auteur pour une autre mission.

#### Conclusions :

L'épisode solfatarien de l'éruption, par son apparition brusque, son ampleur considérable, la haute température des réactions chimiques exothermiques qui le caractérisent, et l'importance des sublimés déposés, mérite d'être élevé au rang de phase.

Résumons brièvement les faits qui se rapportent à cette phase.

---

Le 21 avril vers 10 h, lorsque l'auteur aperçut les solfatares s'élevant sur les bords est et ouest de la cuve de la fontaine n° 1, éteinte à 06 h 30', il nota cet événement sans commentaires.

Le 4 mai vers 12 h, des solfatares importantes apparurent aux apex fissurés de deux proéminences, à l'Est et à l'Ouest de la fontaine n° 2, éteinte à 09 h. Ces fissures étaient portées au rouge et un sublimé blanc s'y déposait. L'activité violente de la fontaine n° 3 interdisant toute approche, l'échantillonnage de ce sublimé n'a donc pu être réalisé. L'apparition tardive des solfatares a attiré l'attention de l'auteur.

Enfin, le 29 mai à 07 h, on constatait la présence de solfatares impressionnantes autour de la cuve de la fontaine n° 3, éteinte le 28 mai à 19 h 01'. Le sublimé blanc s'y déposait à la température de 950° C (+20° C).

On peut déduire de ces faits que :

1° Les solfatares ont apparu systématiquement après l'extinction de chaque centre actif composant l'éruption du Mihaga;

2° Elles ont été indépendantes les unes des autres dans le temps et dans l'espace.

On a déjà souligné que les gaz solfatariens arrivaient à la surface par des chenaux différents de ceux des autres gaz (inflammables, explosifs et vapeur d'eau).

Il faut noter qu'une fois l'émission des gaz et de la lave arrêtée, les chenaux correspondants devenaient disponibles pour l'ascension des gaz solfatariens.

3° La séparation de la phase gazeuse de la phase liquide s'opère pendant toute la durée de l'éruption et même au-delà de celle-ci;

4° Les gaz solfatariens représentent la fraction lourde de la phase volcanique gazeuse <sup>(11)</sup>.

L'attention du lecteur a été attirée sur le fait que la vapeur d'eau et la lave accédaient à la surface seulement par la fracture majeure et que leur disparition a été concomitante de l'extinction de l'éruption.

L'association vapeur d'eau-lave acquiert ainsi une importance de premier ordre.

---

(11) Les sublimés déposés à haute température sont des chlorures et des sulfates.

## CHAPITRE IX.

**RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS DE LA PREMIÈRE PARTIE.**

L'auteur se propose de dégager maintenant, des événements décrits dans la première partie de ce Mémoire, les faits qui lui paraissent être essentiels dans le mécanisme de cette éruption volcanique.

**1. Le caractère isotherme de l'éruption.**

Ce fait important ressort des mesures de température de la lave, effectuées dans des conditions exceptionnellement favorables et identiques : sous les voûtes d'émission des laves.

La première mesure de la température réelle de la lave,  $1.200^{\circ}\text{C}$ , date du début de la phase paroxysmale (21 mars).

La même température a été enregistrée plusieurs fois entre le 19 et le 28 mai (jour de l'extinction de l'éruption) sous la voûte d'émission de la lave de la cinquième phase.

On a signalé plus haut qu'il en avait été de même lors de l'éruption du Tshambene (J. VERHOOGEN, 1948, p. 177).

La constance de la température de la lave pendant toute la durée de l'éruption est un phénomène plus important que la valeur absolue de la température mesurée.

Le fait que le dernier jour de l'éruption, de la lave à  $1.200^{\circ}\text{C}$  se trouvait encore à 1 km du cratère montre que son refroidissement est insignifiant sous une croûte de lave consolidée. Ce refroidissement doit être plus faible encore aux grandes profondeurs.

La température du foyer lavique semble ne pas devoir s'écarter sensiblement de  $1.200^{\circ}\text{C}$ , ce qui fixerait la profondeur de celui-ci vers 40 km ou 120 km selon qu'on envisage la loi linéaire ou la loi parabolique de l'accroissement de la température avec la profondeur (Fig. 17).

On s'aperçoit immédiatement qu'il faut appliquer une correction pour diminuer l'important écart entre les deux profondeurs déduites des courbes. Il ne faut pas, sans doute, exagérer cette notion de profondeur absolue, mais considérer surtout les conditions physico-chimiques qui y sont habituellement réalisées, et admettre qu'elles peuvent aussi exister ailleurs, à des niveaux nettement plus élevés sous des influences accidentelles telles que : accumulation locale de l'énergie thermique d'origine nucléaire ou existence de réactions chimiques exothermiques dues au contact de l'eau à l'état hypercritique avec le magma vitreux et « sec ».

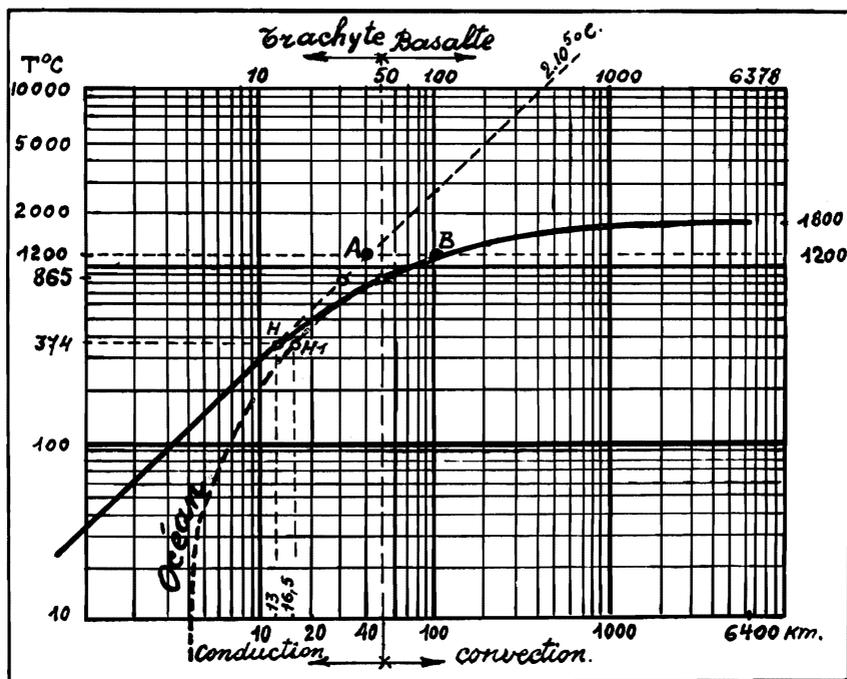


FIG. 17.

Distribution présumée des températures dans l'intérieur du Globe  
(A. DAUVILLIER, 1958, p. 117).

- 1.200° C : température de la lave du Mihaga;
- 865° C : température de fusion hydrothermale du basalte;
- 374° C : point critique de l'eau. H : sous le continent. H<sub>1</sub> : sous l'océan.

On sait que le basalte entre en fusion hydrothermale à 865° C (A. DAUVILLIER, 1958, pp. 115-117), ce qui fixe la profondeur du foyer à 27 km ou à 50 km d'après les mêmes courbes.

On peut donc penser que la température de 1.200° C n'est pas essentielle à l'éruption et n'est pas nécessairement en relation directe avec celle du foyer lavique. Au contraire, des présomptions sérieuses existent quant à la possibilité d'une élévation de la température après le déclenchement de l'éruption et, plus précisément, au moment du contact lave-eau hypercritique, grâce à l'augmentation brusque de la pression qui en résulte.

Le maintien d'une température égale de la lave au cours d'une éruption résulterait de plusieurs facteurs tels que :

- la présence de l'eau hypercritique de composition chimique constante (sels minéraux dissous, vapeurs métalliques, etc.);

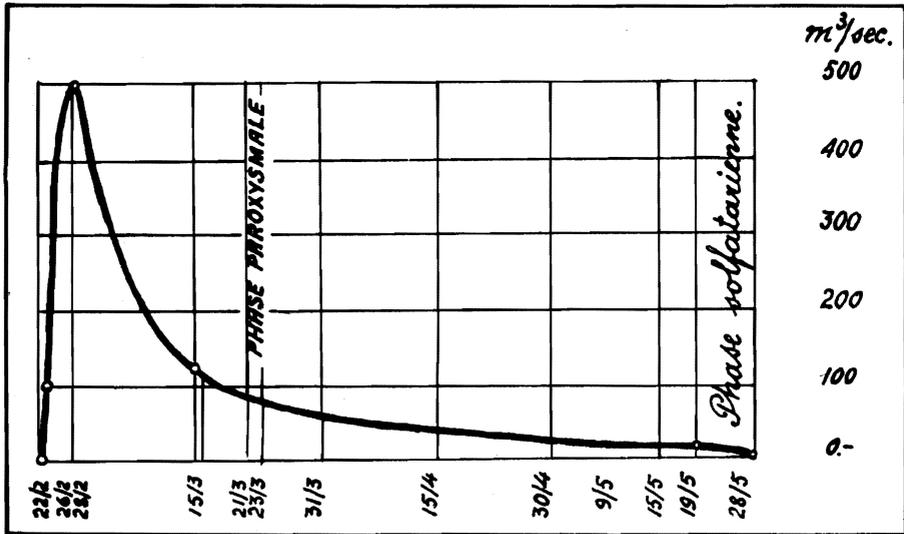


DIAGRAMME n° 1.

$V_1 = 0,45 \cdot 10^9 \text{ m}^3$  soit  $0,45 \text{ km}^3$ .

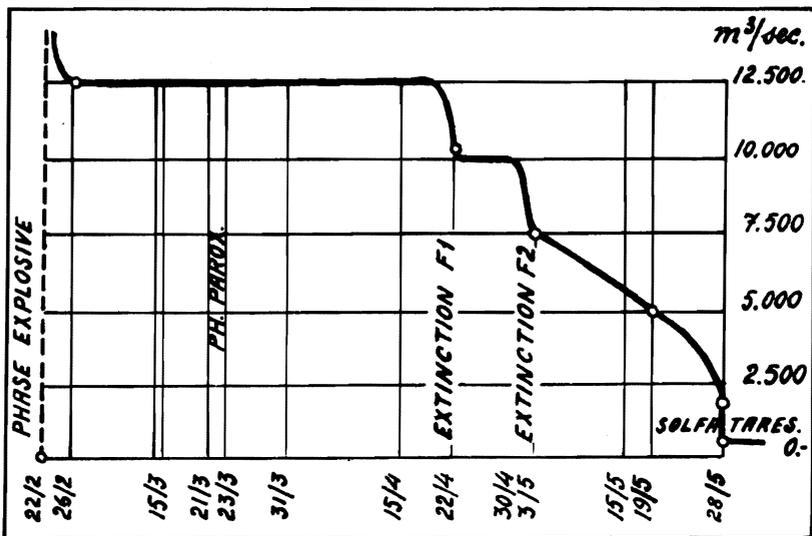


DIAGRAMME n° 2.

$V_g = 60 \cdot 10^9 \text{ m}^3$  soit  $60 \text{ km}^3$ .

- la composition chimique permanente du magma vitreux et sec du foyer;
- les réactions chimiques exothermiques régies par les deux phases en présence, qui seront inévitablement les mêmes;
- dégagement de chaleur proportionnel à la durée de contact des masses réagissantes;
- pertes de chaleur par conduction, par la détente, etc., qui sont constantes pour une éruption donnée.

On verra plus loin (II<sup>e</sup> partie), que le « liquidus du Mihaga », est exempt de toute phase solide (excepté les xénoclastes) lorsqu'il arrive, à 1.200° C, à la surface du sol. D'autre part, le volume de gaz émis au cours de l'éruption a été estimé à 60 km<sup>3</sup>, dont 50 km<sup>3</sup> de vapeur d'eau.

Il en résulte que l'action de l'eau hypercritique sur le magma vitreux consisterait en une suite de réactions avec production de phase gazeuse potentielle uniquement.

#### 2. Le volume de lave émis.

Les mesures de débit de lave correspondant aux diverses phases ont été citées plus haut. Elles permettent l'établissement du diagramme n° 1 représentant le débit de lave en fonction du temps. Ce diagramme, par intégration approximative, donne le volume (VI) de lave émis par le Mihaga.

#### 3. Volume de gaz émis.

Le diagramme n° 2 donnant le débit de gaz (Vg) en fonction du temps a été établi de même façon que celui du « débit lave-temps ». Les mesures du débit de gaz faites périodiquement au cours de l'éruption sont entachées d'erreurs. Cependant, réalisées dans les mêmes conditions et par le même opérateur, les résultats peuvent être comparables. On n'en retiendra donc que l'allure de la courbe et l'ordre de grandeur des débits exprimés.

Le volume de la vapeur d'eau peut être estimé à 80-85 % du volume total de gaz, soit 50 km<sup>3</sup> environ, c'est-à-dire plus de 100 fois le volume de lave.

#### 4. Le rapport pondéral gaz/lave.

Le diagramme n° 3 : « rapport du poids des gaz au poids de la lave » a été établi de la même façon que les deux diagrammes précédents. Il est entaché des mêmes erreurs, mais le rapport de deux grandeurs mesurées approximativement peut être plus correct que les grandeurs elles-mêmes.

La valeur moyenne de ce rapport est :

$$\frac{60.10^9 \text{ m}^3/\text{sec} \times 0,18 \text{ kg}}{450.10^6 \text{ m}^3/\text{sec} \times 2.500 \text{ kg}} = 0.96\%.$$

On retiendra seulement qu'il n'a pas été constant au cours de l'éruption.

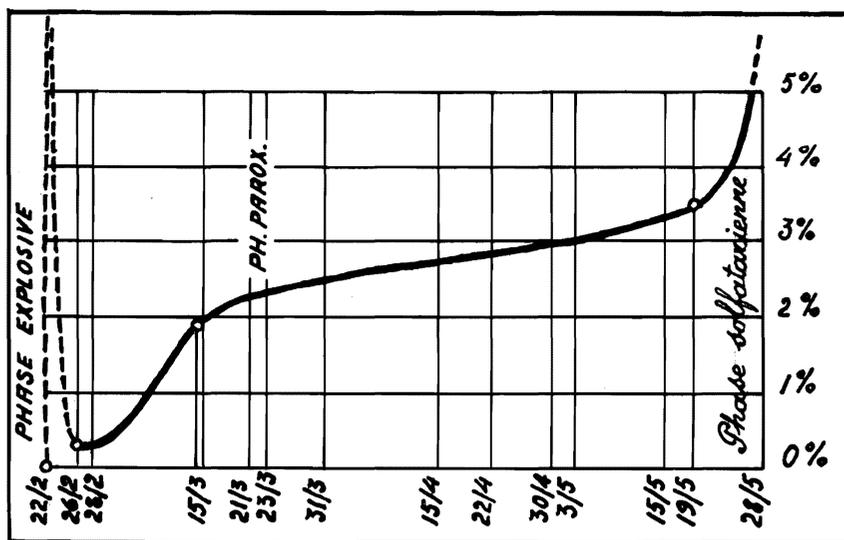


DIAGRAMME n° 3.

### 5. La vapeur d'eau.

Si l'on admet que le volume de la vapeur d'eau à  $1.200^{\circ}\text{C}$  émis par le Mihaga s'élève à  $50.10^9\text{ m}^3$  ou  $50.10^{15}\text{ cm}^3$  et sachant qu'un gramme d'eau à la pression atmosphérique donne environ  $5.000\text{ cm}^3$  de vapeur à  $1.200^{\circ}\text{C}$ , le volume d'eau rejeté par la lave (vapeur d'eau-lave étant une association génétique), s'élèverait à  $10 \times 10^{12}\text{ g}$  ou dix millions de mètres cubes <sup>(12)</sup>.

Il est difficile d'établir par des calculs rigoureux le travail colossal que peut produire la détente d'un tel volume de vapeur d'eau à  $1.200^{\circ}\text{C}$  sous une pression lithostatique de quelque  $7.000$  atmosphères régnant à  $30\text{ km}$  de profondeur environ.

Nos connaissances des propriétés thermodynamiques de l'eau à l'état hypercritique sont assez réduites. On ne peut cependant se défendre d'attribuer à l'eau le rôle primordial dans le mécanisme d'une éruption volcanique. Le fait qu'au Mihaga, en 1954, la vapeur d'eau s'échappait uniquement par la fracture majeure en même temps que la lave, établit entre ces deux éléments essentiels de l'éruption une étroite interdépendance, une paragenèse indéniable. Si l'on estime qu'un  $\text{cm}^3$  de lave est accompagné de plus de  $100\text{ cm}^3$  de vapeur d'eau à haut potentiel énergétique, on arrive à la conclusion que la vapeur d'eau suffirait à elle seule à élever toute la lave jusqu'à la surface du sol. Cela donnerait l'explication de l'absence de toute détente de la vapeur d'eau lorsqu'elle s'échappait du cratère : cette détente aurait été utilisée à remonter la lave.

<sup>(12)</sup> L'explosion de Besimianny en 1956, rejeta  $15.10^6\text{ m}^3$  d'eau (I. TOVAZOVA, 1958).

## 6. L'origine de l'eau.

L'énorme volume d'eau émis au cours de l'éruption — et c'est un fait reconnu pour toutes les éruptions volcaniques du globe — et son association étroite avec la lave, pose deux problèmes fondamentaux :

a) la présence de l'eau est-elle une condition *sine qua non* de toute éruption volcanique ?

b) quelle est l'origine de cette eau ?

Pour répondre à la première question, il suffit d'examiner la distribution géographique des volcans actifs actuels pour constater qu'ils surgissent de l'eau ou des environs de grandes masses d'eau ou de glace.

La réponse à la seconde question semble s'imposer par voie de conséquence : l'origine de l'eau rejetée par le volcanisme est l'hydrosphère (A. DAUVILLIER, 1958, pp. 232-234).

En ce qui concerne le cas particulier du Mihaga, rappelons qu'il se trouve entre les deux volcans géants Nyiragongo et Nyamuragira, situés au centre du graben africain en son tronçon compris entre les lacs Kivu et Édouard.

## 7. Le rôle de l'eau.

L'éruption du volcan Mihaga a pu être alimentée par les eaux lacustres. Celles-ci s'infiltrèrent le long des failles radiales principales du graben et des nombreuses failles conjuguées importantes ou secondaires jusqu'à des profondeurs de l'ordre de 27 à 50 km où l'eau se trouve à l'état hypercritique. L'eau possède alors des propriétés remarquables mises en lumière par des expériences, entre autres celle de filtrer au travers des roches et de dissoudre la silice à raison de 500 g/m<sup>3</sup> de fluide à 400° C et sous une pression de 500 atmosphères (A. DAUVILLIER, 1958, pp. 222 et 225). On se rend compte aisément qu'à 1.200° C et sous une pression de 7.000 atmosphères, les propriétés de l'eau hypercritique soient plus efficaces encore.

Le basalte sec entre en fusion hydrothermale à 865° C, cette température étant réalisée à une profondeur de l'ordre de 30 km. On a signalé plus haut que les réactions chimiques exothermiques qui résultent du contact eau hypercritique-lave sont caractérisées par la production d'une phase gazeuse à l'exclusion de toute phase solide et par conséquent par l'accroissement de la tension de vapeur.

La phase gazeuse ainsi libérée émulsionne immédiatement le magma, augmente démesurément son volume et le transforme en pyromagma plus fluide et de densité plus faible. L'équilibre local est rompu et l'éruption volcanique est amorcée par l'ascension du pyromagma dans la fracture ouverte ou réouverte par l'accroissement de la pression locale. D'autres masses de

magma sec venant au contact de l'eau hypercritique accentuent l'éruption par la formation d'une nouvelle tranche de pyromagma et par la décharge qui en résulte (A. RITTMANN, 1963, p. 324).

L'extinction de l'éruption coïncidera nécessairement avec l'épuisement de la réserve d'eau hypercritique.

C'est ce qui semble s'être produit au Mihaga.

L'éruption suivante ne pourra se reproduire au même endroit que si une nouvelle réserve d'eau atteint l'état hypercritique et vient à son tour au contact du magma sec. Les éruptions se succéderont ainsi suivant le même schéma — très analogue d'ailleurs à celui des geysers — tant que les fractures ouvertes ne seront pas obstruées.

Aucun autre élément ne paraît être essentiel pour amorcer une éruption volcanique. La cause de l'émulsion du magma est également la cause de l'éruption, quel qu'en soit le type. Les phénomènes qui se déroulent à la surface du sol n'en sont que des conséquences.

#### 8. Gaz autres que la vapeur d'eau.

La structure compartimentée de la cloison séparant les fontaines n<sup>os</sup> 2 et 3 a permis de constater que les différents gaz (inflammables, explosifs, solfataris et inertes) arrivaient à l'air libre par des chenaux propres à chaque groupe de ces gaz, tandis que la vapeur d'eau, génétiquement associée à la lave, s'échappait par la fracture majeure.

Le volume de ces gaz a été estimé à  $10.10^9$  m<sup>3</sup>.

On connaît peu ces gaz, étant donné l'impossibilité d'en prélever au cours de l'éruption. Ni l'événement F3/I, siège d'explosions terrifiantes, ni le tunnel, siège de la flamme pendant la phase paroxysmale, n'étaient accessibles.

Malgré les difficultés d'approche, on a reconnu qualitativement et même quantitativement au Nyiragongo les gaz suivants (M. CHAIGNEAU, H. TAZIEFF et R. FABRE, 1960) :

- l'azote (plus gaz rares), l'anhydride carbonique et l'oxyde de carbone liés par la relation  $\text{CO}_2 = \text{CO} + \text{O}$ , en sont les principaux;
- l'hydrogène, l'ammoniac, l'argon et de nombreux autres gaz à l'état de traces;
- les gaz solfataris, considérés ici comme étant postérieurs à l'éruption.

Le méthane n'a pas été reconnu au Nyiragongo, mais il a été identifié au Kamtchatka (I.-I. TOVAROVA, 1958). Tous ces gaz sont considérés comme juvéniles, sauf les gaz solfataris, semble-t-il. Le rôle qu'ils jouent dans le mécanisme de l'éruption volcanique est douteux et ne paraît pas être important. Ces gaz sont ou réducteurs ou inertes en l'absence d'oxygène. Or, on sait que l'oxygène à l'état libre est inexistant en profondeur.

Au contact de l'air, certains gaz se sont révélés explosifs ou inflammables, mais l'énergie ainsi libérée n'a pu être utilisée par l'éruption et n'en est donc pas une des causes.

Le fait que l'azote ionique ait été identifié au Tshambene (J. VERHOOGEN, 1948, p. 183), montre que cet élément a joué le rôle de modérateur plutôt que de moteur de l'éruption.

On a vu que les gaz solfataris libèrent une énergie thermique appréciable par réaction avec l'oxygène de l'air atmosphérique. Cette énergie n'a pas non plus été utilisée par l'éruption.

Il semble donc que le rôle des gaz autres que la vapeur d'eau soit insignifiant dans le mécanisme de déclenchement d'une éruption volcanique. Occlus dans le magma sec, ils en sont libérés par l'éruption et leur volume s'ajoute à celui de la vapeur d'eau dans l'action ultérieure de l'émulsion du magma (Photo 34).

#### NOTE AJOUTÉE EN COURS DE CORRECTION DES ÉPREUVES.

En ce qui concerne les hypothèses émises dans le paragraphe 1 de ce chapitre, l'auteur, à l'époque de leur rédaction, n'avait pas encore connaissance du Mémoire fondamental de H. S. YODER, Jr. and C. E. TILLEY : Origin of Basalt Magmas : An Experimental Study of Natural and Synthetic Rocks Systems (*Papers from the Geophysical Laboratory*, Carnegie Institution of Washington, No. 1387) paru dans *Journal of Petrology*, vol. 3, number 3, October 1962.