

SEANCE SUPPLÉMENTAIRE DU 4 MAI 1948.

Présidence de M. M. E. DENAEYER, vice-président.

Communications des membres :

H. TAZIEFF. — *L'éruption du volcan Kituro, au Nord du lac Kivu.*

Cette communication a été présentée, au nom de l'auteur, par M. I. de Magnée. Elle a été complétée, dans la suite, de façon à comprendre les observations faites sur place jusqu'au 16 juin 1948. (Texte ci-après.)

E. POLINARD. — *Sur l'existence dans les calcaires de la Bushimaie (Congo belge) de configurations énigmatiques d'aspect arborescent.* (Texte ci-après.)

W. E. SWINTON. — *A cretaceous pterosaur from the Belgian Congo.*

L'auteur, Conservateur au British Museum (Natural History), fait part de ses observations sur un os fossilisé faisant partie des collections du Musée du Congo belge, à Tervueren. Le texte reproduit ci-après est suivi d'un commentaire par M. L. Cahen, attaché à ce dernier Musée.

FED. SACCO. — *Considérations sur la genèse lunaire.* (Texte ci-après.)

Bien que le sujet de cette communication sorte quelque peu des préoccupations habituelles de notre Société, nous sommes heureux de reproduire le texte du manuscrit qui nous a été envoyé par l'auteur. Nous rappellerons que celui-ci, professeur émérite au Politechnico de Turin, ancien président de la Société Géologique et de la Société Astronomique d'Italie, était en même temps le plus ancien membre de la Société dont il fait partie, comme membre honoraire, depuis sa fondation, en 1887. Sa note était en cours d'impression quand nous est parvenue la triste nouvelle de la mort du Prof^r Sacco, survenue à Turin le 3 octobre 1948.

L'éruption du volcan Kituro au Nord du lac Kivu,

par H. TAZIEFF.

Le 29 février 1948, à 9 heures du matin, un tremblement de terre relativement violent fut nettement perçu par les riverains du lac Kivu, de Sake à Kisenyi, notamment chez M. de Munck, à Buheno, la plantation la plus rapprochée du nouveau centre volcanique. Il est probable que ce séisme a coïncidé avec la formation d'une fracture, longue de six kilomètres environ, et de direction 110° magnétique (W. 20° S.). Celle-ci a donné passage aux gaz et à la lave, qui ont commencé à jaillir le 1^{er} mars, dans les heures qui précèdent l'aube.



FIG. 1.

**Coupe transversale
de la fracture.**

Cette grande fracture est la figure majeure de l'éruption. Elle se situe approximativement entre le pied Est du mont Shove (altitude d'environ 1.700 m) à l'Ouest et un point au Nord-Est du lieu-dit Kineza, à l'Est (altitude environ 1.850 m). Les deux centres principaux de l'activité volcanique se sont localisés vers ces deux extrémités.

Il ne s'agit pas d'une faille, car il n'y a aucun rejet entre les deux lèvres. Il semble plutôt que ce soit une forte pression du bas vers le haut qui a déterminé la fissuration. Le schéma ci-dessus montre l'allure de la fracture, en coupe transversale, telle qu'on la peut observer dans le secteur « E » (voir plus loin), là où elle n'a pas été masquée ultérieurement par les produits de l'éruption (fig. 1). La figure 2 indique, en plan, la répartition des centres d'activité.

On peut distinguer six régions d'activité différente le long de la fissure : les secteurs d'activité éphémère et très faible : A, B et E, et les secteurs à activité très forte, soit violemment explosive comme en C, soit fortement effusive comme en D et surtout en F.

Le secteur A, le plus oriental, long approximativement de 500 m, n'a pratiquement livré passage qu'à une violente poussée gazeuse, suffisamment forte pour déraciner les arbres proches de la fissure, qui sont couchés comme après le passage d'un vent d'avalanche. Le secteur B, outre une langue de lave

lisse de 10 à 40 m environ, a émis quelques éjecta pâteux et des scories, détruisant la végétation sur une bande large de 10 à 20 m autour d'elle.

Les secteurs C et D, situés vers les 1.800 m d'altitude, ont été extrêmement actifs. Dès le début de l'éruption, une violente activité explosive s'est manifestée en C. Les fontaines de lave incandescente montaient en moyenne à 150 m de hauteur, avec des maxima fréquents de 250 et 300 m. Les cendres fines atteignirent une altitude de plusieurs milliers de mètres, ce qui fut révélé par un halo multicolore circulaire de 22° de diamètre entourant le soleil au zénith.

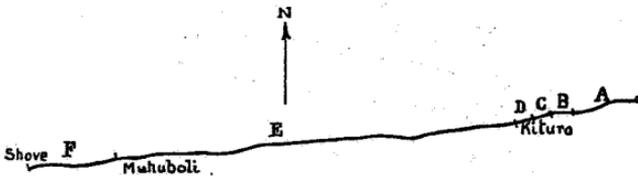


FIG. 2. — Orientation de la fracture en plan.

Longueur : env. 7.600 m.

Des lapilli scoriacés furent projetés à des kilomètres de distance, surtout vers le Nord.

Des bombes de toutes tailles s'abattirent dans un rayon de 100 à 300 m du volcan, certaines de ces bombes pesant de 1 à 2 tonnes.

Outre les éjecta liquides de toutes tailles, de hautes flammes de couleur rouge strontium montaient en rugissant du secteur C. Ces flammes disparurent à partir du 11 mars. Le volume des gaz, enflammés ou non, émis par ce secteur, est relativement très important.

Toute cette activité était accompagnée de grondements puissants et très violents ainsi que d'explosions sèches.

En même temps que cette violente activité explosive, d'importantes quantités de lave se déversaient, principalement du secteur D. Cette lave, du type lisse (dermolithique) au départ, prenait plus loin le caractère de lave en blocs (aphrolithique), pareille à des amas de coke ou de clinkers. En neuf jours, ce flux de lave avait atteint et coupé, à 9 km de sa source, la route Goma-Costermansville, à proximité du lac Vert, et s'était arrêté le lendemain à environ 1 km au Sud de la route (voir pl. III).

Durant la première phase, très violente, de l'éruption, qui dura une dizaine de jours, le cratère de la section C-D se présentait comme une ellipse extrêmement allongée, emplie de lave bouillante (fig. 3).

Un flux incandescent sortait de D, surtout par le Nord et l'Ouest, cependant que le maximum de l'activité explosive, très violente, se localisait en C.

Mais quoique la fracture fût ouverte sans discontinuité, il est flagrant que la lave (et les gaz) n'arrivait que par des che-

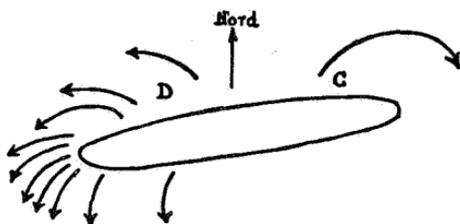


FIG. 3. — Première phase.

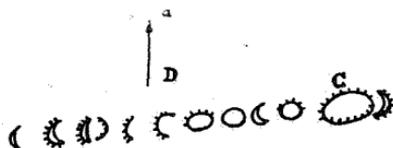


FIG. 4. — Seconde phase.

minées, de section plus ou moins circulaire, jalonnant la dite fracture. Entre ces cheminées s'édifièrent rapidement des cloisons formées d'agglutinat de « spatter ». En même temps, l'activité diminuait en D, pour se concentrer progressivement en C. Ceci fit que le cratère actif se rétrécit en moins de 10 jours, jusqu'à se présenter, en plan, comme une ellipse assez ramassée, abandonnant, à l'Ouest, des murs et des cratères-témoins qui jalonnent les lieux de l'activité initiale (fig. 4).

Dans ce même cratère, où l'activité subsistait, de l'Est vers l'Ouest, un seul mur intérieur au premier fut construit dans les premiers jours d'avril.

Puis, durant le mois d'avril, par rétrécissements successifs, le cratère atteignit une forme subcirculaire (fig. 5).

La figure 6 donne finalement un plan schématique de l'appareil volcanique dans son état actuel (30 mai 1948).

Les parois successives se sont édifiées par l'accumulation de paquets de lave retombant les uns sur les autres à l'état pâteux autour d'un évent projetant la lave à faible hauteur. Quoiqu'elle se soit ouverte de façon *continue* sur des centaines et même des milliers de mètres, il est certain que la fissure ne communique pas *sur toute sa longueur* avec le réservoir magmatique, mais que seules des cheminées, plus ou moins rapprochées, atteignent les chambres d'alimentation. Ceci a permis, lors du décroissement progressif d'activité, l'édification de murs *entre* les dites cheminées. Dans les cratères-témoins, on peut d'ailleurs observer de tels événements, cheminées plus ou moins circulaires, sans fond perceptible, d'un diamètre de 1 à 3 m environ, qui, actuellement, n'émettent plus que des gaz. La lave, en se retirant, a coulé le long de leurs parois, abandonnant des traînées pâteuses (plastic-lining de Perret).



FIG. 5. — **Formation du cratère.**

n'émettent plus que des gaz. La lave, en se retirant, a coulé le long de leurs parois, abandonnant des traînées pâteuses (plastic-lining de Perret).

Il a fallu un peu moins de trois semaines pour que le long cratère initial soit réduit à une forme subcirculaire.

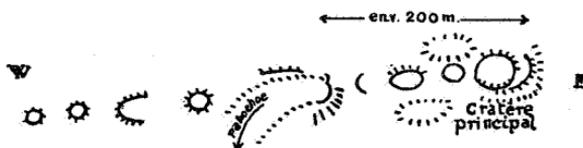


FIG. 6. — **Phase actuelle.**

Ultérieurement, en même temps que s'effectuait la construction de l'actuel mur intérieur oriental, l'aspect de la bouche volcanique subit une évolution du fait de l'instabilité de ses parois. Tandis que le flanc Sud ne montait plus que lentement, le flanc septentrional se mit à s'élever à une cadence plus rapide, comblant ainsi progressivement son retard. Actuellement (4 mai), le flanc le plus bas est le flanc Ouest, puis, dans l'ordre de hauteur, les flancs Est, Nord et Sud.

Il est normal que les flancs Sud et Nord se soient élevés plus rapidement que les deux autres, l'éruption ayant pris place sur une fracture d'orientation Est-Ouest. Les parois se sont édifiées plus facilement sur les lèvres de la fissure que sur la fissure elle-même. Mais que le flanc méridional se soit élevé plus rapidement que le flanc Nord ne signifie cependant pas que le

volume et la violence des projections aient été plus importants vers le Sud. On peut même affirmer le contraire. En effet, le volume total des projections semble être nettement plus important au Nord qu'au Sud de la fracture, car si le flanc Nord du volcan est plus bas et moins épais que son opposé, le pays environnant est recouvert d'une couche de lapilli beaucoup plus puissante et plus étendue que la région au Sud du centre d'activité. Les projections, se faisant principalement vers le Nord, se sont étalées dans cette direction, alors qu'au Sud elles se sont ramassées, accumulées sur une bande étroite (fig. 7).

La figure 8 donne le profil du volcan vu de l'Ouest, le 1^{er} avril. A ce stade il fait penser à un court obusier, braqué vers le Nord.



FIG. 7. — Distribution des projections.

Les 14 et 15 avril, j'ai atteint le sommet du cône. J'ai pu alors regarder au fond du cratère et prendre quelques mètres de film.

La lave se trouvait à ce moment à un niveau semblant correspondre à peu près à celui de la base extérieure du cône. Elle est de couleur rouge cerise; elle bouillonne violemment et sans cesse; mais alors que certaines portions de la surface sont simplement agitées de mouvements rapides, mais non explosifs, d'autres zones sont continuellement crevées par des sorties de gaz qui provoquent la projection vers le haut de gerbes de lave incandescente. Des paquets de magma sont violemment plaqués contre les parois, avec un bruit rappelant celui de fortes lames de gros temps éclatant contre une falaise marine. Ces lames *semblent* provoquées par des efforts subhorizontaux, alors que les puissants bouillons qui projettent en l'air des éjectamenta de toutes tailles paraissent le fait de poussées, gazeuses vraisemblablement, et verticales. Ces projections atteignaient et dépassaient les bords du cratère toutes les 50 secondes environ, et toutes les deux minutes à deux minutes et demie, elles montaient à plusieurs dizaines de mètres au-dessus des bords. Ce

sont ces projections qui rendent l'escalade et le séjour au bord du cratère assez dangereux.

Le 15 avril, vers 10 heures, j'ai noté que le niveau de la lave était descendu de quelques mètres.

L'intensité et la cadence des explosions subissent des variations d'ordres divers; il semble y avoir des cycles longs de plusieurs heures, d'autres de quelques minutes. Au cours des cycles d'activité restreinte, les explosions se succèdent toutes les quinze à vingt secondes. Au cours des paroxysmes, la lave jaillit tous les $\frac{1}{4}$ ou $\frac{1}{2}$ seconde parfois. En moyenne, il se produit une explosion toutes les 1 à 2 secondes.

Le 3 mai, vers 10 heures, j'ai atteint le sommet pour la troisième fois. L'aspect de l'intérieur du cratère était fort différent



FIG. 8. — Profil vu de l'Ouest.

de ce qu'il était 18 jours auparavant. Tout d'abord un plancher intérieur en corniche a été édifié à une dizaine de mètres sous le crater-rim; il est large de 4 à 5 m. L'existence de ce plancher réduit assez considérablement la surface libre du cratère, ce qui explique la diminution de l'intensité lumineuse du volcan pendant la nuit.

Ensuite, contrairement à ce que j'avais vu les 14 et 15 avril, le niveau du lac de feu se trouvait très haut, à environ 5 m sous celui du plancher intérieur, soit à une quinzaine de mètres sous le bord du cratère (fig. 9).

Durant la nuit qui suivit, M. Richard, de Nakuru (Kenya), et moi-même avons gagné le sommet. L'éclat de la lave, non contre-balancé par celui du jour, écliprait totalement l'écran de fumée, qui, sinon, gêne assez considérablement l'observation. Nous avons donc pu parfaitement voir la surface bouillonnante. Les explosions provenaient, à ce moment, uniquement de la partie orientale du lac de lave. Comme d'habitude, les projections se faisaient généralement dans des directions privilégiées

(si l'on peut ainsi parler lorsqu'on se trouve sur les bords du cratère !) et, sporadiquement, des projections étaient lancées dans des directions différentes.

Le spectacle de ce chaudron de feu écumant, dans la nuit, a quelque chose de prodigieusement impressionnant !

Chaque explosion est précédée, à une fraction de seconde, par une violente augmentation de l'intensité lumineuse.

J'ai pu prendre quelques mètres de film en couleurs qui donneront, je l'espère, une idée exacte du phénomène.

Les températures observées de la lave en fusion vont de 1.050° C. à 1.150° C.



FIG. 9. — Disposition du cratère au 3 mai.

Sur les flancs du cône, formés de scories accumulées, des fissures, plus ou moins radiales, donnent passage à des gaz provenant du magma. Ces gaz contiennent une forte proportion de SO_2 (détecté par sa réaction avec le nitroprussiate de soude, le ferrocyanure de K, ZnCl_2 et NH_3).

Au contact de l'oxygène atmosphérique, ces gaz réagissent avec un très fort dégagement de chaleur, portant au rouge les pierres entre lesquelles ils fument. Températures observées allant de 910° à 960° C. A une profondeur inférieure à 1^m50 sous la surface, les pierres restent noires, preuve de l'oxydation exothermique des gaz.

Le volume des gaz émis par ce secteur de la fracture est très important. Outre les flammes des gaz brûlant au contact de l'air, on a pu observer de fortes émissions de fumées. De plus, chacune des explosions qui, chaque seconde en moyenne, projette à une hauteur de 40 à 100 m au-dessus du niveau de la colonne de magma des éjecta liquides ou pâteux, a son origine dans une décharge de gaz.



FIG. 1. — Nouveau cône. Projection de vapeurs et de laves.



FIG. 2. — Nouveau cône. Projection de laves et formation d'un nuage cumuloforme,

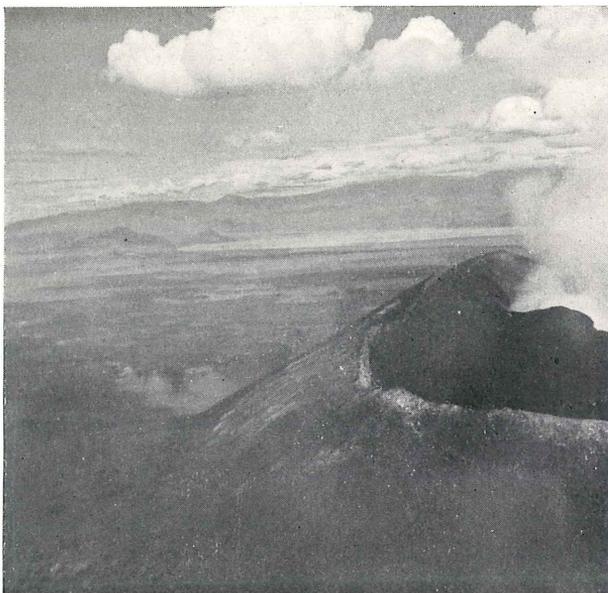


FIG. 1. — Nouveau cône. Vue aérienne du cratère.

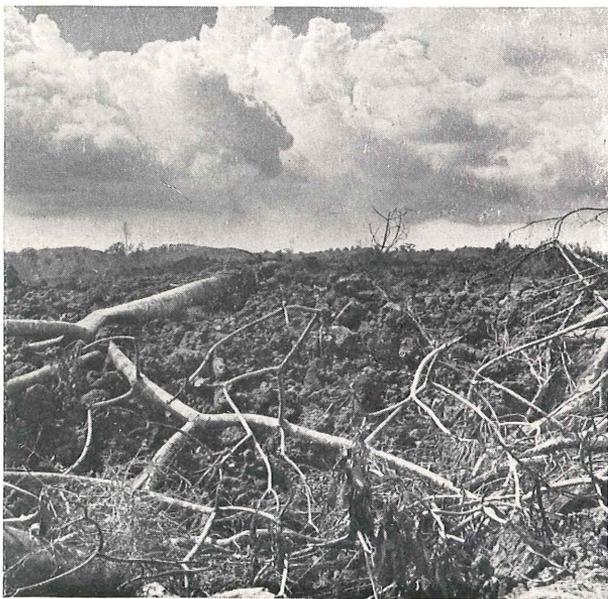


FIG. 2. — Arbres fauchés par la progression des laves.

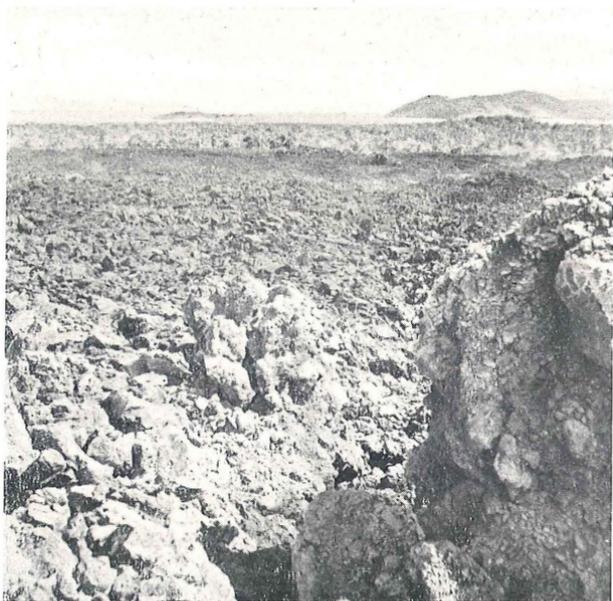


FIG. 1. — **Champ de laves vers le lac Kivu. Vue vers le Sud.**



FIG. 2. — **Route de Sake à Goma coupée par les laves.**



FIG. 1. — Champ de laves vers le volcan. Vue vers le Nord.

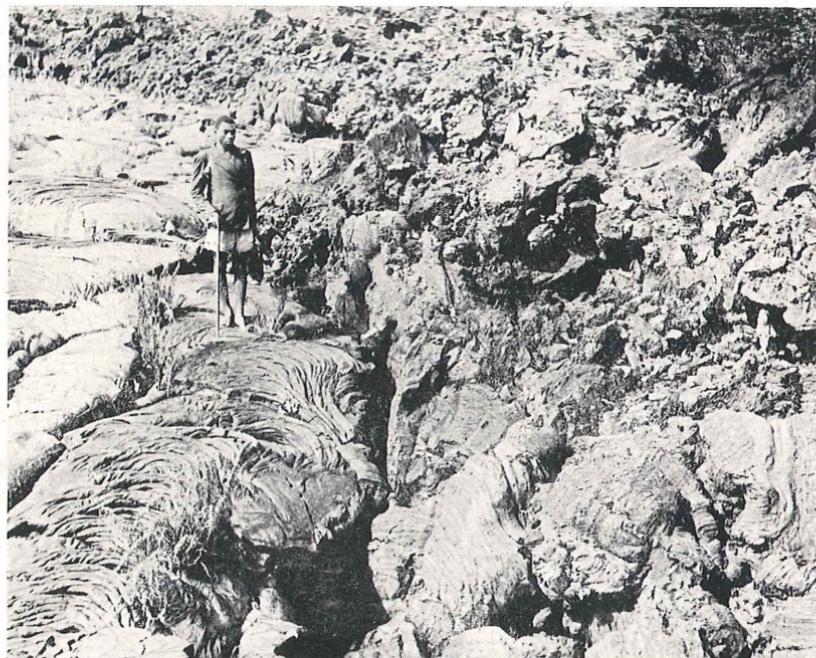


FIG. 2. — Nouvelle coulée de lave (à droite)
avançant sur une coulée ancienne du Nyamlagira.
(Eruption de 1938-1939.)



FIG. 1. — Nouveau cône. Vue de l'éruption, la nuit. Projection de laves.



FIG. 1. — Déversement des laves dans le lac Kivu. Baie de Sake.

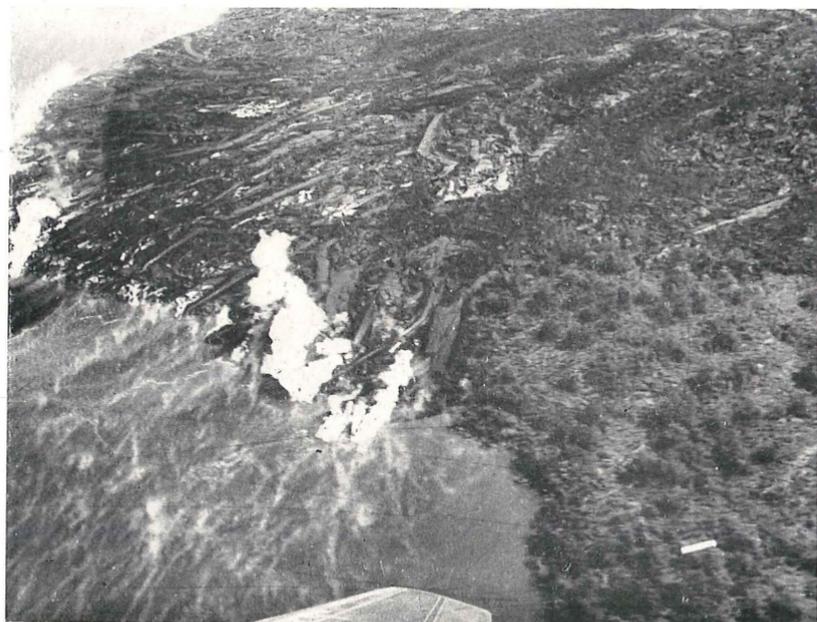


FIG. 2. — Déversement des laves dans le lac Kivu. Vue aérienne montrant les cordons de lave en cheminement, et les eaux bouillonnantes.

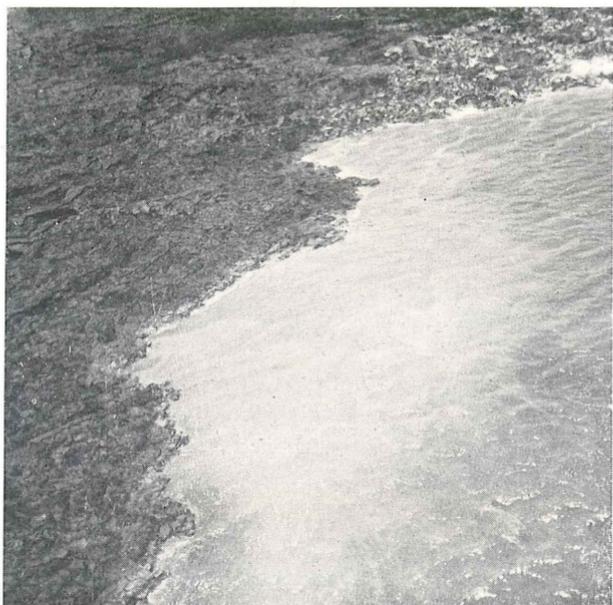


FIG. 1. — Déversement des laves dans le lac Kivu, Vue aérienne.

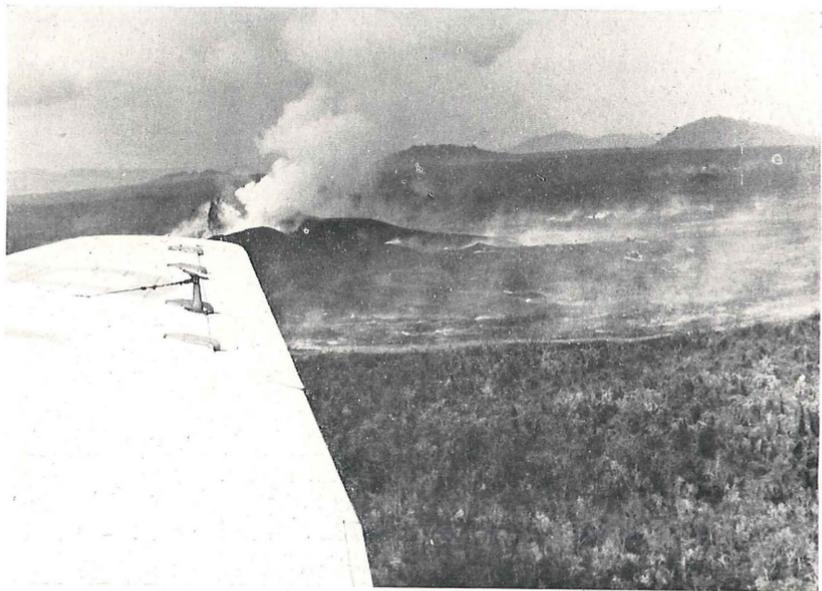


FIG. 2. — Vue aérienne du volcan Kituro en éruption.
Dans le fond à droite, le Nyiragongo,



FIG. 1. — Déversement des laves dans le lac Kivu.
Colonne de vapeur s'élevant du lac.

Après que l'émission de lave par-dessus les bords Nord et Ouest du cratère eut cessé, des coulées prirent naissance par des fissures radiales au pied Nord-Ouest du cône, ou par des événements occidentaux abandonnés, manifestant ainsi un regain d'activité.

Au début d'avril, soit un mois après le début de l'éruption, toute coulée de lave avait cessé dans ce secteur. Cette période dura jusqu'au 6 mai, lorsque de nouvelles venues se mirent à sourdre dans le champ de lave situé au Nord du volcan. Cette nouvelle activité se développe actuellement. Les laves sortent par des cheminées circulaires de quelques pieds à quelques mètres peut-être de diamètre, formant des mares d'où s'échappent des coulées relativement lentes de lave lisse. Le 29 mai, une fracture longue de 70 m environ, de direction 145° (magnétique), s'ouvrit au pied Nord-Nord-Est du cône. A son extrémité Sud-Ouest, une coulée de lave sortit d'une mare, et, par des événements la jalonnant sur toute sa longueur, de violentes émissions gazeuses (SO_2 , HCl , H_2S , etc.), brûlant au contact de l'air (1.020° à 1.090° C.), se produisirent. La mare fut recouverte d'une carapace figée dès le 30 mai, et les dégagements virulents de gaz cessèrent le 3 juin. Cependant des laves continuent à sourdre par-dessous et progressent lentement vers l'Ouest et le Nord-Ouest, étendant la surface couverte par les laves de mars.

A l'Ouest du secteur D, sur plusieurs kilomètres, la fracture n'a émis que fort peu de produits : quelques coulées très courtes (5 à 10 m), quelques éjecta pâteux, quelques scories, des gaz. La portion Est de ce secteur E a été recouverte par les coulées sorties de D et n'est pas observable. Au delà, entre le bord du champ de laves et le début des laves émises par le secteur F, on peut fort bien observer la fracture, large de 1 à 2 m en général, parfois plus ou moins obstruée par des blocs éboulés des vieilles laves qu'elle a déchirées, parfois présentant des lèvres parfaitement nettes. Généralement il est impossible d'en estimer la profondeur, soit qu'on y jette des pierres sans qu'aucun son ne remonte, soit qu'on y laisse tomber des braises rouges qui disparaissent rapidement mais graduellement vers le fond.

Des fumerolles se dégagent pourtant de cette fracture.

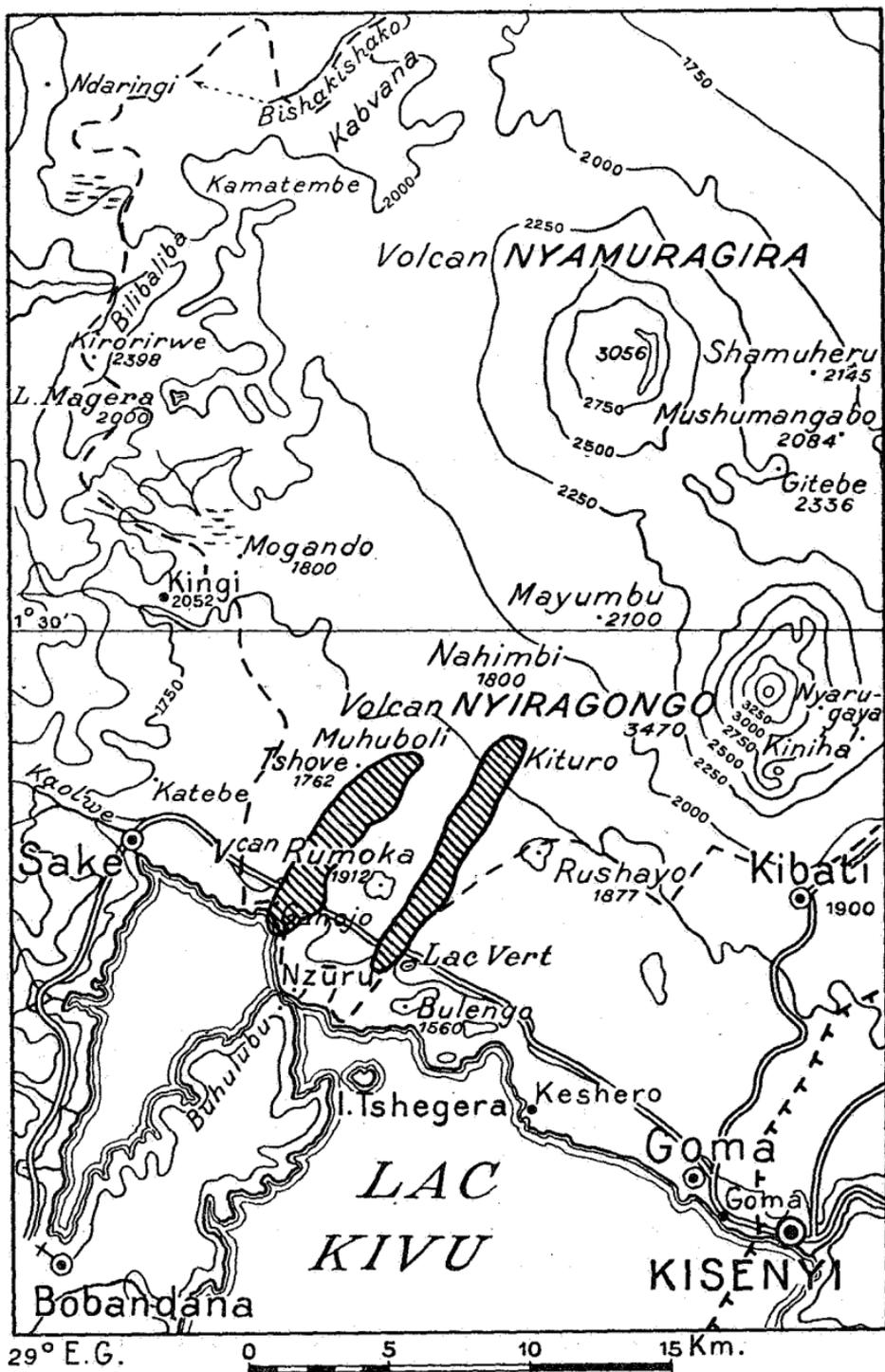


FIG. 10.

Enfin, à l'extrémité occidentale de la fracture, à l'Est du pied oriental du mont Shove, vers les 1.700 m d'altitude, la portion F a donné naissance à une très importante coulée de lave. Cette émission a commencé en même temps que l'éruption explosive du Kituro, mais presque personne ne la remarqua.

La lave, très fluide, fut émise par des cheminées terminées par des mares circulaires, d'où elle sortait sans émissions gazeuses, et coulait en torrents incandescents, longs parfois de 1.000 m, larges de 10 à 30 m et fluant à 18 km/heure.

Entre ces mares de lave, jalonnant avec elles la fracture majeure, s'édifiaient des « spatter-cones », formés de paquets de lave molle agglutinés. Ces faibles appareils explosifs servaient de soupape d'échappement aux gaz, dont la proportion par rapport à la lave était ici relativement faible.

Après avoir, durant les 10 premiers jours de l'éruption, rempli la cuvette topographique située entre les volcans éteints Shove et Rumoka, les laves, toujours fort fluides, la débordèrent et dévalèrent vers le lac Kivu, coupant la route, le 13, vers 3 heures du matin et atteignant le lac le 15, à 7 heures a.m. (fig. 10).

Durant les mois de mars et d'avril, les laves émises dans ce secteur continuèrent à sortir et à s'étendre, jusqu'aux environs du 8 mai, époque où ce centre d'activité se tarit, du moins en surface. Il est en effet possible que la lave soit encore émise sous la surface solidifiée.

Goma, le 30 mai 1948.

*
**

Durant la première quinzaine de juin, les coulées de lave dermolithique (lisse, cordée) se sont lentement étendues vers le Nord-Ouest et principalement vers l'Ouest.

La mare de lave et les soufflots de fin mai se sont éteints. Seules s'en échappent encore quelques fumerolles. De nouvelles mares et de nouveaux soufflots, présentant les mêmes caractères, mais moins de virulence, sont nés en divers points du champ de lave, au Nord du cône principal, et à l'Ouest des soufflots de mai.

L'activité du cratère principal diminue considérablement. Après une phase assez virulente au début du mois, après que la cheminée centrale, sujette à de fortes et rapides fluctuations, eut atteint un diamètre de 35 m et une section quasi circulaire, le

cratère sembla entrer dans son agonie. La cheminée observée dans la première semaine de juin, et où la lave atteignait un niveau situé à une quinzaine de mètres sous la bouche, est actuellement remplacée par 3 et parfois 4 événements de 2 à 5 m de diamètre, sans lave visible, et ne crachant que faiblement.

D'assez importantes portions du cône intérieur s'effondrent dans les cheminées. Le volume de fumées est toujours important.

Goma, le 16 juin 1948.

*
* *

Les photographies que nous publions en annexe à la communication de M. H. Tazieff sont dues en partie à notre collègue J. Lepersonne, en partie à M. T. W. Gevers, professeur à l'Université du Witwatersrand à Johannesburg. Quelques-unes de ces dernières ont paru dans l'*Illustrated London News* du 10 juillet 1948. D'autre part, M. I. de Magnée a présenté à la séance du 30 avril 1948 de l'Institut Royal Colonial Belge, une note de M. H. Tazieff complétant les informations données ci-dessus, notamment en ce qui concerne le cheminement des laves entre le nouveau cône éruptif et le lac Kivu. Voir *Bulletin de l'Institut Royal Colonial Belge*, tome XIX (1948), pp. 624-627.

DISCUSSION.

M. Polinard rappelle les éruptions précédentes du même secteur et notamment celle qui a donné lieu en 1912 à la naissance du petit volcan Rumoka, dont les phases ont été observées à l'époque par le R. P. de Pélichy.

M. Denaeyer fait un rapprochement avec l'éruption de la Réunion, décrite par Lacroix, dont la lave à leucite présentait les types propres au dynamisme strombolien, lave en écharde ou en bombes « bouse de vache ».

M. Cambier rappelle le travail de F. Delhaye sur les volcans au Nord du Kivu, où il montre que ces petits cônes des Virunga sont situés sur des fentes rayonnant à partir des grands volcans. Chaque grand volcan a son domaine propre, où il forme avec l'ensemble de ses satellites une véritable « entité volcanique » avec composition identique des laves. C'est la différence de température, toujours plus élevée dans la cheminée centrale, qui justifie le dynamisme hawaïen d'un grand volcan, tandis que

ses satellites, alimentés sur des pentes latérales, émettent des produits à température moins élevée suivant un dynamisme strombolien.

Le 11 avril 1948, M. Lepersonne a prélevé, sur le volcan actuellement en évolution, des échantillons d'enduits produits par la condensation des fumerolles. Ces échantillons, expédiés par avion au Musée du Congo belge, ont été rapidement examinés. Ils sont constitués de salmiac (NH_4Cl), en très petits cristaux du système cubique (trapézoèdres), et d'un mélange de soufre, de sulfure d'As et probablement d'autres sulfures en faibles proportions, avec des traces de sélénium

4 mai 1948.

Sur l'existence dans les calcaires de la Bushimaie (Congo belge) de configurations énigmatiques d'aspect arborescent,

par E. POLINARD.

Aux confins des régions du Kasai et du Katanga, sous le manteau de recouvrement fait d'éluvions et de dépôts remaniés du système du Kalahari, le système de la Bushimaie, éventuellement surmonté de la base du Karroo, affleure aux versants des vallées principales. Ce système, sur la rivière Bushimaie, comporte une succession de dix niveaux modérément inclinés vers le Nord-Est et distingués du Sud vers le Nord, c'est-à-dire de bas en haut, dans une série psammitique Ps, dans une série de calcschistes de faible importance (C 1, C 2, C 3) et dans une série puissante de calcaires, dolomies et schistes (C 4, C 5, C 6, C 7, C 8-9, C 10) (1, 2) (1).

L'existence de calcaires construits, envisagée comme possible dès 1923 (1), semble actuellement bien démontrée (3, 4), spécialement en ce qui concerne les gros bancs à peu près continus des niveaux C 4 et C 8-9 ainsi que les îlots dispersés dans les calcaires C 10 et, éventuellement, C 7 (2, 5). D'autres formations de même type, mais moins bien définies, ont été signalées et décrites d'une façon très sommaire (4).

(1) Les chiffres entre parenthèses se rapportent à la bibliographie.

La formation géologique ici en question est la partie supérieure du niveau C 10, généralement constituée de calcaires fréquemment dolomitiques, gris ou roses, en bancs d'épaisseurs variables. De curieux dessins y ont été observés à environ 200 m à l'aval du passage d'eau de Bena n'Tumba, entre le poste de Bakwanga et l'ancien posté de Lukelenge, soit sur la rive gauche de la Bushimaie, en bordure de la plaine alluviale, à une centaine de mètres de la rivière. Le niveau C 10 est, en cet endroit, représenté par une superposition de bancs sensiblement horizontaux, dont l'épaisseur dépasse 1 m, l'affleurement étant haut de 2 à 4 m et surmonté localement du poudingue-brèche du Karroo (Pl. I, photo n° 1).

Ces deux formations, qui reposent l'une sur l'autre, sont séparées par un intervalle de temps considérable comprenant une période continentale de pénéplanation et caractérisé par une silicification sporadique des parties hautes des calcaires et des dolomies voisines de la surface d'abrasion.

Près du passage d'eau de Bena n'Tumba, la surface supérieure des bancs de calcaire est dégagée, sur quelques mètres carrés, du poudingue-brèche qui la surmonte.

Cet affleurement est bien connu. C'est une chute accidentelle dans l'une des crevasses qui découpent les bancs qui m'a valu de connaître les figures arborescentes visibles sur ses parois.

En effet, *sur les parois verticales* limitant les crevasses du calcaire, des dessins apparaissent, mis très légèrement en relief par la corrosion des eaux fluviales qui fait ressortir leurs contours légèrement siliceux, et tranchant sur le fond de la roche par une différence assez marquée des teintes (fig. 1 et Pl. II, photos n°s 1 et 2). De longs axes rectilignes, perpendiculaires à la stratification, s'échappent des expansions d'apparence foliacée et à contours ondulants. Les axes verticaux sont distants l'un de l'autre de 20 à 30 cm. Sur les parois verticales perpendiculaires à la crevasse s'observent le même écartement des axes et les mêmes dessins d'aspect arborescent.

Les axes verticaux se prolongent d'un banc à l'autre; ils sont simplement interrompus par les joints de stratification. Bandes de 1 à 2 cm de large en léger creux; ils représentent une section de cylindre très allongé. Leur largeur reste à peu près constante de haut en bas.

Les expansions d'aspect foliacé qui se greffent sur l'axe sont distantes de 5 à 10 cm; leur développement, très variable, atteint jusqu'à 25 cm. Elles se raccordent à l'axe principal suivant

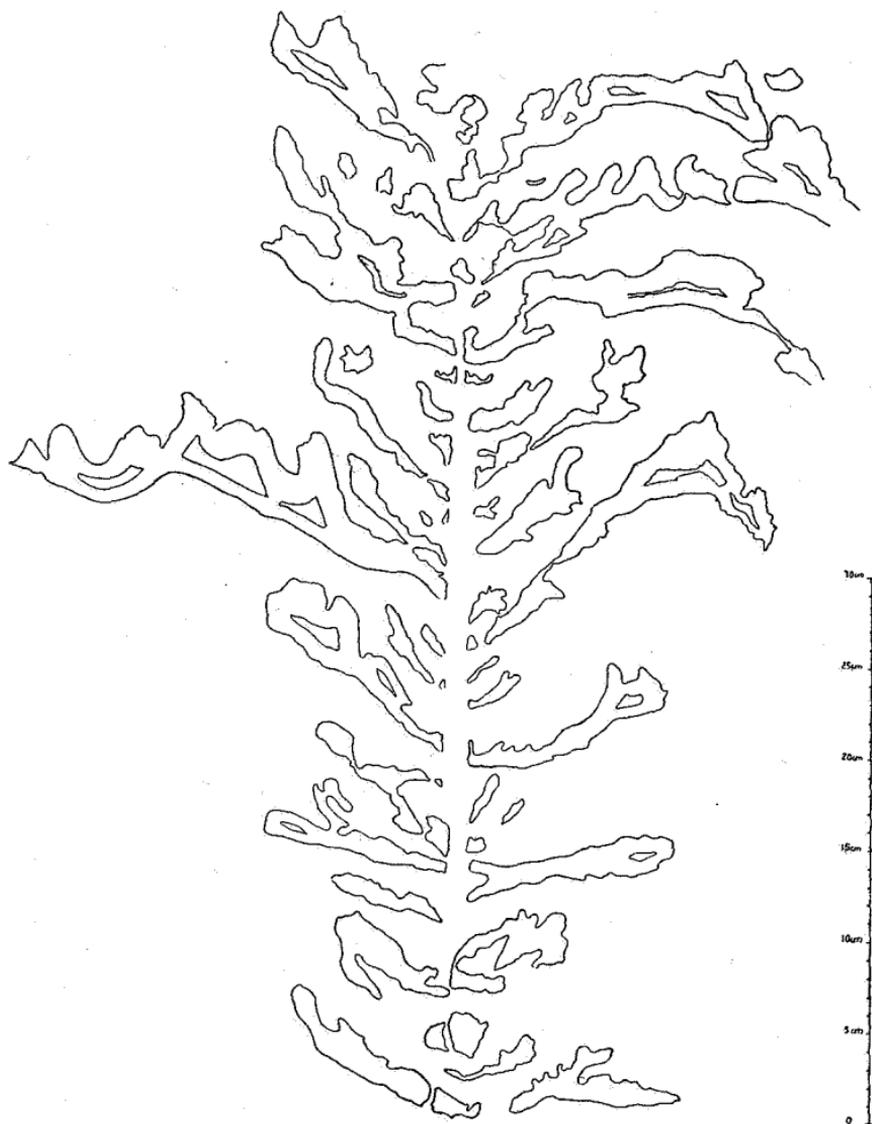


FIG. 1. — Partie d'une forme arborescente calquée sur la paroi d'une crevasse dans le calcaire de Bena n'Tumba et réduite.

l'horizontale ou font avec l'horizontale un angle de 0 à 15° et peuvent ensuite se recourber vers le haut. De façon générale, dans une coupe verticale, elles s'élargissent en s'écartant de

l'axe et peuvent se diviser en deux branches d'importance variable. Leur épaisseur mesurée dans un même plan est très irrégulière : généralement comprise entre 1 et 5 mm au départ de l'axe, cette épaisseur augmente progressivement ou brusquement, donnant souvent lieu à des épanouissements qui peuvent atteindre 2, 3 et exceptionnellement 4 cm. Vus sur une section verticale, les contours des expansions foliacées ne sont pas symétriques par rapport à l'axe médian. La partie inférieure est généralement assez régulière et prend la forme d'une surface ondulante, tandis que la partie supérieure présente des échancrures, de fortes nodosités et même des digitations successives (fig. 2). Les échancrures opposées donnent lieu à des étranglements qui réduisent parfois l'épaisseur à 2 ou 3 mm.

Il peut se faire que, dans un plan vertical, des expansions foliacées appartenant à des axes voisins se raccordent par leurs extrémités; mais ce cas est exceptionnel.

Dans un même plan vertical passant par l'axe, on constate généralement que les sections des appareils fixés sur l'axe sont opposées deux à deux, ce qui pourrait faire croire à une disposition verticillée en planchers successifs le long de l'axe vertical.

Les coupes verticales en long des appendices montrent une disposition finement rubanée, les mises d'épaisseur, souvent inférieures à $\frac{1}{2}$ mm, différant entre elles par leurs nuances, du gris au noir. La teinte générale s'éclaircit à mesure qu'on s'écarte des contours. La partie centrale comporte d'ailleurs une mise de calcite gris clair ou blanchâtre, large de moins de 1 mm, et qui, s'étendant suivant l'allongement général de l'expansion, est généralement décalée vers le bas par rapport à la surface médiane. Dans les élargissements et nodosités, cette mise de calcite s'épanouit en une masse allongée limitée par un contour en forme de ligne brisée.

La silicification n'affecte que les surfaces qui ont été longtemps exposées aux agents atmosphériques. Sur les surfaces verticales elle se marque par un liséré discontinu de quartz, constitué de grains d'une fraction de millimètre à 2 mm de taille qui soulignent le contour des expansions foliacées et font une légère saillie sur la diaclase.

Les sections à peu près verticales découpées *transversalement* dans les expansions fixées à l'axe montrent la fréquence d'un développement plus grand dans le sens horizontal que dans le sens vertical.

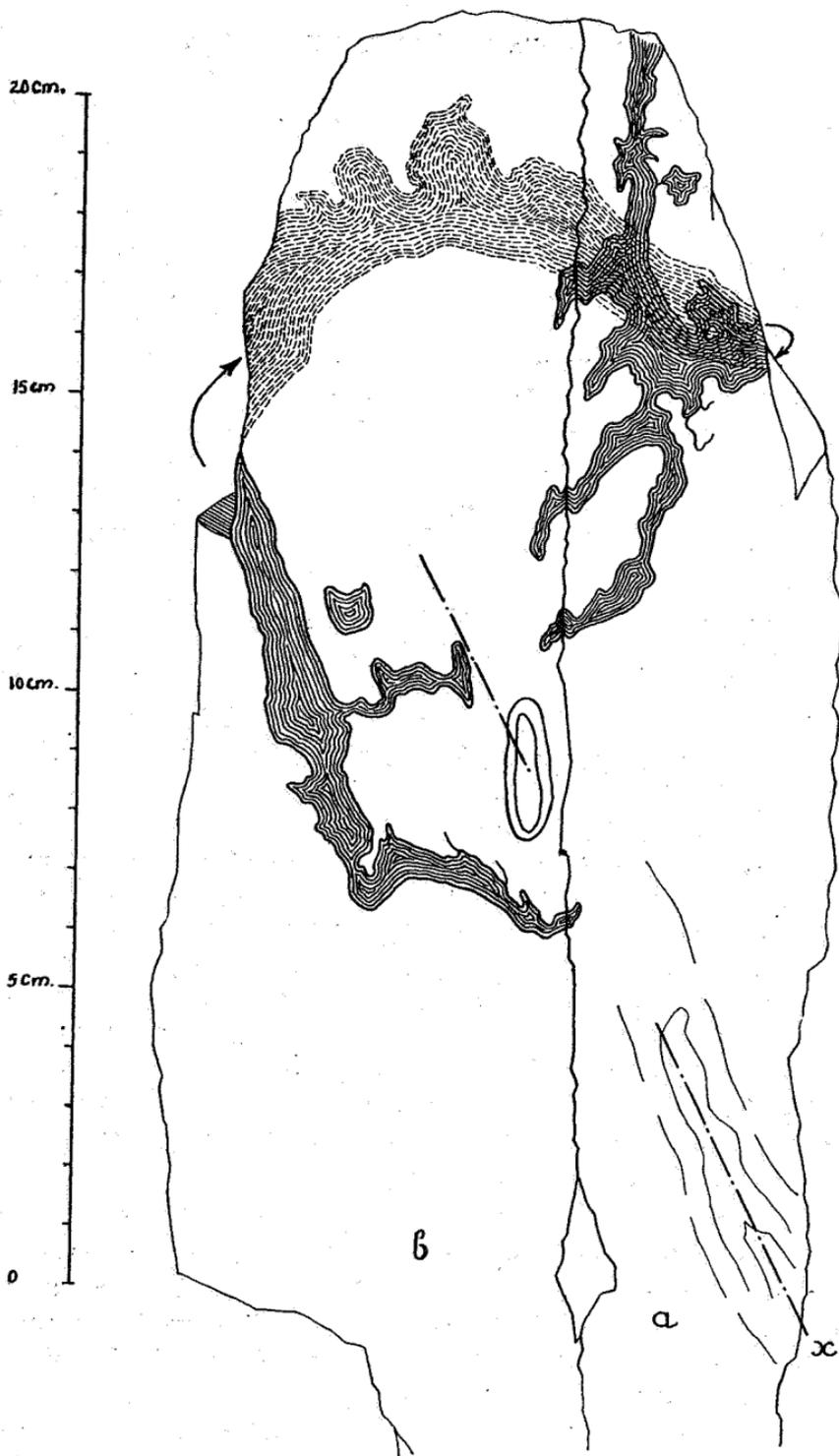


FIG. 2. — Croquis d'un bloc calcaire portant sur ses trois faces le trajet d'une expansion foliacée.

a et *b* = faces avant; *c* = face arrière; *x* = axe.

A la *face supérieure* des bancs on observe des protubérances siliceuses, sortes de mamelons séparés par des dépressions correspondant aux parties non silicifiées de la roche. Ces mamelons correspondent aux « sorties » des axes verticaux et des expansions qui s'y greffent (Pl. I, photo n° 2).

Des sections d'expansions foliacées se retrouvant tout autour du sommet de la protubérance, point de passage de l'axe, on en conclut qu'il ne s'agit pas d'appendices opposés deux à deux sur la tige, mais d'un ensemble de verticilles formant planchers ou de digitations qui entourent tout au moins partiellement l'axe.

Afin de se représenter en volume le dispositif arborescent accusé par les sections verticales et horizontales, il est utile d'examiner des blocs d'échantillons présentant des formes grossièrement parallélépipédiques, de manière à pouvoir, sur leurs diverses faces, suivre une même expansion.

Voici un bloc de 25 cm de hauteur; sa forme rappelle celle d'un prisme triangulaire allongé.

Une *première face* (a) de ce bloc fait voir la section oblique d'un axe vertical (fig. 2 et Pl. III, photo n° 2). La largeur de cette « tige » est d'environ 1,0 à 1,5 cm. La face y découpe des ellipses successives, de teinte gris foncé, d'environ 1 mm d'épaisseur; elles paraissent indiquer que la tige présente au moins deux gaines concentriques séparées par un remplissage dont l'aspect rappelle celui de la roche intercalée entre les expansions latérales. Des traînées de petits traits foncés visibles dans la matière carbonatée remplissent l'espace compris entre les gaines; elles ne sont nullement dans le prolongement des traînées incurvées observées dans la roche entourant la tige.

A des intervalles de 2 à 3 cm, des appendices latéraux, délimités par leur teinte foncée, avec ligne submédiane de calcite blanche, se greffent sur la tige, en faisant avec elle un angle d'environ 60° vers le haut. Le raccord se fait par un pédoncule court (0 à 5 mm) et étroit (1 mm), bientôt suivi d'un brusque épanouissement vers le haut, en sorte que l'expansion a une épaisseur de 0,5 à 2,0 cm, qui se maintient sur 3 à 5 cm. L'expansion est parfois interrompue par des enclaves plus ou moins arrondies de la roche, enclaves qui en coupe ont de 0,5 à 1 cm². Après quelques centimètres, l'appendice passe à un

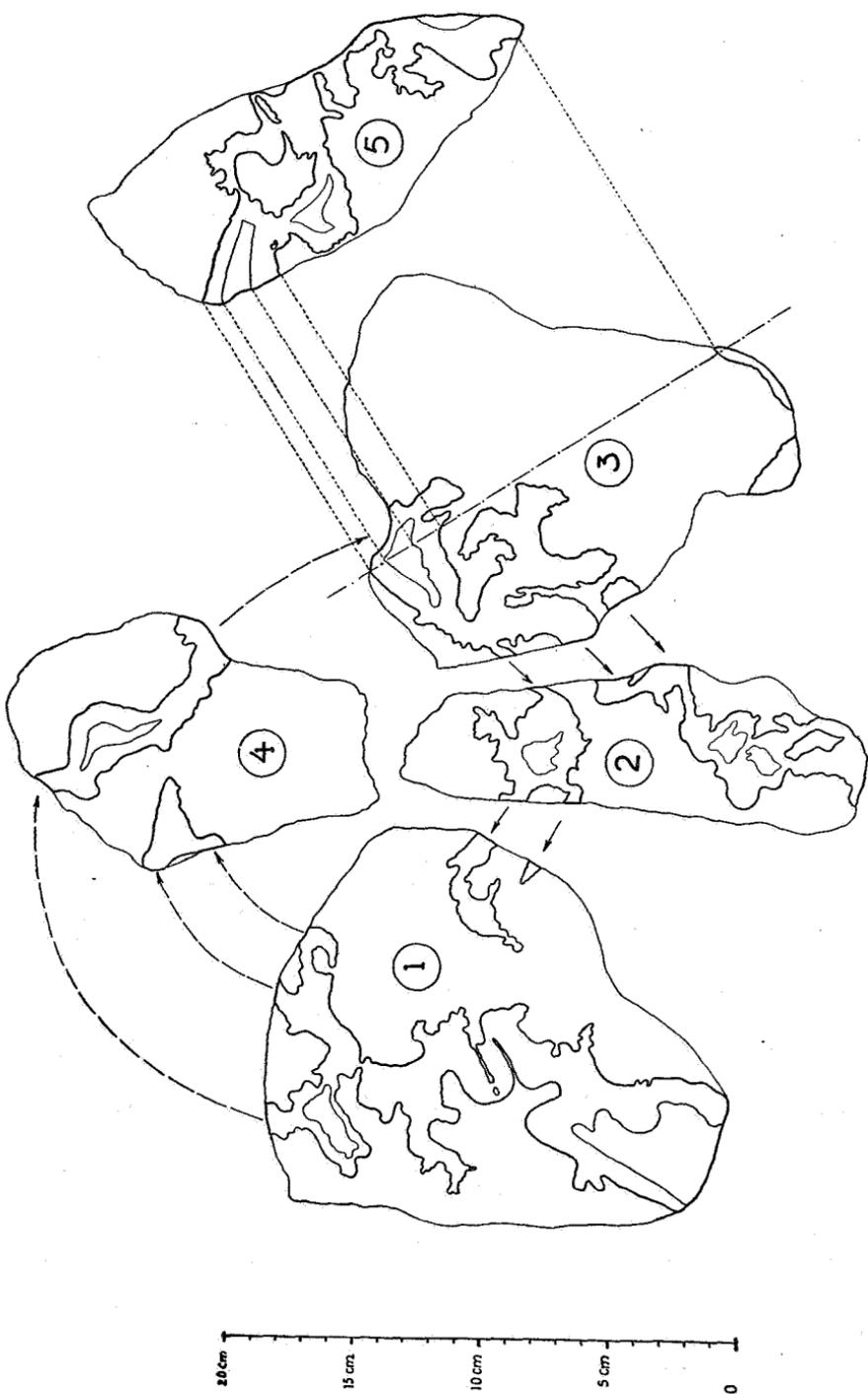


FIG. 3. — Rabattement dans le plan du dessin des trois faces latérales

(1, 2, 3) et de la face supérieure scié longitudinalement (5), perpendiculairement à la face 3.

Les flèches indiquent le raccordement des faces. Réduit au 1/5.

ruban régulier ou contourné qui le prolonge ou s'y raccorde par un coude étroit. Les raccords à la tige de certains des appendices sont opposés deux à deux.

Une *seconde face* (Pl. III, photo n° 3 et fig. 2, face arrière, cachée, *c*) fait avec la première un angle d'environ 100°. Elle recoupe quelques expansions et fait voir leur élargissement dans le plan horizontal. En même temps, elle montre la forme compliquée à laquelle un appendice peut passer latéralement. Vers le haut, le meulage du bloc fait apparaître le prolongement de l'expansion : celle-ci paraît contourner l'axe.

La *troisième face* (Pl. III, photo n° 1 et fig. 2, face *b*), qui fait avec la première un angle d'environ 70°, recoupe obliquement la « tige » suivant une ellipse de 25 et 9 mm d'axes et montre une nouvelle section des expansions successives sous forme de rubans.

Une de ces expansions, qui se termine dans la section à environ 1,5 cm de l'axe, se poursuit sous la surface et, après avoir contourné l'axe sur 180°, rejoint une autre expansion dont le raccord à l'axe est situé à environ 7 cm au-dessus du départ de la première et du côté opposé à celle-ci.

On a bien l'impression que l'expansion se développe en hélice autour de l'axe vertical. On peut observer sur toute son étendue la régularité de sa surface inférieure et l'allure capricieuse de sa surface supérieure. On observe également dans toutes les coupes transversales de cette expansion l'existence de mises successives.

Un second bloc plus ou moins parallélépipédique montre sur ses quatre faces le développement d'une expansion. La figure 3 reproduit, rabattues dans un même plan, les trois faces latérales (1, 2, 3) et la face supérieure (4) du bloc. Il y a passage au travers des faces 1, 4, 3 et 2 avec terminaison dans la face 1, mais sans raccord avec l'origine. Une coupe normale à la face 3 montre la complexité de l'expansion dans la masse du bloc. La position de l'axe sur lequel se greffe cet appareil n'a pu être déterminée.

Les différentes coupes donnent bien l'impression d'une expansion épaisse de 1 à 3 cm, largement étalée, mais ses digitations et ramifications sont des plus irrégulières.

Un caractère essentiel de la stratification de la roche contenant les formes arborescentes est l'absence de toute surface rigoureusement plane. Entre les axes verticaux, les joints de stratification sont légèrement incurvés vers le bas (Pl. II, fig. 1 et 2). Par contre, entre les expansions foliacées, la courbure de ces surfaces est fréquemment dirigée vers le haut. Un fait est certain, c'est que l'allure de la stratification a été nettement influencée par le développement des expansions:

Généralement grise, la teinte de la partie stratifiée de la roche peut localement devenir gris rougeâtre.

En sections polies les expansions tranchent sur le fond sédimentaire par leur teinte beaucoup plus sombre en bordure et par la répartition zonée des mises qui les composent (Pl. I, photo n° 3).

Sous la loupe, sur sections polies, elles apparaissent comme un remplissage de vides par dépôts successifs : superposition de bandes calcaires épaisses d'une fraction de millimètre et différant légèrement l'une de l'autre par leur teinte; elles épousent l'allure des parois. Très foncées au contact de la roche, ces mises se font de plus en plus claires à mesure qu'elles s'en écartent; vers le centre, mais avec léger décalage vers le bas, une mince couche de calcite grise ou blanche tranche par sa teinte claire sur les bandes voisines.

Le décalage vers le bas de la couche médiane de calcite blanche, qui représente le terme ultime du remplissage, fait supposer un dépôt asymétrique, comprenant plus de termes vers le haut que vers le bas.

Dans les élargissements des expansions, la mince couche de calcite blanchâtre est remplacée par un noyau du même minéral, noyau délimité par des surfaces faiblement incurvées et même localement planes.

L'examen sur section polie en lumière réfléchie ne montre cependant qu'une disposition en fuseaux et en lentilles allongées, à contours dentelés, dont le grand axe est perpendiculaire aux expansions.

Il en est de même de l'examen en lumière transmise au travers de lames épaisses de 0,01 à 0,02 mm (fig. 4). On y voit une structure cataclastique généralisée, caractérisée par un réseau serré de fissures sensiblement rectilignes d'orientations diverses, parmi lesquelles la direction perpendiculaire à la bordure de l'expansion est prépondérante. Ces fissures comprennent entre elles des fragments polyédriques d'un carbonate,

parmi lesquels dominent ceux dont l'allongement est normal au bord externe. Aucune trace de cellules organiques n'est visible.

Une disposition cataclastique assez analogue se remarque aussi dans la roche encaissante. Toutefois les petits fragments de carbonate sont uniformément développés et ne présentent aucune tendance à l'allongement. De plus, dans l'ensemble, ils

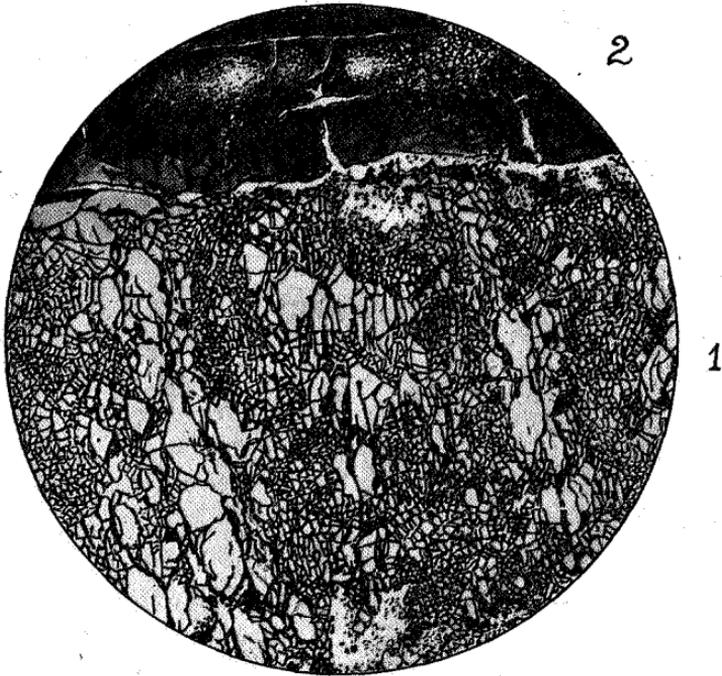


FIG. 4. — Structure cataclastique d'un « appareil foliacé » (1) et de la roche qui le contient (2).

Grossissement : 10 fois.

sont plus petits que ceux qui affectent les expansions foliacées. Enfin, on reconnaît des trainées constituées par des fragments de même grosseur, trainées dont l'allongement est fréquemment oblique par rapport au contour des expansions.

Des réseaux de cassures secondaires, beaucoup plus lâches que le réseau primitif, découpent à la fois les appareils d'apparence foliacée et la roche qui les entoure. Ils sont remplis d'une matière opaque et plus rarement de calcite.

Enfin de longues cassures, larges d'environ 0,1 mm ou davantage, traversent le tout. Elles sont remplies de calcite. La bor-

de dure des expansions d'apparence foliacée peut être elle-même soulignée par un mince liséré du même minéral.

Les noyaux blancs sont constitués par de la calcite bien limpide, atteinte par le même degré de cataclase que celui qui vient d'être décrit. Mais ici le sectionnement limite de petites surfaces en forme de rectangles ou de parallélogrammes, suivant deux directions qui se recoupent et qui sont deux directions de clivage. Il y a continuité cristallographique sur toute l'étendue du noyau ou sur certaines parties de celui-ci.

L'attaque par HCl dilué à 5 % et à froid donne une effervescence très courte et peu intense sur la roche encaissante, une effervescence plus vive et plus longue sur les sections d'apparence foliacée et plus marquée encore sur les noyaux internes. Ce comportement de HCl indique une différence de composition des trois parties intéressées, ou est la conséquence d'une différence dans leur degré de cataclase qui augmente ou diminue les surfaces d'attaque.

Les trois analyses chimiques ci-après, établies par G. Laro-chaymond, se rapportent respectivement : la première aux parties grises de la roche stratifiée comprises entre les dessins, la seconde aux parties rougeâtres de la même roche et la troisième au remplissage des dessins. On notera que, pour l'analyse, la couche médiane de calcite blanche a été enlevée de la roche constituant ce remplissage.

Roche comprise entre les dessins.

	Partie grise	Partie rougeâtre	Remplissage des dessins
Humidité	néant	néant	0,04
H ₂ O combinée	0,34	0,14	0,06
CO ₂	40,07	41,30	43,65
SiO ₂ combinée	2,12	2,43	0,31
SiO ₂ libre	2,47	1,66	0,08
Al ₂ O ₃	1,94	2,09	0,29
FeO	0,45	0,54	0,09
Fe ₂ O ₃	traces	0,14	0,04
MnO	néant	néant	0,07
CaO	48,84	42,68	54,40
MgO	1,38	6,99	0,84
Na ₂ O	1,49	1,08	0,03
K ₂ O	0,63	0,59	0,01
SO ₃	0,08	0,24	0,05
	99,81	99,88	99,96

Ces analyses conduisent aux conclusions suivantes :

1° La roche comprise entre les dessins est un calcaire ou un calcaire dolomitique comportant assez bien d'impuretés;

2° La matière grise remplissant les dessins est un calcaire d'une grande pureté, moins dolomitique que la roche.

L'attaque par HCl dilué faisait prévoir ces conclusions.

Je possède un échantillon de calcaire qui présente une constitution assez semblable à celle qui vient d'être décrite (pl. IV). Cet échantillon a été prélevé par I. Vassilevsky sur la rive droite de la Bushimaie, à quelques centaines de mètres à l'Ouest de la source Albert.

Extérieurement, indépendamment de quelques dessins énigmatiques et peu nets qui apparaissent parmi les rugosités provoquées par l'action des agents atmosphériques, on remarque une zone ellipsoïdale de 8 et 5,5 cm d'axes, montrant en dépression et en relief des ellipses concentriques dont le centre correspond à un axe qui s'enfonce obliquement dans la masse de l'échantillon (pl. IV, photo n° 1).

Une section perpendiculaire aux ellipses et passant par le grand axe de celles-ci donne lieu aux observations suivantes (pl. IV, photo n° 2) :

Coupé obliquement par la section elliptique extérieure, un cylindre d'environ 5 cm de diamètre traverse l'échantillon sur toute sa longueur, c'est-à-dire sur 15 à 17 cm. Sur les bords de ce cylindre se greffent des appendices distants l'un de l'autre de 1 à 2 cm et dont il n'est pas possible d'estimer la longueur, celle-ci dépassant les limites de l'échantillon. Le cylindre et ses appendices tranchent par leur teinte gris clair sur le fond gris foncé de la roche qu'ils affectent.

Le cylindre est plein, sauf au centre de l'échantillon, où il présente une cavité allongée dans le sens de l'axe, cavité large de 2 cm et dont les parois sont tapissées de petits cristaux de calcite blanche.

Le cylindre et ses appendices sont séparés du reste de la roche par une enveloppe claire de calcite de 2 mm de large.

Si la forme décrite présente encore un aspect arborescent, elle s'écarte toutefois des formes de Bena n'Tumba par le diamètre beaucoup plus important de la tige axiale.

CONCLUSIONS.

Les observations sur les objets de forme arborescente rencontrés dans les calcaires en gros bancs du niveau C 10 à Bena n'Tumba peuvent se résumer comme suit :

1. Sur de longs axes verticaux régulièrement répartis et distants de 20 à 30 cm se greffent des expansions d'apparence foliacée. Celles-ci ont une tendance à s'incurver vers le haut, s'élargissent en s'écartant de la tige, prennent des formes noduleuses, étranglées ou digitées et peuvent contourner l'axe par un développement en hélice. Il peut y avoir exceptionnellement contact entre des expansions greffées sur le même axe ou sur deux axes voisins.

2. Axes verticaux et expansions se présentent comme des vides dans le sédiment, vides qui auraient été remplis à partir des parois par des mises successives d'une matière calcaire, non dolomitique et d'une grande pureté.

3. Une cataclase généralisée et très poussée a émietté la roche et les formes arborescentes qu'elle contient; elle a eu lieu après l'ultime dépôt de calcite qui a rempli les derniers creux persistant dans les expansions.

4. Aucune trace de structure cellulaire n'a été observée.

De ces observations on ne peut tirer aucune conclusion certaine concernant la genèse des formes intéressées.

Si l'allure arborescente peut faire songer dès l'abord à une origine végétale et peut même rappeler, à première vue, une origine algaire, le manque de régularité et de symétrie des expansions foliacées et la disposition « en planchers » de la matière des expansions peuvent suggérer une tout autre origine, par exemple la création de vides dans le sédiment et leur remplissage subséquent.

BIBLIOGRAPHIE.

1. ED. POLINARD, Constitution géologique des régions de la Bushimaie et de la Lubi aux confins de la Province du Congo-Kasai et du Katanga (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, publ. relat. au Congo belge, t. XLVIII, 1924-1925, pp. 41-123).
2. — Constitution géologique du bassin de la Bushimaie entre la Mui et la Movo (Congo belge) (*Mém. Inst. Roy. Col. Belge*, sect. Sc. nat. et méd., in-4°, 1948; à l'impression).

3. L. CAHEN, A. JAMOTTE, J. LEPERSONNE et G. MORTELMANS, Aperçu sur la question des algues des séries calcaires anciennes du Congo belge et essai de corrélation. Présentation d'échantillons (*Bull. Soc. belge de Géol., Paléontol. et d'Hydrol.*, t. LV, 1946, pp. 164-191).
4. P. SCHNOCK, Note sur les algues calcaires découvertes dans la région voisine du confluent Lubilash-Bushimaie (*Ibid.*, t. LVI, 1947, pp. 196-198).
5. ED. POLINARD, Les niveaux à stromatolithes du système de la Bushimaie aux confins des régions du Kasai et du Katanga (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. LXXI, 1948, pp. 167-178).

DISCUSSION.

M. Schnock dit que non loin de Bakwanga, au voisinage de la source Albert, Vassilevsky avait trouvé un dispositif analogue. Il établit un rapprochement avec les algues calcaires des types Collenia, Conophyton, etc. Il se pourrait, dit-il, qu'entre les thalles, la matière enrobante ait subi un phénomène de dissolution, le vide ayant été rempli postérieurement par de la silice. Dans ces conditions, l'image actuellement apparente reproduirait « en négatif » la disposition primitive.

M. Mortelmans est, à certains détails près, du même avis.

M. Polinard répond qu'il a exposé des faits dont il ne prétend pas donner une explication satisfaisante. Toutefois, il oppose à celle de MM. Schnock et Mortelmans la verticalité absolue et générale des axes constatés ainsi que la disposition tournante des appendices foliacés, qui ne pourraient se concevoir dans le cas où il s'agirait simplement d'espaces interstitiels.

M. Cahen demande si les observations de M. Polinard ont été limitées à un niveau déterminé. M. Polinard répond qu'il n'a rien observé en dehors de son niveau C 10 de l'étage de la Bushimaie.

M. Dumon dit que les échantillons présentés ont l'apparence des calcaires dévoniens à Stromatopores, mais reconnaît que ceux-ci ne présentent pas d'axe, comme c'est ici le cas.

EXPLICATION DE LA PLANCHE I.

FIGURE 1. — Les bancs de calcaires dolomitiques à traces fossiles de forme arborescente du niveau C10 du système de la Bushimaie, surmonté du poudingue-brèche du Système du Karroo, à Bena n'Tumba, rive gauche de la Bushimaie.

Cliché M. C. FARNHAM, 1922.

FIGURE 2. — Partie supérieure des mêmes bancs, modelée par les agents atmosphériques et présentant des bosses partiellement siliceuses dont le centre correspond au point de passage de l'axe vertical d'une forme arborescente.

Cliché E. POLINARD, 1947.

FIGURE 3. — Section polie dans la roche à formes arborescentes, faisant apparaître la courbure de la stratification de la roche ainsi que les caractéristiques des appendices d'apparence foliacée: forme contournée et digitée, compliquée de nodosités et d'étranglements; division en planchers successifs de la matière des appendices, dissymétrie de la veine de calcite médiane par rapport aux bords, apparition d'un noyau polygonal de calcite au centre des élargissements. Réduit aux 3/4.

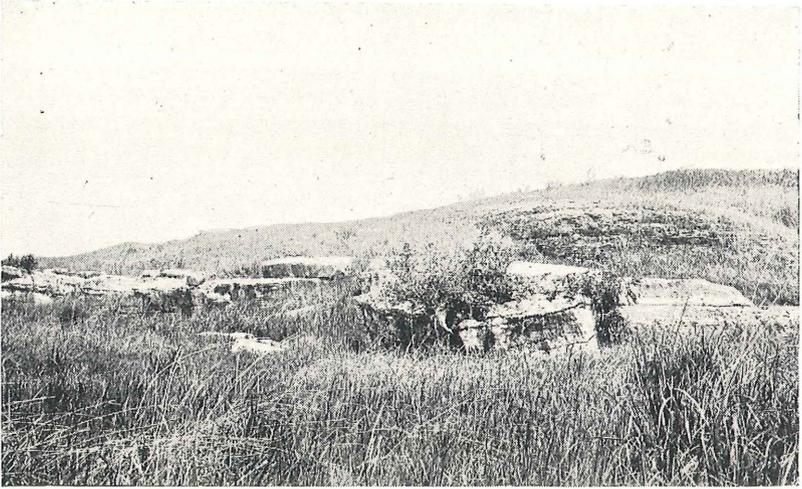


FIG. 1.

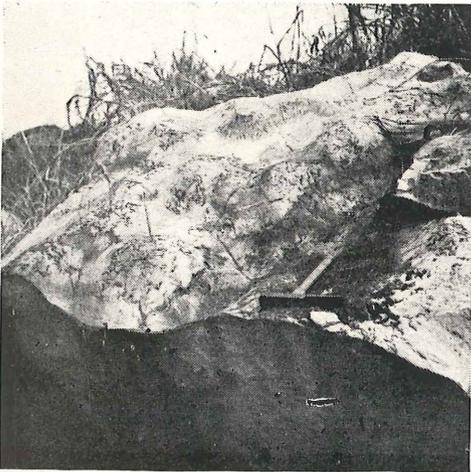


FIG. 2.



FIG. 3.

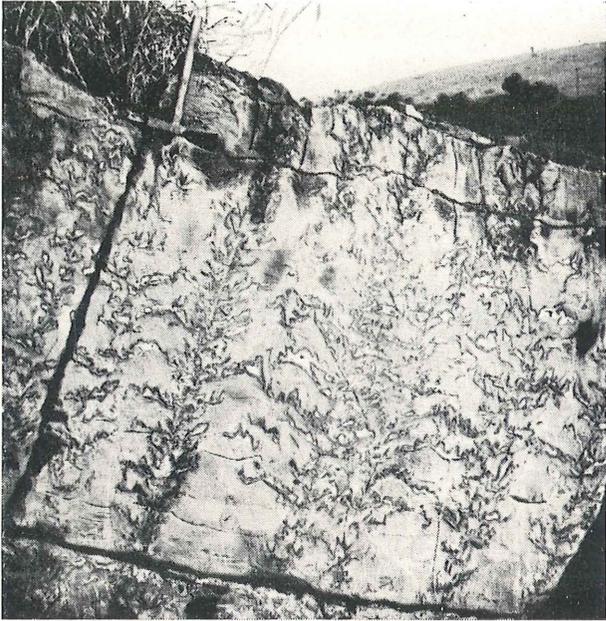


FIG. 1.



FIG. 2.



EXPLICATION DE LA PLANCHE II.

FIGURES 1 et 2. — Formes arborescentes apparaissant sur les deux parois d'une crevasse découpant deux gros bancs superposés du niveau C10 à Bena n'Tumba. On remarque la disposition parallèle et l'écartement assez constant des axes, l'apparence foliacée des appendices qui s'y greffent, le raccordement possible, quoique exceptionnel, de deux appendices appartenant à des axes voisins. Les surfaces de stratification sont incurvées et paraissent influencées par la présence des formes arborescentes.

Clichés E. POLINARD, 1947.

EXPLICATION DE LA PLANCHE III.

Trois faces d'un bloc prismatique à section trapézoïdale provenant de Bena n'Tumba. Réduit aux 3/10.

La figure 2 montre la section oblique d'un axe et la section des appendices d'apparence foliacée qui s'y greffent. La « tige » comporte une disposition de la matière suivant une succession de manchons concentriques. On remarque l'allure compliquée des appendices qui peuvent se rejoindre par un canal étroit et dont certains englobent de la roche stratifiée.

La face du bloc représentée sur la figure 1 expose sous forme d'ellipse le passage de la « tige »; elle montre l'allure foliacée des appendices et leur redressement progressif.

La face reproduite sur la figure 3 donne une idée de l'élargissement latéral des appendices.

L'appendice foliacé qui prend naissance sous l'ellipse de la photo n° 1 passe à la partie supérieure du bloc représenté à la figure 3, contourne ce bloc et se raccorde au dessin compliqué visible à la partie supérieure de la figure 2; ce dessin paraît s'appuyer sur l'axe à une hauteur plus élevée que le point de départ situé sur la gauche de l'axe et visible sous l'ellipse de la figure 1.

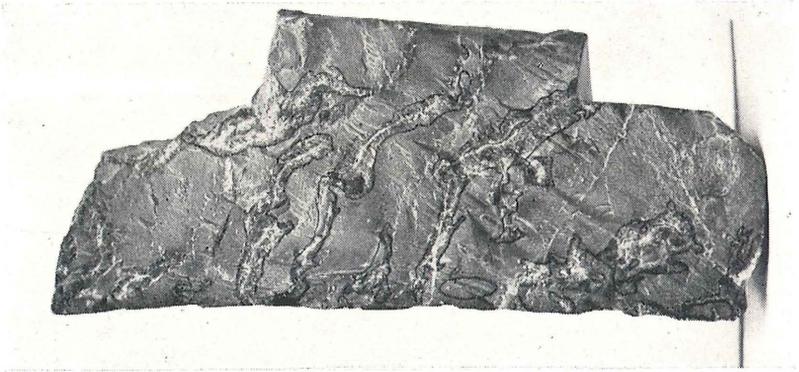


FIG. 1.



FIG. 2.

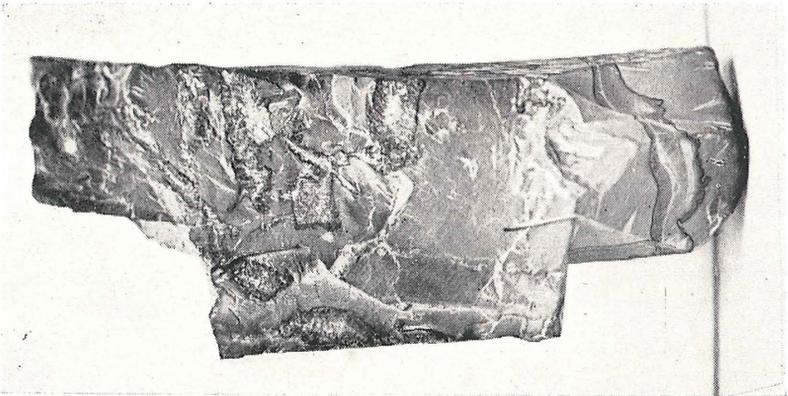


FIG. 3.

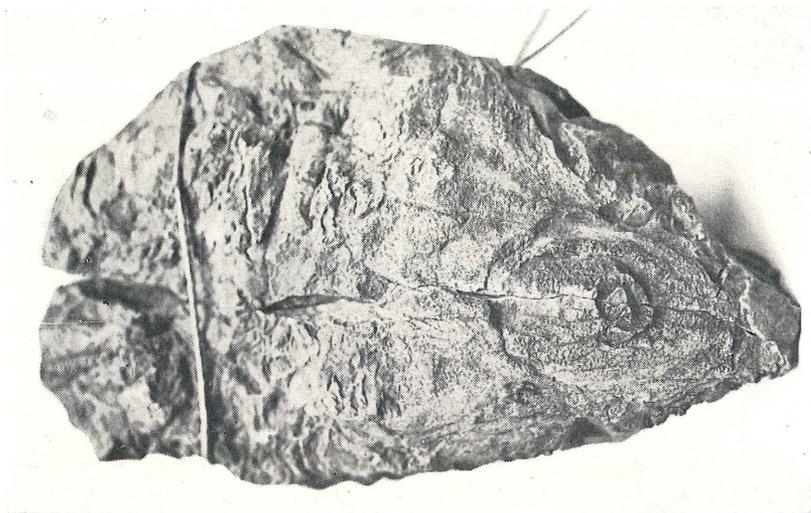


FIG. 1.

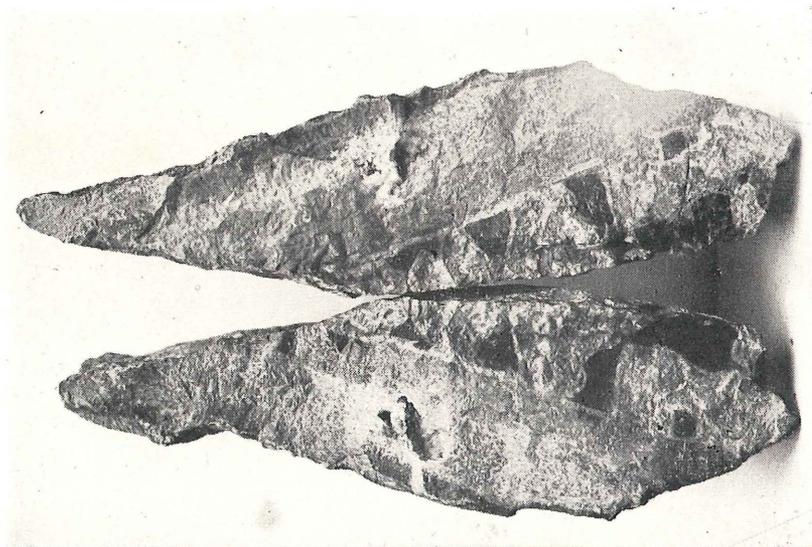


FIG. 2.

EXPLICATION DE LA PLANCHE IV.

Bloc provenant des environs de la source Albert, sur la rive droite de la Bushimaie.

FIGURE 1. — Section oblique, elliptique, d'un axe. Échelle 4/10.

FIGURE 2. — Coupe verticale passant par l'axe. Échelle 2/3. Axe avec vide intérieur; appendices greffés sur l'axe et séparés par de la roche normale apparaissant en noir sur la photo.

A Cretaceous Pterosaur from the Belgian Congo,

par W. E. SWINTON.

In May 1947, it was announced by M. L. Cahen and J. Lepersonne (1, p. 614) that the remains of the first reptile bone to be found in the Karroo of the Belgian Congo had just been discovered. This important announcement stated. « Il nous reste à signaler ici que M. Bequaert, attaché au Musée du Congo belge, a ramené des environs de Bibanga (Sankuru) un os fossilisé de reptile trouvé en contre-bas d'un petit relief formé des couches L 3 ou B. Des lambeaux de schistes adhèrent encore à l'os qui est ainsi bien localisé stratigraphiquement. Ce fossile est à l'étude actuellement et nous espérons qu'une détermination permettra de tirer profit de cette importante trouvaille paléontologique. »

This fossil is of great importance and it is with appreciation of this that I wish to thank the authorities of the Musée du Congo Belge, and especially M. Lepersonne and Cahen for the honour they have done me in submitting the specimen for examination and for allowing me to contribute this paper to their symposium.

The bone was found lying upon the ground, in three closely associated pieces. The locality may be given, generally, as near Bibanga (Katanga-Kasai border), Belgian Congo, latitude 6°20' S, longitude 23° S 4' E.

A small amount of matrix was adhering to the bone and it is clear that in colour and texture it approximates to the constituents of the Lualaba Series that is probably of Middle Beaufort (Karoo) age.

On their receipt in the Geological Department of the British Museum the three fragments were very carefully cleaned and fitted together. There is no doubt that they are three adjoining portions of one bone. This bone is incomplete and only the distal part is represented. The combined portion is of a pinkish-brown colour, at first sight reminiscent of many Karroo bones. The distal end is well preserved but proximally the bone surface is much cracked with a characteristic egg-shell

type of fracture. The main characteristic is the extreme thinness of the bone wall, which is never more than 1 mm. thick.

The dimensions are :

Total length of fragment	184 mm
Maximum width (lateral) at proximal end	27 mm
Antero-posterior width at proximal end	20 mm
Maximum width (lateral) at distal end	22 mm
Maximum antero-posterior width	24 mm

The broken proximal end is oval, the medullary cavity being filled with a fine grained soft grit and there is no sign of any structure. The bone then gradually narrows until it reaches its minimum width, in both directions, at 55 mm. from the distal end. From this point it runs very nearly straight, but with a very slight expansion, to the articular end. The surface of the bone throughout, where it is not coloured by the matrix, is compact and calcite-like in appearance. The view of the hinder (or ventral) surface is seen in figure 1.

The distal, articular, end is very distinctive and is closely similar to a fragment described by Owen (2, pp. 17-19, pl. IV). It is clearly a pulley-joint with three convex ridges. The two outer ridges form the lateral margins of the bone and extend from the front surface, where they start 16 mm. above the distal end, right round to the posterior surface, where they die out 18 mm. above the distal end. They both thus describe more than a half circle. The middle ridge is small and less extensive; indeed it is only seen for 10 mm. on the very base of the bone. The ridges are all roughly parallel and are oblique, being inclined 23° outwards from the antero-posterior direction. The outer ridge is thicker than the inner but projects slightly less anteriorly and considerably more posteriorly than the inner ridge. Seen from below, the bone is very much like a pulley in section and these ridges are 3 mm. high, whereas the central ridge is elevated slightly less than 1 mm. The pulley muscle was therefore confined in a well-developed groove and a testimony to its strength is given by the impression of a sesamoid bone on the hinder surface above the ridges. Although the outer and inner ridges are in the same direction so far as their effective control over the pulley muscle is concerned, their varied thickness makes the sides of the bones

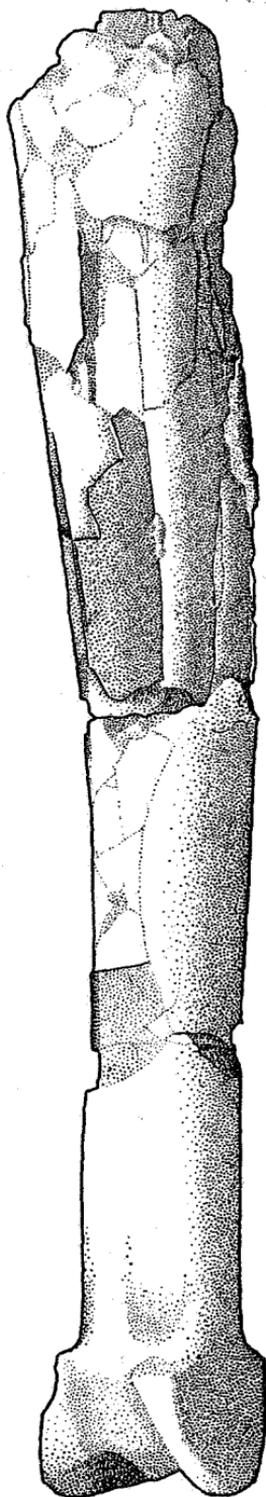


FIG. 1.

FIG. 2.



FIG. 1. — **Hinder (ventral) aspect of wing-finger metacarpal.**
Natural size.

FIG. 2. — **Outer (lateral) aspect of distal articular end.**
Natural size.

FIG. 3. — **Articular surface of distal end.** $\times 2$.

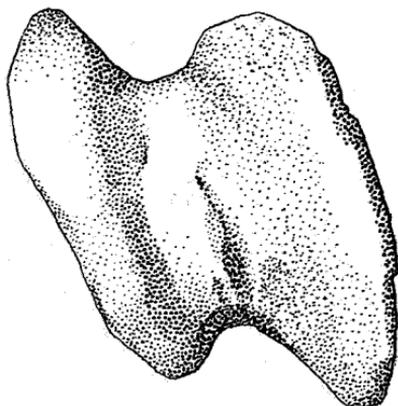


FIG. 3.

slope at different angles so that the lines continuing their directions would converge at 60 mm. behind the back of the bone. These features are observable in figures 2 and 3.

The remarkable lightness and thinness of the bone and the details of its trochlear joint prove that the bone comes from a Pterosaur, or flying reptile.

The bone itself is the distal half of the metacarpal of a wing finger of the left side. The proximal end, despite its crushing, is clearly not of the triangular section that is characteristic of the proximal end of the complete metacarpal. A comparison with other specimens suggests that the present specimen if complete might be about 36 cms. long. This again suggests that, using the general proportions that obtain in some of the Pterosaurs, the length of the whole wing might be just over 2 metres (7 feet) and that the whole wing span would be in the region of 4-5 metres (15 feet).

Reliability cannot be placed on this figure for considerable variety exists in the relative length of the metacarpus and phalanges in different genera of Pterosaurs but it is certain that the Pterosaur from which the bone was derived was of considerable size. Its actual generic identity may then be sought along two lines. Firstly, by direct comparison with other specimens; and secondly on the grounds of size alone, since it does roughly distinguish the Pterosaurian families.

Comparison with other specimens shows its very close similarity to the bone described by Owen and referred to above, although that specimen is slightly larger, with a slightly wider groove, and is from the opposite wing-finger. It is also in close agreement with three specimens, showing the distal articular ends, in the British Museum, each of which was separately determined by Sir Arthur Smith Woodward and Dr. C. W. Andrews. All these specimens have been referred to the genus *Ornithocheirus*, and Owen's species, *Pterodactylus sedgwicki* and *P. fittoni*, have since been transferred to that genus also.

Further it is clear, from the examination of specimens and literature, that it is not similar in size and build to *Dimorphodon*, *Rhamphorynchus*, *Scaphognathus* or *Pterodactylus*.

It is with some assurance, therefore, that this bone can be placed in the family Ornithocheiridae, and it is probably

referable to a genus close to *Ornithocheirus*. The family Ornithocheiridae includes the largest of the Pterosaurs, reptiles with wing spans of from 1.5 to 6 metres. The age of all these specimens is Cretaceous.

Pterosaur remains have already been reported from Africa, as the Upper Jurassic beds at Tendaguru, Tanganyika Territory have yielded fragments that have been assigned to *Rhamphorynchus* and *Pterodactylus*. The new discovery would suggest that the Congo deposit from which it came was younger in age. The oldest *Ornithocheirus* is of Wealden age; the majority are of Cambridge Greensand to Lower Chalk age. There is nothing to suggest that the Pterosaurs were developed earlier or more fully advanced in Africa so that its age is not likely to be pre-Wealden.

The precise stratigraphical consequences of this discovery will be obvious to those taking part in this symposium. It would seem that the bone is derived from some stage of the Kalahari, and that this was not later than stages 2*b* or 3 of the table given by Cahen, Jamotte, Lepersonne and Mortelmans (3) and is probably slightly younger.

Whatever the precise stratigraphical conclusions may be, the importance of the discovery of this small fragment of a Cretaceous Pterosaur is considerable.

British Museum. Natural History.

RÉFÉRENCES.

1. CAHEN, L. et LEPERSONNE, J., 1947, *Bull. des séances de l'Inst. Royal Col. Belge*, XVIII, 1947, 2, p. 614.
 2. OWEN, R., 1859, Monograph on the Fossil Reptiles of the Cretaceous Formations (*Mon. Pal. Soc.*, Supplement No 1, London).
 3. L. CAHEN, A. JAMOTTE, J. LEPERSONNE et G. MORTELMANS, 1948, Congo belge et Ruanda-Urundi (*Bull. du Service Géologique*, n° 2, 1946, fasc. II, pp. 237-289).
-

**Note-annexe sur la stratigraphie
de la région frontière Katanga-Kasai, aux environs de Biganga,**

par L. CAHEN.

La très intéressante étude de M. W. E. Swinton conclut à l'âge crétacé du Ptérosaure qu'il a bien voulu examiner.

Il peut être intéressant de signaler que dans la même région existent, au-dessus du Karroo supérieur, des collines-témoins, pouvant s'élever jusqu'à une centaine de mètres au-dessus du plateau. Ces collines sont parfois couronnées par des grès polymorphes du Kalahari moyen et des blocs de ceux-ci coiffent des « cheminées des fées » caractéristiques en protégeant de l'érosion les grès tendres et schistes roses ou blancs qui constituent ces collines.

En 1941, G. Mortelmans et moi avons attribué à ces couches intercalées entre le Karroo supérieur et le Kalahari moyen un âge crétacé inférieur, nous basant pour cela sur des raisons morphologiques. Ces couches font partie de notre étage de Kamina ⁽¹⁾.

La constitution lithologique de cet étage dans la région considérée est également très proche des lambeaux qui adhéraient au fossile.

M. Bequaert et moi avons pu conclure que dans l'état actuel des connaissances, la colline-témoin la plus proche se trouve à environ 15 km du lieu de récolte du fossile.

La coexistence dans une même région de terrains probablement crétacés et d'un fossile de cet âge permet de supposer avec une certaine vraisemblance que le second provient des premiers.

*
**

M. Bequaert ne m'en voudra sûrement pas si je signale ici que c'est grâce à la patience de M^{me} Bequaert, qui a enseigné aux indigènes à ne négliger aucune pièce pouvant présenter de l'intérêt, que cette importante découverte a pu se produire.

(1) L. CAHEN et G. MORTELMANS, Acquisitions nouvelles concernant la géologie du Katanga central..., Congo belge et Ruanda-Urundi (*Bull. Serv. Géol.*, n° 2, 1946, fasc. II, p. 63). — L. CAHEN et J. LEPERSONNE, Les grès de Lusambo... (*Bull. Inst. Royal Col. Belge*, XVIII-1947-2, pp. 609 et 611).

Considérations sur la genèse lunaire (*),

• par FEDERICO SACCO.

En 1907, après de longues études comparatives entre l'aspect de la surface lunaire et celui provoqué par certains phénomènes volcaniques, je publiais un *Essai schématique de Sélénologie* (1).

La façon dont cet article fut accueilli, tant par les géologues que par les astronomes, engagea la Société Belge d'Astronomie à me demander un article sur le même sujet (2). Je repris moi-même la question plus tard dans une encyclopédie allemande (3) et dans les publications de la Société Astronomique d'Italie (4), et je crois devoir y revenir encore aujourd'hui à la suite d'un article récemment publié par M. l'ingénieur Max Hoyaux en Belgique (5).

L'argument principal de M. Hoyaux est celui des *cirques lunaires* dont il ne peut admettre l'origine volcanique. On ne peut certes lui donner tort tant qu'il se borne à prendre comme terme de comparaison les volcans terrestres classiques du type du Vésuve, de forme conique plus ou moins haute, émettant un magma plutôt visqueux et acide, c'est-à-dire siliceux (Si.Al). Mais s'il les avait, au contraire, comparés aux volcans en forme de calderas ou de cratères d'effondrement à magma fluide de constitution basique, silico-magnésienne (Si.Ma), basaltique, qui surgissent dans le Pacifique Nord (Mauna Loa, Kilauea, etc.), il aurait reconnu la grande analogie que présentent ces derniers avec les cirques lunaires et conclu à une identité d'origine.

(*) Manuscrit parvenu au Secrétariat le 15 avril 1948.

(1) *Libr. Ass. Sc. Turin*, 1907, carte et sections sélénologiques, 12 photographies; « Essai schématique de Sélénologie ».

(2) *Ciel et Terre*, Bruxelles, 1909; « L'évolution sélénologique ».

(3) *Handwörterbuch der Naturwiss.*, Neunter Band, Iena, 1913; « Selenologie der Mundkunde ».

(4) *Astri*, Roma, 1933; « La Luna vista da un geologo ».

(5) *Ciel et Terre*, Bruxelles, 1945; « Contribution à l'étude de la genèse lunaire ».

Il est vrai que les cirques lunaires, dont plusieurs dépassent 200 km de diamètre, sont énormes par comparaison avec ceux de la Terre. Mais il y a lieu de tenir compte à cet égard :

1° Qu'à la surface de la Lune il n'y a pas d'atmosphère, laquelle, par son poids et sa résistance, s'oppose sur la Terre à l'ampleur des phénomènes volcaniques.

2° Que la force de la gravité y est également bien moindre. Elle se réduit au $\frac{1}{6}$ de la gravité terrestre, non seulement en raison du moindre volume ($\frac{1}{49}$), mais aussi de la moindre densité (3,4 au lieu de 5,6), la masse n'étant plus, dans ces conditions, que le $\frac{1}{81}$ de celle de la Terre.

3° Que la force de l'action conjuguée du Soleil et de la Terre sur la Lune, la même qui produit les marées, a dû être bien supérieure à celle du Soleil et de la Lune sur la Terre, surtout si dans le passé, comme le pensent plusieurs astronomes, les globes terrestre et lunaire se trouvaient plus rapprochés. A ce moment l'effervescence du magma lunaire non encore consolidé a dû se traduire par une sorte de bouillonnement à une échelle bien plus grandiose que celle de nos faibles éruptions terrestres.

M. Hoyaux ne s'arrête pas à ces considérations. Il adopte l'hypothèse météorique, celle du bombardement du magma lunaire avant sa consolidation par des bolides ou météorites tombés du ciel. Il revient donc à des idées déjà exposées par Gruithsen, Proctor, Meydenhauer, Gilbert, Alsdorf, Shaler, etc., avec la modification proposée par Gifford, qui admet que les météorites en question ont pu exploser au moment de leur chute, appuyant cette hypothèse supplémentaire par des exemples tirés des bombardements de la guerre et aussi par le Meteor-Crater ou cirque de Canyon Diablo dans l'Arizona.

Mais l'origine de ce dernier n'est pas encore complètement expliquée et, quant aux cicatrices laissées par les bombes et les obus, un simple coup d'œil les montre très différentes des cirques lunaires. Faute de mieux, M. Hoyaux doit recourir à des postulats et à des hypothèses mécanico-déformatives peu convaincantes.

Au contraire, si nous comparons les cirques et les cratères lunaires avec les chaudières dont la lave bout à près de 1.000° , ou celles où elle est déjà solidifiée des Hawaï, nous constatons des analogies absolument frappantes : cercles réguliers, pla-

teaux et gradins intérieurs d'effondrement, crevasses de toutes espèces et aussi ces curieux pitons au relief irrégulier qu'on observe fréquemment dans l'intérieur des cirques lunaires. Ces mêmes phénomènes se constatent encore dans d'autres régions volcaniques de la Terre où dominent les éléments basico-basaltiques, telles les *caldeiras* et les *ollas* du Mexique, les *enclos* de l'île de la Réunion, les petits volcans adventices de certaines coulées à position subcentrale et à relief caractéristique comme les *pitons* et les *ornitos* des Canaries, les *spatter cones* de l'Orégon, etc.

Enfin les structures dérivant du bouillonnement ont été vérifiées par l'expérience en observant comment se comportent les alliages ou magmas métalliques lorsqu'ils passent de l'état fluide incandescent à l'état pâteux et visqueux, puis à l'état solide (rochage) avec dégagement de gaz en ampoules (blaisots) et formation de cercles semblables à des cratères d'effondrement en miniature. Ces mêmes apparences, souvent complétées par le piton central si fréquent dans les cirques lunaires, j'ai pu les réaliser des centaines de fois en faisant bouillir lentement et en laissant refroidir ensuite des pâtes composées d'argile, de soufre, de gypse, de chaux, mélangées en diverses proportions. Il y a là une curieuse confirmation de l'ancienne idée des *Plutonii* de Gorini.

J'étais donc bien fondé à conclure, dans ma monographie de 1907 précédemment citée, de la façon suivante :

« Le résultat de toutes ces recherches sur de multiples phénomènes naturels et artificiels me donne la conviction que l'orogénie lunaire est due, sinon à une vraie ébullition, au moins à un dégagement grandiose, général et prolongé sous forme de bulles et d'ampoules, des gaz qui se forment à la suite de réactions internes dans un magma incandescent qui, de fluide, devient pâteux. Ce dégagement a dû se faire à une échelle en rapport avec l'énorme énergie développée par la Lune au cours de son refroidissement rapide, encore augmenté par la faible résistance d'une gravité très réduite par rapport à celle de la Terre. »

Venons-en maintenant aux fractures que la surface lunaire présente avec tant de fréquence et de variété. Plutôt que d'y voir l'effet de chocs ou d'explosions de bolides, comme le fait M. Hoyaux, je préfère les interpréter comme des lignes d'effon-

drement, tout spécialement celles qui se trouvent en marge des *Maria*. La Terre ne manque pas d'exemples analogues. J'en ai figuré sur la carte orogénique de ma publication sur *Les lois fondamentales de l'orogénie de la Terre* (1906).

Il se pourrait aussi qu'on eût affaire à des failles, tel le *Mur droit*, plus ou moins en rapport avec le crevassement inévitable d'un magma en cours de refroidissement qui se contracte. Ou bien s'agit-il de causes plus profondes comme celles parfois évoquées pour expliquer les zones ou fosses paraclastiques de l'Afrique orientale (Rift valley, etc.)?

A la page 180 de son travail, M. Hoyaux écrit qu'il suffirait d'attendre quelques milliards d'années pour retrouver la Terre dans l'état où se trouve aujourd'hui la Lune. Je crois, de mon côté, que la Terre a déjà passé par un tel stade (phase sélénique), avec des corrections dues aux actions exogéniques qui lui sont propres (atmosphère, eaux, etc.), mais que les traces en ont péri sous la persistance des mêmes actions et l'accumulation des sédiments qui en a été la conséquence.

M. Hoyaux croit également que sur la Lune il y a eu de véritables mers ⁽⁶⁾, ce qui me semble d'autant moins admissible que la surface en apparaît portout à l'état de croûte plutonique consolidée et que de véritables dépôts sédimentaires en paraissent absents. L'appellation de *Maria* est impropre et il faut se rappeler que Galilée avait prudemment désigné les mêmes espaces sous le nom de *Piazze* (Places).

Quant aux *montagnes* lunaires (Alpes, Apennins, Carpathes, etc.), que M. Hoyaux interprète comme des reliefs plissés analogues à ceux de la Terre, elles ne présentent en réalité aucune trace de stratification ni de plissement. Elles sont simplement les restes plus ou moins élevés et en général bien conservés de la croûte sialique primitive (Sial).

Un caractère peu traité, dirais-je même peu connu, de la facture lunaire, ce sont les *rides* que l'on peut souvent observer à l'intérieur des *Maria*. Ces rides sont analogues à celles que l'on rencontre à la surface de certaines coulées de lave, des revêtements asphaltiques ou d'autres éléments plastiques et qui s'y forment avant la solidification définitive. Plus ou moins ondulées, parfois subparallèles, elles ont sur la Lune, aussi

(6) *Hydrographie lunaire*, fig. 16.

bien que les *Maria*, une tendance à s'orienter en direction méridienne. On pourrait être tenté d'en rechercher la cause dans la rotation du globe lunaire pendant la solidification du magma qui forme le plancher des *Maria*, s'il n'existait pas aussi d'autres rides de direction aberrante. Il est donc prudent de ne voir dans la géographie des rides lunaires qu'une conséquence du jeu des forces tangentielles développées au cours de la solidification, alors que dans les *Maria* déjà formées, l'expansion se trouvait limitée de toutes parts. Avec les réserves que les différences de milieu, de matériel et de température comportent, on pourrait trouver un point de comparaison dans l'orographie terrestre, où la direction générale est méridienne, avec de nombreuses exceptions dues à des résistances qui ont localement orienté les chaînes de montagnes.

Un dernier point de l'argumentation de M. Hoyaux reste à examiner. C'est celui relatif aux *rayonnements* lunaires, c'est-à-dire à certaines zones brillantes rayonnant à la surface de la Lune. M. Hoyaux, sous l'empire de sa théorie, y voit une conséquence de l'impact des météorites à la surface de la Lune. Mais nous nous croyons plutôt fondé à trouver une explication dans le volcanisme terrestre. Car à plusieurs reprises, aux Açores en 1580, au Krakatoa en 1883, maintes fois au Japon, on a constaté que certaines décharges volcaniques obliques, qualifiées de *nuages denses*, pouvaient amener à la surface de la Terre le dépôt de longues traînées blanchâtres. M. A. Lacroix, à propos de la montagne Pelée de la Martinique et de ses éruptions, a exposé, dans un mémoire célèbre, le mécanisme des *nuées ardentes* dont la température est supérieure à 1.000°, qui laissent sur le sol des dépôts blanchâtres, ultime témoignage de l'action sur les particules solides des émanations volcaniques riches en gaz de toute espèce. Ces traînées et ces auréoles circumvolcaniques, elles ont pu se produire sur la Lune à une échelle grandement intensifiée par la rareté de son atmosphère et sa faible gravité. Le témoignage en persiste indéfiniment faute de pluies et de vents.

Quant à la disjonction de la Lune et de la Terre que certains auteurs croient relativement récente, avec l'idée, pour moi absurde, que la grande dépression du Pacifique en représente la cicatrice, je la crois vieille de plusieurs milliards d'années. Elle remonterait au temps où les masses des deux planètes se trouvaient encore à l'état gazeux.

En conclusion, l'histoire de la Lune ne présente pas d'épisode balistique. Elle est entièrement plutonique et peut être résumée de la façon suivante, les termes employés n'ayant rien à voir avec leur signification dans l'histoire géologique terrestre :

Période archaïque. — Le globe lunaire passe de l'état gazeux à celui de magma liquide incandescent.

Période primaire. — La surface lunaire se refroidit au-dessous de 1.000°. Sous un bouillonnement tumultueux, elle passe en partie à l'état solide, constituant une écorce acido-siliceuse, sialique, trachitoïde, blanchâtre, constituant les *Terrae* ou scoriosphère. Cette première assise, irrégulière, à densité voisine de 2,5, forme la plus grande partie des cirques et des cratères.

Période secondaire ou de transition entre les *Terrae* et les *Maria*. — Formation de zones un peu crispées, basses, irrégulières, connues sous la dénomination terrestre et impropre de *Paludes*.

Période tertiaire. — Forte atténuation du bouillonnement. Formation de fractures et grands effondrements provoquant l'afflux au plancher de quelques grands cirques, et dans les *Maria*, d'un magma basique, basaltique, brunâtre (SiMa), dont la densité atteint 3,5. Derniers bouillonnements donnant naissance à quelques cratères. Production des premières rides.

Période quaternaire. — Dans le magma devenu visqueux des *Maria*, formation des rides ondulées jusqu'au moment du refroidissement définitif. Dernières éruptions avec fumerolles et projection latérale à déjections volcaniques se détachant en *rides* ou *traînées* blanchâtres sur la surface de la Lune.
