

PROBLÈMES DE MORPHOLOGIE VOLCANIQUE A L'ÎLE DE LA RÉUNION

Cet article est le résultat d'observations sur le terrain réalisées du 23 au 30 mars 1970 au cours d'une mission du Laboratoire de Géographie de la Faculté des Lettres et Sciences Humaines de l'Université de Madagascar. Y participaient :

Max DERRUAU, Professeur de Géographie à l'Université de Clermont-Ferrand, en mission.

Jean-Paul KARCHE, Maître-Assistant de Géologie à l'Université de Madagascar.

Gérard MOTTET, Assistant agrégé de Géographie à l'Université de Madagascar.

Il s'agit seulement d'un essai d'explication provisoire que nous publions parce qu'il peut servir d'hypothèse de travail (1). Nous grouperons les observations autour de trois centres d'intérêt :

- 1) les formes du volcan de la Fournaise et leur évolution ;
- 2) le problème des « cirques » ouverts dans l'édifice du Piton des Neiges ;
- 3) les rapports entre les formes d'érosion ou de remblaiement et les glaciers périphériques.

Bien entendu, on ne répètera pas les descriptions données par les auteurs qui ont déjà travaillé sur la morphologie de l'île, en particulier J. DEFOS DU RAU (2) et R. BATTISTINI (3), ainsi que les ouvrages et articles cités en bibliographie par ces auteurs, dont A. LACROIX et P. BUSSIÈRE.

-
- (1) Nous remercions tout particulièrement J.F. DUPON, Maître-Assistant de Géographie au Centre d'Enseignement Supérieur de La Réunion. Son aide et les renseignements qu'il nous a donnés sur l'évolution de la Fournaise nous ont été précieux.
 - (2) *Le Relief de l'Île de la Réunion*, Bordeaux, Institut de Géographie de la Faculté des Lettres, 1958, 320 p.
 - (3) « *Madagascar, Revue de Géographie* », n° 9, juillet-décembre 1966, pp. 16 à 44.

I. — LES FORMES DU VOLCAN DE LA FOURNAISE ET LEUR EVOLUTION

A. Notes sur quelques structures.

On sait que le volcan de la Fournaise qui se signale de temps en temps par des phases d'activité, occupe la partie Sud-Est de l'île. Il culmine actuellement aux environs de 2.600 mètres et couvre une superficie de près d'un millier de km². C'est assez typiquement un volcan hawaïen présentant des caldeiras successives emboîtées. Dans le fond de la caldeira active se sont épanchées, lors des éruptions, des laves fluides qui rappellent le schéma hawaïen classique. Hawaïen aussi est le chimisme, bien que les laves émises ne soient pas les mêmes qu'aux îles Hawaï : il s'agit ici notamment d'océanites, basaltes riches en olivine, qui dénotent une origine infrasimique et rangent l'appareil éruptif dans la catégorie des volcans « océaniques ». Cependant les cônes de scories, à l'intérieur des caldeiras et sur leur revers, sont relativement nombreux.

Les contrastes de coulées à surface scoriacée (aa) et de coulées à surface lisse, cordée, en tripes (pahoe-hoe) ont déjà été maintes fois décrites et nous n'y reviendrons que pour préciser quelques points.

1) *Fentes émettrices sur le revers du complexe central de caldeiras, et leurs émissions.*

Le complexe central formé du cratère Bory et du cratère Vélain — Dolomieu présente près de ses bords et dans le tiers supérieur du revers une série de fentes. Les unes, à proximité immédiate du cratère, sont manifestement des fissures concentriques liées à des affaissements circulaires par pans dues à l'appel au vide ou à un élargissement de la zone en voie d'effondrement volcano-tectonique. Parmi celles-ci, la plupart n'ont pas émis de laves. Cependant sur la partie Sud-Est du cratère Dolomieu quelques-unes ont fonctionné de manière identique à celles dont il va être question. Le second type de fracture, toujours émetteur, ne nous a pas semblé nettement arqué. Localisé plus bas sur les flancs, il court approximativement en travers de la pente, suivant un tracé grossièrement rectiligne, mais avec de légères sinuosités de détail. L'un d'eux en particulier a été observé sur le flanc externe Nord-Nord-Ouest du cratère Bory.

Ces fentes émettrices ont une largeur inégale n'excédant qu'exceptionnellement un mètre. De part et d'autre se dessine un bourrelet sur lequel on peut suivre le mouvement de la lave se renversant pour prendre un mouvement de gravité. Il arrive que le bourrelet amont ait reflué par gravité vers l'aval tendant à obstruer en front la fente d'émission. Le gros du flot descend sur la pente et son aspect se transforme progressivement.

Près de la bouche, la coulée est constituée de paquets de laves soudées de surface lisse à reflet bleu acier. Elle passe progressivement vers l'aval par diminution de la vitesse, et après dégazage et refroidissement, à une langue de blocs scoriacés, très bulleux, instables, d'une épaisseur de deux à trois mètres au maximum. Reposant sur le pahoe-hoe clair, de telles langues se signalent de loin comme des traînées sombres, digitées, parfois anastomosées. La partie axiale de l'une des langues en forte pente dévalant le flanc Nord-Ouest présente un creux longitudinal bordé de levées s'expliquant par l'emboîtement d'un fleuve plus fluide à l'intérieur d'une masse de blocs déjà refroidis. Sur une coulée élevée du flanc Ouest-Sud-Ouest nous avons remarqué des stries provoquées par le frottement de blocs durcis sur une pâte encore visqueuse. Dans le secteur Sud-Ouest les coulées de aa sont particulièrement denses et occupent le fond de l'atrio l'Enclos Fouqué, jusqu'à toucher son rempart.

Dans la partie basse de l'Enclos, un cône strombolien a émis sur pente faible une coulée de même type. Ce processus est habituel sur les pentes Est du Grand Brûlé. Ainsi les aa ont une double origine, ils peuvent aussi bien provenir d'une fente émettrice que d'une bouche matérialisée par un cône de scories.

2) *Petite taille des bombements crevassés dans le pahoe-hoe.*

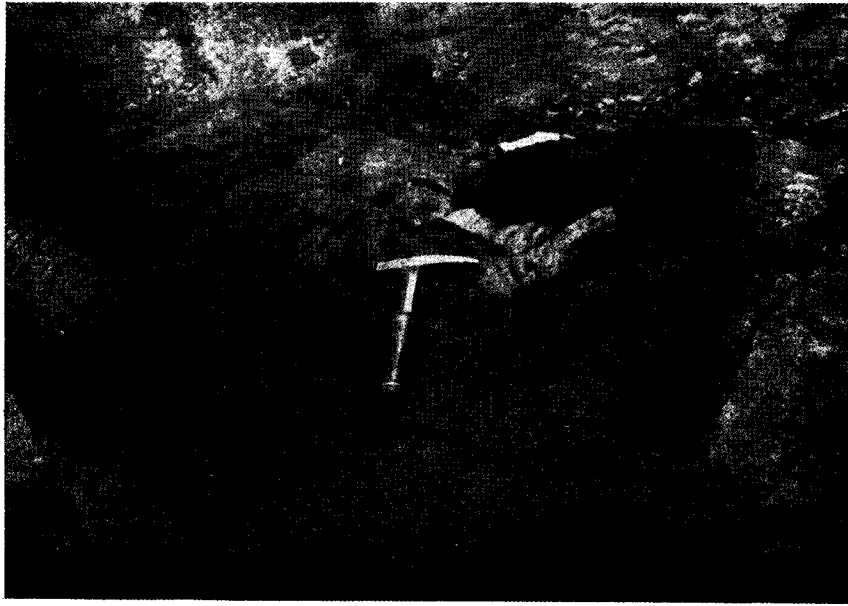
Outre ses aspects classiques, le pahoe-hoe présente, sur le fond de l'Enclos et du cratère Bory des bombements crevassés de petite taille si on les compare à ceux d'Islande et même à ceux des coulées historiques de Lanzarote (cliché n° 1). Ils ont rarement plus de dix mètres de diamètre mais sont très franchement cassés de sorte que leur flanc présente une pente parfois forte. Il arrive qu'à la faveur de la cassure, une lave sous-jacente, mousseuse, soit montée en s'injectant (cliché n° 2). Ces bombements crevassés sont différents des poches gazeuses sous croûte compacte, typiques aussi des coulées de pahoe-hoe.

Les crevasses ont en général un tracé brisé, suivant des faces de prismes à axe perpendiculaire à la surface et en rapport avec les ondes de « cordes » (voir cliché n° 7).

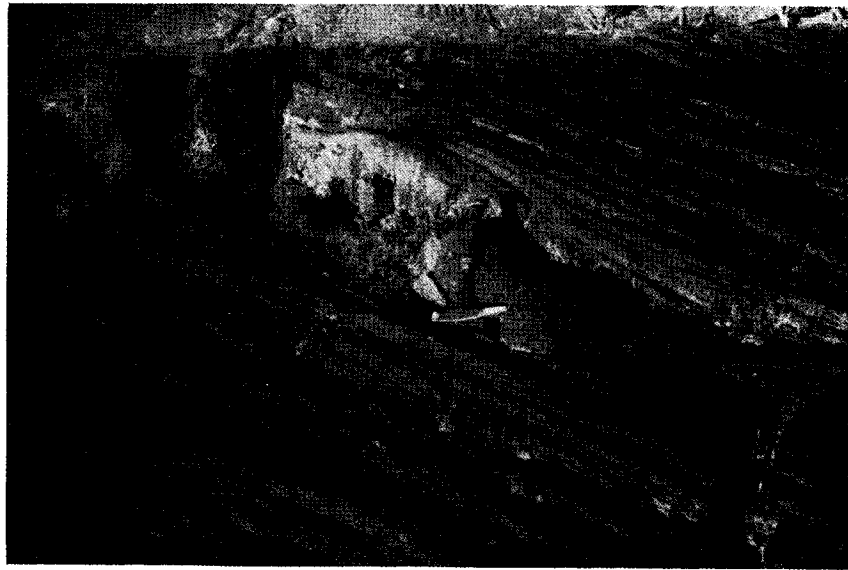
3) *Saupoudrage de scories fines sur le pourtour du complexe central de caldeiras.*

Des lapillis bulleux très légers, vitreux, jaunes à brun noir, de dimension millimétrique à centimétrique, riches en olivine, et des « cheveux de Pélé », saupoudrent les pentes externes du cratère Bory. Leur émission a été signalée à maintes reprises (A. LACROIX, M. DUCROT) à partir des cratères centraux ou de puys adventifs (en





N° 1 — *Bombement crevassé de petite taille dans les laves pahoe-hoe*
(cliché J.P. KARCHE).



N° 2 — *Cassure des laves cordées injectées de laves mousseuses sous-jacentes*
(cliché G. MOTTET).

particulier en 1953). Nous noterons seulement leur curieuse répartition : abondantes vers le haut du revers des cratères centraux, ces scories fines se raréfient ou même sont absentes dans les zones les plus excentriques de l'enclos Fouqué. Elles sont à nouveau abondantes dans la Plaine des Sables, à 4 kilomètres au moins des points d'émission présumés, au-delà du hiatus de l'Ouest de l'enclos Fouqué.

Ces projections se rassemblent par micro-éboulements, sous l'action du ruissellement et de coups de vent, dans tous les fonds locaux, entre les boursofflures ou sous les dalles du pahoe-hoe. Elles y favorisent une humidité constante qui accroît l'altération et facilite l'implantation des végétaux. Elles se sont mises en place en particulier entre l'épanchement des aa anciens qu'elles saupoudrent et des aa récents qui les recouvrent.

4) *Etat actuel du complexe central de caldeiras.* (voir schéma)

Le cratère Bory semble avoir peu évolué depuis la visite de R. BATTISTINI en 1965. Le fond est resté horizontal. Il est couvert de laves pahoe-hoe et de laves compactes, prismées. Il est parcouru par une fissure Nord.Sud. Selon M. DUCROT, elle est apparue en juin 1953, au moment où se produisait une éruption latérale dans le rempart des Osmondés, au-dessus du puy Haug (1). Deux fissures parallèles, distantes respectivement de 20 et 80 mètres du rempart du Vélain, se sont alors ouvertes, émettant des vapeurs. Actuellement, seule subsiste la plus orientale. Elle ne se trouve plus qu'à une trentaine de mètres du rebord de l'enclos Vélain qui, ainsi, tronque peu à peu le cratère Bory. Sa largeur varie de 0,5 à 1,70 mètre, sa profondeur semble de l'ordre de 30 mètres. Il n'y a pas de rejet des lèvres de part et d'autre. Cette fissure et le rempart du cratère Vélain permettent d'observer le remplissage de la caldeira : sous 2,50 m. de basaltes compacts, apparaît l'alternance : niveaux rouges scoriacés minces (50 cm) et basaltes (1 à 2 m), classique dans les divers remparts.

L'ensemble « Vélain-Dolomieu » a par contre été modifié. R. BATTISTINI avait remarqué que le cratère Dolomieu s'agrandissait aux dépens du cratère Vélain. Ce processus semble pour l'instant interrompu, mais le changement réside surtout dans la dénivellation entre les deux enclos, actuellement bien inférieure à celle indiquée par M. DUCROT en 1955, et que l'on peut observer sur les photographies aériennes obliques de R. BATTISTINI (1960). Un premier effondrement local s'était déjà produit au Sud de l'enclos Vélain en 1953 (M. DUCROT — 1958 — photo n° 10). Il était contemporain de la fissuration du Bory. A cette époque, le fond du Vélain se trou-

(1) M. Defos du Rau nous signale obligeamment (in litteris) que c'est l'effondrement de 1953 qui a ouvert la paroi entre Vélain et Bory.

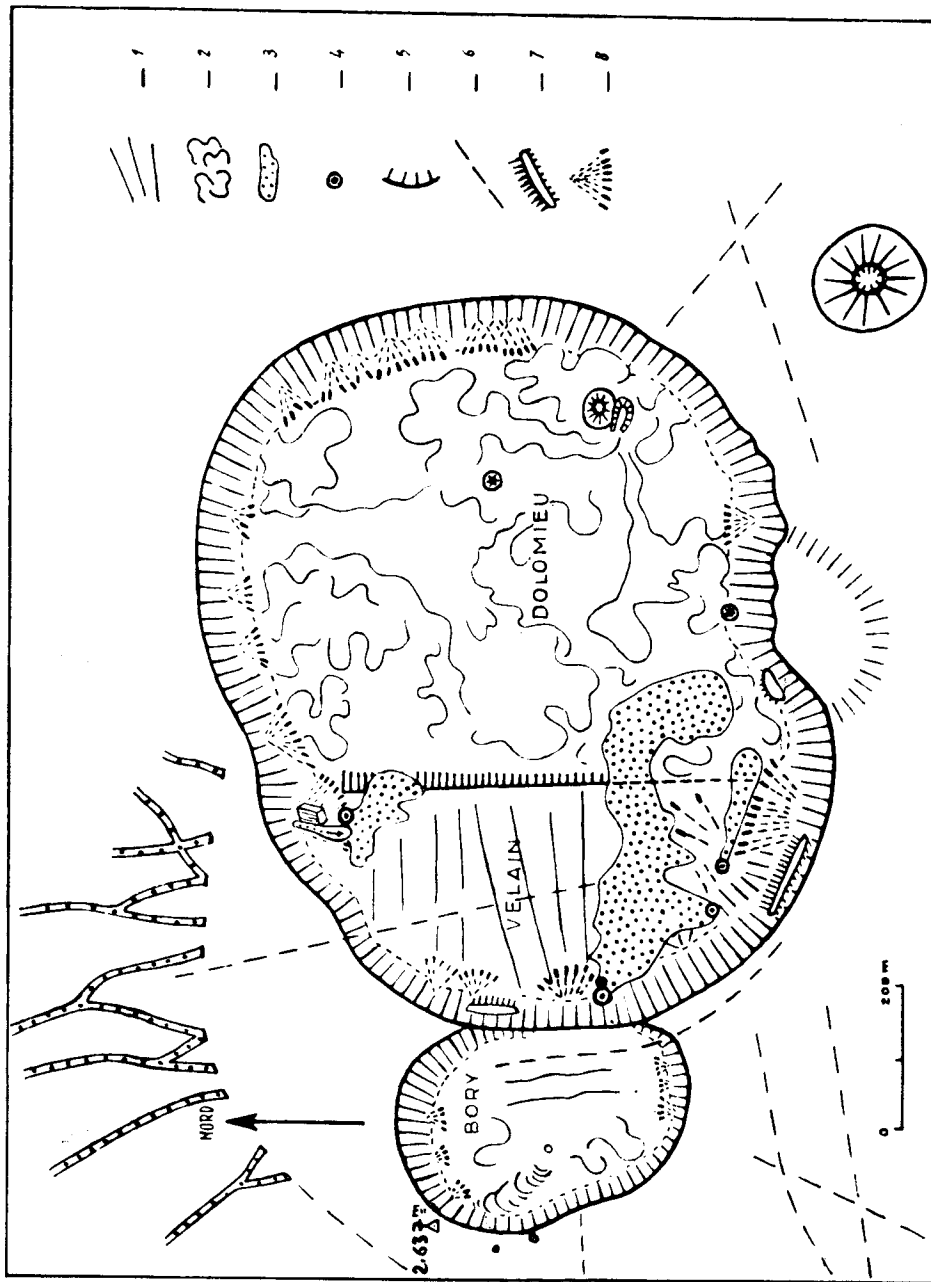


Schéma morphologique des caldeiras du Piton de la Fournaise.
 1 — lave à grandes ondes, 2 — lave pahoehoe, 3 — lave aa, 4 — cône de scories,
 5 — rebord de caldeira, 6 — fissure, 7 — bloc dénivelé, 8 — pierrier d'éboulis.
 9 — bloc éboulé au nord du Vélain, représenté par un parallélépipède.

vait 30 m plus bas que le Bory, et le Dolomieu 50 m plus bas que le Vélain. En juillet 1955, une éruption, partant d'une fente située à la base d'un puy édifié au pied sud du rempart Vélain-Bory, fournissait 3 millions de m³ de laves cordées qui s'épandirent dans tout le fond du cratère Dolomieu, sur 10 à 12 m de hauteur, ensevelissant le puy édifié le 18 juin 1946. En mars 1956, trois petits cônes hauts de moins de 5 m s'élevaient à l'Est du Dolomieu. En novembre 1956, une autre coulée, partant de fissures à mi-hauteur du rempart sud du Vélain, couvrait le quart du Dolomieu.

Actuellement, la dénivellation Bory-Vélain s'est accentuée. Au contraire, la dénivellation Vélain-Dolomieu a diminué : elle est encore d'une quinzaine de mètres au Nord, mais elle est nulle au Sud. On ne trouve plus trace des cônelets de 1956. L'allure même de la limite des deux cratères s'est modifiée : courbe en 1955, elle est maintenant un mur rectiligne de 300 mètres de longueur. En conclusion, et bien que l'activité du volcan au cratère central soit mal connue pour la période 1960-1970 (1), il semble que l'affaissement du cratère Vélain, et le remplissage du cratère Dolomieu se soient combinés pendant cette période pour les ramener l'un et l'autre au même niveau, chose faite au Sud-Ouest de la caldeira. Ce schéma est cependant incomplet car nous ne savons pas si, en plus du comblement, il y a eu mouvement du fond du Dolomieu ; signalons cependant que l'affaissement du Vélain a contribué à accentuer l'éboulement des parois qui le dominent, en particulier au Sud, donnant naissance à d'énormes pierriers, cas qui ne paraît pas se présenter dans le cratère Dolomieu.

On accède au fond de l'enclos par le Sud-Ouest de la caldeira, en descendant sur un cône d'éboulis récent et instable, à l'Ouest d'un énorme bloc affaissé et basculé le long d'une fissure concentrique, puis, plus bas, sur une coulée aa passant au pied de l'éboulis et émise par un cône de scories soudées rouges, édifié sur les éboulis. Ce petit puy a éjecté des paquets de laves vitreuses noires, rouges, ou gris argenté, à surface lisse mais hérissée d'aspérités coupantes, en « bouses de vache », que l'on retrouve plaquées sur les blocs éboulés (voir cliché N° 3). D'autres coulées aa, à blocs scoriacés noirs à reflets bleu de Prusse, émises à partir de fissures et de deux autres petits édifices ponctuels, situés au Nord-Ouest de ce point, passent du Vélain au Dolomieu, franchissant une dénivellation de l'ordre de 2 m au Nord, fossilisant la fracture au Sud. Des granules de soufre amorphe sont visibles çà et là dans les scories. Au Nord de l'enclos Vélain, on observe encore deux coulées aa :

— l'une émise à partir d'une fissure située à mi-hauteur de la paroi nord, circule sur les éboulis ;

(1) L'absence d'un observatoire, ou tout au moins d'un poste de surveillance permanent du volcan ne permet pas de la connaître.



N° 3 — Paquet de lave « en bouse de vache » retombé sur un bloc éboulé.
(cliché J.P. KARCHE).

— L'autre émise à partir d'un cônelet s'écroule sur le fond de l'enclos et franchit le rempart haut d'une dizaine de mètres, qui la sépare du Dolomieu où elle constitue elle-même un talus d'éboulis.

La nappe de l'enclos Vélain sous-jacente aux éboulis et coulées très récents, conserve des traces d'un écoulement linéaire, « en grandes ondes » (selon l'expression de LACROIX) vers l'Ouest, prouvant son origine à partir du « sommet du Piton » qui s'élevait en 1911 à l'emplacement du cratère Dolomieu (LACROIX, T. II, p. 6 et 7).

Les parois de la caldeira montrent un empilement de plus d'une centaine de minces couches de basalte compact alternant avec des basaltes scoriacés. Elles sont traversées de dykes minces de basalte compact aphyrique grisâtre. Elles évoluent selon deux processus : constitution de talus d'éboulis en pierrier ou éboulements en masse d'un pan de la caldeira à partir d'une fracture concentrique.

Le fond du cratère Dolomieu est occupé par des laves pahoe-hoe, irisées, riches en olivine, très bulleuses mais à surface continue et hérissée. Très fréquemment, la lave très mince, recouvre des poches gazeuses importantes de dimensions décimétrique en hauteur et parfois métrique en longueur, et s'effondre sous le poids, rendant la marche difficile. Dans ce cratère, 4 cônes de scories soudées se sont édifiés sur les laves pahoe-hoe. Les deux plus importants, juxtaposés, sont situés à l'Est du cratère (voir schéma). En surface, les laves sont

froides mais des fumerolles de vapeur d'eau, légères, se dispersant rapidement, se dégagent au travers des coulées aa ou pahoe-hoe et attestent l'épanchement récent des dernières laves du cratère Dolomieu. Elles ne présentent pas d'odeur spéciale ; leur température à l'endroit du dégagement est de l'ordre de 80°. Des venues plus importantes ont lieu à partir de la faille séparant Vélain de Dolomieu, le long de laquelle les cavités des roches sont tapissées d'enduits blancs solubles. Nous avons remarqué quelques fougères croissant dans ce milieu particulier, chaud et humide, à l'intérieur des fissures, montrant la colonisation extrêmement rapide par la flore.

B. — *L'évolution.*

1) *Altération du pahoe-hoe et du aa.*

a. le pahoe-hoe

Le complexe des cratères centraux (Bory, Vélain-Dolomieu), l'Enclos Fouqué, l'amphithéâtre plus externe de la Plaine des Sables, donnent trois jalons à des états d'altération et des degrés de démantèlement plus ou moins avancés.

La lave sub-actuelle du Vélain-Dolomieu est, comme on l'a vu dans les parties les plus cordées, très brillante, très rugueuse au toucher. Lorsqu'on la casse, la pellicule cordée apparaît irisée.

Le pahoe-hoe du revers des caldeiras centrales et du fond de l'Enclos Fouqué, dont l'âge peut s'échelonner jusqu'à environ deux-cents ans est nettement moins frais. Les « cordes » se débitent suivant un réseau pentagonal ou approximativement carré en petites plaques d'environ cinq centimètres de côté. Ce réseau est en partie préparé par le retrait au refroidissement mais il a été dégagé ensuite par les agents météoriques. Ce dernier processus est actif aujourd'hui car de très nombreuses plaquettes sont près de se détacher. Ces plaquettes migrent sur les flancs de pahoe-hoe et se concentrent en pavage.

Sur les surfaces lisses, non cordées, se manifeste une desquamation en écailles d'environ 3 mm d'épaisseur, laissant voir en-dessous une altération brune, limoneuse. Mais les écailles peuvent être aussi plus épaisses, voisines de 2 cm, et laissent voir alors, en se détachant, les scories fines et humides du saupoudrage mentionné, à « Cheveux de Pélé ». Sur ces scories en voie d'altération des mousses se sont installées à l'abri de la lumière. Un réseau de polygones, semblable à celui que nous venons de noter sur les laves cordées, fragmente aussi les surfaces lisses, et contribue lui aussi au pavage des creux.

Les laves pahoe-hoe encore plus anciennes de la Plaine des Sables évoluent essentiellement par formation de vasques. Lit des cours d'eau mis à part, la vieille lave cordée, dont les tresses ont déjà été partiellement démantelées, se creuse de vasques irrégulières dont la formation est guidée par le dessin initial des « cordes » (clichés 4 et 4 bis). Entre les vasques subsistent parfois des tétons de 10 cm de haut. Le débitage par plaques est actif sur toutes les surfaces sub-aériennes, et sous les dalles apparaît un limon jaune et des scories graveleuses et jaunies (diamètre environ 6 mm) qui s'y sont glissées.

Les fonds les plus creux, entre les boursouflures du pahoe-hoe, sont ensevelis sous de semblables scories (cf. page 11). Mais des creux de niveau intermédiaire, suspendus au-dessus des fonds à scories ainsi que les plus grandes vasques sont occupés par les plaques déjà notées ailleurs en pavage. Ici, elles sont collées de façon non jointives, dans un limon, où elles reposent à plat. Il s'agit d'un véritable reg-dallage, assez semblable à un dallage nival. Une végétation de mousses et de « philippia » nains s'est implantée dans les interstices.

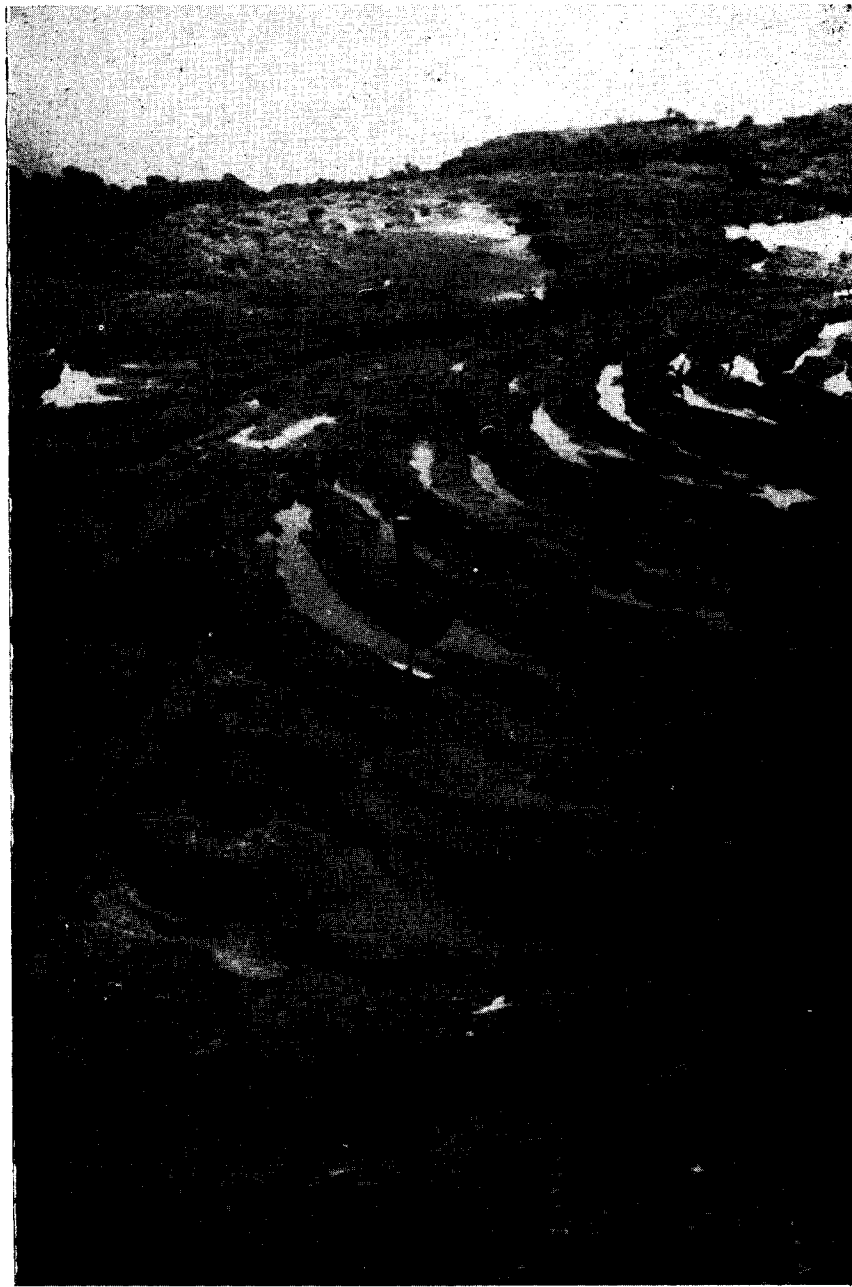
Là où ce dallage rencontre un reg de projections graveleuses, les deux formations se mélangent au contact et ne se superposent pas. Elles sont contemporaines. Et comme nous allons voir que le reg graveleux est mobile, il faut en conclure que le processus de pavage est lui aussi actif.

Le dallage n'est évidemment pas dû à la neige, inconnue à cette altitude. Le gel n'est pas exceptionnel (à la Maison Forestière située à une centaine de mètres plus bas et plus à l'abri, le thermomètre descend six ou sept fois par an au-dessous de 0° avec des records de — 3°). Ces températures ne suffisent pas à créer des conditions périglaciaires. Mais la rareté de la végétation, les successions d'imbibition et de dessiccation du limon jouent probablement un rôle dans la mise en place.

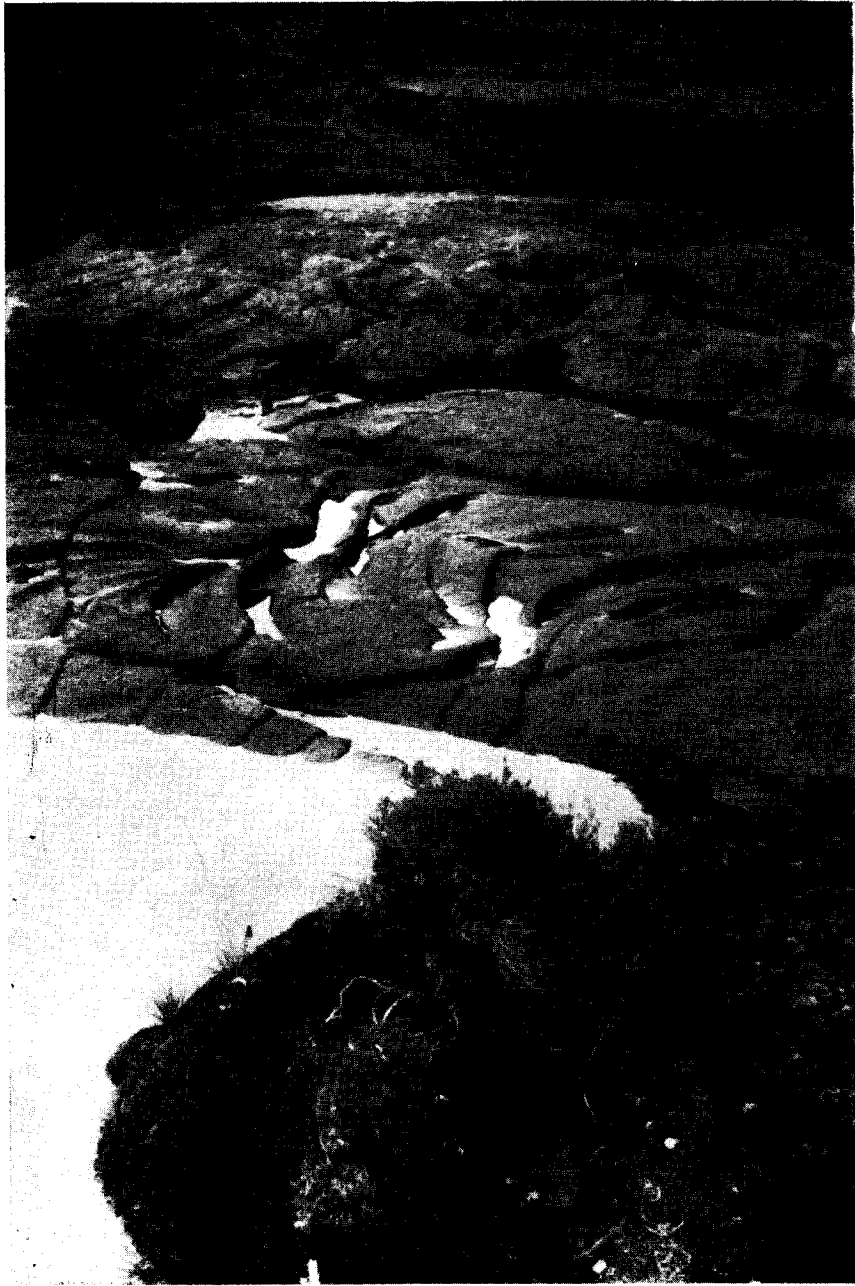
L'évolution du pahoe-hoe dans un lit de cours d'eau peut être observée à l'endroit où la rivière de l'Est s'apprête à cascader pour passer de la Plaine des Sables au fond de la rivière de l'Est. La lave cordée s'y modifie par vasques laissant subsister le dessin arqué, mais sur les chenaux principaux les vasques évoluent, sinon en marmites, du moins en cannelures d'une quarantaine de centimètres de longueur et de 15 ou 20 cm de largeur (cliché n° 4 et 4 bis).

b. le aa

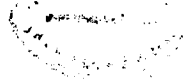
Nous n'avons pas pour le aa autant de jalons que pour le pahoe-hoe car nous n'avons trouvé aucune forme très ancienne de cet écoulement. Du moins les jalons récents sont-ils bien datés :



N° 4 — *Vieille lave cordée du nord de la Plaine des Sables, creusée de vasques en cannelures guidées par le dessin initial des cordes.* (Cliché G. MOTTET).



N° 4-bis — *L'évolution est plus poussée : les cordes s'effacent, il n'en reste que quelques lames résiduelles.* (Cliché G. MOTTET)



— la coulée de 1961, là où on l'observe près de la côte Est, sur le trajet de la route reconstruite, paraît avoir évolué par fragmentation mécanique des angles de son mâchefer, de sorte que les matériaux amenés ont commencé à colmater les creux. (Le processus est évidemment accéléré artificiellement là où les bulldozers ont labouré la coulée pour extraire des matériaux ! On se place évidemment en dehors de cette intervention anthropique). C'est à partir de ces débris meubles accumulés qu'un sol se constitue et que la végétation peut s'implanter. Tandis que sur la roche elle-même, s'est seulement établi un tapis de lichens, une végétation arbustive encore éparsée a pris possession des creux, fougères en premier lieu ; les filaos sont exceptionnels.

Quelque clairsemée que puisse apparaître cette colonisation, elle n'en a pas moins été rapide car la densité des végétaux est comparable après 9 ans à celle qu'offrait après 47 ans dans sa partie inférieure la coulée de 1914 du Sakurajima dans l'île japonaise de Kyushu. Les températures de l'été sont comparables, mais l'hiver est sévère au Sakurajima (mois le plus froid inférieur à 7°, contre 23° à La Réunion) et la pluviosité n'y atteint pas les totaux élevés de la côte au vent du Grand Brûlé (en face de Sakurajima, Kagoshima reçoit 2170 mm, alors qu'il tombe plus de 4 mètres vraisemblablement au Grand Brûlé) ;

— la coulée de 1931 n'offre pas le même aspect de mâchefer. La lave n'y est plus en blocs, sans que l'on sache s'il s'agit d'une évolution morphogénétique ou d'un état originel. La végétation y a pris pied plus densément. Outre une répartition plus serrée des arbustes, on y observe beaucoup de filaos hauts de quelques mètres.

Tout le versant du Grand Brûlé offre un certain nombre de coulées d'âge malheureusement indéterminé et à des états divers de pédogénèse et de reprise par la végétation à une allure qui, dans tous les cas, apparaît rapide dans ce milieu chaud et humide.

Sur le revers du cratère Bory, aux alentours de 2.500 m, les conditions sont plus rigoureuses et la végétation ne s'implante pas sur les aa récents. Le saupoudrage par les mêmes scories jaunes notées dans La Plaine des Sables remplit seul les creux. Sur le aa qui affleure, la gradation du vieillissement par des patines de plus en plus grises le rapproche petit à petit des teintes du pahoe-hoe sous-jacent.

c. disparition rapide de l'aspect de aa ?

Fait troublant, nous n'avons pas trouvé de topographie de aa que nous puissions rapporter à une époque ancienne de seulement quelques siècles. Toutes les coulées chaotiques de la Plaine des Sables sont en fait des pahoe-hoe évolués dont les chicots ne sont autres que des flancs de bombements crevassés ou de conduits de laves en forme de crocodile.



Le aa est peut-être une forme éphémère qui se démantèle mécaniquement en peu de temps, se nivelle par écroulement, puis tassement des fragments.

2) *Les dépôts meubles et leur modelé* (vannage, reg, problématique éolisation des blocs, etc...)

Le saupoudrage quasi général par des scories jaunes, bulleuses et vitreuses, de dimensions voisines de 6 mm, met en place des matériaux meubles dont nous avons déjà signalé la présence dans les creux de pahoe-hoe et même sous les plaquettes soulevées. Ces scories tapissent par endroits de vastes espaces, et sous leur couverture disparaît le pahoe-hoe sous-jacent. Tel est le cas dans une grande partie de la Plaine des Sables qu'elles transforment en une vaste surface horizontale qui lui vaut son nom. Une caldeira emplie de laves a son fond déjà sub-horizontale du fait de la gravité qui préside aux épanchements, mais les scories meubles accentuent l'horizontalité. Cette horizontalité générale n'empêche pas dans ces sables gravillonnaires l'existence de quelques reliefs de détail qui méritent attention. Les agents d'érosion dans ces matériaux sont évidemment très différents de ceux qui s'exercent sur les laves compactes.

Le ruissellement a incontestablement modelé ces graviers. Des traces de chenaux, larges d'une dizaine de mètres, traversent la Plaine des Sables. De plus, la surface apparaît zébrée de reliefs d'une quinzaine de centimètres de haut, d'environ 2 mètres de long et 50 cm de large, en tracé en S, à la manière d'un sif. Ces reliefs sont parallèles, et on est tenté de les prendre pour modelé éolien. En fait, ils présentent plus de cohérence qu'une dune. Tapissés de gravillons sur leur crête, ils montrent dans leur masse, une structure plus fine, leurs bords ne sont pas ébouleux. Le vent a tout au plus trié les matériaux en en faisant un reg de graviers; il a peut-être aussi contribué à creuser des chenaux longs d'environ deux mètres entre les pseudo-sifs, mais l'essentiel du modelé est bien sûr dû à un écoulement de type sheet-flood explicable par l'intensité des précipitations lors des cyclones.

Dans le détail, toute la surface des graviers offre une granulométrie plus grossière que les lits sous-jacents. Nul doute qu'on est en présence d'un processus de reg, les matériaux fins étant éliminés plus que les autres par le ruissellement assez lent sur des surfaces de faible pente (cliché n° 5).

D'après de nombreuses coupes les lits sous-jacents au reg de graviers se présentent comme finement stratifiés : il s'agit d'un recouvrement pelliculaire par des nappes ruissellantes successives.



N° 5 — *Au premier plan, la surface d'une coulée dégagée de son recouvrement de scories fines plaquées en un épais talus d'accumulation volcano-éolienne visible au second plan contre le flanc interne du Piton de Haüy (siè au centre, à gauche des traces de pas) (cliché G. MOTTET).*

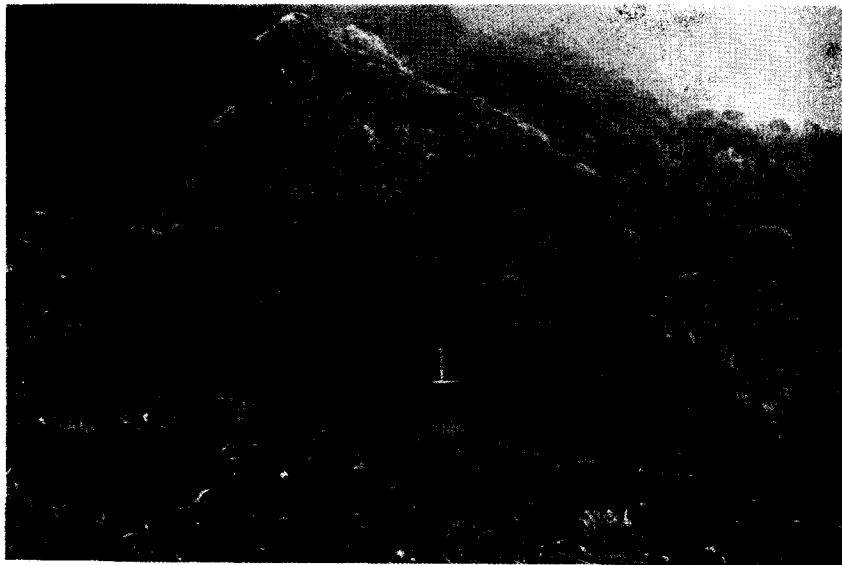
En quelques points le ruissellement s'organise. Au pied du versant Nord-Est du Piton de Haüy, au début de la pente qui conduit progressivement vers le fond de la rivière de l'Est, un cours d'eau temporaire présente un « plan » de remblaiement qui passe en aval à une gorge laquelle conduit à son tour à un second « plan » lui-même établi en contrebas de 7 à 8 m d'un replat révélant une ancienne topographie de base de versant. Il s'agit là d'une reprise d'un fond de caldeira par une érosion nettement fluviale explicable par la déclivité voisine et différente des processus de nappes qui prévalent sur le fond plat de la Plaine des Sables.

Le rôle du vent n'est cependant pas négligeable. Le transport par celui-ci de gravillons de plus de 6 mm n'a rien d'étonnant, puisqu'il s'agit de matériaux bulleux et peu denses. Des matériaux 1,5 fois moins dense que le quartz (1) sont déplacés par un vent $\bar{1,5}^2$ fois moins rapide. Et la violence des cyclones suffit ici amplement. Même par un vent très modéré nous avons vu se produire quelques légers déplacements.

(1) La densité des pouzzolanes récoltées est de 1,8.

Certaines formes posent le problème de l'accumulation éolienne car elles se présentent comme de véritables dunes :

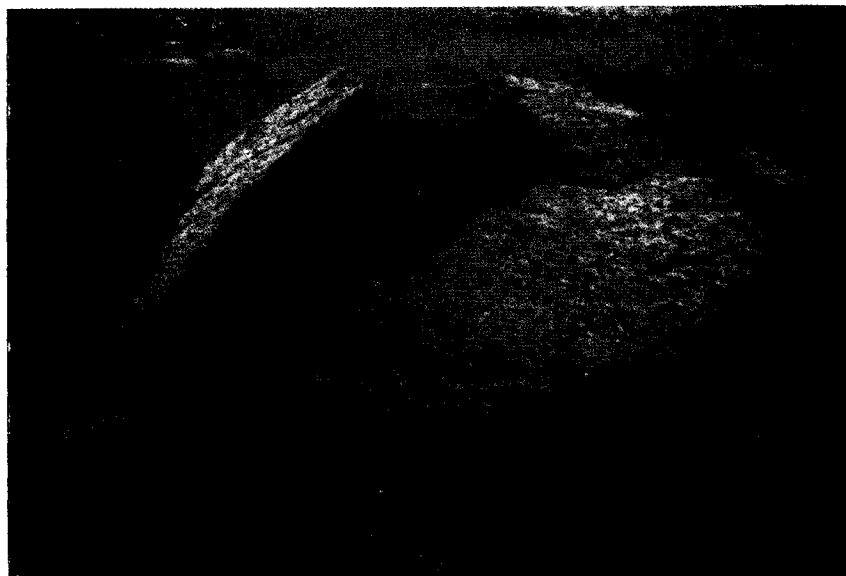
a. contre le petit rempart de caldeira taillé dans le flanc interne du Piton de Haüy est plaqué un véritable talus dunaire continu, haut d'au moins 30 m, présentant un véritable sif très frais à une extrémité et partout ailleurs détaché de la paroi par un creux de 2 m de large et de quelques décimètres de profondeur, typique des accumulations éoliennes devant un rocher. D'autre part, la paroi verticale de lave en place est à son tour tapissée de sables éoliens de plus en plus fins vers le haut, réfugiés dans les cavités des niveaux scoriacés. Tout ce modelé est incontestablement éolien (cliché n^{os} 5, 6, 7).



N^o 6 — Petite dune d'accumulation en avant d'un bloc éboulé (cliché G. MOTTET).

Mais la question est de savoir s'il s'agit de matériel pris par le vent sur les épandages du fond de la caldeira ou de retombées directement volcaniques modelées soit par le vent accompagnant l'éruption, soit peu de temps après qu'il eût été plaqué par elle contre la paroi du Haüy. Dans les trois cas, l'agent de transport, alizé, explosion volcanique, ou combinaison des deux, vient de l'Est. La direction du mouvement ne permet pas de choisir entre les hypothèses.

Quoi qu'il en soit, la base du talus dunaire est nettement reprise par le ruissellement qui érode même le plancher de scories sous-jacent, en fonction du creusement fluvial déjà signalé, en direction du Fond de la Rivière de l'Est.



N° 7 — Bombement crevassé de lave prismée, à demi enfoui par l'accumulation éolienne de scories fines plus épaisses au centre de la fissure (cliché G. MOTTET).

b. contre le rempart de la Plaine des Sables, au lieu dit Pas des Sables, des talus de scories dessinent comme de grands chevrons. Là, les formes ne sont pas typiquement éoliennes. La coupe montre nettement tout un modelé fluvial complexe dans un dépôt de cendres plaqué originellement contre le mur de caldeira.

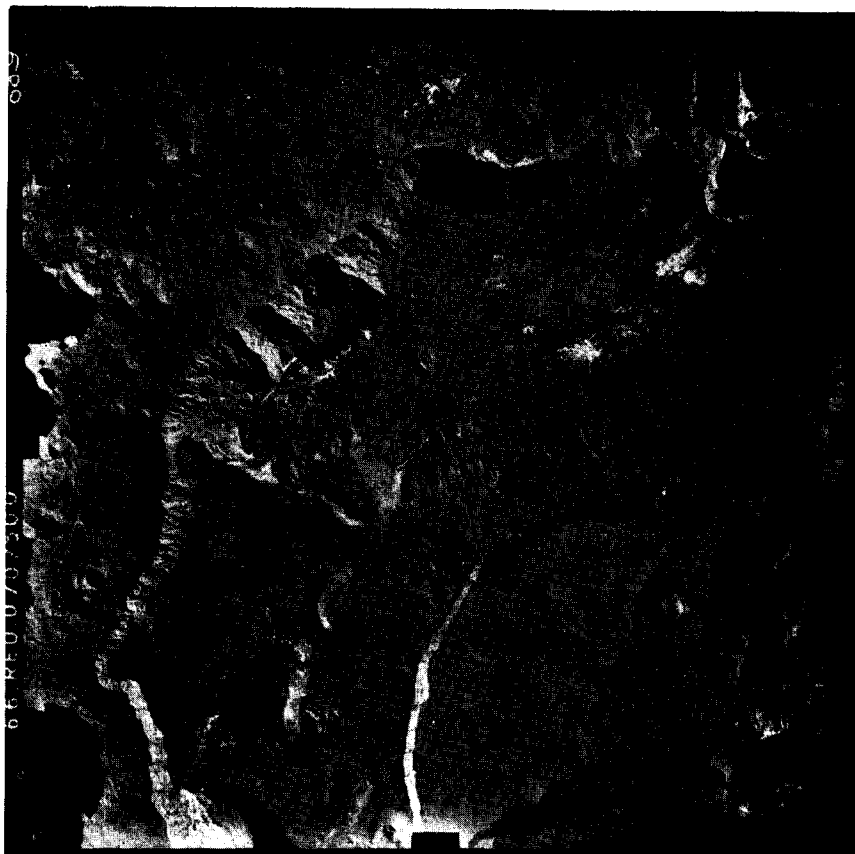
Ici donc, l'agent primitif de dépôt n'a pas fonctionné aussi récemment que dans le cratère Haüy, et il est encore plus difficile d'en préciser la nature.

Existe-t-il des blocs éolisés ? Certaines formes présentent peut-être l'arête sinueuse caractéristique. Mais il est vrai qu'une cassure de basalte peut simuler un polissage éolien. Le manque de quartz prive la corrosion de son abrasif le plus habituel. Nos observations sur ce point restent hypothétiques.

C. — *L'évolution des parois de caldeiras.*

La comparaison de la paroi de la caldeira de l'Enclos Fouqué, très récente, et de celle du plus ancien enclos des Sables, montre deux stades de l'évolution et permet d'en saisir la marche (photo IGN 009) (1), comparaison d'autant plus frappante que le matériel est semblable dans les deux cas, « millefeuille » de basaltes compacts et de basaltes scoriacés.

(1) Mission 1966, Réu 070/500. Cliché 009.



Cliché I.G.N. — *Les Fournaises*

Au Sud-Est, le complexe de caldeiras du volcan actuel (4ème Fournaise selon terminologie de Defos du Rau). Coulées noires de aa issues des fentes émettrices du flanc nord des caldeiras, descendant vers le rempart de l'Enclos Fouqué.

Dans la « 3^e Fournaise » (Defos du Rau) au Sud-Ouest de la photographie, la Plaine des Sables bordée :

— à l'Est par les Pitons Chisny (au Sud), Haüy ou Demi-Piton et Piton du Cirque (au Nord).

— au Nord, par le Fond de la Rivière de l'Est, envahi par des coulées cascading du Piton du Cirque et par le plateau des Basaltes (centre-ouest).

— à l'Ouest, par le Rempart des Sables, paroi de caldeira assez évoluée. (succession de niches), prolongées vers le Nord par le Rempart de la Rivière de l'Est profondément entaillée, au Sud par la Ravine de la Plaine des Sables.

Les pentes externes, à l'Ouest de la photographie, de la « 2^e Fournaise » (Defos du Rau) sont parsemées de cônes adventifs. A l'extrême Ouest, dans l'ombre, on aperçoit le Cratère Commerson et le fond d'affluents de la Rivière des Remparts attaquant la « 2^e Fournaise ».

(Photographie aérienne réalisée par l'escadrille de l'Institut Géographique National, Paris — 1966, Réu 070/500).

1) — *La paroi récente de l'Enclos Fouqué* est presque verticale. Son tracé ne présente pas de sinuosité marquée, mais des arcs à très grand rayon se recoupant sous un angle très obtus, en « nez » très peu proéminent.

La « verticalité » n'est à vrai dire pas parfaite puisque la pente est voisine de 60-70° en moyenne. Sur certains secteurs, cette pente paraît ne pas avoir sensiblement évolué de sorte que la végétation (*philippia*) reste accrochée. Au contraire, d'autres secteurs évoluent par formation d'éboulis. Un embryon de talus d'éboulis se forme à leur pied. La descente des blocs est assez importante pour interdire la croissance des *philippia*, et paradoxalement ce sont les secteurs les plus évolués qui sont les moins colonisés.

2) — *La paroi plus ancienne de l'Enclos des Sables*. Les formes sont beaucoup plus évoluées. Le matériel est semblable à une exception près : il est resté, dans la partie Nord-Ouest, un témoin d'ancien lac de lave accoté en contrebas du rempart, et en position dominante par rapport à la Plaine, sous la forme d'un petit plateau formant éperon : le plateau des Basaltes. La composition diffère du reste de la paroi par la présence de 5 niveaux de basalte compact donnant des prismes de l'ordre de la dizaine de mètres de haut pour les plus importants. Ce plateau des Basaltes évolue dans la partie inférieure du versant par une richtérisation qui tranche des résidus de colonnades en place et s'effectue aussi par un transfert d'éboulis sur la pente.

Le reste du Rempart de la Plaine des Sables a une pente de 50 à 60°. Il présente la typique structure en « millefeuilles » et se divise en avancées dans la roche en place, séparées par des espèces de niches larges de 50 à 200 m dont le fond est un plan incliné voisin de 30°. Sur ces plans inclinés saillent de nombreux blocs d'éboulis mais aucun ressaut dû aux coulées de basalte compact ne se marque dans la topographie. Le processus de formation paraît être le suivant : d'anciens plans de transport d'éboulis évoluent par soutirage de matériaux fins. Ce soutirage est à la fois le fait du ruissellement diffus et de ruisselets quasi permanents (nous en avons noté trois sur un de ces grands plans). Les ruisselets ne s'encaissent guère car leur pouvoir d'érosion linéaire est très rapidement bloqué par le pavage des gros blocs qu'ils ont eux-mêmes déchaussés. Cette paralysie de l'érosion linéaire explique l'évolution en plans inclinés. Le processus peut d'autre part être compliqué par des saupoudrages de cendres et scories d'éruption comme ceux qui ont été décrits précédemment mais il ne s'agit là que de simples épisodes.

Comment l'évolution se poursuivra-t-elle ? Si l'érosion régressive des grandes ravines comme celle de la Rivière Langevin ou de la Rivière de l'Est annexe la Plaine des Sables au drainage extérieur et

produit un encaissement, la paroi se trouvera ravivée et on est ramené au problème d'une érosion par « cirques » (cf. le paragraphe consacré aux cirques). Si au contraire, aucun recreusement linéaire n'intervient, les plans inclinés peuvent-ils se rejoindre par recul de leur paroi et peut-on aboutir à l'élaboration de grandes plaines déclives, type « Plaine de Palmistes ? » Bornons-nous à poser le problème de l'importance de l'érosion aréolaire dans le modelé de La Réunion.

D. — *L'évolution des Enclos.*

L'extension des ravines au détriment des fonds d'Enclos pose le problème du défonçage des caldeiras. Ce problème a généralement été posé à partir des trois grands cirques qui éventrent le Piton des Neiges : ces cirques sont-ils des caldeiras d'effondrement à peine retouchées par l'érosion, ou sont-ils des bassins de réception torrentiels modelés par un puissant ravinement régressif dans les parties hautes de la montagne. P. Bussière répond par la seconde explication (« le Cirque est une sorte de grand lavaka ») (1). Au contraire, P. Rivals adopte la solution de l'effondrement volcano-tectonique et J. Defos du Rau fait la part de l'érosion et du volcano-tectonisme en insistant sur ce dernier : après avoir gonflé tel un « soufflé au fromage » le centre du volcan s'effondre en grands arcs concentriques découpant des « nez ».

Le volcan de la Fournaise où l'on peut observer à la fois le travail des grandes ravines et d'incontestables effondrements volcano-tectoniques permet de classer un certain nombre d'arguments. J. Defos-du-Rau remarque que certaines ravines du pourtour de la Fournaise offrent un tracé arqué. Celle de la Rivière des Remparts est la plus caractéristique et l'on est en droit de supposer qu'elle a suivi une paroi d'enclos. Les versants sont d'ailleurs dissymétriques : le plus abrupt est tourné vers le centre à la manière d'une paroi de caldeira. Autre argument : au Nord et au Sud de la Plaine des Sables, les ravines qui attaquent cette dernière en remontant d'une part de la Rivière de l'Est, d'autre part de la Rivière Langevin ont dans les deux cas comme versant externe en amont le prolongement du rempart : c'est donc qu'une érosion régressive respecte un certain temps une paroi de caldeira.

La question est cependant de savoir si elle la respecte longtemps et sur de grands trajets. La Rivière Langevin permet d'évaluer jusqu'à

(1) Travaux du Bureau Géologique n° 84, page 13.

quel point la structure est conservée. Elle présente dans sa partie amont un élargissement en cirque, le « Grand Pays ». Ce cirque recoupe en effet le rempart de la Plaine des Sables, et s'agrandit aux dépens de cette dernière suivant un axe d'érosion régressive conforme à la pente externe du volcan et par conséquent au mur de caldeira. C'est seulement une digitation de détail qui, sur 1,5 km environ suit la paroi de caldeira. Une lutte de vitesse est engagée entre l'érosion régressive de la tête de la digitation qui suit la ligne tectonique et l'élargissement du cirque du Grand Pays.

Une évaluation est plus difficile en ce qui concerne la rivière de l'Est. Il semble toutefois que celle-ci a rejoint puis suivi le même rempart.

La marche de l'érosion régressive au contact du Fond de la Rivière de l'Est et de la Plaine des Sables peut être suivie grâce à une coulée de pahoe-hoe qui, venant de la Plaine des Sables est tombée dans le Fond de la Rivière de l'Est en moulant le rebord d'érosion. Mais au passage du lit du ruisseau une cascade a reculé d'environ 50 m en arrière de la paroi fossilisée.

Le processus d'éventration des caldeiras paraît compliqué par l'existence d'un gradin intermédiaire. Entre la Plaine des Sables qui est à peu près horizontale à 2.260 m et la gorge de la Rivière de l'Est qui descend de 1.500 à une centaine de mètres, le Fond de la Rivière de l'Est est un palier en plan incliné qui descend à 2,5 % de 1.900 à 1.720 m.

Un étage semblable mais fossilisé par des laves récentes paraît caractériser l'extrémité Nord-Est de l'Enclos Fouqué ; le plan incliné intermédiaire de la Plaine des Osmondes descend avec une pente de 10 % de 1.100 à 900 m, entre l'Enclos Fouqué qui est à peu près horizontal entre 2.600 et 2.200 m et les basses pentes du Grand Brûlé.

L'attaque par des cirques d'érosion se fait sous nos yeux par processus régressif à la Ravine Basse Vallée, au Trou Caron et au Trou de Sable de sorte que le Rempart Nord (dit du Bois Blanc) du Grand Brûlé n'a pas gardé ses formes tectoniques, alors que le Rempart Sud dit Rempart du Tremblet semble les avoir conservées. Entailles d'érosion aussi, les têtes des « Bras » affluents de rive gauche de la Rivière des Remparts.

Il semble donc que tantôt l'érosion ait collaboré avec les phénomènes volcano-tectoniques, tantôt qu'elle tende à en oblitérer les formes.

II. — LE PROBLEME DES CIRQUES DU MASSIF DU PITON DES NEIGES

Le Massif du Piton des Neiges, plus ancien (1) que celui de la Fournaise, présente des formes actuelles plus évoluées parmi lesquelles les fameux cirques de Cilaos, Salazie et Mafate. Nous n'avons pu observer que les deux premiers.

Sans conclure nettement sur la question de savoir si leur origine est volcano-tectonique ou essentiellement torrentielle, il faut tout de même remarquer qu'un seul, celui de Cilaos, est nettement circulaire, alors que les autres ont un contour piriforme se terminant en aval par un « goulet » au sens où Jules Blache emploie le terme dans le Vercors pour le défoncement de couches redressées.

Les deux cirques que nous avons pu visiter donnent une coupe dans la montagne et permettent d'observer d'une part la structure, d'autre part les stades de l'évolution des formes d'accumulation et d'érosion.

A. — *La structure révélée par les cirques*

On distingue nettement des parois modelées dans la roche en place et un remplissage dans lequel s'enfoncent des vallées profondes séparant des fragments de plateaux-replats, les « îlets ».

1 — La roche en place affleure, d'une part dans les parois du pourtour des cirques, qui s'élèvent en pente très forte, de l'ordre de 70° sur des dénivellations de l'ordre d'un millier de mètres, d'autre part dans des cloisons compartimentant les Cirques, comme celle du Peter Both (qui n'est pas un dyke) à laquelle s'accroche la route de Cilaos. Elle est atteinte aussi dans les fonds des ravines incisées dans le matériel détritique des îlets.

Toute composition pétrographique mise à part, la distinction essentielle permet d'opposer une formation à sills développée dans la partie inférieure et moyenne et un empilement de coulées en « mille-feuilles » composant la partie terminale.

La formation à sills, qui constitue notamment l'arête de Peter Both, est constituée d'anciennes coulées de basaltes bréchoïdes intensément zéolitisées, traversées de dykes de basaltes compacts passant à des sills. La mise en place de ces sills ne peut s'être faite que sous une certaine épaisseur de terrains sous-jacents, ce qui est plutôt un argument contre l'hypothèse d'une origine caldeirienne des Cirques.

(1) Cf. CHAMALAUN et Mc DOUGALL, *Nature*, 1966, page 1213.



On observe encore, au niveau de la formation à sills, à l'Ouest de l'agglomération de Cilaos, une venue de syénite quartzifère qui, en se redressant à la verticale, constitue le « Piton de Sucre ». Cette roche, à grain moyen, s'est mise en place en profondeur et milite, elle aussi, contre l'hypothèse d'un effondrement de fort rejet.

La partie supérieure des parois est formée d'un empilement de minces coulées compactes ou scoriacées, analogue à celui des parois des caldeiras de la Fournaise. Il se termine par les planèzes des pentes externes du Grand Bénard, de la Roche Ecrite, du Coteau Kerveguen, etc...

Cet empilement n'est pas partout parfaitement régulier. En effet, en remontant le goulet de la Gorge de Salazie, on constate au versant dit « Cap Picard » la succession suivante :

- à la base, des tufs peut-être lacustres, fortement inclinés ;
- puis des coulées minces, horizontales, et des sills ;
- puis une épaisse coulée bréchoïde prismée ravinant tout cet ensemble. Cette coulée se retrouve sur l'autre versant où elle a dévalé en pente forte. La disposition divergente de l'axe des prismes indique d'ailleurs que la coulée ne s'est pas épanchée sur une surface plane, mais qu'elle appartient à un stade d'épanchement postérieur au début du creusement.

On ne trouve d'autre part jamais, dans le centre des Cirques, de témoins de l'empilement sommital des coulées, ce qui ne manquerait pas de se produire si les cirques étaient dus à des effondrements importants.

Il est d'autre part remarquable qu'à l'endroit où, si on les reconstitue, les trois caldeiras devraient être sécantes, c'est-à-dire au lieu qui devrait être plus que tout autre effondré, se trouve en fait certains des sommets les plus élevés de l'île : le Gros Morne, les Salazes et le Piton des Neiges. De plus, à l'endroit où l'on pourrait supposer que se soient formés des « Nez Cassés », il se raccorde des extrémités de cloisons en position de lignes de partage des eaux.

Enfin, s'il y avait caldeiras, celles-ci seraient vraisemblablement concentriques, emboîtées à partir du centre du volcan, et non divergentes.

2 — Le remplissage dans lequel sont modelés les îlets est constitué de blocs très grossièrement roulés qui ne sont peut-être pas de même origine au Cirque de Cilaos et au Cirque de Salazie.

Dans le Cirque de Cilaos, il s'agit d'une formation alluviale grossière, mal stratifiée qui a fossilisé jusqu'à un très haut niveau un modelé d'érosion parvenu jusqu'à la formation à sills. Les Cirques sont



donc des formes en grande partie fossilisées, en voie d'exhumation. On peut donc se demander si le modelé des grandes parois, à peine rainurées de cascades mortes ou vives, n'est pas le résultat d'une exhumation récente, tout au moins dans leur partie inférieure.

Cette formation alluviale du Cirque de Cilaos se trouve dans le goulet de sortie de la Rivière de Cilaos au lieu dit « les Aloès ». Sur le versant opposé à la route, on voit nettement la coupe d'une ancienne vallée taillée dans le basalte compact, et comblée, à tel point que la rivière actuelle a dû trouver un autre lit en se surimposant dans le basalte compact. La coupe de la vallée fossile montre la succession suivante, de bas en haut :

- un basalte compact affleure dans le lit actuel ;
- des alluvions se terminent par un lit de cailloux roulés présentant une pente d'au moins 5 % ;
- la formation alluviale se poursuit au-dessus de ce cordon et, au sommet elle est ravinée par une coulée boueuse qui forme tout le haut et qui semble être un lahar.

Les enseignements de cette coupe sont les suivants :

a) en prolongeant vers l'amont la nappe de galets intermédiaires, on remonte dans le Cirque de Cilaos jusqu'à un niveau égal ou supérieur à celui du remplissage des îlets.

b) les émissions volcaniques ont continué pendant, sinon après le dépôt du remplissage alluvial.

Cette observation est confirmée par un affleurement situé dans la descente de Cilaos à la vallée du Bras de Benjoin : on y voit des intrusions volcaniques dans la formation détritique.

Nous n'avons aucune preuve que la pente relativement forte du remblaiement soit due à un basculement tectonique : elle se justifie suffisamment par la grossièreté du matériel. On ne peut non plus affirmer qu'elle a une origine climatique (mais on ne peut non plus le nier). Comme elle est contemporaine d'épisodes volcaniques, il est en tout cas logique de la mettre en rapport avec une phase d'éruption.

Dans le Cirque de Salazie, la formation détritique ne nous a pas paru incontestablement alluviale, mais elle se présente davantage comme une série de dépôts de pente comme on peut le voir entre Mare à Vieille Place et Grand Ilet. Les épisodes alluviaux semblent n'appartenir qu'à des stades de creusement postérieurs. Les rapports du détritique et des éruptions volcaniques sont bien visibles sur la Pente Carozin à l'Ouest de Mare à Vieille Place où l'on a un cône volcanique rouge scoriacé traversé de dykes et compliqué de coulées boueuses hétérogènes divisées par des plans de glissement obliques. Cette formation passe à son tour aux dépôts de pente de notre remplissage détritique.

Dans les deux Cirques, les îlets ne sont pas les témoins d'une surface terminale de remblaiement mais de glacis d'érosion modelé dans cette masse détritique. Ils forment un réseau cohérent de pentes dirigées vers le centre du débouché des Cirques.

Toutefois le caractère de glacis est moins net à Salazie qu'à Cilaos : les topographies y sont plus complexes. De nombreux îlets locaux ont été modelés en contrebas des îlets supérieurs. Des topographies de serres apparaissent dans les formations détritiques et des replats structuraux se sont établis par endroits sur du basalte au cours des phases du creusement.

B. — *Evolution des formes d'accumulation et d'érosion*

Si l'on tente d'esquisser l'évolution des deux Cirques, la succession des faits peut donc être la suivante :

- empilement de coulées, bréchoïdes ou non ;
- intrusion de necks et de sills dans cet ensemble et édification de l'empilement sommital des coulées ;
- érosion dans le matériel volcanique par creusement de vallées et modelé de cirques à cloisons résiduelles ;
- fossilisation de ce modelé par le remblaiement alluvial du Cirque de Cilaos et par les dépôts de pente du Cirque de Salazie pendant que les éruptions volcaniques continuaient ;
- un lahar descend aux Aloès de la rivière de Cilaos ;
- l'érosion découpe dans le remblaiement les grands glacis qui forment la surface des îlets ;
- un recreusement récent entaille cette surface et la découpe en déterminant des ravins à bad-lands isolant en plateaux les terroirs-plans qui portent à proprement parler le nom d'îlets.

Ce creusement paraît se faire à Salazie avec quelques phases d'arrêt intermédiaires, responsables du modelé d'îlets en contrebas de reliefs plus élevés.

III. — LES RAPPORTS ENTRE LES FORMES D'EROSION OU DE REMBLAIEMENT ET LES GLACIS PERIPHERIQUES

Tout le pourtour de l'île, à l'exception du Grand Brûlé et de la Corniche de la Montagne, présente des glacis de pentes diverses. Ainsi la Plaine des Palmistes est un glacis évidé en contrebas de la Plaine des Cafres, et qui domine à son tour le glacis qui va du Grand Etang à Sainte-Anne. Certaines de ces pentes périphériques, certes, sont loca-

lement des pentes structurales, mais dans la plupart des cas, elles recourent des lits de basalte et des formations scoriacées, comme nous l'avons constaté sur les flancs de la Rivière St-Denis. Un système de versants se modèle en effet dans une altération ferrallitique épaisse, particulièrement dans la partie Nord-Est de l'île. Dans la partie occidentale, sous le vent, la pluviosité a moins altéré les basaltes et les influences structurales sont mieux conservées.

Il est difficile de déterminer des stades d'érosion dans ces modèles périphériques. Toutefois des successions de remblaiement et de creusement nous sont apparues en quelques points. Au pont suspendu de la Rivière de l'Est, on observe la succession chronologique suivante :

- épanchements de coulées de basaltes superposées avec une pente supérieure à celle de la rivière actuelle ;
- un creusement jusqu'au niveau du tablier du pont suspendu ;
- un remblaiement alluvial d'au moins 50 m, dont le sommet est le glacis de la cote 205 de la carte (pente de 11 à 12 %) ;
- un creusement puissant qui a dégagé une partie du matériel précédent et entaillé les basaltes en respectant des ressauts structuraux ;
- un nouveau remblaiement qui est remonté approximativement jusqu'au niveau du tablier du pont. La surface terminale constitue un second glacis en contrebas du premier, prolongeant la surface structurale des basaltes : c'est le glacis de la cote 132 de la carte. Sa pente est de 7 % ;
- quelques centaines de mètres en aval du pont, une nouvelle coulée de basaltes de 3 m d'épaisseur qui s'est épanchée sur le glacis du second remblaiement ;
- la rivière a recreusé en contrebas du second remblaiement ; au fond de sa vallée, elle a un large lit alluvial dans lequel elle divague. Sa pente est de 5 à 6 %.

Les alluvions des deux glacis sont de type « rana ». Le second remblaiement paraît plus anguleux et plus emballé dans une matrice que le premier. Mais l'un comme l'autre attestent une phase d'érosion violente.

Ces remblaiements posent les mêmes problèmes que ceux des cirques. Le plus ancien a-t-il été plus relevé tectoniquement que le second, comme si la destruction de l'île allait de pair avec un soulèvement volcano-tectonique ? Ou bien la grossièreté des alluvions suffit-elle à expliquer des pentes de l'ordre de 12 % ? Faut-il lier ces remblaiements à des phases climatiques ou à des phases d'éruption volcaniques ? Questions que nous devons laisser sans réponse.

Pour y répondre en effet, il faudrait étudier systématiquement tous les débouchés fluviaux de l'île. Nous avons seulement constaté que la Rivière St-Etienne est bordée par deux anciens glaciers superposés, tous deux ayant une pente supérieure à celle de la rivière actuelle, de sorte qu'elle constitue un système très semblable à celui de la Rivière de l'Est.

*
**

Il aurait été satisfaisant d'aboutir à une coordination des phases volcaniques et des phases morpho-climatiques pour comprendre l'évolution morphologique de l'île. Nous nous sommes bornés à constater de grands remblaiements, les uns, effectivement contemporains de phases volcaniques ayant fossilisé l'intérieur des Cirques, les autres ayant établi les glaciers de la Rivière de l'Est et de la Rivière St-Etienne. De nombreuses questions demeurent en suspens.

BIBLIOGRAPHIE

- BATTISTINI (R.) — *Le volcan actif de la Réunion* — Madagascar, Revue de Géographie, n° 9, 1966, p. 16 à 44.
- BUSSIÈRE (P.) — *Etude géologique de l'île de la Réunion. Travaux du Bureau Géologique de Madagascar* — Tananarive, 1958, n° 84, 64 p., 7 pl. photos, 1 carte hors-texte.
- CHAMALAUN (F.-H.) and Mc DOUGALL (I.) — *Dating geomagnetic polarity epochs in Reunion*, Nature, 1966, vol. 210, p. 1212-1214.
- DEFOS du RAU (J.) — *Le relief de la Réunion*. Public. de l'Université de Bordeaux, 1959, 319 p.
- DUCROT (M.) — *Le volcan de la Réunion (période 1952-1957)* — Travaux du Bureau Géologique de Madagascar — Tananarive, 1958, n° 88, 101 p., 14 pl.
- DUCROT (M.) — *Le volcan de la Réunion (période 1943-1952)* — Travaux du Bureau Géologique de Madagascar — Tananarive, 1959, n° 94, 28 p., 5 pl.
- LACROIX (A.) — *Le volcan actif de la Réunion et ses produits* — Paris, Gauthiers Villars, 1936, 297 p.
- LACROIX (A.) — *Le volcan actif de la Réunion (supplément) et celui de la Grande Comore* — Paris, Gauthiers Villars, 1938, 57 p.
- UPTON (B.G.J.) and WODSWORTH (W.J.) — *A complex basalt-mugearite in Piton des Neiges volcano, Reunion* — Amer. Mineralogist, 1967, T. 52, p. 1475-1492.

RESUME

Dans cet article, les auteurs étudient quelques types de formes des deux volcans de l'île de la Réunion : Massif du Piton de la Fournaise et Massif du Piton des Neiges.

La première partie est consacrée à l'étude de quelques structures du volcan actuel (fentes émettrices, bombements crevassés des laves pahoe-hoe) et de son complexe central de caldeiras évoluant par remplissage du cratère Dolomieu et effondrement du demi-cratère Vélain. Ils analysent ensuite les enclos et leur paroi, ce qui les conduit dans la deuxième partie à l'important problème de l'évolution des Cirques. Ceux-ci se sont-ils développés par extension des ravines ou par effondrement des caldeiras à peine retouchées par l'érosion ? Les auteurs optent pour la première hypothèse. Ils s'appuient, d'une part sur l'étude du matériel constituant les reliefs des Cirques, d'autre part sur la morphologie des grandes ravines tendant à défoncer le massif récent de la Fournaise. Ils tentent une esquisse de l'évolution des formes d'accumulation et d'érosion dans les Cirques. Ceci leur permet d'analyser les rapports entre ces formes et les glacis modelés sur une grande partie du pourtour de l'île.