

LE VOLCAN ACTIF DE LA GRANDE COMORE

par R. BATTISTINI

Généralités sur l'archipel des Comores.

Les Comores sont un archipel de quatre îles volcaniques (Mayotte, Anjouan, Mohéli, et la Grande Comore) situé dans la partie septentrionale du canal de Mozambique, à peu près à mi-chemin de la côte nord-ouest de Madagascar et de la côte africaine. Les quatre îles sont entièrement constituées par des roches volcaniques, et aucun socle prévolcanique n'est connu. Les roches de beaucoup les plus courantes appartiennent au groupe des laves à faciès basaltique, plus ou moins mélanocrates, généralement à olivine. Mais des roches volcaniques acides ou neutres (trachytes, phonolites, ordanchites) ont aussi participé à la construction de l'archipel où elles jouent un rôle important à Mayotte, située à l'extrémité sud-est de l'archipel, un rôle minime dans les deux îles du milieu, Anjouan et Mohéli; la Grande Comore, au Nord-Ouest, est par contre entièrement basaltique.

Il est probable que le banc corallien du Geysier, à 150 km au Nord-Est de Mayotte, et les deux petites îles coralliennes des Glorieuses, à 275 km dans la même direction, ont pour substratum des volcans sous-marins appartenant au même ensemble, mais qui ne sont pas parvenus à émerger.

Grands volcans posés sur des fonds sous-marins de 3 500 à 4 000 mètres, les quatre Comores sont reliées par des profondeurs moindres, quoique mal connues. Leur morphologie indique qu'elles ne se sont pas formées en même temps, mais que le volcanisme a migré du Sud-Est vers le Nord-Ouest, de telle sorte que l'ancienneté est, dans l'ensemble, croissante de l'Ouest vers l'Est.

Mayotte, l'île la plus orientale, mesure 374 km² et culmine à 660 mètres. Son état d'extrême dissection, et l'existence de sols rouges profonds d'altération, montrent que des quatre îles c'est la plus ancienne. Faute de repères, il est impossible de fixer avec précision son âge, mais celui-ci pourrait être miocène. L'ensemble du soubassement est formé de laves mésocrates à faciès basaltique, ayant donné lieu à la formation de sols

Nous remercions M. le Président Mohamed CHEIK, et M. le Haut Commissaire BERNARD, qui nous ont conseillé et aidé lors de notre voyage à la Grande Comore (Noël 1965).

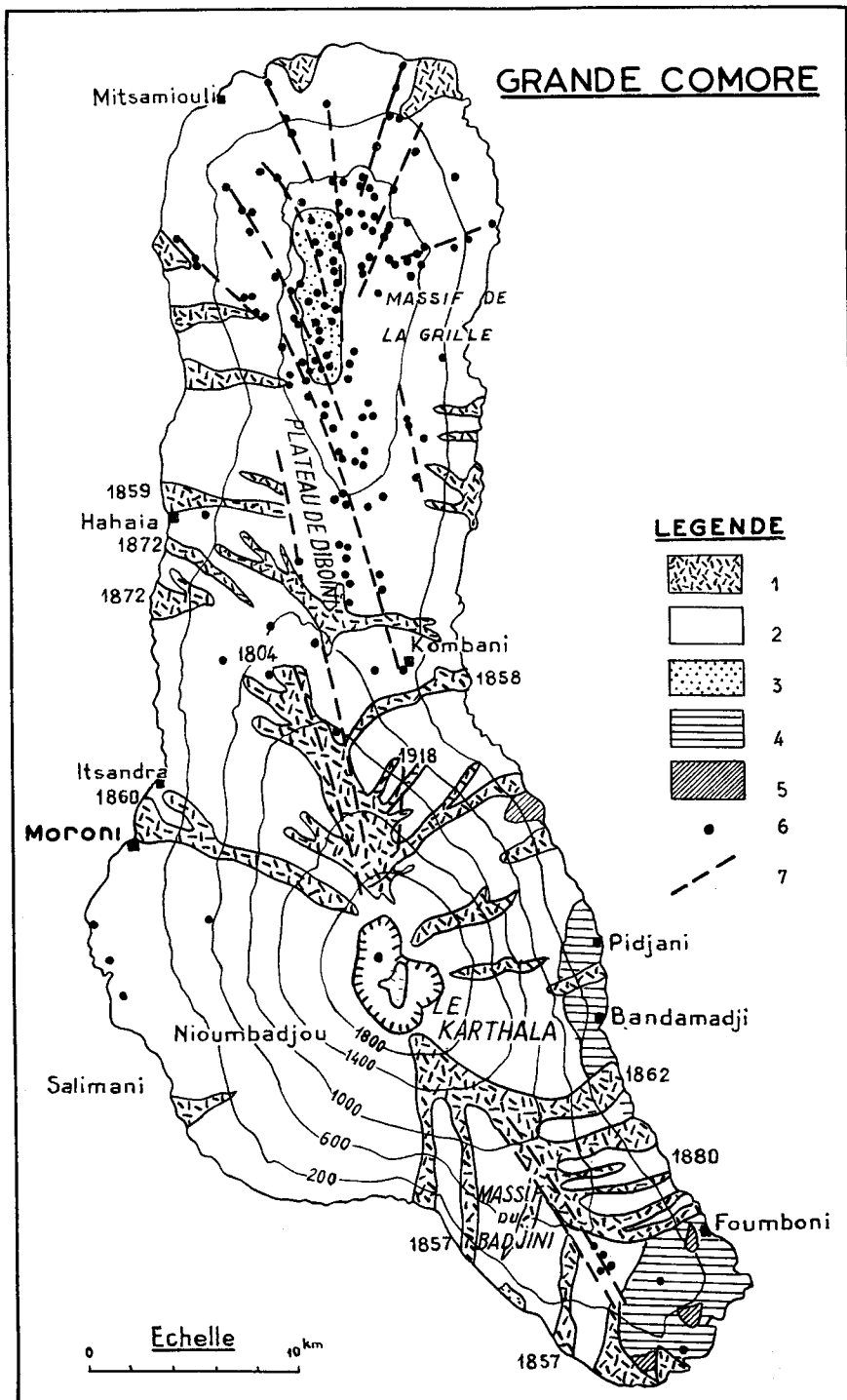


FIG. 1. — Croquis général de la Grande Comore en partie d'après J. DE SAINT-DURS.

1. Coulées très récentes reconnaissables sur les photographies aériennes verticales.
2. Coulées de la phase récente.
3. Pouzzolanes (projections stromboliennes) dominantes.
4. Laves à faciès basaltique de la phase ancienne.
5. Laves porphyriques mélanocrates (ankaramites, ankaratrites, basanites) de la phase ancienne.
6. Principaux édifices stromboliens de scories.
7. Lignes de fracturation.

profonds d'altération rouges. Ce soubassement a été traversé par des venues de phonolites et d'ordanchites qui, par érosion différentielle, donnent les points hauts du relief de l'île: Massif de la Convalescence, culminant au Mont Sapéré (572 m); Mont Lima Combani (481 m) au centre; Mont Benara (578 et 660 m) dans le Centre Sud; piton Choungui (594 m) à aspect de suc phonolitique, au Sud.

Mayotte est la seule des quatre îles à posséder un récif barrière, qui entoure complètement l'île. La largeur du lagon varie entre 5 et 10 km. Il existe même, dans le Sud, une double barrière, cas extrêmement rare, signalé seulement aux Fiji, sur la côte Nord-Est de la Nouvelle Géorgie (îles Salomons), et à Truk (îles Carolines). L'existence de ces barrières, ainsi que le rivage de submersion très découpé de l'île, témoignent d'une subsidence prononcée et sans doute assez ancienne (Anjouan, Mohéli et la Grande Comore possèdent seulement un récif frangeant, tendant toutefois à se détacher notablement de la ligne de rivage dans l'Ouest d'Anjouan).

Une troisième phase volcanique, la plus récente (probablement quaternaire moyen), mais très localisée, a été caractérisée à Mayotte par l'émission de tufs et de cendres trachytiques. La petite île adjacente de Pamanzi est une construction volcanique de cette période qui a poussé sur le récif barrière (des blocs de corail ont été repris et englobés dans les émissions volcaniques); on y trouve des formes originelles encore bien reconnaissables, comme le cratère-lac de Dziani-Dzaha. La partie voisine de la Grande Terre (région de Mamoutzou) a été aussi concernée par ce volcanisme récent, auquel appartient le beau cratère de Kaweni, envahi par la mer et occupé par une belle vasière à palétuviers.

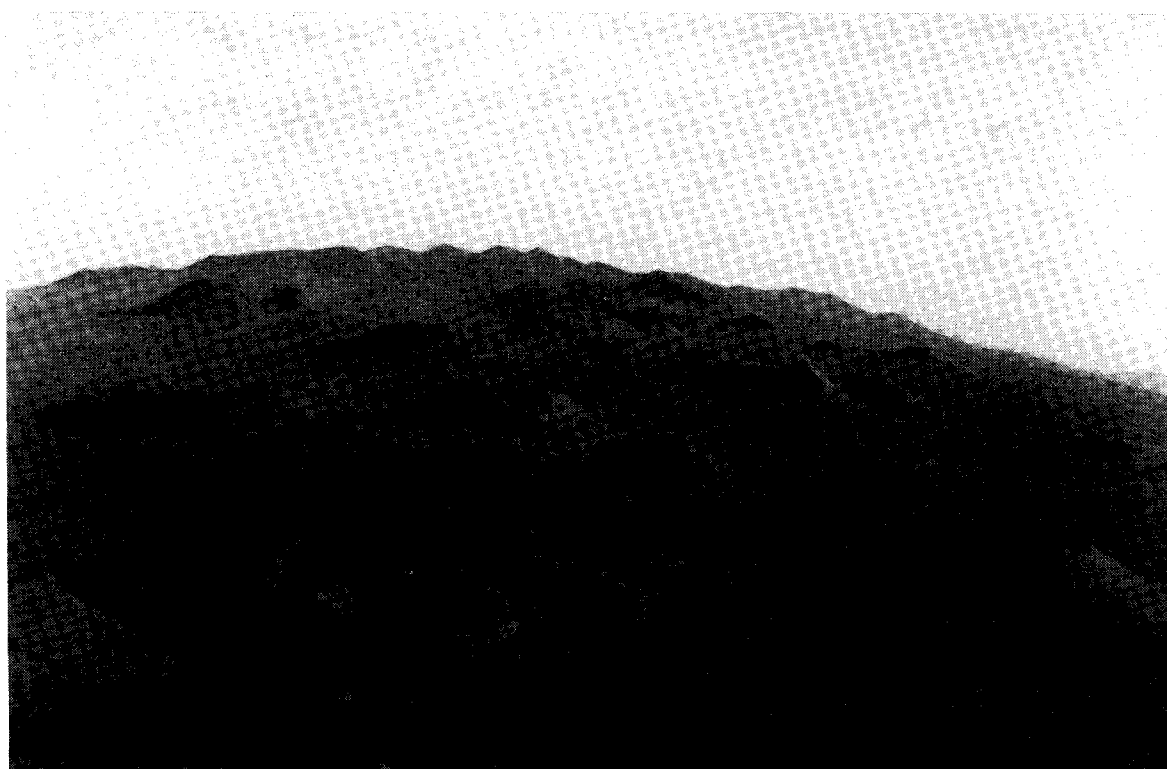
Comme Mayotte, les deux îles centrales, Mohéli (superficie 290 km²; altitude 790 mètres) et Anjouan (424 km²; 1 595 mètres) n'ont pas non plus de volcan en activité. Ici aussi les formes volcaniques primitives ont en général disparu, et l'érosion a développé de grandes reculées à parois raides, comme celle de la rivière d'Ajao à Anjouan, identique morphologiquement aux reculées réunionnaises. Localement, certains appareils volcaniques demeurent cependant encore reconnaissables, quoique toujours très démantelés par l'érosion.

De beaucoup la plus vaste (1 148 km²) et la plus élevée (2 361 m), la Grande Comore est aussi la plus récente des quatre îles. Son point culminant, le Kartala, est un grand volcan actif: il y aurait eu 11 éruptions entre 1857 et 1965. Ces éruptions donnent naissance à des coulées de basaltes qui sortent soit du cratère sommital, situé dans une caldeira complexe à formes emboîtées, soit, le plus souvent, de fissures latérales jalonnées par un très grand nombre de petits cônes stromboliens adventices.



1. La chaudière du Choungou-Chagnoumeni (photographie aérienne oblique de l'auteur, 22 décembre 1965).

2. La partie septentrionale du massif de la Grille, vue depuis le col de Diboni (photographie aérienne oblique de l'auteur, 22 décembre 1965).



Généralités sur la Grande Comore.

De 62 km de longueur, du Nord au Sud, et 24 km dans sa plus grande largeur, l'île présente une partie centrale renflée, de forme subcirculaire, qui correspond au cône du volcan actif Kartala; à cette partie centrale, qui porte le point culminant (2 361 m), s'appuie vers le Nord un appendice long de 30 km et large de 15 : c'est le massif de la Grille, constitué par un très grand nombre de cônes de scories, soudé au Kartala par le plateau du Diboni; vers le Sud-Est, le massif du Badjini forme un second appendice de plus petite taille (de 12 km sur 10), constitué aussi par une accumulation de petits cônes de scories et de coulées qui ont dévalé vers la mer.

Les coulées anciennes et récentes, qui forment la masse principale du relief, sont de composition uniquement basaltique. A. Lacroix classe ces basaltes dans les basaltes labradoritiques et andésitiques (basaltes à silice faiblement déficitaire). Il s'agit de laves compactes ou finement vacuolaires, souvent à cristaux d'olivine craquelés de 1 à 3 mm. Si le cône du Kartala proprement dit est fait surtout de basaltes compacts de coulées, les deux péninsules de la Grille au Nord (point culminant 1 087 m), et du Badjini au Sud-Est (zone axiale entre 600 et 800 m), comportent aussi une forte proportion de scories, liées à un volcanisme de caractère strombolien prédominant.

L'archipel des Comores, à l'abri de Madagascar, ne connaît pas le régime franc d'alizé qui caractérise la Côte Est de la Grande Ile. En saison chaude, par contre, les Comores sont baignées par les vents du Nord-Nord-Ouest à Nord-Nord-Est (mousson) correspondant à des masses d'air sursaturées, qui donnent au contact des reliefs des précipitations abondantes. Les vents dominants sont les vents de Nord-Ouest et de Sud-Est. A Moroni, la moyenne pluviométrique annuelle (observations depuis 34 ans) est de 2 586,3 mm, répartis en 165 jours de pluie: janvier, 334,2 mm; février, 276,7; mars, 271,9; avril, 287,5; mai, 228,1; juin, 221,6; juillet, 271,4; août, 145,7; septembre, 130; octobre, 87,1; novembre, 107,1; décembre, 232,4. Il existe donc une saison nettement plus pluvieuse, correspondant à la saison chaude et au début de la saison fraîche, de décembre à juillet, mais même durant les autres mois, les précipitations restent notables. La pluviosité varie de manière importante selon les parties de l'île. Les extrémités de l'île sont moins arrosées (1 817,5 mm à Mitsamiouli), les nuages tendant à se former surtout sur les reliefs centraux. D'autre part, la pluviosité augmente notablement avec l'altitude: ainsi, alors que Salimani, sur la côte sud-ouest et au niveau de la mer, reçoit une moyenne annuelle de 2 627 mm, Niombadjou, à 4 km à l'intérieur et à 500 m d'altitude, a reçu 7 572 mm en 1960, 5 727 mm en 1961 et 4 035 mm en 1962. Selon les météorologues de la station de Moroni, la pluviosité serait sur les hautes pentes du Kartala

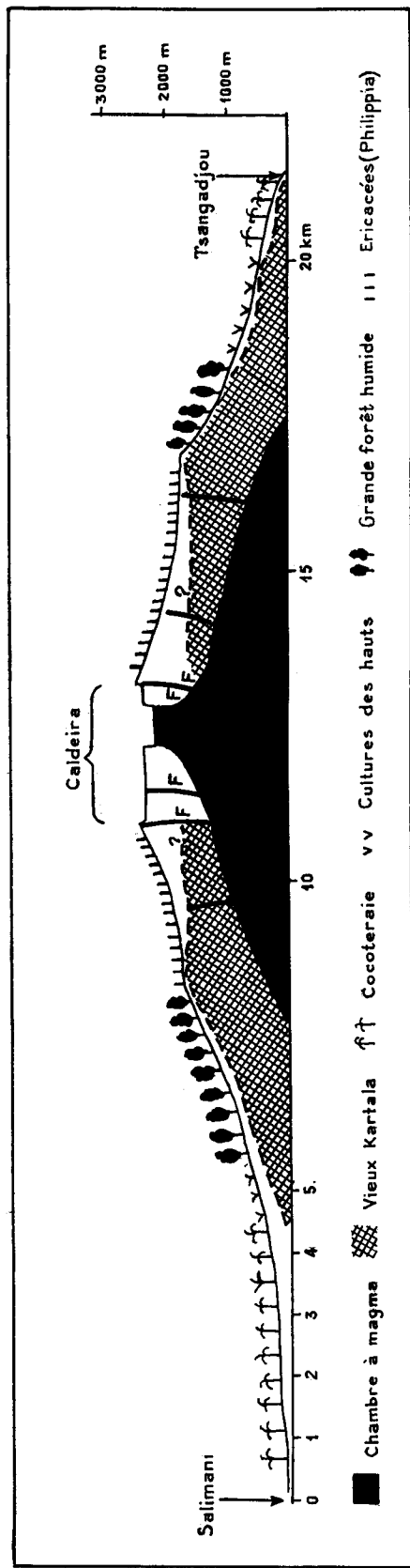


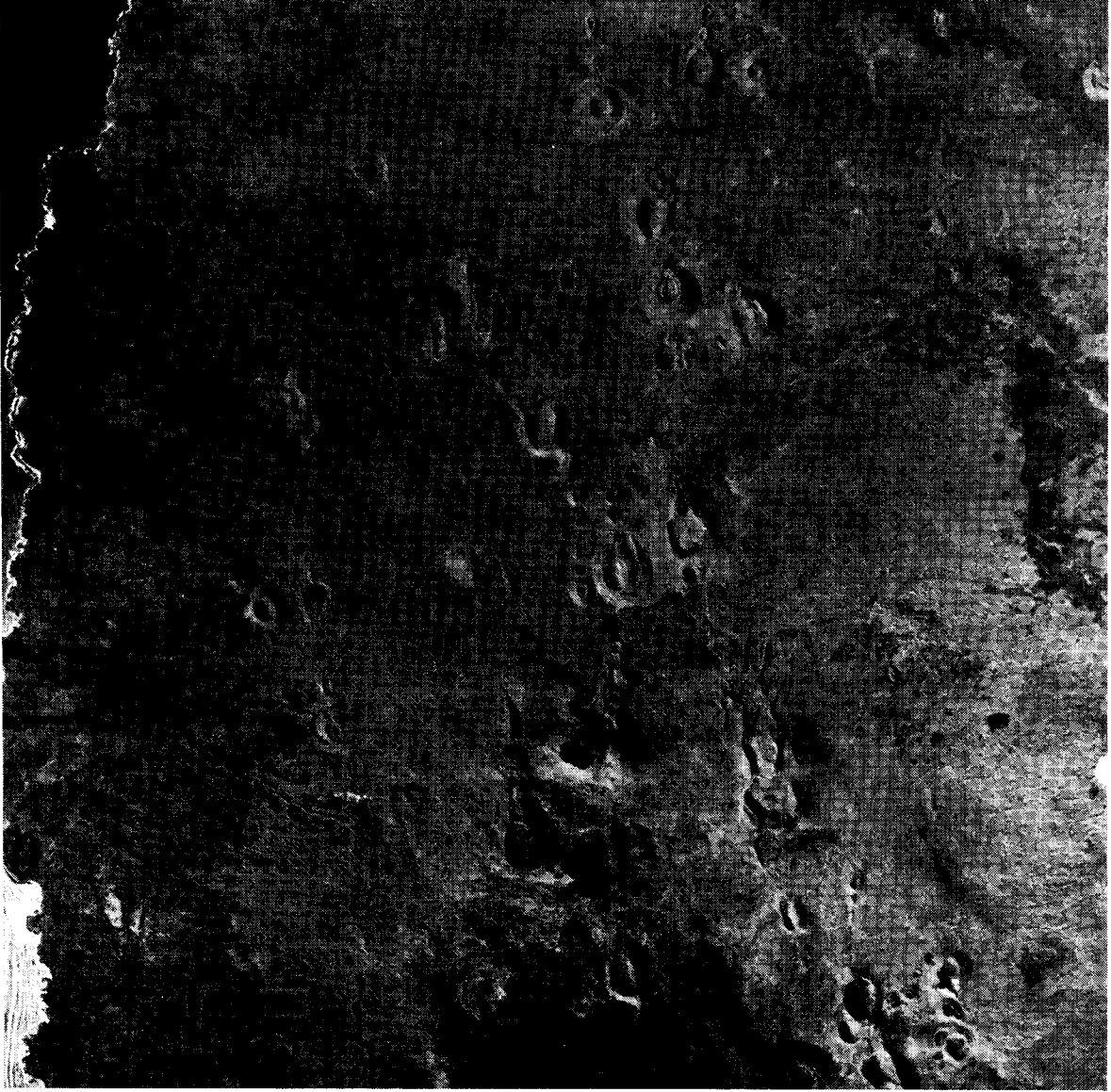
FIG. 2. — Coupe schématique Sud-Ouest-Nord-Est à travers le Kartala. La représentation de la chambre à magma est tout à fait problématique : peut-être n'existe-t-elle, en effet, que de simples conduits, la chambre à magma proprement dite se trouvant à plus grande profondeur.

trois à quatre fois supérieure à celle constatée au niveau de la mer (1). La pluviosité varie notablement d'une année sur l'autre: Moroni a reçu en 1935 4 398 mm, et seulement 1 446 en 1962. Le record de pluies exceptionnelles en 24 heures, liées à des précipitations cycloniques, est de 445,3 mm (le 29 juillet 1931) à Moroni.

Malgré ces chiffres de précipitations importants, l'un des problèmes essentiels de la Grande Comore est le problème de l'eau. Sauf dans le massif du Badjini et sur les basses pentes sud-est du Kartala, où il existe, comme nous le verrons, des sols argileux de décomposition des basaltes, il n'y a de ruissellement superficiel qu'exceptionnellement, lors de très forts orages ou de cyclones. Les basaltes de coulées sont d'une perméabilité totale, et l'eau s'infiltré immédiatement à travers les blocs, les fissures, et les tunnels de lave, alimentant une nappe profonde qui se situe au voisinage de la côte à un niveau proche du niveau moyen de la mer, donnant des résurgences sous-marines comme le Trou du Prophète, à 4 km à l'Est de Mitsamiouli. Aussi l'un des éléments essentiels du paysage des villages réside-t-il dans l'abondance des citernes, bâties en moellons de basalte liés par un mortier à la chaux de corail, accompagnées de surfaces de récupération qui sont souvent le toit des maisons voisines : citernes coûteuses à construire, et aussi souvent fissurées par les séismes liés à l'activité du volcan (les chroniques locales sont riches en souvenirs de secousses, jamais vraiment catastrophiques semble-t-il; l'une des dernières fut celle du 20 janvier 1953, qui aurait atteint l'intensité VII, et dont l'hypocentre se serait situé à 3 km au Sud du Chalet de la Convalescence et à 3 km de profondeur).

Peuplée d'une centaine de milliers d'habitants (91 800 en 1958, avec une densité moyenne de 80 habitants au km²), la Grande Comore garde peu de chose de sa végétation originelle. Les basses pentes du Kartala, du côté occidental, portent une cocoteraie à peu près continue jusqu'à 300 ou 400 m d'altitude, puis jusqu'à 600 ou 700 mètres des cultures variées (maïs, taros, ambrévade, manioc, bananiers, etc.), souvent terrassées sur des pentes fortes, sous couvert discontinu de Sagoutiers et d'Albizzia. Au-dessus, on passe, après une frange de forêt secondaire dégradée, à la grande forêt humide à acajou *Khaya comoriensis* (takamaka) et *Weinmania* (m'rikoudi), mais, même au cœur de cette dernière, on trouve encore un peu partout des brûlis mis en bananiers, en maïs et en taros. Au-dessus de 1 900 m commencent les formations à *Philippia* (Ericacées), d'abord en

(1) L'analyse de la pluviosité présente un intérêt certain dans l'étude d'un grand volcan hawaïen : l'importance de l'activité fumerollienne et la possibilité d'éruptions phréatiques sont liées, en effet, à la quantité d'eau reçue par la caldeira sommitale. Il serait intéressant de comparer à ce sujet l'activité des volcans de ce type dans des régions très arrosées d'une part, dans des régions subarides ou arides d'autre part.



3. La partie septentrionale du massif de la Grille (photographie aérienne oblique du Service Géographique, mission 020, n° 320, août 1950).



mélange avec divers buissons à feuilles épaisses, et clairières à *Imperata*, puis en peuplements purs de plus en plus rabougris vers les hautes pentes.

Sur les pentes orientales du Kartala, on trouve au-dessous de la zone supérieure à bruyères une forêt de tendance plus sèche avec souvent en peuplement pur *Nutex pseudodentata* (moanga), grand arbre de 25 à 30 mètres de hauteur.

Les basses pentes du massif de la Grille portent, dans la région plus sèche de Mitsamiouli, une brousse à baobabs. Mais, au sommet du massif, il demeure un assez grand lambeau de forêt humide à *Weinmania*, *Ficus*, *Dombeya* et *Camphora*; dans les zones les moins attaquées on trouve encore de superbes *Dracoena* de grande taille (Araliacées), divers palmiers, et des Orchidées.

Les coulées assez anciennes portent un bush à *Tamarindus*, *Vitex*, et *Pignon d'Inde*. Sur les coulées plus récentes, ce sont les lichens qui s'installent en premier, et de petites fougères (scolopendres).

L'hypothèse d'une origine polygénique du Kartala.

Dans sa thèse (1958), J. de Saint-Ours a mis en évidence l'originalité, tant dans la lithologie que dans l'évolution des sols, du massif de Badjini et des basses pentes sud-orientales du Kartala par rapport au reste de l'île. On trouve, en effet, le long du littoral sud-est des ankaramites, avec l'augite en gros cristaux automorphes, et de l'olivine, la pâte étant constituée par de petits microlites de labrador, ainsi que des basaltes porphyriques à plagioclases en plaquettes atteignant 1 cm, olivine et gros cristaux d'augite. Ces roches sont considérées par J. de Saint-Ours comme caractéristiques d'une phase ancienne dans la construction volcanique, par opposition aux basaltes labradoritiques et andésitiques de la phase récente. La péninsule du Badjini, et les basses pentes sud-est du Kartala, sont d'autre part les seuls endroits de la Grande Comore où l'on rencontre une importante altération des roches volcaniques en épais sols rouges argileux : c'est d'ailleurs la raison pour laquelle la région de Fombouni est la seule de la Grande Comore riche en sources.

J. de Saint-Ours a recueilli, parmi les blocs projetés dans la caldeira sommitale du Kartala, une ankaramite typique, altérée mais identique à celles trouvées à Badjini. Il en conclut que « cette roche a dû être arrachée aux parois de la cheminée et montre l'existence certaine, sous les coulées actuelles, d'un soubassement correspondant à la phase éruptive antérieure » (ouvrage cité p. 73).

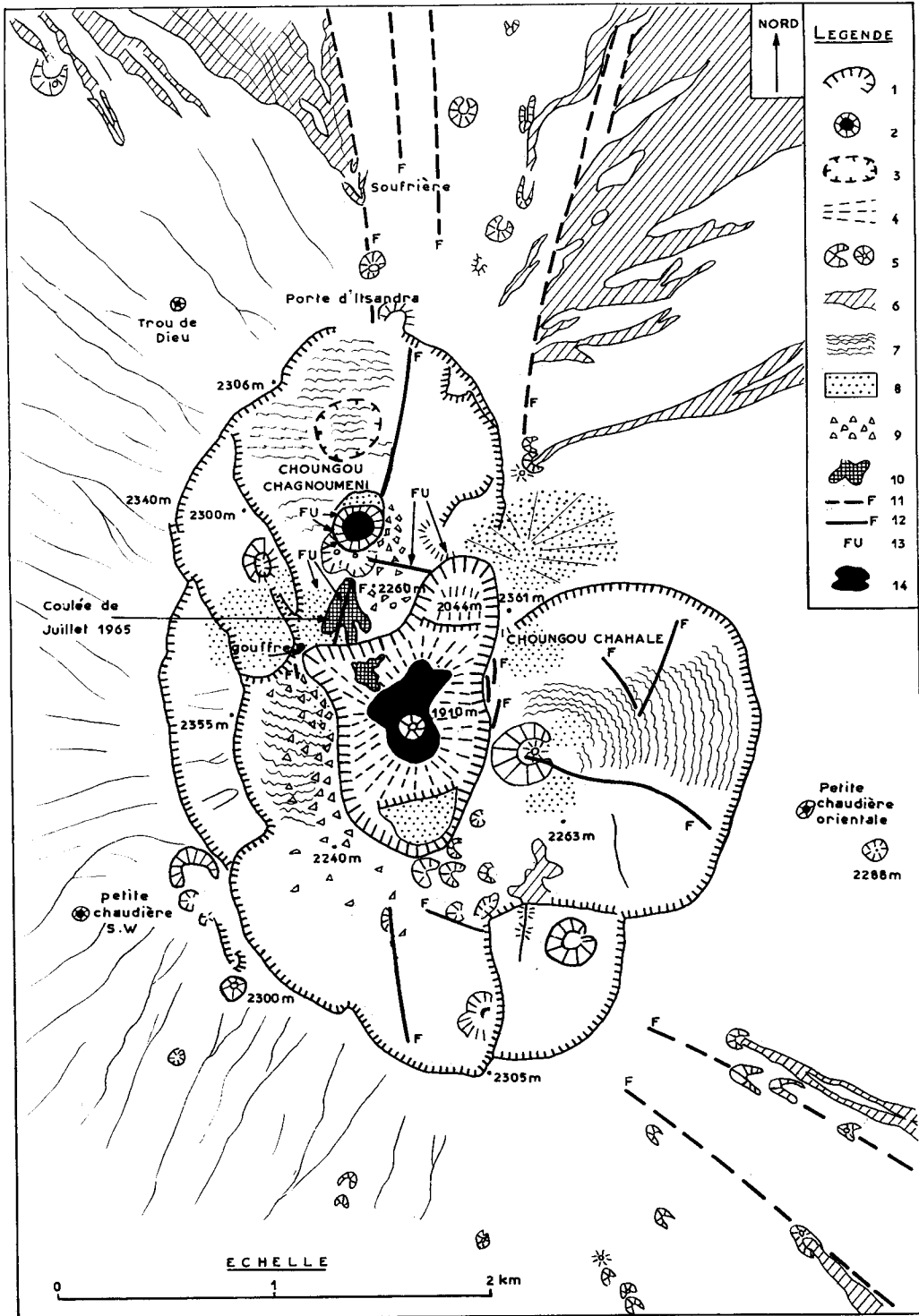
Un autre argument, à notre avis aussi important, de l'existence, sous les épanchements récents, d'un vieux Kartala, réside dans la forme même du grand volcan. Le Kartala a la forme générale d'un grand cône, mais avec des particularités de détail qu'il importe d'analyser. Du côté occidental, la pente est dans l'en-



Légende de la figure 3 ci-contre —▶

FIG. 3. — La caldeira sommitale du Karthala, croquis établi d'après la couverture au 1/10 000^e du Service Géographique et complété par l'étude du terrain.

1. Remparts formant les rebords de la caldeira, suivant un système de fractures courbes.
2. Chaudières.
3. Chaudière colmatée (?) visible dans la partie septentrionale de la caldeira.
4. Eboulis du fond du grand cratère.
5. Edifices stromboliens de scories.
6. Coulées très récentes.
7. Coulées récentes à surface chaotique du fond de la caldeira.
8. Projections de cendres ou de scories fines.
9. Projections ultravulcaniennes de gros quartiers de basaltes.
10. Coulée de juillet 1965.
11. Système des fissures radiales des pentes externes.
12. Principales lignes de fracturation intra-caldeira.
13. Fumerolles (fin décembre 1965).
14. Lacs de lave figés au fond des deux cratères principaux.



semble concave entre la zone littorale et les courbes de 1 700-1 900 mètres. Ainsi, selon une transversale allant d'Iconi, au bord de la mer, à la Convalescence, on trouve tout d'abord une zone littorale de pente moyenne faible, de moins de 10 degrés, sur 1,5 km de largeur, donnant l'impression d'une plaine littorale (il ne s'agit pas d'une plaine d'accumulation, car ces basses pentes du volcan sont façonnées dans des basaltes de coulées souvent récentes). Aux environs des courbes de 50 ou 100 mètres, la pente devient plus forte (de 15 à 20 %), puis passe rapidement à des valeurs encore supérieures. Entre les courbes de 500 et de 1 800 mètres, ce sont les grandes pentes couvertes par la forêt, présentant des valeurs comprises entre 25 et 40 degrés.

Une rupture de pente brutale termine vers le haut ces grandes pentes; entre 1 700 et 1 900 mètres, selon les endroits, on atteint une sorte de replat, extrêmement net sur les pentes orientales, mais bien caractérisé aussi sur les pentes occidentales au-dessus de M'Vouni et à la Convalescence (bien que la carte au 50 000^e en courbe de niveau n'en donne de ce côté aucune idée). C'est par une pente de l'ordre de 10 à 15 degrés, allant en augmentant vers le haut jusqu'à une trentaine de degrés, que l'on gravit ensuite les 400 derniers mètres du cône terminal.

Ainsi le Kartala ne peut se définir comme un cône simple. Il est constitué en réalité de deux parties : un cône terminal régulier, de 400 m de hauteur relative, posé sur un socle ayant l'apparence d'un cône tronqué dans lequel sont au moins partiellement les grandes pentes externes couvertes par la forêt, le contact étant marqué par la rupture de pente avec replat plus ou moins bien marqué située entre 1 700 et 1 900 mètres.

Vers le Nord, cette rupture de pente n'existe pas; ou bien elle a été voilée sous les coulées récentes : on descend en effet par une pente assez régulière et continue, dans l'ensemble concave, du sommet du cône terminal au col du Diboni, vers 800 mètres.

Une différence dans l'individualisation du réseau hydrographique, et dans l'intensité de l'érosion linéaire, doit être remarquée entre les pentes orientales du Kartala et les pentes occidentales, différence que n'explique aucune raison climatique. Du côté oriental, les basses pentes de la montagne possèdent un réseau de talwegs bien dessiné, avec ravinement intense dans le matériel volcanique ancien. Au-dessus de Pidjani et de Tsangadjou, des reculées assez importantes marquent la tête des principales rivières et remontent à travers la zone forestière jusqu'aux environs de 1 700 m. Rien de comparable n'existe sur les pentes occidentales, au-dessus de Moroni : le ravinement et l'individualisation de talwegs n'a en général pas encore eu le temps de se déclencher dans la couverture de coulées plus récentes particulièrement perméables.

Les observations de caractères lithologique, pédologique et morphologique qui précèdent, portent à admettre une construc-

tion du Kartala en deux phases. Une première période a vu se construire le massif du Badjini, et un vieux Kartala dont l'aspect final a dû être celui d'un cône tronqué, avec probablement un plateau sommital, ou une vaste caldeira (?). Le cône terminal récent s'est superposé à ce vieux bâti, les pentes externes de ce dernier se trouvant inégalement voilées, selon les endroits, sous les nombreuses coulées issues soit de la partie sommitale, soit de fissures radiales et de cônes adventices latéraux. Vers le Nord, le vieux bâti a été complètement recouvert, mais vers l'Est et le Sud-Est le recouvrement a été très incomplet, et la rupture de pente liée au caractère polygénique de la construction demeure encore bien visible dans la topographie. Le massif du Badjini lui-même a été contourné des deux côtés par les coulées descendues du nouveau Kartala; la continuation du volcanisme jusqu'à l'époque actuelle dans la zone axiale de Badjini a entraîné le recouvrement partiel, par les coulées récentes, du vieux massif volcanique profondément altéré.

L'examen du relief de détail aboutit à des conclusions semblables: un survol des pentes est et sud-est montre, de ce côté, l'existence d'un relief ancien assez diversifié à moitié recouvert par les coulées plus récentes qui ont rempli les paléo-vallées. Seules dépassent de place en place les parties les plus en saillie des anciens interfluves.

Il serait intéressant d'analyser plus en détail, dans cette partie sud-est de l'île, le paléo-relief et son recouvrement par les coulées récentes. Les roches volcaniques du vieux Kartala, profondément altérées en argiles rouges, doivent en effet jouer le rôle de couche imperméable, alors que les coulées récentes sont au contraire très perméables. La présence d'une nappe captable dans la région de Foubouni est attestée par le jaillissement de plusieurs sources. Mais cette nappe doit aussi exister en d'autres endroits, probablement canalisée dans les parties basses du paléo-relief enfoui sous les coulées récentes. L'étude de ce paléo-relief pourrait présenter un réel intérêt pour l'alimentation en eau de cette partie de l'île.

La caldeira.

Le Kartala possède une caldeira sommitale complexe de 3 500 m de grande dimension du Nord au Sud, et 2 750 m d'Est en Ouest. Contrairement à J. de Saint-Ours qui parle de « caldeira d'explosion » (ouvrage cité, tome II, p. 81), nous pensons qu'elle résulte d'effondrements successifs emboîtés, dans l'axe de la colonne de magma, comme cela est classique dans la plupart des grands volcans hawaïens. La caldeira du Kartala est seulement originale par la complexité peu commune des emboitements (voir la figure n° 3), donnant toute une série de gradins intermédiaires et étagés, limités par des failles plus ou moins courbes, qui dominent le fond général, situé entre

