

# NOTES ET COMPTES RENDUS

## CONTRIBUTION A L'ETUDE MORPHOLOGIQUE DES RELIEFS GRANITIQUES A MADAGASCAR

PETIT Michel,

*thèse Lettres, Aix-en-Provence, 1970,  
570 pages dactylographiées, 110 illustrations (sous-presse).*

Cette étude concrétise sept années de recherches sur le terrain. Le choix du sujet s'est imposé dès les premiers mois de présence à Madagascar au simple vu de la variété des formes granitiques le long de deux seuls itinéraires menant de Tananarive à Ankazobe et au lac de Mantasoa !

Notre manière d'aborder l'étude peut paraître décousue mais si nous présentons une série de tableaux dans des cadres régionaux strictement définis, nous avons été sans cesse guidé par un fil directeur : nous avons essayé de montrer l'importance parfois décisive des éléments structuraux dans le dégagement des principaux volumes montagneux et, à une échelle beaucoup plus grande, sur le façonnement du modelé de détail.

Dans une première partie nous avons essayé de définir le matériel granitique. Généralement, cette étude repose sur des analyses chimiques mais, dans l'impossibilité financière de multiplier celles-ci, nous avons exploité la technique du comptage de points de M.J. Jung et R. Brousse, méthode artisanale mais pratique.

Cette analyse modale, longue et fastidieuse, nous semble du plus grand intérêt pour le morphologue qui prend réellement « possession » de son matériel, d'une manière incomparable. Le problème de la classification du granite résolu par la composition minéralogique, nous nous sommes efforcés, peut être trop longuement, de définir d'une part les structures (pétrofabric) afin d'éliminer toute équivoque de terminologie, d'autre part la structure régionale (tectonique) qui est un élément capital pour comprendre la longue histoire du matériel et les possibilités offertes à l'altération.

Nous nous sommes efforcés de serrer de plus près le problème de la définition physique du matériel en mettant au point quelques indices nouveaux comme :

— une *granulométrie*, qui s'exprime au moyen d'un histogramme mettant en valeur l'homogénéité ou l'hétérogénéité de la texture du granite ; cette petite statistique, établie avec les données utilisées pour la composition minéralogique, n'exclut pas dans certains cas l'utilisation de l'indice de Chayes.

— un *indice de groupement/dispersion* des éléments altérables, principalement les ferromagnésiens. Lorsque les plagioclases sont abondants (proportion supérieure à 30 %) ils sont nécessairement contigus et l'indice n'a plus de sens pour les minéraux blancs. On détermine le pourcentage d'éléments groupés par rapport à l'ensemble et l'ordre de grandeur du groupement. Ce seul indice exprime déjà toute une histoire depuis la mise en place du matériel primitif jusqu'aux remobilisations successives.

— l'*indice d'alignement* qui naturellement est lié au précédent. Alors que le matériel granitique des massifs anciens hercyniens est généralement isotrope ou équiant, celui des boucliers tropicaux, à l'exclusion des corps intrusifs, révèle une nette tendance sinon au litage du moins à l'alignement des minéraux dans une direction déterminée. Cet aspect de la roche, particulièrement sensible à l'affleurement, l'est beaucoup moins à l'analyse microscopique qui malgré tout montre fréquemment une disposition planaire des paillettes de ferromagnésiens. Il est donc possible, après projection sur un écran, d'une section mince convenablement orientée, d'établir à la fois la direction et l'importance de l'alignement. Cet indice peut être mis en rapport direct soit avec l'origine syncinématique et migmatitique soit avec les différentes phases de remobilisations successives supportées par les fragments de vieux socle réactivé.

Les caractères structuraux ainsi définis permettent de comprendre plus clairement les possibilités offertes à l'altération qui profite des plans de discontinuité ou de faiblesse alors que la composition minéralogique ou chimique demeure constante.

Cette approche de la structure du matériel doit être complétée par une étude de la fragilisation due aux ruptures liées à la constitution, à la tectonique ou aux agents météoriques d'érosion. L'histoire tourmentée des corps granitiques conditionne l'ouverture de grands *plans de discontinuité* et, à l'échelle du minéral, la *fissuration*.

La fissuration des quartz et des feldspaths est souvent d'origine tectonique et l'évolution postérieure peut se traduire par une recristallisation plus ou moins totale ; cette fragilisation de la roche au niveau des minéraux s'exprime directement par des nuances sensibles de la *porosité*. Cette dernière est calculée en pourcentage pondéral ou volumique d'eau retenue par l'échantillon de roche.

Les *caresses* sont en relation étroite avec le style de gisement ou le mode de mise en place. Nous distinguons les *diaclasses* de première et seconde grandeur, de développement (extension en surface et en profondeur) limité et les « *fractures* », véritables failles sans rejet qui peuvent atteindre des dimensions de l'ordre de la dizaine de kilomètres ; généralement profondes et largement ouvertes au point qu'elles peuvent permettre l'ascension du magma volcanique (Vavavato). Il faut s'attacher, grâce à la consultation des photographies aériennes complétée par l'observation directe sur le terrain, à déterminer : — les grandes diaclasses qui souvent se recoupent — la pente du plan de discontinuité — l'organisation du champ de fractures et le dispositif des diaclasses à l'intérieur des unités individualisées par les fractures — la densité des diaclasses, celles-ci sont parfois si nombreuses que l'intervalle moyen est décimétrique. On peut mettre en valeur un lien évident entre le gisement, l'alignement et l'intensité de la diaclasion. Ces plans de rupture conditionnent largement les aspects fondamentaux du paysage ; elles guident fréquemment les grandes lignes du drainage et décomposent en bastions isolés les ensembles massifs. Il ne fait aucun doute que, dans le cas des grands massifs granitiques tels que les Vavavato, l'Andringitra, l'Antoetra ou les Marojejy, l'organisation du champ de fractures et de diaclasses influe sur les aspects généraux et secondaires si contrastés entre ces quatre ensembles. Les diaclasses secondaires, pour leur part, interviennent à une toute autre échelle mais toujours d'une manière prépondérante dans l'explication de nombreuses formes de détail.

Le régime et la densité des fractures s'expliquent en grande partie par le style de gisement car si les ensembles syncinématiques et migmatitiques sont relativement peu diaclasés (régime de diaclasses courbes de détente d'où la prépondérance des longs versants nus), les corps post ou tardi-tectoniques, les fragments de vieux socles remobilisés et les filons présentent le spectacle étonnant de vastes champs de ruines portés en altitude.

Ces massifs granitiques ayant subi de multiples reprises d'érosion, constituent des zones de choix pour l'étude parallèle de la formation des boules et de l'altération des granites en général. La décomposition peut être envisagée — sous le double aspect de l'altération chimique et physique des minéraux constitutifs — et en second lieu par le biais des produits libérés. Il semble possible de mettre en évidence une certaine « décohésion » du matériel grâce à la multiplication des études portant simultanément sur la porosité et la fissuration ; décohésion relative au relâchement des forces de cristallisation et des forces interfaces originelles. La détente du matériel, superficiellement, se manifeste par un divorce entre la brusque augmentation de la porosité et la faible altération chimique. On peut penser raisonnablement à une mise en condition physique du matériel, précédant l'attaque par hydrolyse. Cette détente a été mise localement en évidence

grâce à des systèmes de boules en place. En effet, il ne fait aucun doute que la grande majorité des boules granitiques dérivent d'une évolution classique liée à l'altération le long des plans de diaclases mais, même dans ce cas, on peut serrer le problème de plus près et reconnaître l'existence d'une relation entre la texture et le gisement d'une part, la forme et la densité des masses résiduelles d'autre part. Un granite porphyroïde libère d'énormes boules de forme régulière, pansues, les granites filoniens des formes plus ovoïdes, les granites post ou tardi-tectoniques, comme d'ailleurs les granites migmatitiques, des ensembles plus parallélépipédiques et irréguliers dérivés directement des blocs issus du système de diaclases. Cependant dans le petit massif de Carion puis dans l'îlot de Varingohitra (baie d'Antongil) nous avons eu la chance d'observer, sans équivoque possible, le terme de passage entre deux boules enveloppées de leurs écailles d'altération sur plus d'un mètre d'épaisseur, sans diaclase intermédiaire. Dans ce cas précis il existe un coin nettement triangulaire de roche saine, forme intermédiaire, géométrique, permettant le passage, sans accident médian d'une forme ronde à l'autre. Toutefois le problème de l'altération au niveau du minéral demande un matériel et une qualification qui nous font défaut.

Cette étude des caractères généraux du matériel granitique paraîtrait à certains égards trop théorique s'il s'agissait d'exploiter systématiquement tous les critères. En fait, il faut adapter ses techniques au matériel qui nous est proposé. Une réalité s'impose à l'évidence, toute approche morphologique du socle tropical doit envisager en premier lieu la reconstitution de la structure régionale originelle à partir de l'étude de l'alignement de la roche. Les déformations relevées peuvent être antérieures aux phases de granitisation ou dériver des géotrophismes successifs. Dans tous les cas, lorsque l'alignement est suffisant, il est possible de mettre en évidence une structure apparemment plissée et parfois fort nuancée.

Ainsi, grâce d'une part à l'étude de la structure et d'autre part à celle des anciennes surfaces d'érosion, constituant en quelque sorte des repères topographiques et même chronologiques, il est permis d'apprécier le jeu de l'érosion différentielle dans les différentes formations cristallines. L'étude comparée permet de poser en termes clairs l'influence des facteurs chimiques sur le modelé différentiel. Notre tentative, après avoir envisagé les différents composants du modelé, nous engage à une extrême prudence. Les facteurs d'altération des granites sont si nombreux, et s'associent parfois d'une manière si complexe, qu'il devient extrêmement difficile et trop aléatoire de conclure à la primauté de l'un ou de l'autre. Si le choix se révèle délicat il n'en reste pas moins vrai que les considérations structurales à grande échelle d'une part et les caractères structuraux de détail d'autre part, permettent de comprendre l'illogisme apparent de certaines situations topographiques eu égard aux composants chimiques.

Des granites hololucocrates hyper-quartziques pouvant être en contrebas de granites mésocrates monzonitiques ou même akéritiques, défient les lois de la géochimie impuissante à rendre compte de telle situation. Les composants physiques effacent fréquemment, et dans une très large mesure, les caractères chimiques du matériel. Malheureusement il est très rare de trouver dans une même région des unités granitiques chimiquement très différenciées mais homogènes du point de vue physique, et dans des positions structurales semblables, qui constitueraient en quelque sorte des termes de référence sinon certains du moins très approchés.

Ces différents aspects du matériel granitique conditionnent les types de paysage ; si notre position est jugée trop « structuraliste » nous n'en n'avons pas pour autant négligé l'influence paléoclimatique. S'il est justifié de débrouiller le problème des modifications climatiques plio-quaternaire toutefois celles-ci n'interviennent pas dans l'explication des grands ensembles mais prennent une réelle importance au niveau des formes de détail qui localement personnalisent le paysage. L'étude des variations climatiques sur les Hautes Terres malgaches est particulièrement délicate du fait de l'absence de dépôts caractéristiques directement exploitables ; nous avons essayé d'établir des rapports grâce à des convergences de formes particulièrement expressives, dérivant directement de processus morphoclimatiques. La reconnaissance de stone line, de lavaka, de terrasses fluviales, de chaos, de boules, de cannelures et même de glacis d'érosion nous autorise à confirmer la chronologie établie par notre ami F. BOURGEAT (1), qui, grâce à l'étude des sols, est parvenu à préciser certains points de pédogenèse. Nous ne traitons pas du problème d'une manière exhaustive, dans un seul chapitre, mais sous la forme fragmentaire d'observations effectuées dans des cadres régionaux bien définis. Etant donné toutes les difficultés soulevées par cette étude, il s'avère aléatoire, faute de critères décisifs, de dater avec une quelconque précision les différentes périodes climatiques. Quoiqu'il en soit nous retrouvons, comme R. BATTISTINI dans l'extrême Sud de Madagascar (2), trois périodes plus humides que séparent des displuviaux correspondant à des restrictions de la saison humide. Ces displuviaux par opposition aux interpluviaux africains mettent en cause des durées de saisons humides ou sèches et non pas des totaux pluviométriques.

---

(1) BOURGEAT F. — Contribution à l'étude des sols sur socle ancien à Madagascar, type de différenciation et interprétation chronologique au cours du Quaternaire, thèse Sciences, Strasbourg, 1970, 310 pages dactylographiées, 126 pages d'annexes (sous presse).

(2) BATTISTINI R. — L'extrême Sud de Madagascar, thèse Lettres, éd. Cujas, 1964, t. I, 330 pages.  
— Les modifications du climat à Madagascar au Plio-Quaternaire, mémoires de l'Académie malgache, mélanges Ch. Poisson, 1969, p. 103-114.

triques. Des zones de fortes précipitations annuelles (cf. Moyen-Ouest et région de Périnet avec 1 600 mm) subissent des processus d'érosion totalement différents selon que celles-ci sont concentrées sur une saison de quatre mois ou étalées sur une grande partie de l'année. On distingue une grande période humide à laquelle succéda une phase plus sèche de dénudation suivie de deux autres périodes aux précipitations abondantes mais certainement de plus courte durée. Nous retrouvons en altitude, mais d'une manière très atténuée, les grandes crises climatiques magistralement décrites dans l'extrême Sud par R. BATTISTINI. Des études ultérieures préciseront certainement les cadres chronologiques qui nous font défaut actuellement.

Ce n'est qu'en possession de certaines techniques que nous aborderons l'étude des grands types de paysage, du socle cristallin malgache. L'immensité du socle malgache qui inclut 80 000 kilomètres carrés d'affleurements granitiques nous impose un choix. Une reconnaissance non pas systématique mais générale nous a permis de distinguer cinq grands types de paysage ce qui n'exclut pas la possibilité de diversifier chacun d'eux en de multiples sous-types. Notre typologie repose essentiellement sur des critères topographiques d'ensemble. Chaque type répond à des contrastes morphologiques traduisant, dans la topographie, des données structurales et d'érosion très différenciées. Cette étude qui n'est certes pas exhaustive doit être considérée comme une première approche.

*Le premier type de paysage fait état de la diversité des formes et de l'origine des dômes.* On distingue les dômes localisés dans un massif granitique circonscrit mais de quelque ampleur (Carion) où le matériel est relativement homogène. Cette unité régionale porte les multiples traces des reprises d'érosion successives qui ont mordu profondément le long des zones de cassures d'origine tectonique. Ces monolithes, liés aux différents niveaux d'érosion, présentent des formes originales et se localisent dans des positions topographiques bien définies : coupôles d'interfluves, grands tors sommitaux, petits culots dissymétriques sur les versants. Quels que soient leurs caractères particuliers, leur origine est commune ; il s'agit de dômes de dureté correspondant aux zones de fracturation mineure. Mais le drainage s'étant fixé le long des principales lignes de fracture, il s'ensuit que ces dômes sont également de position. Il faut admettre, étant donné l'homogénéité du matériel, que ces dômes sont liés à la crypto-altération du granite à partir de chacun des niveaux d'érosion ; une phase de dénudation postérieure les dégaugeant du régolithe jamais très profond sur cette variété de granite.

Il existe une seconde variété de monolithes à la fois de forme plus imposante et plus pure ; toujours en position d'interfluve. Ces reliefs majeurs dans le paysage qui peuvent atteindre près de cinquante mètres de dénivelée comme sur la bordure occidentale du bassin

d'Ambalavao, correspondent à des types d'affleurements granitiques plus linéaires ; immenses bancs de roche dure en fort pendage et interstratifiés dans des formations plus tendres de migmatites. Le banc, par érosion différentielle, peut prendre l'aspect général d'un crêt. Nous pouvons alors reconnaître des dômes « structuraux » liés au gisement laccolithique des granites ; les zones de « haut niveau structural » se dégageant progressivement de l'enveloppe migmatitique selon de lourdes protubérances parfaitement convexes, les zones de « bas niveau structural » demeurant encore enfouies sous l'encaissement gneissique. Parfois la stratification peut disparaître ou s'estomper mais il n'en demeure pas moins vrai que l'on observe alors une variation latérale de faciès autorisant une érosion différentielle. Lorsque le gisement stratoïde n'a pas le caractère laccolithique, les dômes se font plus rares et sont liés alors à la rupture du banc par des failles ou des fractures. En fait, il s'agit d'un seul type de dôme mais répondant à des conditions structurales nuancées.

La fracturation et la diaclasation interviennent parfois d'une manière prépondérante dans certains types structuraux donnant naissance à des massifs montagneux. La discontinuité dans le développement des bancs granitiques favorise une altération différentielle profonde qui, après une phase de dénudation, faisant réapparaître le bed rock, permet la mise en relief de gigantesques coupoles et culots de roche nue (Andringitra et Marojejy). Au total il semble que, dans certains cas, la structure soit réellement prépondérante ; au contraire, parfois, la cryptoaltération est fondamentale. Il existe d'autre part une catégorie de formes intermédiaires qui tiennent à la fois de l'un et de l'autre type surtout en haute montagne.

*Les principales montagnes malgaches nous ont révélé l'importance fondamentale de la structure dans l'explication des grandes masses topographiques.* Les traits essentiels sont manifestement liés au style de gisement des granites. On distingue :

— d'une part le gisement en lames qui, selon l'épaisseur et l'homogénéité des feuillets constituant les bancs, se décomposent, comme nous l'avons vu, en lourdes coupoles (Andringitra) ou en dômes aitiés relativement aigus (Marojejy). Dans les deux cas les traits majeurs du relief sont conformes à la structure mais intervient la fracturation, élément de différenciation qui peut prendre des formes très nuancées. Le dessin du réseau et la maille plus ou moins serrée pouvant varier dans de larges limites, le modelé est très différencié et de nombreux cas seraient à envisager ;

— d'autre part une catégorie de massifs semble plus conforme à l'idée que nous nous faisons habituellement des ensembles granitiques. En l'occurrence il s'agit de massifs circonscrits pouvant atteindre plusieurs dizaines de kilomètres d'extension tels les Vavavato et



l'Antoetra. Ces fragments de craton remobilisé, ces témoins dispersés de vieux socle présentent des caractères nettement tardi-tectoniques sans toutefois révéler un style de gisement parfaitement caractéristique. Ils sont grossièrement concordants en direction et pendage avec l'encaissant sur un côté au moins, les autres pouvant localement être discordants. Le matériel est affecté par une intense cataclase et la structure est généralement orthogneissique, manifestant une recristallisation plus ou moins complète. Ces massifs ont quelques points communs originaux : un aspect ruiniforme d'où parfois se dégagent quelques chicots plus hardis, l'extrême sénilité du paysage et le faible encaissement du drainage qui les opposent au type précédent constituant ainsi des éléments d'unité.

L'ensemble du paysage est commandé, dans les aspects généraux comme dans ceux de détail, par le champ de fractures et la diaclasion dont la direction conforme au pendage semble liée à l'alignement très marqué du matériel. Il existe donc une belle opposition entre les deux types de massifs, qui découle manifestement du style de gisement et de l'origine très différente du matériel ; les granites syntectoniques sont plus homogènes et moins fracturés que les éléments de vieux socle qui ont subi au contraire de multiples périodes tectoniques au cours des remobilisations successives. En somme, on peut distinguer d'ores et déjà deux types de massifs granitiques, tant par le modelé d'ensemble que par les formes de détail. Alors que le premier type constitue un admirable champ d'étude pour les modelés de type karstique (vasques, fauteuils, chenaux, cannelures, etc...), le second se révèle décevant du fait de l'impossibilité de trouver des surfaces saines non fissurées, de quelque ampleur. L'extrême fissuration et la dénudation intense, liée à l'altitude, ne permettent pas d'envisager une étude précise des modifications plio-quaternaires des processus morphoclimatiques ; cependant, on notera les effets du froid sur l'éclatement des roches mettant à profit la fissuration du matériel. Cette thermoclastie a eu un effet maximum pendant les phases relativement sèches ; au contraire, l'allongement de la saison humide se caractérise par un relèvement de la moyenne thermique.

Certains massifs malgaches offrent aux botanistes un bel étagement de la végétation lorsque les populations locales n'ont pas occupé ces zones refuge. Si l'on considère les rares régions indemnes de la main de l'Homme (Andringitra central et Marojejy) on est surpris de trouver au-dessus de 2 000 m une végétation rabougrie, chétive et parfois naine. En pleine zone tropicale la forêt s'élève à une altitude inférieure à celle des montagnes tempérées ; doit-on lier cette incapacité à s'élever au fait que la variété des essences de bas en haut est restreinte ? En effet, on recense des espèces communes qui peu à peu se rabougrissent. Il s'agit dans tous les cas de plantes de climat chaud et humide qui ne résistent pas au froid parfois très intense



en altitude (il n'est pas rare d'enregistrer  $-10^{\circ}$  à 2 500 m d'altitude dans l'Andringitra), le gradient thermique étant très fort comme nous l'avons constaté. Au contraire, en pays tempéré, les essences sont de type relativement froid et résistent mieux aux excès climatiques. Elles s'adaptent plus aisément au froid qu'à la chaleur.

Au-dessus de 2 200 m les sommets sont dénudés ou conservent tout au plus une pelouse comme sur les géants de l'Est-africain au-dessus de 4 000 mètres. Le problème, nous semble-t-il, est au niveau d'une comparaison Madagascar-Afrique plutôt qu'entre Madagascar et Europe.

*En un troisième temps nous avons envisagé un type de paysage puissamment original constitué par une répétition de longs crêts dissymétriques composés par des bancs de granite stratoïde. La structure d'ensemble qui, grâce au ploïement de certains bancs, peut être définie comme plissée, révèle des fermetures anticlinales et synclinales dignes d'une structure sédimentaire. On peut naturellement y voir une ancienne chaîne plissée précambrienne, ensuite figée par la granitisation qui a conservé tous ses caractères originaux. Cette hypothèse se trouve partiellement étayée par la découverte de « conglomérats » granitiques à l'intérieur des bancs durs. Reste à identifier la nature et l'origine d'un tel matériel.*

L'intérêt de cette zone-témoin réside dans la continuité parfaite entre des plateaux d'érosion de bordure qui enferment un paysage d'érosion différentielle, celui-ci, en position intermédiaire, conserve les traces de multiples reprises d'érosion.

Si l'on considère les lambeaux de surface fondamentale, somme toute relativement nombreux sur les Hautes Terres, l'on a la conviction qu'au début de l'ère tertiaire la Grande Ile devait être un vaste bouclier surbaissé, dominé tout au plus par quelques reliefs résiduels de 200 à 300 m de hauteur relative ; reliefs généralement de dureté lorsque, comme dans l'Iremo ou l'Ibity, le matériel est particulièrement dur (quartzites) ou de position pour certains granites. La différenciation serait essentiellement l'œuvre d'une puissante reprise d'érosion tertiaire en contre-coup du soulèvement général qui se manifesterait dès l'Oligocène et que l'on peut prouver grâce à des critères stratigraphiques et morphologiques. Au total cette reprise d'érosion a permis, le long des axes hydrographiques majeures, de dégager un relief appalachien complexe où les crêts granitiques sont des reliefs dérivés de deux surfaces emboîtées mais inégalement achevées. Ce type de relief, mais avec moins d'ampleur, est général sur l'axe des Hautes Terres. L'affouillement profond et la mise en relief des bancs durs autorisent certaines conclusions quant à la vitesse du recul des crêts en fonction du pendage qui semble amplement ralentie lorsque celui-ci est faible ; la masse du crêt faiblement incliné semble

jouer un rôle protecteur. Les versants particulièrement bien développés ont conservé les traces de variations récentes du climat ; mais les multiples retouches, gravées dans le relief, s'associent pour donner aux pentes des aspects originaux très complexes d'origine polygénique.

*Le Moyen-Ouest ne semble pas une zone-témoin granitique particulièrement remarquable.* Il réalise toutefois un type de paysage qui infère des processus morphologiques fondamentaux dans l'explication du modelé d'érosion différentielle en général et des reliefs de basses collines liées aux gneiss qui s'étendent sur l'ensemble des Hautes Terres. Cette région constituant un vaste glacis sur l'ensemble de la bordure occidentale des Hautes Terres malgaches, présente assez d'unité pour qu'on limite son effort sur une zone d'extension restreinte. Dans ce cadre étroit, il est possible de s'attacher à l'examen de certains problèmes qui ne présentent qu'un simple intérêt local mais permettent de comprendre l'agencement et l'évolution des grandes unités topographiques sur l'ensemble de l'île cristalline. Tout d'abord ces vastes bassins en roches tendres gneissiques qu'interrompent quelques reliefs en roches dures (granites, syénites et gabbro récents) ont connu une évolution lente mais progressive pendant la seconde partie de l'ère Tertiaire, fruit de la concurrence entre l'érosion aréolaire de surface se manifestant au niveau du matériel tendre d'altération superficiel argilo-limoneux et l'altération chimique profonde qui, en ébranlant le plancher de roche saine, alimente simultanément la zone de départ limono-sableuse.

A certaines époques du quaternaire le simple allongement de la saison sèche par rapport à l'humide, a pu, par accélération des processus d'érosion aréolaire, se traduire par l'ablation et la restriction de l'épaisseur du matériel d'altération sans jamais toutefois parvenir à une dénudation totale ; au contraire le passage à une phase plus humide a permis la reconstitution du stock régolithique. Ainsi, F. BOURGEAT a identifié des troncatures multiples correspondant aux displuviaux quaternaires auxquels auraient succédé pendant les pluviaux de nouvelles pédogenèses profondes s'attaquant directement aux zones de départ « rajeunies ». Actuellement ces sols sont peu épais, nettement polyphasés et difficilement cartographiables du fait de l'extrême diversité et de l'imbrication des différents types.

Ces niveaux d'aplanissement locaux sont toujours circonscrits dans le cadre d'unités pétrographiques tendres et d'un bassin versant de quelque ampleur. Chacun se décompose en fait en une série de paliers, barrés à l'aval par un seuil dur à l'arrière duquel les processus d'érosion ont été ralentis. Ils ont joué d'une manière autonome en fonction du niveau de base local. Cette situation perchée, cloisonnée n'exclut pas une évolution simultanée d'un ensemble de paliers. Si chaque palier est faiblement incliné, la totalité du plateau, au niveau du bassin versant, présente une pente sensible.

Ces immensités monotones se sont malgré tout révélées riches d'enseignements car elles constituent des unités où l'on peut observer les traces indéniables et nombreuses des modifications climatiques quaternaires : épaulements sur les versants d'extension très nuancée d'aval en amont, haute terrasse alluviale grossière, déblaiement de vastes bas-fonds hydromorphes d'étendue très variable, cuvettes perchées sur les interfluves traduisant les phases d'inorganisation et de réorganisation du drainage. Localement, les sols que F. BOURGEAT a magistralement étudié ont enregistré ces variations climatiques car ils peuvent être considérés comme des réactifs plus ou moins sensibles à l'allongement ou à la restriction de la saison humide qui conditionnent l'intensité de certains agents de la pédogenèse. Etant donné la rareté et l'impersonnalité de la plupart des dépôts, nous avons procédé à une analyse exhaustive des phénomènes afin de mettre en évidence des convergences possibles et d'établir, d'une manière peut-être imprécise mais selon une chronologie relative, les modifications climatiques.

Ainsi ce Moyen-Ouest migmatitique ne semble pas en dehors du sujet car il permet de préciser certaines notions qu'il aurait été très difficile sinon impossible d'apprécier dans un cadre à prépondérance granitique, objet d'une érosion et d'une dénudation trop violente. Les formes caractéristiques du Moyen-Ouest se retrouvent loin à l'Est sur l'axe des Hautes Terres, dans les vallées monoclinales. Bien que n'ayant plus la vigueur observée à l'Ouest il n'en reste pas moins vrai que ces processus de façonnement demeurent identiques.

*Le dernier type de paysage du granite, celui des alvéoles, constitue un exemple particulièrement attachant du point de vue morphologique : C'est peut-être dans ce cadre que notre méthode présente le plus d'intérêt car elle permet d'éliminer de nombreuses équivoques. Il existe en fait dans les limites du socle malgache deux sortes de bassins ou alvéoles : ceux liés à l'affleurement de roches tendres (vieux gabbro ou syénites tectonisés, migmatites et gneiss) environnées par les granites, et les alvéoles « structuraux » répondant manifestement à une situation particulière du socle. Les exemples retenus de l'Imorona et d'Itéa sont particulièrement intéressants car la dépression topographique dérive directement d'une situation structurale originale. Ces zones en creux ont joué le rôle d'anciens hauts-fonds pendant la sédimentation précambrienne. Ils sont constitués par des fragments de vieux socle que séparaient des fosses de sédimentation dans lesquelles se sont accumulées des séquences classiques depuis les dépôts détritiques gréseux jusqu'aux formations carbonatées en passant par les pélites. La série, ayant été mobilisée par une orogenèse postérieure, a été déversée sur l'ancien haut-fond qui a joué le rôle de môle de résistance ou de butoir.*

Les différents cycles d'érosion tertiaire n'ont pas rencontré d'obstacles majeurs dans cette série sédimentaire épicontinentale, peu épaisse qui a été facilement déblayée, exhumant ainsi le vieux socle sous-jacent. Toutefois, il est intéressant de noter l'opposition entre la cuvette d'Itea, intramontagnarde, perchée et coupée de l'évolution du drainage et celle de l'Imorona qui, à un niveau plus bas, a pu enregistrer les multiples reprises d'érosion qui se sont profondément inscrites dans le modelé général. Cette dernière zone déprimée présente l'énorme avantage de résoudre d'une part un problème d'érosion différentielle à l'échelle régionale mais qui pourrait être repris apparemment dans d'autres cadres, et d'autre part celui de l'étagement des niveaux d'érosion rarement aussi parfait sur l'ensemble du socle malgache. L'extrême hétérogénéité du matériel granitique, sur un espace géographique aussi restreint, doit retenir notre attention car elle autorise une étude de l'influence de la fissuration et de la fracturation sur une roche granitique relativement homogène du point de vue chimique. Le degré de recristallisation, très nuancé dans ces orthogneiss sodiques, transparait dans le modelé d'érosion différentielle.

Les alvéoles granitiques ont conservé peu de repères de l'évolution paléoclimatique récente, seuls les plateaux cipoliniques et les crêts quartzitiques de bordure livrent quelques témoignages, à la fois rares et imprécis. On peut retracer la même évolution cyclique que sur l'ensemble de l'île. Celle-ci se caractérise par une phase humide fondamentale à un quaternaire relativement ancien mais mal défini, à laquelle succède un displuvial non moins important pendant lequel la dénudation fut particulièrement active et dont les effets sont encore actuellement visibles sur les versants. Au total cette petite unité de l'Imorona, comme celle d'Itea, constitue un exemple très rare de bassin en roche dure répondant à des données tectoniques et sédimentaires, aussi claires. Loin d'autoriser une généralisation, ces cas exceptionnels doivent toutefois nous mettre en garde contre une confusion qu'il serait aisée de commettre lorsque la structure n'offre pas de telles facilités d'étude. Ce type de paysage du granite, en total opposition avec les massifs environnants, s'est révélé particulièrement digne d'intérêt. Ainsi, parmi tous les types considérés, nous avons étudié un seul cas de cuvette lié à l'érosion différentielle dans le matériel granitique, il s'agit du bassin d'Antanetibe au cœur même du massif des Vavavato ; cet alvéole franc, dérivé indiscutablement d'une différence de dureté entre les granites ne livre pas, malheureusement, tous les éléments susceptibles de comprendre parfaitement les différences de comportement du matériel vis-à-vis de l'érosion. On est contraint à faire appel à des arguments d'ordre tectonique pour envisager une pareille dépression topographique.

Ainsi l'étude des reliefs issus d'une catégorie de matériau comme le granite permet d'envisager des nuances très sensibles dans les formes d'ensemble et de détail. L'aspect général du paysage granitique répond à des données tectoniques et pétrographiques fort différenciées qui se traduisent par des oppositions topographiques très violentes. Il existe réellement des paysages du granite correspondant — au style de gisement — aux caractères structuraux du matériel — à l'environnement (car il est impossible d'étudier les granites sans considérer l'encaissant métamorphique) — à la tectonique et éventuellement aux modifications du climat très nuancées pendant le Plio-Quaternaire. Le style de gisement et, localement les remobilisations successives ou au contraire l'inertie du corps granitique, se traduisent par une fracturation-fissuration très variable et par des nuances dans la recristallisation qui peut être achevée ou seulement amorcée. Ces considérations conditionnent l'évolution future (dans le sens de la rapidité et des modalités) qui se traduit par des formes très contrastées. La texture, la structure (très importante), la composition minéralogique et chimique, et même des phénomènes qui pourraient passer pour secondaires (myrmékites ou perthites) sont des facteurs non négligeables, pouvant s'opposer ou activer la progression des agents d'altération. Quoi qu'il en soit l'étude de l'érosion des granites en général ne peut être abordée à l'aide d'un seul critère physique ou chimique mais seulement à partir d'une reconnaissance globale de tous les facteurs ; ce n'est qu'après avoir effectué une reconnaissance exhaustive que l'on peut discerner les principales convergences entre les faits et les phénomènes permettant d'isoler ensuite le ou les facteurs localement prépondérants dans l'altération. Il s'avère fondamental de multiplier les études localisées car seules elles autorisent des comparaisons qui permettront ensuite de dégager des tendances générales. Il faut bien convenir que les comparaisons ne peuvent être faites qu'au niveau du comparable et que malheureusement l'on n'est pas toujours certain de ce que l'on compare... L'étude du problème de l'altération différentielle dans le cadre d'une même famille de roches est d'une telle complexité qu'elle nous incline à beaucoup de modestie. Au total nous n'avons jamais rencontré de reliefs granitiques en creux sauf dans trois cas précis — lorsque la position structurale est celle d'un substratum ayant joué le rôle de haut fond pendant la sédimentation pré-cambrienne — lorsque l'hétérogénéité du matériel est issue soit d'une granitisation inachevée, soit d'une stratification répondant à des potentialités géochimiques différenciées dans une vieille série sédimentaire originelle — ou en dernier lieu, lorsque la tectonique a dénivélé un secteur d'un ensemble pétrographique relativement homogène. Les granites malgaches sont toujours en relief lorsque la structure le permet que cela soit dans le domaine per-humide forestier de la Côte-Est, sur l'axe des Hautes Terres, sur le versant occidental semi-aride ou dans l'extrême Sud à l'aridité accusée.

Ce travail pourrait paraître trop influencé par des techniques purement géologiques, en fait, il n'en est rien, notre but étant d'essayer de comprendre en partie les réactions du corps granitique face à l'érosion, en maintenant celui-ci dans son environnement métamorphique. Si à Madagascar la position du chercheur doit être résolument « structuraliste », puisque de toute évidence il existe un lien étroit entre les données structurales et le paysage, il n'en demeure pas moins vrai que cette attitude d'esprit peut s'infléchir dans un sens différent qui sera fonction des nouveaux cadres proposés à l'étude.

*Tananarive, Janvier 1971.*