

L'ORGANISATION DU RELIEF DANS LES ENVIRONS DE TANANARIVE

par

Jeanne et Jean-Marc HOEBLICH (*)

Cette étude de l'organisation du relief dans la zone des collines entourant le Campus universitaire, situé à l'est de la ville, est basée uniquement sur l'observation précise des formes et des formations superficielles, dans le cadre de l'élaboration, à moyen terme, d'une carte géomorphologique au 1/10 000e de Tananarive et de ses environs, avec la collaboration d'équipes d'étudiants en géographie. Ces premiers résultats obtenus, dans un contexte de pénurie de moyens matériels, notamment d'analyses complémentaires en laboratoire, constituent une hypothèse de travail où la mise en relation des formes et des formations devrait permettre d'établir une chronologie relative qu'il sera sans doute possible de rattacher aux chronologies existantes. Ce travail se place ainsi dans la continuité de ceux effectués précédemment à Madagascar par R. Battistini, F. Bourgeat, J. Hervieu, M. Petit, M. Sourdat et G. Rossi, mais ici à une échelle différente de celle de l'essentiel des travaux antérieurs.

(*) *Maîtres-assistants à l'Université de Tananarive.*

I. L'ORGANISATION DU RELIEF

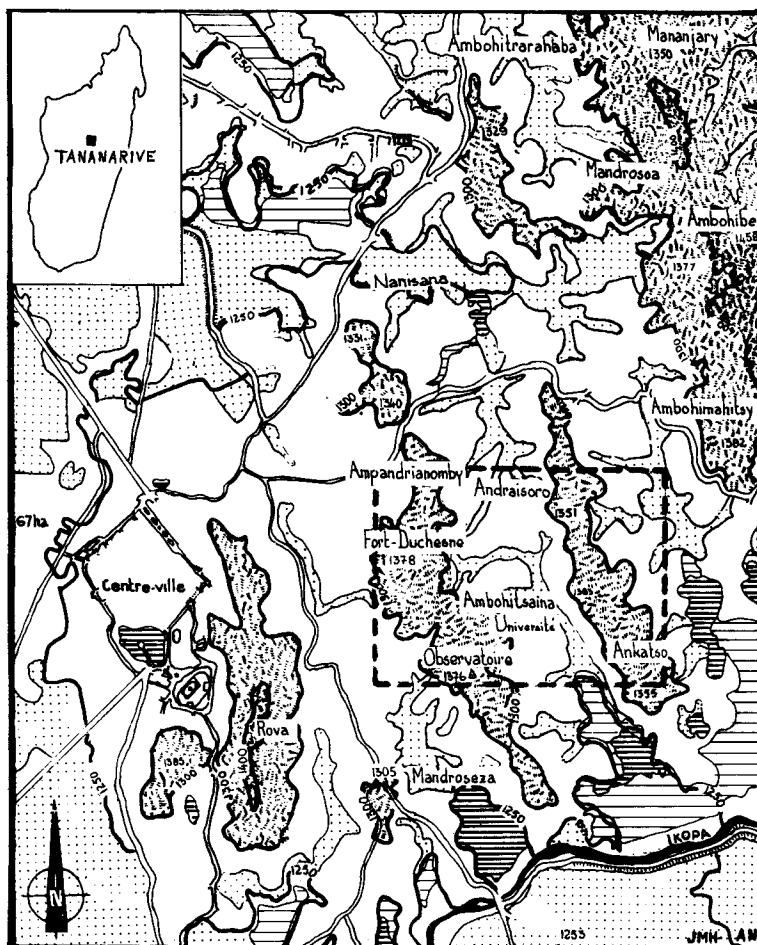
Le relief de la région de Tananarive s'organise suivant un réseau d'échines et de vallées principales, grossièrement parallèles entre elles et de direction générale NNO — SEE. C'est par exemple le cas de la colline principale de Tananarive sur laquelle est installé le Palais de la Reine (Rova) avec la Ville Haute, culminant à 1481 m d'altitude (carte N° 1). Toutes ces échines, aux sommets à faible pente, 1° à 3°, et arrondis, sont séparées les unes des autres par une série de dépressions lobées s'inclinant vers l'Ikopa qui draine les eaux de la plaine tananarivienne et constitue le niveau de base de la région. Le raccord entre les sommets et les dépressions est assuré par des interfluves secondaires allongés, au profil irrégulier, faisant alterner des replats ou des sections rectilignes à pentes douces avec des sections à pentes plus fortes rectilignes ou convexes. Ces versants ont été profondément entaillés par des formes d'érosion, niches d'altération et *lavaka*, qui constituent les têtes de vallons,

A. LES ECHINES

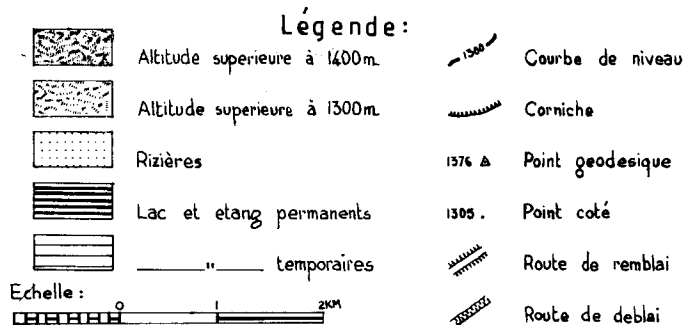
Dans les limites de la zone étudiée, à l'est de la ville, d'Ampan-drianomby au nord à l'Observatoire au sud, et de Fort-Duchesne à l'ouest à Ankatso à l'est (un secteur d'environ 4 km sur 3 km), il est possible de distinguer deux échines :

1. *une première échine* englobant les collines de l'Observatoire culminant à 1379 m, du Fort-Duchesne (1378 m) et du quartier de la station météorologique à Ampandrianomby (1338 m). D'après la carte géologique au 1/100 000^e, elle correspond à un « anticlinal » composé de gneiss traversés par des filons de granite d'*Ambatomiranty* et des filons de quartz ; il est possible d'observer ces derniers dans une carrière située en contrebas du sommet, au nord de l'Observatoire. Les filons sont redressés à la verticale et abondamment fracturés ; ils se débitent en éclats et en blocs de taille variable et sont tronqués par une pente topographique relativement douce de direction N—S. Les formations superficielles peu épaisses résultent de la désagrégation granulaire du matériel en place.

2. *une seconde échine* porte les noms suivants : Ankatso, Ampasandravazaha, Andralaimaboroka, Mandrakizay ; nous l'appellerons, pour simplifier, « Ankatso », du nom du premier sommet



Carte n°1:
PRESENTATION GENERALE DU RELIEF A TANANARIVE ET
LOCALISATION DU SECTEUR ETUDIE



et du village qui se développe au pied. Les altitudes ne dépassent guère 1384 m et sont sensiblement identiques à celles de l'échine précédente. Le modelé est toutefois plus massif, en relation avec la lithologie constituée ici de granites migmatitiques roses microcliniques (M. Petit, 1970), eux-mêmes traversés par des filons de granite dit d' *Ambatomiranty*. Ces derniers affleurent au sommet de la colline d'Ankatso sous la forme de *dos de baleine* en voie de dégagement, avec des diaclases courbes bien visibles. A mi-versant vers l'est, les filons sont en relief de quelques mètres par rapport à la roche encaissante, sous forme d'alignements de boules lavées de dimensions souvent imposantes (trois à sept mètres de diamètre). Ailleurs, sur le versant, les boules de granite migmatitique sont enfouies dans des poches de roche désagrégée. La transition entre l'arène et la roche saine est remarquablement nette et s'effectue sur quelques centimètres seulement. Ce passage rapide entre l'arène et la roche saine, avec une zone de contact peu épaisse et altérée de façon homogène, ressemble beaucoup aux processus d'altération de roches plus basiques (péridotites, basaltes). Les granites d' *Ambatomiranty* et leur enveloppe renferment pourtant une proportion assez importante de feldspaths potassiques qui rend ces roches acides et résistantes, comme il est aisé de le remarquer sur des affleurements sains.

Pour M. Petit, la structure et la texture des granites seraient essentiellement responsables de leur mode de décomposition, car il s'agit de granites à grains fins de dimensions homogènes, dans lesquels la microfissuration est peu développée, limitant ainsi la micro-porosité, donc la pénétration de l'altération en profondeur. L'altération se cantonne à la surface de la roche, mais y progresse de façon uniforme et également le long des macrofissures, des diaclases, ce qui finit par isoler des boules de grandes dimensions qui se conservent bien. Les boules et les dos de baleine sont activement exploités par les carriers de manière artisanale. Malgré cela, il est possible d'observer, par endroits, de profondes cannelures qui se dégagent d'un sol peu épais et peu évolué.

Au-delà de l'espace étudié, vers l'est, cet alignement d'échines de direction subméridienne se poursuit. Ainsi, la colline suivante d'Ambohibe, constituée de granite migmatitique culmine également à 1458 m avec un replat à 1384 m.

La structure du relief est donc commandée par ces alignements de roches résistantes — affleurant ou bien à peine recouvertes de roche arénisée mais non altérée — qui supportent des vestiges

d'aplanissements plus ou moins bien conservés. L'altitude relativement identique permet de penser qu'il s'agit des traces d'un même aplanissement transformé en reliefs résiduels.

Ces échines sont les éléments les plus anciens du relief en contrebas desquels se sont développées les vallées.

B. LES VALLEES.

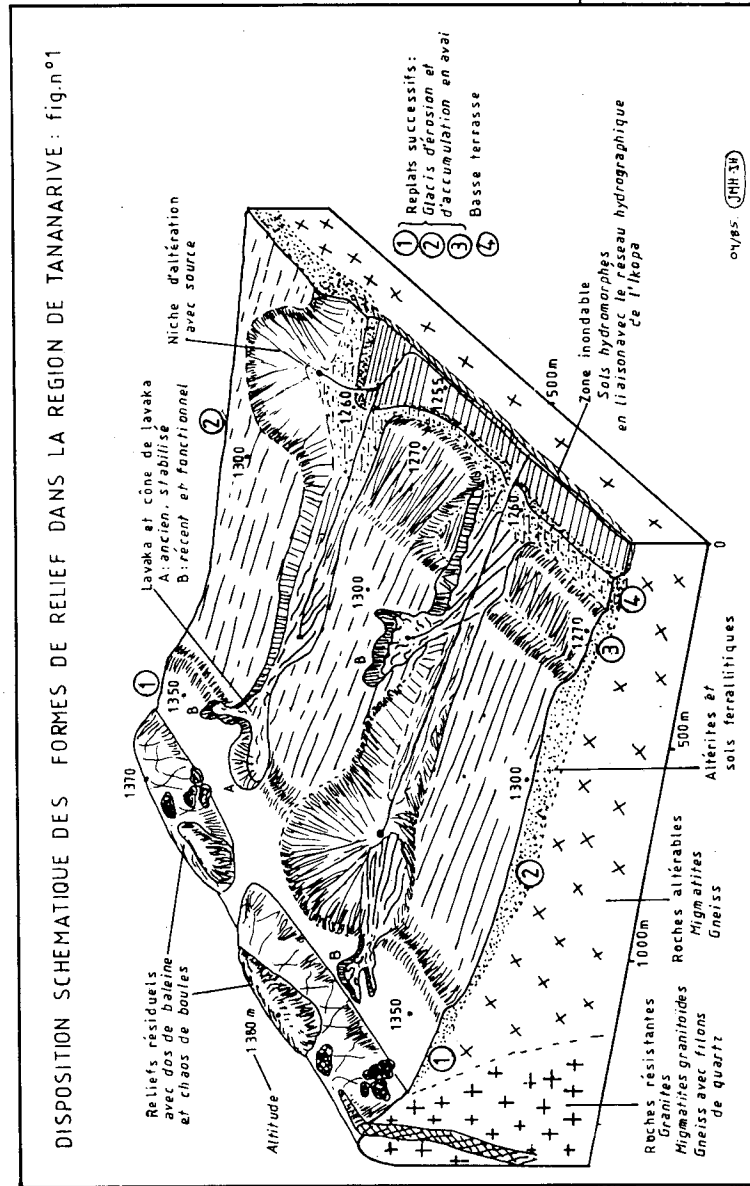
Les vallées présentent toutes une hiérarchie de ramifications avec un axe principal de direction NNO — SSE, parallèle à la direction des échines. Ces vallées principales sont au nombre de trois :

1. *la première vallée* sépare la colline du Palais de la Reine de celle de l'Observatoire — Fort-Duchesne. C'est une vallée allongée, à fond plat (1250 m) avec un encaissement de 100 à 190 m par rapport au sommet de la colline du Palais de la Reine et de 100 à 140 m par rapport à celle de l'Observatoire.

2. *la seconde vallée* se situe entre l'échine de l'Observatoire — Fort-Duchesne et la colline d'Ankatso. Elle a la même direction que les deux hauteurs qui la limitent, bien rectiligne, mais elle est formée de deux segments séparés par l'échine secondaire d'Andraisoro de direction perpendiculaire à l'ensemble, se présentant comme une sorte de col à 1300 m d'altitude. Il y a ainsi au sud, la vallée d'Ankatso et au nord, celle de Nanisana. Ces deux segments de vallée sont encaissés de 100 à 130 m et leur fond est à peu près à 1255 — 1250 m d'altitude.

3. *la troisième vallée*, entre la colline d'Ankatso et celle d'Ambohibe, comme les précédentes, est allongée et étroite. Mais elle s'évase davantage vers l'aval et, à l'instar de la vallée d'Ankatso, s'arrête au nord à l'encontre d'une échine transversale secondaire reliant la colline d'Ankatso à celle d'Ambohibe, culminant également à 1300 m d'altitude environ. L'encaissement de 100 à 130 m met le fond toujours à 1250 m.

Ces trois vallées ont donc un fond situé sensiblement à la même altitude, leur encaissement est du même ordre de grandeur. Elles se relient à une série de *vallons secondaires* de direction perpendiculaire qui entaillent les versants des échines en de longues lanières se terminant en replats au-dessus du fond actuel de ces vallées. Comme il est dit plus haut, deux basses échines transversales subsistent, d'altitude identique.



Ces vallées, tout comme les échines, sont liées aux conditions lithologiques et structurales, mais qui sont cette fois-ci favorables : la première vallée est évidée dans des migmatites « plissées en synclinal ». La seconde vallée est une vallée de contact entre gneiss et migmatites granitiques avec retombée de « l'anticlinal » dans le gneiss et faille probable. La troisième vallée correspond à des migmatites granitiques sans filons.

C. LES VERSANTS

En raison de l'encaissement des vallées et de leur évasement, les versants ont un développement important. Ils sont à la fois un musée de paléformes et le théâtre d'une érosion actuelle très active, celle qui s'effectue sous climat tropical à saisons contrastées, accentuée par l'action anthropique : nous sommes en effet situés ici dans la zone péri-urbaine fortement « squattérisée » avec prolifération de cases et de petits champs installés sur des pentes parfois très raides.

Ces versants présentent dans leur partie longitudinale — perpendiculaire aux axes principaux du relief — un profil heurté, formé de *paliers* à l'allure de *glacis topographiques* doucement inclinés (pente inférieure à 5°) séparés par des ruptures de pente ou des sections de versants convexes ou rectilignes à pente assez forte (supérieure à 15°) ; (fig. N° 1). Ces paliers sont au nombre de trois :

1. le *palier supérieur ou niveau N.1* entre 1360 — 1350 m est directement situé en contrebas des sommets. Il est reconnaissable sur l'échine de l'Observatoire au niveau de la Cité universitaire N° 1, au niveau du replat de l'Université (Ambohitsaina) qui prolonge celui installé directement au pied du Fort-Duchesne. Le replat d'Ampanomby appartient au même ensemble. Ces replats sont constitués de roche altérée surmontée de sols ferrallitiques fortement mais inégalement tronqués comme le laisse voir la tranchée le long du chemin de terre entre Fort-Duchesne et la route de l'Université. Ce palier se retrouve en contrebas de l'échine d'Ankatso, à proximité du sommet d'Ampasandravazaha (1369 m) qui domine directement le village d'Ankatso, à 500 m de la route sur un sentier menant aux carrières.

Sur un replat pratiquement horizontal, on observe la formation suivante : des *pisolithes* de taille variable (quelques mm à quelques cm de diamètre) sont disposés en vrac, cimentés de manière inégale, laissant subsister des vacuoles, d'où un aspect scoriacé.

Ces pisolithes ont une couleur brun-rougeâtre. Ils présentent en coupe une croissance en aurole et une analyse à la loupe révèle que ces pisolithes proviennent d'amalgame d'argiles, de sable quartzeux et d'oxyde de fer. Les grains de quartz sont anguleux et fragilisés par altération, avec un aspect de carie caractéristique et une coloration par l'oxyde de fer. Cette formation offre une certaine résistance et se débite en éléments grossiers ; elle présente en surface des traces de patine de couleur sombre, comme il est possible d'en trouver sur certaines formations de milieux semi-arides. Cette formation a une épaisseur maximale de 20 cm et ne dépasse pas quelques mètres carrés d'extension. Elle repose directement sur la roche en place. Un sol peu évolué, brunâtre et peu épais recouvre indifféremment cette formation et la roche saine plane ou légèrement rainurée.

Malgré l'absence, jusqu'à présent, d'analyses plus poussées en laboratoire, nous pouvons affirmer qu'il existe sur ce replat un *lambeau de formation cuirassée*. Le palier supérieur ou N. 1 est donc probablement le vestige d'un ancien stade d'encaissement de la vallée (le fond actuellement se situe à quelque 100 m plus bas) qui pourrait correspondre à des conditions de climat tropical sec ou semi-aride. Cela place ce palier au Tertiaire supérieur ou au Quaternaire ancien, puisqu'il est admis qu'il n'y a pas eu de cuirassement pendant le Quaternaire moyen et récent (Bourgeat-1972, Petit-1970).

L'extension de ce palier N. 1 est limitée car l'érosion ultérieure l'a fortement dégradé. Si l'on reconstitue le relief à ce stade d'encaissement des vallées, on aurait un paysage mollement ondulé aux larges gouttières peu profondes, faiblement dominées par quelques reliefs résiduels (30 m au maximum, si l'on tient compte des altitudes actuelles des sommets).

2. *le second palier ou palier intermédiaire N. 2* est situé autour de 1300 m. Il est séparé du palier supérieur par un versant rectiligne bien marqué, à l'exception du versant de la Cité universitaire « Ankatso » où une simple rupture de pente limite ces deux paliers. Le second palier se reconnaît :

— à l'est de l'échine d'Ankatso, au lieu-dit Ambatolava et sur les hauteurs avoisinantes en « lanières » à même altitude.

— sur l'échine transversale d'Andraisoro. Cet interfluve est constitué de la rencontre de deux glacis topographiques dissymétriques et de direction opposée, faiblement inclinés (moins de 5°). Le plus long prend naissance en contrebas de l'échine de Fort-Duchesne, précédemment décrite et l'autre se développant à partir du replat d'Ankatso à sa racine vers 1325 m. Des sols ferrallitiques recouvrent ce niveau sur une épaisseur dépassant parfois 2 m, et sont tronqués

dans leur partie supérieure (absence de l'horizon A). Dans les migmatites recoupées de filons de granite, le front d'altération n'étant pas homogène, le glacis recoupe à la fois des sols ferrallitiques tronqués et des sections de roche en place.

Ce palier N. 2 est aisément identifiable dans toute la région tana-narivienne, avec des larges replats situés vers 1300 m d'altitude et couverts de sols ferrallitiques. La dissection ultérieure ne les a pas tous épargnés, car si les replats sont assez abondants, les interfluves secondaires bien conservés sont plus rares.

Le paysage, à ce stade d'encaissement des vallées, a été celui de *glacis topographiques coalescents* dominés par des versants à replats et des reliefs résiduels d'une hauteur de 50 à 80 m. Ce palier domine le fond de la vallée actuelle d'une cinquantaine de mètres.

3. *le troisième palier ou palier inférieur N. 3* est constitué à 1270 — 1265 m par un replat souvent bien marqué, à l'allure de terrasse à 15 — 20 m au-dessus de la vallée actuelle. Ce niveau se retrouve régulièrement dans toute la région. Il consiste en un glacis bien marqué, à pente un peu plus forte que le précédent (4° à 7°). Des sols ferrallitiques — plus vraisemblablement des ferrisols — assez épais, tronqués en surface, les recouvrent. Ce palier correspond à un stade d'encaissement net de la vallée, de plus de 100 m, à la jonction de glacis coalescents.

On serait tenté d'établir une chronologie à partir de ces indications, mais l'étude des dépôts d'un de ces glacis incite à quelque prudence, comme le montre une *coupe* particulièrement intéressante, située dans la tranchée de la route circulaire du Campus, à la cote 1268 m (fig. N° 2).

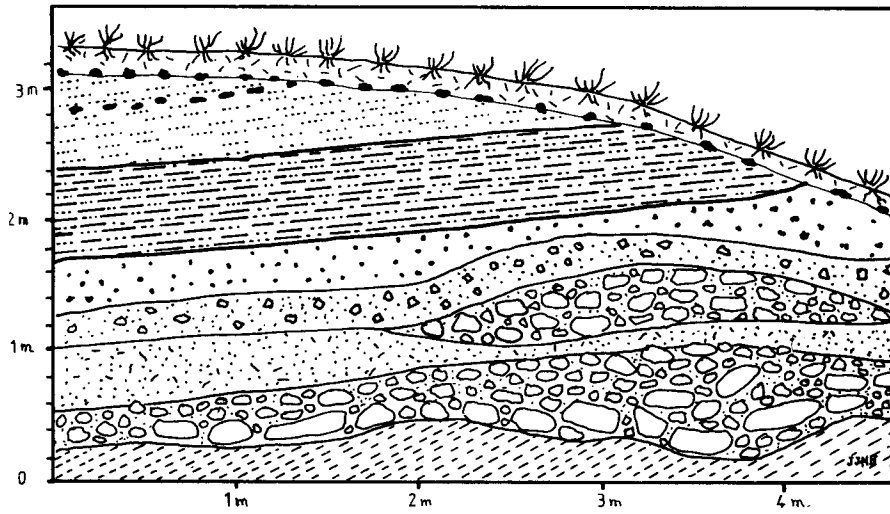
C'est une coupe à travers un versant en forme de *glacis topographique* qui prend naissance en contrebas de la crête de l'Observatoire et sur lequel sont installés les bâtiments et les «*préfabriqués*» de l'Université. Cette coupe de 200 m de long s'interrompt de chaque côté au niveau de vallons, sa hauteur atteint 5 m au maximum dans la partie la plus profonde de la tranchée.

Sur cette courbe, on observe du bas vers le haut huit niveaux :


Le niveau 1 correspond à la roche en place, des gneiss profondément altérés. La transition avec le niveau suivant est nette, légèrement ondulée, ce qui laisse penser que la roche a été tronquée.


Le niveau 2 à galets et blocs de quartz aux angles émoussés et à cupules d'altération, se présente sous la forme d'un banc de 40 cm d'épaisseur qui s'enfle et constitue une lentille de 80 cm de hauteur sur 2,5 m de longueur. Une lentille de même dimension et de








1  *niveau 1 :*
roche en place :
gneiss altéré


2  *niveau 2 :*
à bloc et à galets de
quartz aux angles émoussés


3  *niveau 3 :*
argilo-sableux

4  *niveau 4 :*
sablo-argilo - argil eux à petits
galets

5  *niveau 5 : tronqué*
sablo-grannuleux

6  *niveau 6 :*
banc argilo-limoneux compact
avec poches de concrétions
Ferrugineuses altérées

7  *niveau 7*
sableux - Finement
lité et à micas altérés
avec stone lisse.

8  *niveau 8*
colluvions de versants
avec stone lisse con forme
à la pente actuelle
sol Ferrallitique tronqué.

COUPE DANS LA TRANCHE DE LA «ROUTE CIRCULAIRE»
DU CAMPUS UNIVERSITAIRE (altitude 1268m.)

composition identique pénètre dans le niveau suivant. La dimension maximum des blocs visibles est de 40 cm, leur médiane est de 7 cm en raison de l'abondance de petits galets (75 % ont 2 à 10 cm de plus grande dimension apparente) ; ils sont dans l'ensemble encore résistants, à part quelques-uns qui se désagrègent en « gros sel ». Ces blocs et galets ont une disposition légèrement oblique par rapport au profil (25,5 % ont une inclinaison de 10° , la médiane de l'inclinaison des galets étant de 24°). Ils sont emballés dans une matrice (30 % du matériel) sablo-argileuse, beige-rosé, avec des taches ocres correspondant à des galets de roches cristallines altérées. La transition avec le niveau suivant est progressive sur une dizaine de centimètres.

Le niveau 3 est formé d'un matériel fin de couleur rouge, essentiellement argileux, d'une épaisseur variant entre 50 et 60 cm au-dessus du banc de galets et d'une trentaine de centimètres entre les deux lentilles de galets. La structure de cette formation est compacte, massive. Des sables de quartz aux angles émoussés se mêlent en vrac aux argiles. Le passage au niveau suivant est graduel avec une concentration de plus en plus importante de sable vers le haut.

Le niveau 4, épais de 30 cm, se caractérise par de petits galets enrobés d'une matrice sablo-argileuse de couleur beige-rose, qui constitue 60 % du total. Les galets de quartz, avec une dimension moyenne de 5 cm et ne dépassant pas 15 cm, présentent également des angles émoussés ainsi que des traces d'altération en surface. Ils sont disposés en vrac.

Le niveau 5 est constitué d'un banc de 40 cm d'épaisseur de couleur beige-rose composé uniquement de matériel fin, les sables sont grossiers et passent parfois à des granules de quartz à l'aspect carié, aux angles émoussés. Dans ce niveau, la répartition granulométrique varie puisque, de bas en haut, les granules cèdent progressivement la place à un sable de plus en plus fin. La structure de cette formation est massive, sans trace de litage ou de stratification visible. Vers le haut, cette formation est tronquée partiellement par celle du niveau suivant.

Le niveau 6 contraste avec les précédents par sa couleur, sa structure et sa composition. C'est un banc argilo-limoneux de 60 à 80 cm d'épaisseur, de couleur jaune-ocre vif, très compact et plus résistant que les autres niveaux. Sa structure est massive et nodulaire, avec concentration, dans des poches, de concrétions ferrugineuses fortement altérées. Le diamètre moyen de celles-ci ne dépasse guère le centimètre et très rarement deux centimètres ; leur composition rappelle fortement celle des concrétions cimentées de la cuirasse décrite plus haut. Certains nodules ont conservé leur surface luisante, grasse et mammelonnée typique des concrétions.

tions d'hématite, mais ils portent dans l'ensemble des traces de remaniement (cortex brisé, éclats arrachés). Ce niveau résulte très vraisemblablement du démantèlement d'une cuirasse ou d'un sol ferrallitique fortement concrétionné. Plus au nord dans la tranchée, ce niveau tronque en outre, les niveaux 3 et 4, entame sérieusement le niveau 2 pour finalement reposer presque sur le socle altéré, n'étant séparé de ce dernier que par un pavage de blocs (non représenté sur la figure). Contrairement aux autres niveaux, celui-ci est presque horizontal, faiblement incliné vers la vallée, mais à une altitude de 15 m environ au-dessus du fond de celle-ci.

Le niveau 7 de couleur beige-brique a, au niveau de la coupe, une épaisseur irrégulière : environ 30 cm, puis disparaît, tronqué par le versant, alors qu'ailleurs il peut atteindre 2,5 m. Il s'agit d'une accumulation sablo-argileuse fine, compacte et massive. La sédimentation s'est effectuée en lits assez fins d'une épaisseur maximale de 5 cm (en général 0,5 à 1 cm). Il peut y avoir par endroit des lentilles de sable grossier ou bien d'argile. Des paillettes moirées de mica altéré, en grande quantité dans tout le profil, lui donnent un aspect « soyeux ». Dans sa partie supérieure, ce niveau est parcouru d'alignements de galets esquissant des *stone-lines* dont le pendage est conforme à celui des niveaux sous-jacents. Juste au-dessus de la première *stone-line*, ce niveau a été pédogénéisé, car on reconnaît aisément l'existence de l'horizon B d'un sol ferrallitique (ou d'un ferrisol).

Le niveau 8 : le haut de la tranchée est parcouru par une bande colluviale de 30 cm d'épaisseur, tronquant et remaniant les niveaux antérieurs au fur et à mesure qu'ils apparaissent sur le versant des vallons actuels. Ce niveau colluvial tronque bien entendu le sol du niveau 7.

Cette coupe nous montre donc la superposition de deux formations distinctes.

En ce qui concerne les restes de la formation inférieure (niveaux 2 à 5), les blocs et les galets de quartz sont issus des filons de quartz en place dans les gneiss de l'axe « anticlinal » de l'Observatoire. La dimension des blocs a été préparée par la fragmentation mécanique du matériel broyé par la tectonique. Le transport sur le versant sur un peu plus d'un kilomètre explique la relative usure des angles. La mise en place de ces blocs s'est faite sans doute de manière torrentielle.

Les niveaux sus-jacents (3 à 7), constitués de matériel plus fin, sont des formations meubles de bas de versants qui se sont accumulées progressivement en formant des couches à faible pendage

(moins de 7°) et constituant un plan faiblement incliné vers l'ancien fond de vallée, situé à 15 — 20 m environ au-dessus du fond actuel. On est tenté de rattacher cette formation à une nouvelle génération de glacis d'accumulation — au moins en ce qui concerne le matériel des niveaux supérieurs 3 à 5 — qui se serait élaboré pendant un changement de climat : la base constituée de matériel torrentiel révélant une pluviosité encore abondante mais irrégulière, les niveaux sus-jacents (3 — 4 — 5) s'étant déposés en présence de moins d'eau.

Il est probable que la formation de ce glacis inférieur se soit poursuivie, mais le glacis supérieur (niveaux 6 et 7), superposé avec une discordance angulaire des couches, l'a profondément entaillé. Cette discordance angulaire est liée à un changement d'axe de glacis, peut-être dû à des mouvements tectoniques ou bien à l'amorce du vallon qui sépare le matériel du glacis inférieur de son versant d'origine (la colline de l'Observatoire).

Le glacis supérieur qui tronque le plus anciens, résulte de l'érosion d'un ancien sol ferrallitique contenant des concrétions, voire d'une cuirasse ferrugineuse. Ce fait permet d'affirmer qu'il y eut une période plus humide entraînant l'arrêt de l'édification du glacis précédent, une pédogenèse active avec la formation de sol ferrallitique assez profond. A cette période humide a succédé une nouvelle période plus sèche, au début de laquelle on pourrait situer une tendance au cuirassement : les traces de démantèlement de cette cuirasse ne se repèrent en effet qu'à la base du second glacis. Mais le cuirassement ou le concrétionnement a dû être localisé, puisque les débris ne sont pas répartis uniformément dans le niveau 6. Il n'est pas possible, pour le moment, de dater précisément l'élaboration de cette cuirasse. Était-elle contemporaine de celle située sur le palier N. 1 d'Ankatso ? A-t-elle été déblayée par le changement d'axe du glacis ? Ou bien un cuirassement aurait-il affecté localement le palier N. 2 ?

Malgré ces incertitudes, il est possible d'affirmer que des périodes favorables à la formation de cuirasse ou de concrétions ferrugineuses ont existé et que celles-ci ont vraisemblablement été plus nombreuses que ne l'indiquent les vestiges conservés, en raison de l'ampleur de l'érosion ultérieure.

Le matériel du niveau 7, avec des formations colluviales fines, montre que ce glacis a été réalisé par ruissellement diffus relativement régulier avec un lessivage et un triage des formations.

Ce matériel est relativement frais, comme le témoignent les micas conservés à l'état mordoré. On peut penser qu'une différence d'âge importante sépare la formation inférieure (niveaux 1 à 5) de celle-ci. Son épaisseur indique qu'à une période relativement proche, l'érosion fut considérable : la partie supérieure présente un lessivage avec l'esquisse de *stone-lines* superposées, au pendage conforme à celui des niveaux sous-jacents. Le lessivage traduit un retour à une phase plus humide avec manifestation d'érosion linéaire (comme cela a pu être observé en dehors de la coupe décrite ci-dessus) et entaille du glacis, en liaison avec l'encaissement de la vallée principale. En surface, l'ensemble a été colluvionné et a subi une pédogenèse avec développement d'un sol riche en sesquioxides, en place. Le niveau 8, avec son pendage conforme à la pente topographique actuelle et aux vallons adjacents, tronque ce sol et présente des traces de remaniement anthropique.

Cet exemple de superposition de deux formations d'âge différent recoupées par les mêmes formes topographiques (un glacis et un replat) montre la complexité réelle de l'élaboration des niveaux : l'encaissement de la vallée a eu lieu avant le dépôt du niveau 2 ou juste à ce moment, puisque cette formation à blocs et galets se dépose sur la roche en place. Par la suite, sur le même niveau se sont succédés : l'accumulation de la formation inférieure, son recouplement, l'accumulation du glacis supérieur et l'entaille de ce dernier.

Si l'on replace l'élaboration de ce dernier replat dans le cadre de l'encaissement de la vallée d'Ankatso, on remarque que l'existence de l'axe de fragilité de la vallée est aussi ancienne que les axes de résistance, ayant donné des reliefs résiduels. Ainsi, les versants ont-ils constamment évolué dans le sens d'un décapage des formations dans la partie topographique supérieure et d'une accumulation dans la partie basse, elle-même entaillée ultérieurement en raison d'un effet de dominance (G. Bertrand et O. Dollfus — 1973) qui soumet le bas du versant à ce qui se passe dans sa partie supérieure.

Il est remarquable de constater que, malgré la multiplicité des processus morphologiques, un étagement régulier des formes a été conservé. Ce qui assure une variété dans le relief, ce sont la longueur et la raideur des versants de raccord. Ces derniers peuvent présenter des sections rectilignes — mais le plus souvent convexes — et recourent des sols ferrallitiques fortement colluvionnés. L'ampleur de ces sections de raccord est à mettre en relation

avec celle de la vallée : dans les vallées étroites, les versants présentent un étagement moins net que dans les larges vallées, avec uniquement des ruptures de pente entre les paliers.

L'étagement des formes de relief, avec les paliers ou replats, montrerait l'importance des phases morphoclimatiques de climat sec (tropical sec à semi-aride) ayant mis en place ces paysages de glacis dominés par des reliefs résiduels, alternant avec des phases morphoclimatiques plus humides, responsables de l'encaissement du relief. Ces longs versants à replats ont une existence généralisée sur les Hautes Terres et ce sont eux qui, avec les grandes échines, offrent l'originalité des environs de Tananarive, tandis que les sols ferrallitiques de couleur rouge-brique caractéristique, qui leur sont associés, assurent durablement la réputation du paysage.

Pourtant, la régularité de l'étagement des formes géomorphologiques n'est pas ressentie à première vue par un observateur, lequel est avant tout frappé par l'importance des formes de dissection au niveau des versants et des vallées. L'impression de confusion s'efface lorsqu'on procède à une analyse méthodique du relief à grande échelle. Les formes mineures ont elles aussi une place précise dans l'organisation du relief. Elles se composent essentiellement de *niches d'altération* et de *lavaka* au niveau des versants, auxquels sont associées des formes d'accumulation dans les vallées, des terrasses.

II. LES FORMES DE DISSECTION

A. LES NICHES D'ALTÉRATION (fig. N° 1)

Les niches d'altération forment des hémicycles, de 50 à 150 m environ de diamètre, aux versants raides convergeant en forme d'entonnoir vers un fond plat incliné vers l'aval. La forme des niches est variable : elle peut être très régulière avec des versants uniformément arrondis ; d'autres présentent une allure vaguement digitée et un fond irrégulier. Le versant est recouvert par des formations superficielles et par de la végétation. Dans la région étudiée, les niches d'altération occupent les têtes des vallons principaux. Parfois, deux niches installées de part et d'autre d'un interfluve, l'abaissent en créant un col (ex : sur l'interfluve Andraisoro — Ankatso). Ce sont des formes liées à l'encaissement des vallées et à leur recul, puisqu'elles mordent sur les versants convexes ou à tendance convexe.

Au fond de chaque niche, coule une source, le plus souvent pérenne. La forme a dû évoluer par altération préférentielle de la roche en contact quasi-permanent avec l'eau, par soutirage, suffosion et tassement, et par recul du versant, parallèlement à lui-même. C'est du moins le mode d'évolution actuel, qui est très lent puisque le ruissellement superficiel et les mouvements de masse n'interviennent pas dans son évolution. Il se peut également qu'à un moment, certaines de ces niches aient pu se former à partir d'anciens *lavaka* stabilisés (comme il a été possible de l'observer ailleurs sur les Hautes Terres) et qu'elles soient également des témoins d'une crise climatique. Les niches pourraient en partie être contemporaines de certains *lavaka* en raison de la similitude des altitudes au-dessus des fonds de vallée actuels et du matériel qui les compose. Cette relation étroite entre niche et *lavaka* mériterait d'être approfondie, car la différence entre ces deux formes réside sans doute dans la durée plus longue de formation des niches occupant les vallées principales et avec une évolution qui se poursuit encore. A côté des niches d'altération, les *lavaka* présentent une évolution à caractère plus catastrophique.

B. LES LAVAKA (fig. N° 1).

Deux générations de *lavaka* se distinguent aisément : les *lavaka* anciens et les *lavaka* récents.

— Les *lavaka anciens* sont stabilisés et recolonisés par la végétation, mais leur modelé est parfaitement reconnaissable avec des parois subverticales, malgré certaines brèches qui les entaillent. Ils sont ovoïdes ou lobés avec des cloisons centrales et se présentent en « familles ». Si l'on compare ces anciens *lavaka* à d'autres situés sur les Hautes Terres (par exemple à proximité de la R.N. 1, entre Arivonimamo et Miarinarivo, à une cinquantaine de kilomètres à l'ouest de la capitale), ils appartiennent à des générations relativement récentes, car leurs contours sont plus nets.

Les *lavaka anciens* occupent tous des têtes de vallons secondaires qui griffent les versants jusqu'aux deux tiers de leur hauteur. Ils prennent naissance dans la partie du versant située à la limite de la roche altérée déjà épaisse et des sols ferrallitiques, ce qui indiquerait qu'ils se sont formés après le décapement des sommets et après la formation des glacis topographiques ; ces derniers ont récupéré le matériel d'altération des sommets et des hauts de versants.

Comme les niches d'altération, les *lavaka* entaillent des versants tantôt rectilignes, tantôt convexes (le cas le plus fréquent). Ces

lavaka se terminent en aval par des cônes qui sont remaniés en basses terrasses dominant le fond de vallée d'une hauteur de deux à cinq mètres. Ces cônes sont mis en valeur par les paysans qui y pratiquent des cultures sèches, en opposition avec les fonds actuels des vallées transformés en rizières.

Un des meilleurs exemples, est celui du cône de *lavaka* situé sur le versant ouest de la colline d'Ankatso (carte N° 2). Le matériel issu de ce *lavaka* est de couleur claire, gris-rose, argilo-sableux — avec des grains de quartz anguleux et un peu de mica — le tout en vrac. Ce matériel tranche nettement sur celui, couleur brique des colluvions du versant, contre le bas duquel s'adosse le cône, et sur celui plus grisâtre du fond actuel de la vallée.

La transformation de l'extrémité des cônes de *lavaka* en basse terrasse indiquerait qu'ils se sont formés à une période relativement récente, de quelques centaines à quelques milliers d'années. F. Bourgeat (1972, p. 81) a pu dater un *lavaka* ancien de la région de la Taifana et lui attribuer $11\ 580 \pm 400$ ans ; mais ce *lavaka* était raccordé à une haute terrasse, alors que ceux de la zone cartographiée sont tous rattachés à la basse terrasse : ils sont plus récents et contemporains des *lavaka* cités dans la chronologie du Quaternaire établie par M. Sourdat (1977) qui, en reprenant la chronologie Bourgeat — Ratsimbazafy (1975) et en la complétant, rattache les *lavaka* à la basse terrasse.

Ces *lavaka* anciens sont presque tous installés sur des versants convexes, hérités d'une période plus humide et élaborés sous forêt, comme on peut encore en trouver sur le versant oriental de Madagascar. On peut penser avec Bourgeat, Ratsimbazafy et Sourdat que ces *lavaka* se sont installés lors d'un assèchement du climat, entraînant la disparition de la couverture forestière. La surface, à ce moment là, est devenue sensible à l'érosion linéaire ainsi qu'aux phénomènes de soutirage car les conditions d'humidification n'étaient plus les mêmes que sous forêt. Cela peut s'observer, de nos jours, dans les vallées échancrant les Tampoketsa le long de la R.N. 4 (Tananarive-Majunga), par exemple près d'Ankazobe, où des forêts relictuelles subsistent dans le fond des vallées, sur des bas de versants convexes ; des *lavaka* s'installent rapidement là où la forêt a reculé récemment, où persistent des formations végétales forestières mais très dégradées et sont situés au niveau de la convexité. Les versants convexes, auparavant en équilibre avec le couvert végétal forestier et les épaisses formations d'altérites, ne

le sont plus lorsqu'ils sont découverts et deviennent sensibles à l'érosion.

Nous admettons avec Petit et Bourgeat que ces anciens *lavaka* se seraient formés lors d'un displuvial, avec climat tropical à saison contrastée, plus sec que le pluvial précédent certes, mais sans devenir trop sec, ce qui aurait bloqué le processus de formation des *lavaka*.

Ces *lavaka* anciens ne peuvent avoir une origine anthropique, puisque le peuplement et la mise en valeur effective des Hautes Terres remonterait seulement à quelques siècles.

— Les *lavaka récents* occupent certains lobes d'anciens *lavaka* : ils traduisent ainsi la reprise de l'érosion faisant rejouer les anciens *lavaka*. Leurs formes sont nettes et en pleine évolution. Leur matériel se retrouve dans les fonds de vallée actuels. D'autres se forment dans des niches d'altération ou même sur des portions de versant où il n'y a pas de traces anciennes de formes de dissection. Leur origine est à lier ici, essentiellement à l'action anthropique qui destabiliserait le versant : les zones privilégiées sont celles avec des sentiers empruntés régulièrement, canalisant le ruissellement ou encore les champs de cultures sèches installés sur des versants raides aux sols peu évolués ou d'arène, à très mauvaise stabilité structurale. La dégradation du tapis d'herbacées par le bétail et les feux de brousse est également une des causes manifestes du déclenchement des *lavaka*.

L'évolution actuelle des versants se poursuit donc avec une prédominance de l'action de l'érosion sur celle de la pédogenèse, favorisée par le climat tropical à saisons contrastées, par la raideur des pentes localement, par l'action anthropique surtout. Cette érosion favorise une transformation assez rapide des versants par décapage, ce qui entraîne par ailleurs une sédimentation.

Le fond des vallées est constitué par des zones inondables intensément aménagées. Dans cette zone de remblaiement, le matériel est en général fin, argilo-sableux, micacé, et les sols qui s'y développent sont jeunes et hydromorphes. Ces fonds de vallons sont dépendants de la dynamique et de l'évolution de toute la plaine de Tananarive, en relation avec l'Ikopa et ses affluents.

III. ESSAI DE CHRONOLOGIE

Cette description des formes et des formations permet d'une part de dresser un croquis-synthèse du paysage de la zone cartographiée

T A B L E A U I

UNITES GEOMORPHOLOGIQUES	ALTIUDE	FORMATIONS SUPERFICIELLES	PRINCIPALES MANIFESTATIONS	VARIATIONS PALEOCLIMATIQUES	CHRONOLOGIE en fonction de la terminologie de BOURGEAT/SOURDAT	ESSAIS DE DATATION ABSOLUE
Lavaka actuels et	-	Matériau de plaine alluviale frais, micacés, remanié anthropiquement. Sols hydromorphes.	Erosion sur les versants. Accumulation dans les fonds de vallée. Dissection des basses terrasses.	Actuel : tropical à saisons contrastées. Tendence à l'assèchement pluvial	Actuel	Moins de 500 ans
Fond de vallée	1250 m				Post varésinien	500 à 1 000 ans (Sourdat)
Anciens lavaka et basses terrasses	1255 m	Roche altérée	Lavaka Erosion des versants convexes. Basses terrasses	Displuvial (Tropical à saisons contrastées)	Displuvial Varésinien	8 000 ans (?) 20-25 000 ans (?)
Versants convexes et Niches d'altération	-	Soils ferrallitiques cultivés (« Hautes terrasses »)	Dissection N3 en niches d'altération. Pédogénèse.	Pluvial	Pluvial Post-lambanien	40 000 ans (?) (Sourdat)
Pilier inférieur N3	1270 m	Formation de glaces d'accumulation	Formation N3b + pédogénèse Dissection N3a	Displuvial Pluvial	Displuvial Ambovombien	80 000 à 150 000 BP (Battistini, 1977)
Glacis supérieur N3b.						70 000 (Battistini 1977)
Glacis inférieur N3a			Formation N3a Dissection N2	Displuvial Pluvial	Novoban Antozanien	240 000 BP ± 40 000 400 000 BP ± 100 000 (Rosai 1978)
Pilier intermédiaire N2 « d'Andriatoro »	1300 m	Formations d'altération épaisses, tronquées	Formation N2 Altération + Dissection N1	Displuvial Pluvial	Displuvial morémangien Pluvial pré-morémangien	2,2 ± 0,3 M ans (Rosai 1978)
Glacis d'érosion désaigués						
Pilier supérieur N1 « d'Ambokitsaina »	1350 m	Roche en place	Aplanissement incomplet réifié Cuirassement	Climate tropical sec		
Surface d'érosion S3						
Reliefs résiduels Surface S2 dégradée	Plus de 1380 m	Roche en place résistante tronquée arête.			Pliocène	



(Fig. N° 1), d'autre part d'élaborer la chronologie relative des formes et formations les unes par rapport aux autres (Tableau N° 1). Le tableau présente les séquences paléoclimatiques avec l'alternance de pluviaux et displuviaux, avec une tentative de mise en place dans le cadre de la chronologie établie progressivement par R. Battistini, J. Hervieux, M. Petit, F. Bourgeat, F. Bourgeat et Ratsimbazafy, M. Sourdat et G. Rossi.

Il existe actuellement deux importantes chronologies du Quaternaire avec une terminologie différente en partie :

- celle de Bourgeat, Ratsimbazafy puis Sourdat, établie à partir des Hautes Terres et, en ce qui concerne Sourdat, également à partir du littoral du sud-ouest ;
- celle de Rossi, essentiellement établie à partir des littoraux de l'ouest et du nord.

Ces deux chronologies intègrent les découvertes antérieures de R. Battistini et J. Hervieu (*)

Lorsqu'on replace les formes de relief de la région tananarivienne dans la chronologie définie par Bourgeat et Sourdat, on remarque tous d'abord une concordance parfaite de toutes les formes concernant le Quaternaire récent (jusqu'à 180 000 B.P.), mais la datation de N. 1 et N. 2 est plus délicate.

Si l'on se réfère à F. Bourgeat et M. Petit (1969) puis à F. Bourgeat (1972), ces auteurs, reprenant en outre des travaux plus anciens, placent les trois surfaces d'érosion admises à Madagascar aux altitudes suivantes :

- la surface supérieure ou S1 (surface des Tampoketsa) à 1650 m environ,
- la surface intermédiaire ou S2 à 1350 — 1450 m
- des niveaux locaux d'aplanissement ou S3 situés à une altitude variable mais toujours inférieure à 1350 m.

(*) Notre tentative d'établir une corrélation entre les deux chronologies diffère de celle présentée récemment par G. Rossi (1984), car il utilise une terminologie (Sambainien I et II) qu'il attribue aux auteurs de la première chronologie et que nous n'avons trouvée, ni dans la thèse de F. Bourgeat (1972) ni dans celle de M. Sourdat (1977) qui reprend en outre un article publié par Bourgeat et Ratsimbazafy (1975). Nous nous en tenons pour le moment, en ce qui concerne leur terminologie, à ce qui est directement avancé par ces auteurs.

En fait, localement, ce niveau peut dépasser cette altitude (ex : le « Casque de Behenja » à 45 km au sud de Tananarive). Par ailleurs, ces auteurs révèlent l'existence, au fond des cuvettes du Moyen-Ouest, d'un niveau S4, par exemple dans la cuvette de l'Imorona.

Lorsqu'on analyse la carte de l'extension de ces surfaces dans la région de Tananarive (carte *in* Bourgeat, 1972) on remarque que des replats d'altitude très différente font partie de S3, à Ilafy, par exemple. Il existe en réalité — à partir d'une analyse au 1/10 000è — au moins deux niveaux :

N1 à 1350 m

N2 bien marqué à 1300 m, le « niveau d'Andraisoro ».

En contrebas de N2, se détache N3 à 1260 — 1270 m. Il en va de même pour la région d'Ivato, plus au nord, où les niveaux N2 (1350 m) et N3 (1270 m) se retrouvent dans la surface S3 décrite par F. Bourgeat.

Un travail détaillé permet donc de préciser la chronologie du Tertiaire supérieur et du Quaternaire ancien : la surface S3 de la carte 1/100 000è ou au 1/250 000è renferme des réalités assez variées. Cela n'ôte en rien la difficulté de dater le niveau supérieur N1. D'après sa situation, N1 peut être un élément de la surface S2 ou surface meso-tertiaire ; N2 serait alors la surface fini-tertiaire située à 1300 m d'altitude et il y aurait eu au Quaternaire un encaissement des vallées d'environ 50 m, avec deux périodes de formation de glacis, eux-mêmes situés sur le niveau N3 (qui pourrait correspondre à la surface S4 des cuvettes du Moyen-Ouest). Dans le cadre de cette hypothèse, il y aurait coïncidence parfaite entre les formes analysées autour de Tananarive et la chronologie proposée par F. Bourgeat et M. Sourdat.

Mais on est tenté d'émettre quelques réserves, car le niveau N1 est surmonté de nombreux reliefs résiduels conservés sur roches résistantes, eux-mêmes alignés et d'altitude identique. Or, un des critères de la reconnaissance de la surface S3 est l'importance des reliefs résiduels qui la dominent et le fait que S3 s'est installée, de préférence, sur des roches plus tendres, ce qui est le cas pour une partie des niveaux N1 (autour de l'Université). *N1 peut également correspondre à la surface S3 ; c'est cette hypothèse qui*

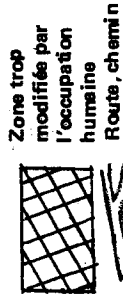
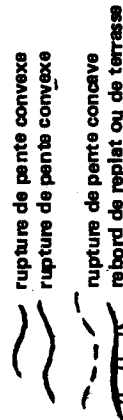
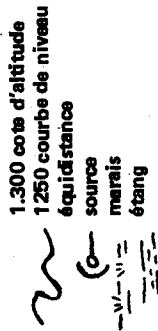
sera conservée dans cet article (tableau 1). Dans ce cas, la définition du Quaternaire ancien (le Moramangien de Bourgeat et Sourdat) devient imprécise, car il faut y intégrer le niveau N2 ainsi que les glacis N3a et N3b — ce qui amènerait à ajouter un pluvial et un displuvial. Nous serions tentés de le faire puisqu'il s'est écoulé environ deux millions d'années entre N1 et N2. La période existant entre l'Ambovombien (ou Karimbolien I de Battistini) et le Tatsimien est de deux millions d'années environ et comprendrait uniquement le pluvial pré-moramangien et le displuvial moramangien, alors que dans les autres pays tropicaux, les oscillations climatiques au Quaternaire ont été plus fréquentes (G. Rossi, 1981). Dans sa chronologie du Quaternaire établie à partir des éléments alluviaux et les formes et formations littorales de l'ouest et du nord de Madagascar, G. Rossi a abouti à une chronologie plus précise et comparable à celle des pays voisins.

Si l'on compare cette chronologie du Quaternaire établie par G. Rossi, à l'aide de critères aussi variés que l'étude des terrasses, des dépôts marins, des dunes, des coulées volcaniques (datées par les géologues) et celle qui a pu être établie ici pour l'analyse des formes de relief et des formations des environs de Tananarive, on s'aperçoit que, s'il y a une séquence supplémentaire par rapport à la chronologie de Bourgeat — Sourdat (celle de la mise en place de N3a), il en manque une part rapport à celle de Rossi.

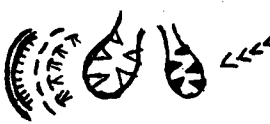

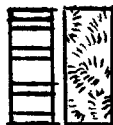
Cette moindre finesse est vraisemblablement liée à l'utilisation, dans notre cas, de deux critères uniquement : l'étude des paléofor- mes et des formations meubles. Il a été noté plus haut qu'un même palier avait pu être élaboré lors de deux séquences, par exemple pour le glacis N3 composé de deux formations. Cela a pu être également le cas pour N2, mais l'érosion a pu détruire les formations permettant de retracer plus précisément l'histoire de ce niveau, du moins dans ce secteur.

LEGENDE DU CROQUIS GEOMORPHOLOGIQUE de TANANARIVE (partie S.E.) au 1/10.000e

Signes conventionnels et topographiques



LES UNITES GEOMORPHOLOGIQUES	FORMES DE DETAIL	FORMATIONS SUPERFICIELLES
<p>LES RELIEFS RESIDUELS</p>	<p>Dos de baleine Chicot à boules boules Alignement de boules : Filon de granite d'Ambatomainity alité</p>	<p>Roche en place résistante tronquée Zone de désagrégation granulaire</p>
<p>LES NIVEAUX D'ENCAISSEMENT</p>	<p>Palier supérieur N1 « d'Ambobitsaina » (1350 m) Palier intermédiaire N2 « d'Andraisoro » (1300 m) Palier inférieur N3 (1270 m) Glacis continu Glacis étagés</p>	<p>Roche en place et anémisation. un lambeau de cuirasse a été localisé à l'Est à l'emplacement du «Z» d'Ampasandravazaha Sols ferrallitiques tronqués dans la partie supérieure Formations de glaci d'accumulation Sols ferrallitiques, parfois roche en place (non représentés)</p>

LES UNITES GEOMORPHOLOGIQUES	FORMES DE DETAIL	FORMATIONS SUPERFICIELLES
<p>DISSECTION DES VERSANTS</p>	 <p>Niche d'altération Niche d'altération dégradée</p> <p>Lavaka stabilisé</p> <p>Lavaka fonctionnel</p> <p>Ravins et entailles d'origine anthropique susceptibles d'évoluer en lavaka</p>	<p>Sols ferrallitiques plus ou moins tronqués et fortement colluvionnés</p> <p>(non mentionnés sur le croquis pour éviter le surcharge)</p>
<p>LE FONDS DE VALLEE</p>	 <p>basse terrasse souvent retaillée anthropiquement</p> <p>cône de lavaka</p>	 <p>matériel d'accumulation assez frais, sols peu évolués remaniés (cultures sèches)</p> <p>matériel frais micacé sols hydromorphes remaniés (rizières)</p>

La dynamique actuelle n'est représentée que lorsque est implantée (ex : lavakas fonctionnels) ; le ruissellement est omniprésent.

CONCLUSION

Le relief de la région de Tananarive est essentiellement un relief hérité des oscillations climatiques du Tertiaire supérieur et du Quaternaire. Les displuviaux seraient responsables de la formation des différents paliers.

Le palier supérieur ou niveau N1 qui pourrait correspondre à la surface fini-tertiaire est très dégradé. Le palier intermédiaire ou niveau N2, formé de glacis coalescents sur lesquels l'altération a agi profondément ultérieurement, assez largement répandu, a été conservé sur les interfluves secondaires et date très probablement du Quaternaire ancien. Le palier inférieur ou niveau N3 est composé de glacis coalescents, essentiellement d'accumulation, disséqués en un replat-terrasse à 20 m au-dessus de la vallée. Ce niveau a été élaboré en plusieurs séquences, puisque des restes de deux glacis se succèdent dans une même coupe. Ce niveau serait du Quaternaire moyen et probablement en partie du Quaternaire récent.

A la suite de G. Rossi, on pourrait attribuer les phases d'encaissement aux périodes pluviales en leur début, lorsque les versants ne sont pas encore défendus par un tapis végétal dense, l'encaissement étant surtout lié à l'érosion linéaire. Pendant le pluvial, l'altération participerait à l'encaissement des vallées et des vallons au niveau des niches d'altération, provoquant le recul des têtes de vallées, la formation de sol et l'abaissement du plancher des niches. Ce serait également au cours des pluviaux que se seraient développés les épais profils d'altération ainsi que les sols, érodés en partie par l'érosion en nappe, lors des displuviaux ultérieurs.

Il ne faut pas trop schématiser, malgré tout, l'action morphopédogénétique des pluviaux et des displuviaux, car un displuvial, de type tropical à saisons contrastées, entraîne également l'encaissement des têtes de vallons et leur recul sur le versant à cause des *lavaka*. Il faudrait, en outre, préciser le rôle de la tectonique dans l'encaissement des vallées et celui des seuils rocheux installés sur les cours-d'eau principaux : d'eux dépendent les niveaux de base locaux et la tendance à l'alluvionnement ou à la dissection.

Pour connaître le degré de généralisation possible de ce schéma et de cette méthode, ce genre d'étude devrait se poursuivre et ce ne serait qu'après plusieurs travaux de la sorte, qu'il serait possible de déterminer l'étendue de ces formes et formations. Cela permet-

tra également de savoir si ces vallées se sont élaborées indépendamment les unes des autres ou si leur formation correspond à la mise en place d'un relief assez uniforme sur les Hautes Terres.

Jeanne et Jean-Marc HOEBLICH (*)
juin 1985

*A partiellement participé aux travaux cartographiques présents :
Andriamampianina Nicolas, étudiant.*

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BATTISTINI R. — 1964 — L'extrême Sud de Madagascar, étude géomorphologique. Ed. CUJAS, Paris.
- BERTRAND G. & DOLLFUS O. — 1973 — Essai de l'analyse écologique de l'espace montagnard. *L'Espace Géographique*, N° 3, pp. 165-170.
- BOURGEAT F. — 1972 — Sols sur socle ancien à Madagascar. Type de différenciation et interprétation chronologique au cours du Quaternaire. Mémoire ORSTOM, N° 57, Paris, 324 p., 5 pl. photos.
- BOURGEAT F. & RATSIMBAZAFY C. — 1975 — Retouches à la chronologie du quaternaire continental de Madagascar. Conséquences sur la pédogenèse. *Bull. Soc. Géol. Fr. (7)*, t. XVII, N° 4, pp. 554-561.
- HERVIEU J. — 1968 — Contribution à l'étude de l'alluvionnement en milieu tropical. ORSTOM, Paris, Mémoire N° 24, 465 p., bibl., phot.
- HERVIEU J. — 1975 — Evolution du milieu naturel en Afrique et à Madagascar. ORSTOM, Paris, Initiations Documents Techniques, N° 26, 170 p.
- PETIT M. — 1970 — Contribution à l'étude morphologique des reliefs granitiques à Madagascar. Tananarive, 307 p., 36 phot., 112 fig., bibliogr.
- ROSSI G. — 1976 — L'évolution paléoclimatique Plio-quaternaire de l'extrême Nord de Madagascar. *Madagascar, Revue de Géographie*, Juil.-déc., N° 29, pp. 83-116.
- ROSSI G. — 1977 — L'extrême Nord de Madagascar, étude géomorphologique. EDISUD, Aix-en-Provence.
- ROSSI G. — 1981 — Le Quaternaire littoral du Kenya. *Zeitschrift für Géomorphologie*, märz 1981, Band 25, Heft 1, pp. 33-53, Berlin, Stuttgart.
- ROSSI G. — 1981 — Caractères du Quaternaire littoral de l'Ouest de Madagascar. *Madagascar, Revue de Géographie*, janvier, juin, N° 38, pp. 23-54.
- ROSSI G. — 1984 — Crises morphogéniques et paléoclimats : l'exemple du versant Ouest malgache. *Annales de Géographie*, N° 519 — XCIII^e année, sept-oct., pp. 537-546.
- SOURDAT M. — 1977 — Le Sud-Ouest de Madagascar. Morphogenèse et pédogenèse. *Trav. et doc. ORSTOM*, N° 70, PARIS, 212 p., annexe, phot., bibl.

RESUME

Une cartographie géomorphologique à grande échelle (1/10 000è) dans les environs de Tananarive a permis de préciser l'organisation des formes de relief entre elles et leur hiérarchisation.

L'armature du relief est formée par des croupes d'altitude subégale qui sont des reliefs résiduels, en contrebas desquels se développent des lambeaux de la surface d'érosion fini-tertiaire ou S3. En dessous de ce palier supérieur N1 situé à 1350 m d'altitude environ, se succèdent deux autres paliers N2 à 1300 m et N3 à 1270 m qui sont d'anciens niveaux de glacis coalescents, élaborés au Quaternaire ancien, au Quaternaire moyen et récent. Ces niveaux ont été disséqués en longues lanières, en raison de l'encaissement des vallées et des vallons, auxquels ont participé les niches d'altération, les lavaka ainsi que l'érosion linéaire.

Ces paléoformes et les formations superficielles en partie conservées, permettent de reconstituer les oscillations climatiques du Quaternaire (displuviaux et pluviaux) qui peuvent être identifiées par rapport aux chronologies du Quaternaire à Madagascar.

ZUSAMMENFASSUNG

Im Zuge einer grossmasstäbigen (1/10 000) geomorphologischen Kartierung der Umgegend von Antananarivo (Madagaskar) konnte das reliefgefüge analysiert werden.

Die Hauptlinien des Reliefs werden von annähernd gleichhohen Restbergen bestimmt, unterhalb deren Reste der endtertiären Rumpffläche S3 (von Bourgeat, 1972) in etwa 1350 m Höhe erhalten sind. Wir nennen es das Niveau N1. Unterhalb dieses Niveaus sind weitere N2 (1300 m) und N3 (1270 m) als Fussflächenreste erhalten. N2 ist wahrscheinlich Altquartär ; N3 kann nach den Ablagerungen in N3a (Mittelquartär) und N3b (Jungquartär) unterteilt werden. Infolge der Flusseintiefung werden diese Niveaus zu langen Spornen. An der Eintiefung wirkten auch Prozesse wie Verwitterungsnischen und « Lavaka » mit.

Diese Paläoformen sowie die dazugehörigen Hangablagerungen liefern Argumente zur Bestimmung der quartären Klimaschwankungen (Pluviale und Interpluviale), die in den Rahmen der für Madagaskar vorgeschlagenen Quartärchronologien gestellt werden konnten.

