

NOTICE EXPLICATIVE

N° 87

CARTES
DES CONDITIONS GÉOGRAPHIQUES
DE LA MISE EN VALEUR AGRICOLE
DE MADAGASCAR

Thème 1 :
Potentiel des unités physiques
à 1/1.000.000

M. BIED-CHARRETON
J. BONVALLOT
G. DANDROY
M. DELENNE
B. HUGOT
P. PELTRE
E. POMART
M. PORTAIS
J.P. RAISON
J. RANDRIANARISOA

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER PARIS

DIRECTION DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE ANTANANARIVO

PARIS 1981



CARTES
DES CONDITIONS GÉOGRAPHIQUES
DE LA MISE EN VALEUR AGRICOLE
DE MADAGASCAR

Thème 1 :
Potentiel des unités physiques
3 feuilles à 1/1.000.000

par M. BIED-CHARRETON
J. BONVALLOT
G. DANDOY
M. DELENNE
B. HUGOT
P. PELTRE
E. POMART
M. PORTAIS
J.P. RAISON
J. RANDRIANARISOA

- Etude exécutée dans le cadre d'un protocole d'accord signé le 12 février 1974 entre le Gouvernement de la République Malgache et l'ORSTOM, en application de l'article 11 de la Convention de Coopération Franco-Malgache en matière culturelle, du 4 juin 1973.
- Cartes publiées avec l'aide de la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique (décision d'aide n° 78-7-0907).

© GRSTOM 1981
ISLN 2-7099-0575-2

SOMMAIRE

PREFACE	1
AVANT-PROPOS	5
MILIEU SUD	11
MILIEU OUEST	43
MILIEU HAUTES-TERRES	95
MILIEU EST	145
BIBLIOGRAPHIE	185

PRÉFACE

Il faut savoir gré à la D.G.R.S.T., sans l'aide de laquelle cette carte serait restée manuscrite. Sa signification dépasse en effet largement son intérêt pratique, comme instrument de choix et de localisation des actions de développement rural à Madagascar.

Le document et la recherche qu'il concrétise — d'un coût sans commune mesure avec le très modeste financement ad hoc qui avait permis de lancer les études au début des années 1970 — s'inscrit dans un effort convergent : effort international d'une part, mais effort en même temps pour faire éclater les cloisons entre disciplines scientifiques, en associant des chercheurs et des savoirs d'origine variée.

C'est ainsi que, dès 1954, la Conférence africaine des Sols, tenue dans l'actuelle Kinshasa, avait été l'occasion, pour les animateurs de la Section de Pédologie de l'ORSTOM, de mettre au point une première légende, inspirée des « Land capabilities maps » du service américain de la Conservation des sols. Celle-ci prenait en compte à la fois la valeur agronomique des terres, et leur sensibilité à l'érosion, largement fonction elle-même de la pente. Dans cette ligne ont notamment vu le jour deux séries de cartes à grande échelle de secteurs limités du Togo. Doublant la carte proprement pédologique, de facture classique, l'une représente (sous le titre « productivité actuelle ») le degré de fertilité et les conditions hydriques, l'autre (intitulée « productivité potentielle ») la valeur globale des sols, répartis en « classes de potentialités », subdivisées à leur tour en fonction de leur vocation culturale et de la nature des aménagements requis. Mentionnons encore, à une tout autre échelle, mais toujours réalisée dans le cadre de l'ORSTOM, la carte des potentialités agricoles de la Haute-Volta (ayant succédé elle-même à une première tentative du géographe Gérard Rémy).

Ces travaux et d'autres représentent un début d'intégration, sous la forme d'entités spatialisées et donc cartographiables, d'éléments ou de facteurs débordant largement de la pédologie au sens strict vers l'agronomie et l'hydrologie. Hors du monde francophone, l'élargissement a été mené plus loin, mettant en jeu de véritables équipes pluri-disciplinaires, et poussant jusqu'au bout l'effort de caractérisation globale des unités spatio-naturelles. On trouve ici d'un côté l'école des géographes soviétiques, à qui l'on doit le concept de « systèmes territoriaux naturels », ainsi qu'un corps de méthodes encore insuffisamment connues en France ; de l'autre côté, en parallèle, la cartographie des « Land systems », mise au point en Nouvelle-Guinée et dans les archipels mélanésien par les gens du CSIRO australien.

Ces dernières entités sont définies comme des assemblages de « land units », elle-même assemblages de « sites ». Chaque niveau regroupe, en fonction de critères essentiellement génétiques, des paramètres à la fois géologiques, pédologiques, morphologiques et végétaux.

Une autre approche totalisante et cartographique dérive de la phytogéographie, et plus largement d'une écologie à dominante botanique. En France, la mise au point conceptuelle revient au Centre d'Etudes phytosociologiques et écologiques de Montpellier. Au « postulat géomorphologique » du CSIRO (comme base d'intégration), G. Long, à qui l'on doit l'exposé complet de la méthode, oppose le « postulat phyto-écologique » de l'école de Montpellier. La première démarche (morphogénétique) est référée aux besoins des pays relevant encore d'une cartographie de reconnaissance. La seconde, qui exige une forte densité de données acquises, n'a guère jusqu'ici essaimé hors de France (Tunisie mise à part). Toutes deux se rejoignent sous le chapeau commun et commode des études dites « intégrées », auxquelles il serait d'autre part injuste de ne pas associer la masse considérable des études menées par Jean Tricart et ses élèves.

Cette floraison et cette convergence, visant à qualifier globalement et en chaque point l'espace, s'inscrit dans un double courant. Il s'agit d'abord, on l'a déjà souligné, d'une réorientation proprement scientifique, d'une sorte de retournement du « sectoriel » vers le spatial : en témoignent le succès de l'écologie, la « territorialisation » de l'économie et, en géographie, le renouveau d'attention porté au paysage et à sa taxinomie cartographique. Mais la justification essentielle est dans les besoins exprimés par ceux qui ont mission d'améliorer, de développer et de programmer l'utilisation de l'espace agricole. Les décisions relatives à l'espace rural supposent, pour chaque type d'affectation, un choix dans le large éventail des localisations possibles ; à l'inverse, pour chaque espace individualisé, il faut pouvoir déterminer la forme de mise en valeur la mieux adaptée. Dans les deux cas, l'étendue-cible doit répondre à l'exigence d'un minimum d'homogénéité, et il convient de savoir jusqu'où elle va, ce qui suppose des limites sur la carte, même arbitrairement tracées (la nature ne propose souvent que des transitions en dégradé).

A ces exigences pratiques, la carte « potentiel des unités physiques de Madagascar » répond d'une façon tout à fait claire. Ailleurs, d'autres équipes de chercheurs ont préféré une solution qui avait l'avantage de calmer leurs scrupules scientifiques. Ceci en multipliant les cartes, c'est-à-dire en démultipliant la notion de « potentiel » ou de « potentialités » au lieu d'en donner la représentation synthétique. Cette solution revient à laisser les décideurs se débrouiller eux-mêmes en arbitrant entre les divers ordres de contraintes cartographiés séparément. Les chercheurs de l'ORSTOM, eux, se sont véritablement « mis dans la peau » des utilisateurs. Ils ont su élaguer et hiérarchiser, de manière à produire un document parfaitement unifié. Au moins dans le domaine des Hautes Terres, ils y ont été aidés par la relation systématique découverte entre la fertilité des sols et les stades de la morphogenèse.

A la contrainte d'avoir à élaborer un document unique exprimant globalement les possibilités du « milieu », s'en sont ajoutées au moins deux autres : accepter et maîtriser la collaboration intime avec d'autres disciplines, pour donner sa pleine efficacité à la géographie, maîtresse d'œuvre ; trouver les indicateurs, les

raccourcis, les simplifications, les contrôles qui permettraient de trier, de compléter et d'ordonner une information énorme mais disparate. Rien n'aurait été possible du reste sans la connaissance préalable des divers « terrains » malgaches par une équipe parfaitement rodée à l'interprétation des paysages et à la prise en compte des systèmes de production sous-jacents.

C'est justement là, dans les arrières-plans d'un document qui réfère implicitement mais constamment aux sociétés rurales et à leur façon propre de prendre l'espace en compte, que se trouve un des aspects les plus originaux du travail. Potentialités : oui, mais appréciées selon le « possible » des communautés malgaches (pour reprendre l'expression du sociologue Gérard Althabe), et dans les limites accessibles aux techniques vulgarisables. A ce stade, on débouche sur un monde de calculs et de réflexions « en aval » du potentiel gradué que livre la carte. Ce travail a posteriori devrait être facilité, encadré pour ainsi dire, par deux documents : une carte des densités de population, calculées commune par commune (les étendues non améliorables étant défalquées des surfaces communales) ; une carte de l'infrastructure, notamment routière, et de l'accessibilité. Les deux cartes existent : on ne peut que souhaiter leur publication — peut-être aussi leur révision préalable, car les choses changent vite dans les deux domaines —, pour le moment différée. D'ores et déjà, pour les Hautes Terres, la confrontation cartographique du potentiel naturel, et de la part qui en est effectivement utilisée, a été menée dans une thèse en instance de publication. La sous-utilisation ou la surexploitation du potentiel naturel, la marge de remplissage démographique encore disponible ou au contraire le taux de dépassement par rapport au niveau de saturation des ressources ont pu être déterminés commune par commune. C'est dire à quel point la carte ici présentée ne doit pas être vue comme un simple accomplissement, mais elle-même comme un potentiel à exploiter.

Souhaitons aussi qu'elle fasse école. A l'ORSTOM même, c'est déjà le cas. Les résultats, au plan des méthodes d'évaluation des « ressources » disponibles, d'une grosse enquête menée ces dernières années en Equateur, ne tarderont plus à être diffusés. Quant à l'ampleur des moyens engagés, les deux opérations sont sans commune mesure. En Equateur, il a été possible d'aller beaucoup plus loin dans la collecte de l'information sur le terrain, et l'analyse des variables ; de toute façon, l'objectif ne s'y limitait pas à la connaissance des contraintes et des aptitudes naturelles. D'une enquête à l'autre, on retrouve pourtant le même souci de synthèse sur une base spatiale, et le même effort pour relativiser les catégories instituées. Au-delà du transfert d'expérience, en la personne d'un géographe passé de Madagascar à l'Equateur pour y diriger la nouvelle étude, c'est bien la discipline qui a servi de fil directeur : une géographie fort éloignée de sa forme « académique », mais d'autant plus authentique.

G. SAUTTER

AVANT-PROPOS

OBJECTIFS ET MÉTHODES D'ÉLABORATION DES CARTES

L'édition au 1/1.000.000 de ces cartes du thème 1 : « Potentiel des unités physiques » est l'aboutissement, partiel, d'un travail collectif réalisé par la Section de Géographie de l'ex-centre ORSTOM de Tananarive. Durant deux années, 1972 et 1973, sous la direction de G. DANDOY, une équipe composée de chercheurs de l'ORSTOM, renforcée temporairement de jeunes diplômés de l'Université de Tananarive et d'un personnel de techniciens et de dessinateurs malgaches, a conçu, mis au point et réalisé la cartographie au 1/500.000 des conditions géographiques de la mise en valeur agricole de Madagascar.

Ce travail, dont le but était essentiellement pratique, avait été réalisé à la demande du Ministère du Développement Rural de Madagascar qui a participé à son financement. Mais cette première synthèse n'a été possible que grâce à la connaissance préalable des principales données du milieu naturel et humain par l'équipe de chercheurs en place depuis plusieurs années.

Ce premier travail de cartographie se composait de trois jeux de cartes au 1/500.000 comprenant chacun 12 planches. Chaque jeu correspondait à chacun des trois thèmes qui avaient été retenus :

- Valeur des unités physiques (thème 1)
- Densité de la population (thème 2)
- Infrastructures économiques (thème 3).

Ces cartes, coloriées manuellement pour le thème 1, en noir et blanc pour les thèmes 2 et 3, avaient fait l'objet d'une publication provisoire à tirage restreint en 1973.

C'est seulement en juillet 1978 que l'impression d'une partie de ces cartes put être envisagée grâce à la participation de la DGRST sous forme d'une subvention. Mais des contraintes techniques et financières nous amenèrent à modifier la publication de ces cartes d'une part dans le sens d'une généralisation à l'échelle du 1/1.000.000, d'autre part en n'éditant que les cartes du thème 1, avec l'espoir que l'édition des cartes des thèmes 2 et 3 pourra être réalisée un jour car l'intérêt et l'originalité de ce travail résidaient dans la synthèse des cartes du potentiel du milieu naturel, de l'occupation humaine et des équipements économiques existants.

1. Objectifs généraux des travaux cartographiques publiés en 1973 à l'échelle du 1/500.000

Les objectifs avaient été déterminés par le Ministère du Développement Rural

de Madagascar qui désirait la mise au point d'un instrument de planification et de régionalisation des actions de développement à partir d'un bilan et d'une synthèse des connaissances et des travaux déjà réalisés, le tout présenté sous une forme cartographique et pour l'ensemble de l'Ile à l'échelle du 1/500.000.

Les principes retenus pour l'élaboration des cartes furent les suivants :

- confronter l'analyse des conditions physiques avec les données essentielles de la population et les infrastructures en place (par superposition des cartes des trois thèmes),
- rechercher les indicateurs considérés comme déterminants et susceptibles d'exprimer des ensembles de contraintes ou de potentialités (interactions des facteurs morphologiques et pédologiques, densité rurale au km² de surface dont l'amélioration de l'utilisation agricole est possible, définition de l'accessibilité),
- constituer et présenter un ensemble de données chiffrées au niveau de la commune qui était alors l'unité territoriale de base,
- compléter les informations issues des cartes par la présentation de fiches descriptives des unités physiques, une bibliographie, des commentaires méthodologiques,
- permettre une actualisation permanente en faisant appel à l'informatique pour constituer une véritable banque de données au niveau communal,
- aboutir à une évaluation des équilibres entre population et ressources et de leurs modes d'évolution.

Ces deux derniers objectifs n'ont pas pu être atteints, du moins sur l'ensemble de l'espace malgache, pour des raisons financières mais aussi par suite de la fermeture du Centre ORSTOM de Tananarive.

2. Principes et méthodes d'élaboration de la carte « potentiel des unités physiques »

Il s'agissait surtout de définir des critères de la valeur des sols qui soient à la fois significatifs et faciles à mettre en évidence, de situer sur la carte les combinaisons de sols, définies comme des unités physiques, et de les classer en fonction de leur valeur.

Madagascar a tout d'abord été divisée en quatre grands « milieux » en fonction de critères combinant climat et substratum géologique : ce sont les milieux SUD, OUEST, HAUTES TERRES et EST.

A l'intérieur de ces « milieux » ont été définis et délimités des espaces homogènes, « les unités physiques », fondés sur la combinaison de trois critères déterminants : le substratum géologique, les formes de relief et les familles de sols.

Ce choix s'imposait sur les Hautes-Terres où les travaux du pédologue F. BOURGEAT ont démontré une correspondance significative entre modelé, types de sols et leur valeur agronomique. Ailleurs des correspondances similaires apparaissent sans être aussi clairement mises en évidence.

Pour y parvenir, les principales sources d'information cartographiques ont été la carte topographique IGN au 1/100.000, instrument de base couvrant la presque totalité de Madagascar, les cartes pédologiques là où elles existaient, les cartes géologiques à des échelles variées (du 1/100.000 au 1/500.000), enfin la carte géomorphologique des Hautes-Terres centrales au 1/500.000 de BOURGEAT et PETIT.

Le recours à la photographie aérienne a été réduit pour des raisons financières ; elle n'a été utilisée que pour combler les lacunes là où n'existait pas de couverture topographique.

Tous les travaux et études concernant le milieu naturel, l'agronomie, la géographie ont été utilisés et figurent dans le corps de la notice.

Il importe également de souligner que les méthodes de travail ont varié selon les régions et l'information disponible :

- Dans l'ouest, le principal instrument utilisé a été la carte géologique.
- Dans le sud, le travail s'est largement inspiré des catégories morphologiques définies par BATTISTINI.
- Sur les Hautes Terres, la base essentielle de référence a été l'existence de trois surfaces d'aplanissement et d'épicycles quaternaires que l'érosion modèle successivement en « reliefs de rajeunissement » et en « reliefs dérivés » auxquels correspondent des familles de sols typiques.
- Pour le milieu est, le critère morpho-pédologique a été utilisé pour les formes de relief dérivés d'une surface d'aplanissement. Par ailleurs, on a surtout tenu compte du modelé et de l'ampleur des reliefs « de dissection » de la « falaise orientale » et de la proportion plus ou moins élevée de bas-fonds.

Les opérations d'identification et de délimitation des unités physiques ont été effectuées sur les 452 cartes topographiques au 1/100.000 de Madagascar : les auteurs ont cherché à définir des ensembles homogènes qui pouvaient s'apparenter aux géosystèmes de la terminologie de BERTRAND et DOLLFUS ou aux « land-systems » des anglo-saxons. La plupart des unités définies et délimitées sont des complexes d'éléments liés génétiquement entre eux et qui se retrouvent dans des proportions à peu près constantes dans la même unité.

Les limites des unités posent parfois un problème : parfois il a fallu introduire par le trait une rupture là où la nature n'est que transition. C'est pourquoi ces contours doivent être interprétés plus comme des franges ou des zones de transition que comme des frontières marquant des discontinuités brutales. Ce problème de la délimitation fut d'autant plus délicat à régler que l'information disponible était très hétérogène et éparpillée.

Enfin, l'homogénéisation nécessaire et permanente, malgré le travail en équipe, n'est peut-être pas parfaite car la répartition des tâches s'était faite sur la base du découpage de l'île en fonction de la plus grande connaissance du terrain qu'avaient les uns et les autres.

Le problème le plus difficile fut celui du classement des unités physiques : le Ministère du Développement Rural souhaitait en effet que les unités physiques soient

classées selon leur valeur agronomique et qu'on distingue celles qui étaient aménageables et celles considérées comme « non-améliorables » en raison de leur trop mauvaise qualité ou d'obstacles insurmontables.

Cette notion de valeur agronomique a été définie par la combinaison de ce que nous savions de la richesse physico-chimique des sols et de l'état actuel de leur mise en valeur dans le cadre des systèmes de cultures pratiquées à Madagascar.

La valeur d'une unité physique n'est donc qu'une approximation moyenne des valeurs agronomiques des types de sols composant l'unité. Cette notion de valeur est, de plus, très relative à un état donné du système de mise en valeur.

Cette classification des unités physiques a été exprimée graphiquement : les « milieux » ont été délimités sur la carte par un trait épais et identifiés par un chiffre. A l'intérieur de chaque milieu, chacune des unités physiques est identifiée par un numéro d'ordre qui se situe dans une échelle de valeur dégressive comprenant 24 niveaux. A l'intérieur de cette échelle, la couleur permet de définir des groupes d'unités physiques de valeurs voisines. A l'intérieur des groupes, la nuance de couleur ou une trame caractérisent la valeur de chaque unité physique.

Dans la légende, on remarquera la distinction exprimée par un trait renforcé entre les unités physiques où une amélioration de l'utilisation agricole est envisageable et celles où elle ne l'est pas. Enfin, sont soulignées par des signes distinctifs les unités physiques pour lesquelles l'utilisation agricole se heurtait à des difficultés liées au relief et celles qui nécessitent des mesures de protection.

Dans le système de classement adopté, la valeur agronomique d'une unité physique dans un « milieu » donné est comparable à celle des unités physiques de même niveau dans les autres milieux. Ce principe est respecté entre les milieux ouest et sud d'une part et entre les milieux est et Hautes Terres d'autre part. Faute de pouvoir, pour des raisons techniques, multiplier les niveaux, ce principe n'est pas respecté strictement entre ces deux groupes de milieux.

L'interprétation de cette carte peut être faite par elle-même, notamment en faisant apparaître les différences entre les « milieux » mais elle donnerait ses meilleurs résultats en la combinant avec les cartes 2 et 3 consacrées à la densité de la population et aux infrastructures.

3. Édition de la carte au 1/1.000.000

Le financement ne permettait d'envisager, du moins provisoirement, que l'édition des cartes du thème 1. D'autre part, cette édition devait être réalisée à l'échelle du 1/1.000.000, pour les mêmes raisons financières mais aussi par souci d'harmoniser cette édition avec celles des autres cartes déjà publiées sur Madagascar. Cette édition a été mise au point par plusieurs réunions de travail regroupant certains des auteurs primitifs des cartes au 1/500.000 (BIED-CHARRETON, DANDOY, DELENNE, RAISON) et les responsables du service des publications et de la cartographie aux Services Scientifiques Centraux à Bondy.

La supervision et le contrôle des travaux édités ont été confiés à M. DELENNE.

L'exécution a été réalisée par Madame PELLETIER, cartographe et par Monsieur GALICE, dessinateur. Les travaux d'édition ont débuté fin 1978 et se sont achevés en juin 1980 :

Après réduction photographique au 1/1.000.000 des 11 cartes primitives et leur regroupement en 3 feuilles, des généralisations de trait ont été nécessaires en raison du changement d'échelle. De même un complément de réseau hydrographique et un minimum de toponymie ont été ajoutés afin que cette carte soit compréhensible par elle-même, en l'absence provisoire, des cartes des deux autres thèmes.

La légende n'a pas été modifiée dans sa conception générale mais quelques unités physiques, trop émiettées et difficilement cartographiables à cette échelle, ont été supprimées et intégrées à des unités proches du point de vue de leur valeur. Le choix des couleurs a été conçu dans une optique différente : au lieu de faire apparaître les plus mauvaises unités dans des teintes très agressives (noir, rouge) qui avaient été retenus pour les cartes au 1/500.000 contrastant avec les couleurs claires figurant les meilleures terres, un parti différent a été retenu : les meilleurs sols sont représentés par les couleurs les plus voyantes alors que les mauvaises terres apparaissent dans des teintes grisées de plus en plus pâles. Ce choix de couleurs nous est apparu plus conforme à l'objectif principal de cette carte qui était d'aider la mise en valeur agricole de Madagascar.

Enfin, par souci de présentation graphique, les trames n'ont été utilisées qu'exceptionnellement lorsque le nombre des nuances de la couleur n'était pas suffisante pour rendre compte des diverses catégories.

Nous avons le sentiment que cette édition au 1/1.000.000 du seul thème 1 ne rend qu'imparfaitement compte de l'ampleur et de l'intérêt des travaux qui ont permis d'aboutir enfin à cette édition. L'édition complémentaire des cartes des thèmes 2 et 3 serait donc très souhaitable. Mais une révision des données statistiques depuis 1973 s'avèrerait nécessaire. Pour ce thème 1, on peut considérer que le potentiel des unités physiques n'a guère évolué depuis 1973, encore qu'on puisse estimer que des progrès technologiques ou des changements dans les choix d'aménagement pourraient aujourd'hui introduire un certain nombre de nuances dans la définition et la délimitation des unités physiques.

M. DELENNE

MILIEU SUD



Liste des Unités

- | | |
|--|--|
| 1 Bas-fonds | 17 Formations fluvio-littorales, mangroves et "sira-sira" |
| 8 Dépressions fermées | 18 Plateaux calcaires érodés ou faiblement karstifiés |
| 9 Glacis d'épandage, dômes et placages sableux | 19 Association de roches à nu et de bas-fonds dans les reliefs appalachiens |
| 11 Glacis d'ablation ou d'épandage | 20 Plateaux karstiques |
| 12 Formations dunaires localement grésifiées, de la plaine côtière ("petite dune") | 21 Aplansissements et reliefs de dissection des massifs cristallins et volcaniques |
| 13 Plateaux gréseux | 22 Dunes et cordons littoraux |
| 14 Aplansissements dans le socle cristallin | 23 Reliefs de dissection des grès |
| 15 Collines gréseuses ou calcaires, peu érodées | 24 Roches à nu, dômes granitiques et filons rocheux |
| 16 Dune grésifiée ("grande dune") | |

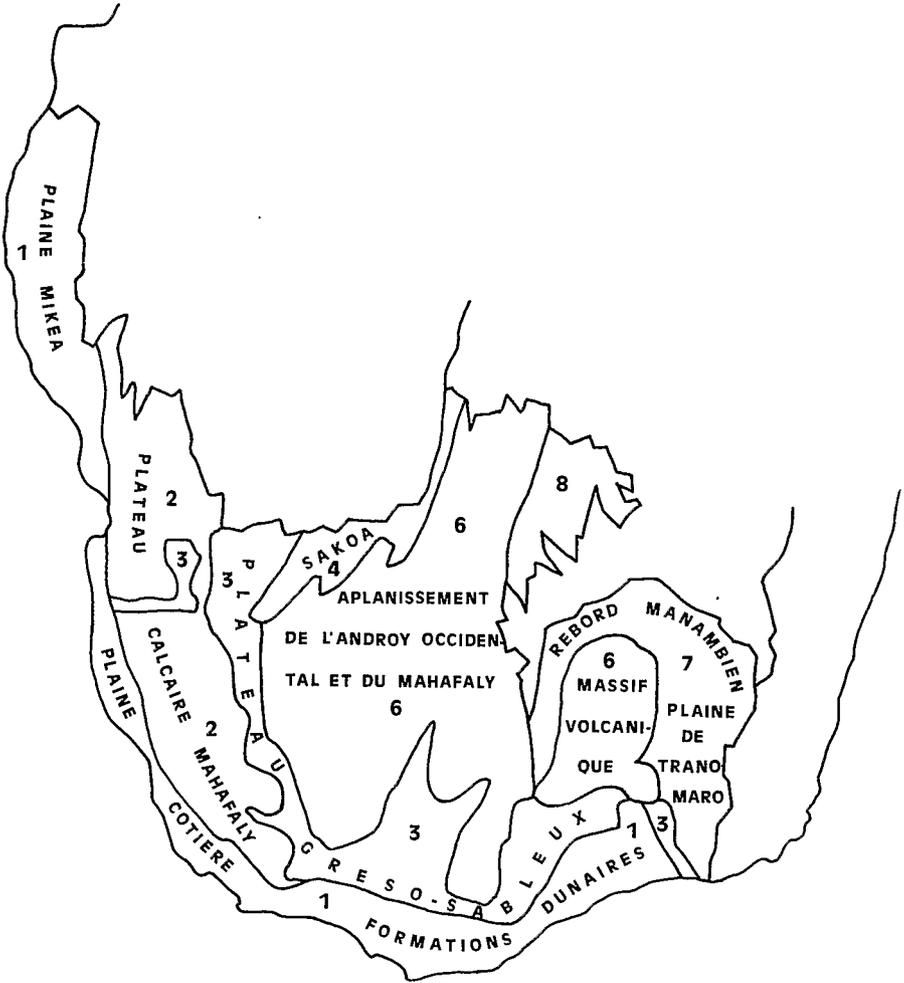


Figure 1

Sud

Grandes unités physiques

- 1 - Formations dunaires anciennes (12-16)
- 2 - Plateau calcaire (18-20)
- 3 - Plateaux grés-sableux (9-13)
- 4 - Zones érodées de la Sakoa et de la bordure du socle (23-24)
- 5 - Aplanissement sur socle (14-24-23/1)
- 6 - Massif volcanique de l'Androy (21-24)
- 7 - Dissection du rebord manambien et aplanissements locaux (14-19-24)
- 8 - Glacis d'ablation et d'épandage (11)

Les numéros entre parenthèses renvoient à la légende.

UNITE PHYSIQUE N° 1 : BAS-FONDS

Sols d'apport

Les bas-fonds ne sont bien développés dans le sud que le long des principaux cours d'eau (Mandrare, Manamboro, Menarandra, Onilahy, Fiherenana et Manombo) ou en petites unités de long de leurs principaux affluents (piémonts des hautes terres bara et des chaînes anosyennes).

Les petits bas-fonds de l'Androy et du Mahafaly intérieur n'ont pu être représentés de manière autonome. Leur présence a été signalée par l'unité physique n° 19 indiquant l'association de roches à nu et de bas-fonds.

On notera enfin que la majeure partie des zones sédimentaires du sud ne comprend pas de bas-fonds.

— Surface

1.847 km² — 3 % de la superficie du milieu (y compris la surface des petits bas-fonds de l'unité n° 19 dont on a estimé qu'ils occupaient environ 5 % de la surface de cette unité).

— Géologie et morphologie

Pour les bas-fonds des grands fleuves et de leurs principaux affluents la nature des dépôts varie en fonction de l'âge des terrasses alluviales. On distingue en effet 3 niveaux de terrasses :

1) la haute terrasse : formée de lits de sables grossiers, de conglomérats à gros galets, de grès ferrugineux.

2) la moyenne terrasse : caractérisée par des dépôts généralement plus fins (succession de lits sableux, argileux ou limoneux).

3) la plaine d'inondation, lit majeur actuel du fleuve, est formée de dépôts généralement sableux.

Les bas-fonds des petites vallées correspondent à des couloirs d'écoulement temporaire où s'accumulent apports longitudinaux et colluvionnements latéraux dont la nature est fonction de la roche affleurant aux environs immédiats.

— Végétation

Sur alluvions anciennes : prairies ou savanes plus ou moins arborées et localement bush résiduel à *Alluauia sp.*

C'est généralement la moyenne terrasse qui porte un liseré forestier parallèle aux fleuves. Cette formation, très étroite comprend de grands arbres (*Dalbergia*, *Tamarindus*) et une strate buissonnante.

La basse terrasse est couverte de grands roseaux (« bararata »).

Les couloirs d'écoulement portent une prairie arbustive à *Imperata* et *Aristida*.

— Sols

Haute terrasse : « sols rouges peu humifères sur alluvions modernes », à texture sableuse grossière, très perméables, de type « sables roux ».

Moyenne terrasse : sols moins rubéfiés, humifères à texture sablo-argileuse ou limono-argileuse, riches en éléments fertilisants.

Talwegs ou dépressions : sols rouges à texture sablo-argileuse (Hervieu, 1959), riches en éléments fertilisants, très sensibles à l'érosion.

Alluvions récentes (Basse Menarandra en particulier) : sols halomorphes.

— Utilisation actuelle

Hormis la haute terrasse rubéfiée, ces zones sont les plus riches de toute la région. Elles portent des cultures vivrières, des rizières et parfois des cultures commerciales : pois du Cap par exemple pour la Basse Manombo, sisal pour le Bas-Mandrare.

La moyenne terrasse n'est bien souvent pas mise en valeur en raison des problèmes posés par son irrigation.

UNITE PHYSIQUE N° 8 : DEPRESSIONS FERMEES

Sols sableux humifères, sols argilo-marneux salés

Cette unité est très localisée dans l'extrême sud, au nord et à l'ouest d'Ambovombe (Ampamolora, Ambondro), dans les environs de Beloha, ainsi qu'au sud de Morombe.

– Surface

1.415 km² — 2 % de la superficie du milieu.

– Géologie

Accumulation de sédiments lacustres ou d'alluvions fluviales anciennes recouvrant les formations du Néogène continental dans le cas des dépressions des environs de Beloha.

Alluvions anciennes argileuses ou marneuses dans la cuvette d'Ampamolora.

– Morphologie

Dépressions formées à l'arrière du bourrelet qui constitue la grande dune grésifiée (N° 16) ou couloirs intermédiaires pour les dépressions des environs de Morombe.

Ces dépressions presque uniformément plates n'ont pas de drainage organisé. Les eaux se concentrent dans des mares temporaires. Lors des pluies cycloniques, la cuvette d'Ampamolora se transforme en lac temporaire.

– Végétation

Cuvette d'Ampamolora : végétation naturelle constituée par une prairie à graminées parsemée de quelques arbustes.

Autres dépressions : presque totalement mises en valeur, elles ne conservent que quelques témoins dégradés de la végétation primitive constituée par le bush à xérophytes (bush à *Alluudia* surtout).

– Sols

1) Les sables blancs de la région de Beloha sont caractérisés par la présence, à faible profondeur, d'un horizon colmaté permettant la formation d'une nappe aquifère qui empêche leur assèchement (Hervieu, 1959). Texture très sableuse et réserves minérales très médiocres. Fertilité faible.

2) Sols argilo-marneux salés

– Sols peu ou pas évolués sur marnes (Ampamolora). Profil peu différencié à texture argilo-sableuse, riche en éléments échangeables et en éléments totaux. Mais ces sols sont caractérisés par une micro-topographie très accidentée (micro-dépressions et buttes, relief de type « gilgai »).

– Sols peu ou pas évolués sur argiles, à texture très argileuse, riches en matière organique et en éléments échangeables.

La submersion temporaire, la salure et le micro-relief rendent ces sols difficilement utilisables pour l'agriculture.

– **Utilisation actuelle**

Sables blancs : zone de culture permanente en dépit de la fertilité médiocre car les sols restent longtemps humides après les pluies. Nombreux champs de cultures vivrières pluviales (maïs, sorgho, légumineuses, etc...) entourés de haies d'agaves.

Sols argilo-marneux salés : pâturage extensif.

UNITE PHYSIQUE N° 9 : GLACIS D'EPANDAGE, DÔMES ET PLACAGES SABLEUX

Sols ferrugineux rouges et jaunes, "sables roux"

Cette unité est le prolongement dans la zone sud des placages sableux de l'ouest. Elle occupe des surfaces assez importantes dans la région de Betioky. Y ont été également assimilés les plateaux de Fotadrevo, Analamatahotra (témoins de la surface finitertiaire avec couverture de sables roux) et les épandages sableux de la plaine d'Ebelo à l'intérieur du massif volcanique de l'Androy.

— Surface

925 km² — 1 % de la superficie du milieu.

— Géologie

Carapace sableuse ou sablo-argileuse (« sables roux »), d'épaisseur variable (1 à 10 m) fossilisant les formations géologiques sous-jacentes. Elle recouvre les formations géologiques les plus diverses du sud.

— Morphologie

Les glacis se présentent sous forme de vastes surfaces en pente douce et régulière (2 à 3 %) pouvant avoir une ampleur de plusieurs kilomètres (jusqu'à plus de 10 km), recouvertes d'épandages sableux provenant de l'érosion des reliefs qui les commandent.

Ailleurs, les placages sableux sont signalés par des plateaux très faiblement ondulés, aux pentes infimes (de l'ordre de 0,5 à 1 %).

La perméabilité des sables et la faiblesse des pentes rendent le drainage hésitant. Les ruisseaux et rivières temporaires sont peu inscrits dans la topographie. Bien nets dans la partie supérieure des versants, les talwegs s'évasent de plus en plus et finissent par disparaître. Dans les zones les plus planes apparaissent de nombreuses mares en saison des pluies.

Les glacis et dômes sont le domaine d'élection du ruissellement en nappe pendant la saison des pluies.

— Végétation

La majeure partie de l'unité est occupée par des savanes arbustives à composition floristique variée, souvent très dégradées par les feux de brousse. Les forêts-galeries sont rares le long des cours d'eau.

— Sols

Ce sont des sols ferrugineux tropicaux rouges ou jaunes peu humifères sous savane.

Les réserves minérales sont faibles.

La texture est sableuse à sablo-argileuse suivant les cas. La mise en culture favorise l'apparition de phénomènes d'érosion accélérée, même sur pente faible, et la troncature des sols.

— **Utilisation actuelle**

Ce sont en général des zones de pâturage extensif.

Localement, la culture de l'arachide occupe des superficies étendues. Mais la fertilité de tels sols décroît rapidement après la première année de mise en culture. Il y a donc nécessité de recourir à de longues jachères pour reconstituer le faible potentiel agronomique de telles zones.

UNITE PHYSIQUE N° 11 : GLACIS D'ABLATION OU D'EPANDAGE
Sols ferrugineux rouges

Cette unité intéresse la partie septentrionale de la zone entre les hautes terres bara et l'Horombe.

— **Surface**

2.669 km² — 4 % de la superficie du milieu.

— **Géologie**

Roches cristallines variées classées dans le groupe d'Ampanrandava : gneiss, leptynites, pyroxénites, cipolins, charnockites.

— **Morphologie**

Vastes glacis d'ablation dont l'altitude varie entre 700 et 800 m et en pente très faible, témoins de l'aplanissement fini-tertiaire du nord de l'Androy et du Mangoky, dominés par le grand escarpement abrupt des hautes terres bara à l'ouest ou dans le prolongement du plateau de l'Horombe au nord.

Cette unité est parsemée de grands inselbergs et de barres appalachiennes, témoins de niveaux d'érosion actuellement disparus et ayant résisté du fait de la dureté des roches qui les constituent (granites stratoïdes, quartzites...).

Ces glacis sont le domaine d'une forte érosion en nappe par ruissellement diffus ou pelliculaire.

— **Végétation**

Savane très faiblement arborée (piquetage de sakoas surtout). Le tapis herbacé, peu dense est en majeure partie composé par *Heteropogon contortus* et régulièrement soumis aux feux.

— **Sols**

1) Sols ferrugineux tropicaux à texture sablo-argileuse peu profonds et souvent compacts en surface.

2) Sols semi-squelettiques laissant apparaître la roche mère par places.

— **Utilisation actuelle**

Pâturage extensif.

**UNITE PHYSIQUE N° 12 : FORMATIONS DUNAIRES
LOCALEMENT GRESIFIEES DE LA PLAINE CÔTIÈRE ("PETITE DUNE")
*Sols dunaires décalcifiés, plus ou moins rouges***

Cette unité physique borde, presque sans solution de continuité, la frange maritime du domaine méridional depuis l'embouchure du Mandrare jusqu'à celle du Fiherenana.

— **Surface**

7.211 km² — 11 % de la superficie du milieu.

— **Géologie**

Cette unité a été étudiée et décrite par R. BATTISTINI sous le nom de complexe dunaire karimbolien ou « petite dune ». Il s'agit de sables formés en majorité de grains de quartz mis en place par le vent et de granulométrie moyenne. Affleurements locaux de croûtes calcaires.

— **Morphologie**

Paysage de petites collines de 20 à 30 m de hauteur où les formes dunaires sont émoussées mais encore visibles : dunes paraboliques plus ou moins fixées, à convexité sur le vent et de direction ESE-ONO.

Ces dunes sont encore l'objet d'un remaniement éolien de surface surtout sur les zones défrichées. On n'y constate aucun phénomène de ruissellement en nappe.

— **Végétation**

La formation végétale primitive est le bush à euphorbes dominé par *Euphorbia stenoclada* (famata). Cette formation est souvent détruite par les défrichements de culture. Sur jachère se reconstitue une formation ouverte (manto ou savika).

— **Sols**

Selon HERVIEU (1958) on peut distinguer 2 types de sols :

1) Les sables dunaires décalcifiés et plus ou moins rubéfiés. Le processus de décalcification a atteint une profondeur souvent importante (1 à 3 m). La texture est évidemment sableuse et la rétention en eau faible. La teneur en matière organique est faible, moyenne en bases échangeables.

2) Les dunes anciennes : sol brunâtre en surface dont la richesse en matière organique et en bases est voisine de celle des sables dunaires décalcifiés. La texture sableuse est souvent très grossière. On y trouve de nombreux affleurements de grès calcaire.

— **Utilisation actuelle**

Ces sols sont très cultivés et fournissent des rendements corrects en année

normalement humide. L'action protectrice des haies d'aloès devrait être renforcée par des lignes de brise-vents et l'emploi de plantes de couverture en rotation avec les cultures traditionnelles de manière à limiter les remaniements éoliens et accroître le taux de matière organique dans le sol.

UNITE PHYSIQUE N° 13 : PLATEAUX GRESEUX

Sols ferrugineux rouges ou jaunes, sableux

Cette unité est bien représentée dans l'extrême sud par de vastes unités séparant les terrains sédimentaires calcaires ou sableux du socle précambrien.

— Surface

5.641 km² — 8 % de la superficie du milieu.

— Géologie

Il s'agit d'un biseau de terrains sédimentaires continentaux d'âge néogène, résultat de l'érosion et de l'aplanissement du socle à la fin du tertiaire. Ces dépôts sont extrêmement hétérogènes (argiles, sables argileux, grès siliceux, calcaires ou ferrugineux, conglomérats divers). Leur épaisseur varie de quelques mètres au nord, à plus de 600 m dans la partie méridionale.

— Morphologie

La reprise de l'érosion par les grands fleuves Manambovo, Menarandra et Linta, a isolé de vastes éléments de plateaux dont les principaux sont ceux de Vohitsara au sud de Betioky, Retanjo entre Linta et Menarandra, Lovokarefo entre Menarandra et Tsihombe.

Il s'agit pour le plateau de Lovokarefo d'un aplanissement parfait descendant en pente très douce et régulière vers le sud. (Pente moyenne 3 %, altitude : 300 m au nord, 100 m environ au sud). Dans la partie aval, le réseau hydrographique est très diffus.

Plus au nord, la surface fini-tertiaire est isolée en buttes témoins dominant des aplanissements locaux (plateaux de Retanjo).

Dans la région de Betioky enfin, les épandages néogènes fossilisent les témoins méridionaux du bassin sédimentaire de Morondava (plateau de Vohitsara) ou comblent d'anciens passages fluviaux (couloir d'Itamboina, cuvette d'Itamboina, cuvette d'Ankazomanga) à travers les terrains éocènes.

— Végétation

Ces plateaux portent une végétation de 2 types :

1) le bush à *Didierea* et *Alluaudia*, formation dense de 8 à 10 m de hauteur, dominée par *Alluaudia procera* (fantsiholitra) et *Didierea madagascariensis* (sony), mais le plus souvent dégradée.

2) la savane arborée à sakoas (*Sclerocarya caffra*) ou baobabs avec tapis graminéen d'*Hyparrhenia* et *Aristida*.

– Sols

Ces plateaux portent des sols semblables à ceux des « sables roux » :

1) Sols rouges ou jaunes peu humifères sur nappe d'épandage : le matériau originel, très varié, affleure par endroit : croûtes ou conglomérats calcaires, gréseux ou ferrugineux.

Il y a généralement compaction et colmatage des horizons de surface. Texture sableuse et proportion cependant notable d'argile et de limon. Ces sols sont en général pauvres en matière organique et en bases. Leurs réserves minérales sont médiocres.

2) Le long des axes de drainage temporaire : sols noirs hydromorphes à texture argilo-limoneux. Ces sols sont riches en matière organique, mais présentent également de fortes teneurs en sols solubles.

3) Ont été également assimilés à cette unité physique les glacis du bas des pentes calcaires au pied de la cuesta éocène. Ce sont des sols colluviaux, à texture argilo-sableuse, à teneur en matière organique moyenne et riches en bases échangeables. Les réserves minérales sont élevées.

– Utilisation actuelle

Ces sols ne permettent pas une mise en culture permanente en raison de leur compaction permanente et de leur dessiccation en saison sèche.

Ils portent des cultures temporaires, surtout aux alentours des villages mais sont utilisés essentiellement comme pâturages extensifs. La culture de l'arachide y est possible mais le sol s'épuise rapidement. La mise en valeur agricole de ces sols est envisageable moyennant une fumure de base et une jachère améliorée.

UNITÉ PHYSIQUE N° 14 : APLANISSEMENTS SUR LE SOCLE CRISTALLIN

Sols ferrugineux plus ou moins squelettiques, sableux

Cette unité, la plus étendue du milieu Sud en occupe la partie centrale et correspond à l'aire d'affleurement du socle précambrien. Elle concerne également, à l'est, de vastes plaines séparant le massif volcanique de l'Androy, du rebord manambien et des chaînes anosyennes.

— Surface

13.090 km² — 20 % de la superficie du milieu.

— Géologie

Les terrains précambriens sur lesquels s'est développée cette unité physique appartiennent aux trois grands groupes reconnus dans le socle malgache.

Le système androyen couvre les plus grandes surfaces. Il est caractérisé par la présence de leptynites à cordiérites, pyroxénites et werneritites (aplanissement de l'Androy occidental et du Mahafaly, plaine de Tranomaro).

Le système du graphite, riche en leptynites à graphite affleure dans l'Androy occidental, le nord Mahafaly et la région d'Ampanihy.

Le système du Vohibory à prédominance d'amphibolites ne concerne que le nord du Mahafaly.

L'ensemble de ces terrains a été plissé et faillé. Les pendages des couches sont le plus souvent très forts et l'axe des plissements est généralement méridien.

Enfin, on rencontre dans les trois systèmes précédents de nombreux affleurements :

- de granites stratoïdes
- de roches éruptives récentes (granites, diorites, gabbros, etc...)
- de filons basiques (dolérites, basaltes) ou acides (rhyolites)

— Morphologie

Il s'agit, selon R. BATTISTINI, d'une vaste pédiplaine caractérisée par :

- un contact brutal avec les massifs qui la dominent au nord et à l'est.
- la présence de reliefs résiduels abrupts ou inselbergs (unité physique N° 24).
- un caractère inachevé se traduisant par une topographie de micro-collines appalachiennes de faible hauteur relative, aux pentes très faibles, issues d'une reprise de l'érosion.

Nous sommes en présence d'une ancienne surface d'érosion dont le rajeunissement par un nouveau cycle d'érosion (enfoncement du réseau hydrographique) a permis le dégagement d'un relief appalachien dont les principales crêtes ont d'ailleurs été mentionnées sur la carte et classées en N° 24).

L'ampleur du rajeunissement est variable selon les régions. Faible dans le Mahafaly inférieur (40 m), il serait beaucoup plus important au sud (120 m dans la région de la basse Menarandra). En général, il varie entre 50 et 70 m.

Le réseau hydrographique, très régulier dans les parties les moins rajeunies apparaît par contre très lié à la structure géologique dans les zones de fort rajeunissement.

— Végétation

Les formations végétales les plus répandues sont les savanes herbeuses ou les savanes plus ou moins arborées (à sakoa ou à baobabs) avec tapis de graminées où dominent *Hyparrhenia sp.* et *Aristida*.

Ce couvert végétal, souvent discontinu, est par ailleurs dégradé par les feux périodiques.

— Sols

Sols ferrugineux tropicaux subsquelettiques sur roches métamorphiques.

Ces sols sont rarement profonds, à l'exception des zones de colluvionnement en bas de pente, à tendance souvent squelettique au sommet des versants. La texture est sableuse à sables grossiers en forte proportion.

Teneur en matière organique moyenne. Bonnes réserves minérales. Ils sont soumis à une érosion en nappe ou en ravines très puissante.

— Utilisation actuelle

Pâturage extensif de qualité médiocre.

**UNITE PHYSIQUE N° 15 : COLLINES GRESEUSES OU CALCAIRES,
PEU ERODEES**

Couverture locale de « sables roux »

Cette unité est très localisée dans le sud aux environs immédiats de Betioky.

– **Surface**

329 km² – 1 % de la superficie du milieu.

– **Géologie**

Terrains gréseux ou schisteux de la Sakoa, de la Sakamena et de l'Isalo, recouverts localement par une carapace plus ou moins épaisse de sables roux.

– **Morphologie**

Paysage confus de petites collines tabulaires, disséquées par l'érosion intense des affluents de la rive gauche de l'Onilahy. Le sommet des buttes est constitué par une carapace plus ou moins épaisse de sables roux qui est violemment attaquée en corniches par un réseau très dense de petits ruisseaux. Les produits de l'érosion des buttes sont redistribués, à la surface des grès sous-jacents, en glacis sableux de faible ampleur.

– **Végétation**

Savane arbustive maigre, assurant une couverture de densité très faible. Une des principales espèces arborées est le « sakoa ».

– **Sols**

Sur le sommet des buttes, sols ferrugineux tropicaux rouges ou jaunes (voir p. 17).

Le long des glacis redistribuant les matériaux de l'érosion des buttes, sols sableux grossiers pratiquement stériles, très sujets à l'érosion en nappe.

– **Utilisation actuelle**

Pâturage extensif maigre. Terrain de parcours rendu difficile par le relief.

Localement, les affleurements de carapace sableuse pourrait être cultivés en arachide, à la condition de pratiquer des jachères de longue durée.

UNITE PHYSIQUE N° 16 : DUNE GRESIFIEE (« GRANDE DUNE »)

Sols rouges sableux, sur grès calcaires

Cette unité est représentée dans l'extrême sud entre l'estuaire du Mandrare et celui de la Linta et au nord de Tuléar. Elle se divise en 4 grands ensembles :

- . la Grande Dune entre Amboasary et Ambovombe
- . le « plateau Karimbola » au sud du bassin de Beloha
- . les témoins de la Grande Dune qui recouvre le plateau calcaire Mahafaly de part et d'autre de la Linta
- . la forêt « mikea » au nord de Tuléar.

— Surface

3.425 km² — 5 % de la superficie du milieu.

— Géologie

Cette unité a été étudiée et décrite par R. BATTISTINI sous le nom de complexe dunaire Tatsimien (Quaternaire). Elle est formée de grès calcaire à forte proportion de sables siliceux, recouvert d'une épaisse couche de sables rubéfiés.

— Morphologie

Les formes dunaires primitives ne sont généralement plus perceptibles. Dans ses parties les mieux conservées, la grande dune présente un paysage de croupes aux formes molles dont les versants, aux pentes faibles, aboutissent à des dépressions fermées inter-dunaires.

Aux abords des grandes vallées ou en bordure de mer, l'érosion a parfois entaillé ce bourrelet dunaire et dégage des reculées aux versants abrupts avec corniches dans les bancs grésocalcaires.

— Végétation

Végétation naturelle : bush dense à *Euphorbia zaro* et *Alluaudia sp.*

Après défrichement : savane arbustive.

— Sols

Rouges, saumon ou jaunes, les sols sableux sur grès calcaires sont en général profonds, à texture sableuse grossière.

Ils ont une faible capacité de rétention pour l'eau et une forte perméabilité.

Ils sont pauvres en matière organique et ont une réserve minérale médiocre.

Sous couvert végétal discontinu, ils sont sensibles à l'érosion en nappe ainsi qu'à l'érosion éolienne.

– Utilisation actuelle

Ces sols conviennent bien aux cultures vivrières pluviales (sorgho, patates, antaka, voanemba...) si la pluviométrie est suffisante, les vents pas trop violents et si la jachère précédant la mise en culture a été assez longue. Certains sables saumon des environs d'Amboasary peuvent porter des cultures de sisal.

**UNITE PHYSIQUE N° 17 : FORMATIONS FLUVIO-LITTORALES,
MANGROVES ET « SIRA-SIRA »
*Sols d'apport plus ou moins salés***

Cette unité physique n'est guère représentée dans le sud que par de petites surfaces dispersées sur la frange côtière entre Morombe et Tuléar.

— **Surface**

164 km² — moins de 1 % de la superficie du milieu.

— **Géologie**

Sédiments vaseux d'origine fluvio-marine. Plus rarement, sédiments sableux le long de chenaux.

— **Morphologie**

Les mangroves et « sira-sira » sont des milieux fluvio-marins, visités de façon périodique par les marées. Ils sont donc plus ou moins salés, et ont des caractères morphologiques bien particuliers.

On peut distinguer un secteur semi-terrestre correspondant à la zone des mangroves et un secteur terrestre correspondant aux zones de transition avec la terre ferme caractérisée par un sol nu (« sira-sira »).

La zone des mangroves comprend des chenaux actifs de marée, des chenaux anciens occasionnellement fonctionnels, des chenaux secondaires beaucoup moins larges et perpendiculaires aux grands chenaux. La submersion par la marée est régulière.

La zone des « sira-sira » est caractérisée par l'absence de végétation due à la sursalure du sol. La topographie y est parfaitement plane, les anciens chenaux de la mangrove sont complètement oblitérés. La submersion par la marée est occasionnelle.

— **Végétation**

La forêt de palétuviers couvre la zone des mangroves. On y constate une zonation des espèces en fonction de l'importance de la submersion.

Les « sira-sira » sont le plus souvent nus, mais peuvent être colonisés par une végétation herbacée adaptée aux fortes concentrations en sel (Salicornes).

— **Sols**

Ce sont des sols hydromorphes minéraux ou peu humifères à gley, salés. Les réserves minérales sont moyennes à fortes. La texture est limono-argileuse à argileuse.

Sur les zones intermédiaires nues se trouvent, outre les sols précités, des sols salés à alcalis très poudreux et des vertisols salés.

– **Utilisation actuelle**

Aucune, en dehors des coupes de bois. Ces sols ont cependant une importance potentielle non négligeable si l'on envisage leur dessalement.

UNITE PHYSIQUE N° 18 : PLATEAUX CALCAIRES ERODES OU FAIBLEMENT KARSTIFIES

Sols squelettiques sur calcaires et sols rouges fersiallitiques dans les dépressions

Cette unité physique occupe des surfaces importantes dans la partie occidentale du milieu Sud. On peut la diviser en 2 grands ensembles :

- la zone des clairières du plateau calcaire mahafaly entre Menarandra et Onilahy ;
- le Belomotra au nord de l'Onilahy.

– Surface

6.968 km² — 10 % de la superficie du milieu.

– Géologie

Le plateau calcaire mahafaly est façonné essentiellement dans les calcaires et les marnes de l'Éocène supérieur. Le Belomotra s'est formé dans les calcaires éocènes moyens et supérieurs.

– Morphologie

La partie nord du plateau calcaire mahafaly et le Belomotra offrent un paysage où le ruissellement a provoqué une vive érosion qui est à l'origine de la dissection de la surface en unités séparées par de profondes vallées rejoignant les « cañons » des principales rivières (Onilahy, Fiherenana). Les formes d'érosion par dissolution restent très localisées.

La zone des clairières du plateau mahafaly est par contre caractérisée par une morphologie de type karstique (cf. N° 20 - Ouest). De nombreuses dépressions fermées, traces hypothétiques d'un ancien réseau hydrographique, accidentent la zone.

Ce plateau est limité à l'est par une corniche rocheuse, relief de cuesta moyennement élevé (200 m) mais continu, dominant les plateaux gréseux néogènes.

– Végétation

La forêt sèche caducifoliée occupe l'intérieur du plateau du Belomotra. La partie occidentale, ainsi que l'ensemble mahafaly sont couverts par un bush xérophile de taille réduite et très dense lorsqu'il n'est pas dégradé par les défrichements.

Les clairières portent une prairie de hautes graminées, sans aucun arbre.

– Sols

1) Sols squelettiques sur calcaire :

En association avec des lithosols sur roche plus ou moins lapiazée ou sur croûtes calcaires, les sols squelettiques bruns ou rouges sur calcaires couvrent la majeure partie de cette unité physique. Il s'agit de sols peu profonds, discontinus, riches en matière

organique en surface, à forte proportion d'argile et de limon, mais très sensibles à l'érosion en cas de disparition du couvert végétal.

2) Sols rouges fersiallitiques des dépressions :

Ces sols se rapprochent beaucoup des précédents par leurs caractéristiques physiques et chimiques mais ils sont plus profonds et ont une capacité de rétention en eau plus forte.

– **Utilisation actuelle**

Ces plateaux sont généralement utilisés comme pâturages extensifs. Localement, ils sont défrichés pour une mise en culture temporaire qui a pour inconvénient de rendre ces sols très fragiles, sensibles à l'érosion : des mesures de protection seraient souhaitables.

UNITE PHYSIQUE N° 19 : ASSOCIATION DE ROCHES A NU ET DE BAS-FONDS DANS LES RELIEFS APPALACHIENS

Il s'agit en fait, de l'imbrication spatiale des deux unités physiques 1 et 24 dans les parties pénéplanées du socle. Compte tenu de l'échelle de la carte, il s'est avéré impossible de représenter la multitude de petits bas-fonds encadrés par les reliefs appalachiens en roche à nu et où les bas-fonds occupent environ 5 % seulement de l'espace de cet ensemble.

– **Surface – Géologie – Morphologie – Végétation – Sols** cf. unités N° 1 et N° 24.

– **Utilisation actuelle**

Nulle sur les roches à nu des reliefs appalachiens ; cultures vivrières dans les petits bas-fonds pour une population de très faible densité.

UNITE PHYSIQUE N° 20 : PLATEAUX KARSTIQUES

Sols minéraux bruts ou, très localement, sols rouges fersiallitiques

Cette unité physique correspond à la partie occidentale du plateau calcaire mahafaly, désignée par R. BATTISTINI sous les noms des dolines et des avens.

— Surface

4.931 km² — 7 % de la superficie du milieu.

— Géologie

Ce plateau est façonné dans les terrains calcaires et marno-calcaires de l'Éocène.

— Morphologie

Cette unité est caractérisée par la multitude des formes de relief karstique les plus typiques.

On distingue :

— dans la partie médiane du plateau, une zone assez régulièrement parsemée de dolines, petites dépressions circulaires de diamètre variant entre 75 et 150 m et à fond plat.

— séparée de la zone précédente par un abrupt, une zone d'avens (sortes de puits très profonds) dont 90 ont pu être répertoriés et qui se présentent le plus souvent en forme de chaudron.

L'existence d'une circulation souterraine des eaux infiltrées à travers le calcaire est prouvée par la croissance, au fond de ces avens d'une végétation hydrophile, beaucoup plus verdoyante que celle de la surface du plateau.

— Végétation

Sur le plateau domine le bush à xérophytes primitif, très dense (Euphorbes et Didiéracées).

Les avens sont généralement occupés par une végétation arborée très dense.

— Sols

Sols minéraux bruts sur calcaire : association de sols argileux rouges résiduels peu épais et d'affleurement de dalles calcaires ou de croûtes.

Le fond des dolines est tapissé d'un sol rouge de décalcification, à texture sablo-limoneuse, assez profond.

— Utilisation actuelle

Pâturage extensif de médiocre qualité.

UNITE PHYSIQUE N° 21 : APLANISSEMENTS ET RELIEFS DE DISSECTION DES MASSIFS CRISTALLINS ET VOLCANIQUES

Sols d'érosion

Cette unité regroupe, d'une part les parties aplanies du massif volcanique de l'Androy dans lesquelles on peut distinguer deux ensembles :

- la dépression interne, dominée par le Vohitsiombe
- la dépression externe,

d'autre part les reliefs de dissection dans la partie orientale du domaine du Sud : hauteurs du massif volcanique de l'Androy, versants occidentaux des chaînes anosyennes, rebord manambien.

— Surface

7.031 km² — 10 % de la superficie du milieu.

— Géologie

Les aplanissements du massif volcanique correspondent à des affleurements de basaltes d'âge Senonien jouant le rôle de roches tendres tandis que les reliefs du massif volcanique de l'Androy sont façonnés dans les rhyolites.

Les chaînes anosyennes coïncident avec la zone d'affleurement des granites anosyens.

Le rebord manambien est formé dans les terrains cristallins du système androyen (gneiss, leptynites, pyroxénites, granites et quartzites).

— Morphologie

Vaste pédiplaine développée sur roche tendre sur laquelle l'érosion a façonné un relief de petites collines entaillées de ravines, d'arrachements.

Au-dessus, les reliefs rhyolitiques correspondent à des zones de collines très dis-séquées ainsi qu'aux revers des reliefs monoclinaux de la ceinture externe du massif.

Les chaînes anosyennes forment une barrière rocheuse entre le domaine du Sud et celui de l'Est. Les crêtes sommitales (1.266 à 1.957 m) constituent la limite climatique et botanique à partir de laquelle la forêt ombrophile laisse brutalement place à une zone dénudée au modelé typique de régions subarides.

Le rebord manambien est un accident complexe, en arc de cercle continu sur 150 km et de 1.000 m de hauteur relative. « Il doit son modelé actuel à une intense latéritisation sous forêt, mais la disparition récente du manteau forestier, due à l'homme, entraîne sous nos yeux une rupture brutale dans l'évolution des versants, avec apparition, en de nombreux endroits, de formes d'érosion accélérées dans les latérites meubles » (R. BATTISTINI, 1964, p. 208).

– Végétation

Prairie à *Heteropogon* parsemée de quelques arbustes sur les aplanissements.

Le bush à *Alluaudia*, plus ou moins dégradé, couvre la majeure partie des reliefs rhyolitiques. La végétation des chaînes anosyennes est formée d'un tapis discontinu de graminées associé au bush à xérophytes.

C'est la prairie à *Hypanhenia* et *Aristida* qui couvre la majeure partie du rebord manambien. Cependant, on trouve sur les pentes quelques forêts de tapias et des forêts primaires résiduelles dans les têtes de ravines.

– Sols

Sur la pédiplaine, le basalte est généralement recouvert d'un manteau d'altération d'épaisseur variable :

- le plus souvent, il s'agit d'un sol d'érosion parsemé de boules de basalte dégagées par l'érosion en nappe ;
- dans la partie la plus septentrionale du massif (environ de TSIVORY), sensiblement plus arrosée, se sont développés des sols ferrugineux rouges sur basaltes, et, dans les secteurs mal drainés, des sols hydromorphes minéraux (cf. SEGALLEN, 1957).

Les rhyolites, peu sensibles à l'altération, portent un sol squelettique avec de nombreux fragments rocheux pavant la surface.

Dans les chaînes anosyennes, la roche affleure fréquemment quand elle n'est pas recouverte d'éboulis grossiers ou de colluvions.

Sur le rebord manambien, l'épais manteau latéritique est remodelé par l'érosion linéaire et par des phénomènes de glissement.

– Utilisation actuelle

Pâturage extensif ; mais des mesures de protection sont souhaitables.

UNITE PHYSIQUE N° 22 : DUNES ET CORDONS LITTORAUX

Sables d'apport marin avec remaniement éolien

Frange littorale discontinue, mais pouvant atteindre localement (de part et d'autre des estuaires de la Linta et du Menarandra) un développement important. Ont été assimilés à cette unité, les massifs de dunes vives à l'intérieur de la « forêt mikea ».

– Surface

1.830 km² – 3 % de la superficie du milieu.

– Géologie

Sables d'apport marin ou fluviatile récents (Flandrien) non grésifiés et remaniés par le vent.

– Morphologie

Sous l'action des vents dominants (le plus souvent de direction parallèle à la côte), se sont développées des formes dunaires variées (Nebkas, barkhanes, grandes dunes paraboliques) qui, empilées les unes sur les autres, constituent des massifs d'extension et de hauteur considérable.

– Végétation

Les champs de dunes sont en grande partie colonisés par une végétation à base d'*Ipomea pes-caprae* (Lalanda). On rencontre également des peuplements de Filaos.

Sur les parties fixées, un bush dense caractérisé par *Euphorbia stenoclada* s'est installé.

– Sols

Sols d'apport peu ou pas évolués, à texture uniquement sableuse, très pauvres en éléments fertilisants.

– Utilisation actuelle

Néant.

UNITE PHYSIQUE N° 23 : RELIEFS DE DISSECTION DES GRÈS

Sols d'érosion

Grand ensemble dans les environs de Betioky. Par ailleurs quelques petites unités dispersées dans la partie sédimentaire de l'extrême sud.

– Surface

2.095 km² – 3 % de la superficie du milieu.

– Géologie

Dans les environs de Betioky, ces reliefs de dissection des grès sont développés dans les terrains « Sakamena » caractérisés par la présence de couches à charbon. Dans l'extrême sud, il s'agit de zones de dissection des grès néogènes ou des grès danubiens en bordure des plateaux et à proximité des grands fleuves. Les buttes témoins aux environs d'Ampanihy avec leurs sommets tabulaires formés dans les grès sont également rangées dans cette catégorie.

– Morphologie

Paysage de collines très disséquées par un réseau hydrographique temporaire dense. La roche affleure aux flancs des collines et les produits de l'érosion se déposent dans des talwegs encaissés, encombrant rivières et ruisseaux d'épais bancs de sable blanc.

En maints endroits, l'érosion en ravines a transformé la région en bad-lands.

– Végétation

Savane arbustive très maigre, n'assurant aucune protection au sol.

– Sols

Sols d'érosion sableux. La roche en place affleure en de nombreux endroits.

– Utilisation

De tels sols n'ont aucune réserve minérale et ne présentent donc aucun intérêt agronomique.

Ils demanderaient plutôt à être protégés et l'on devrait favoriser leur réembroussaillage car ils constituent un danger de stérilisation pour les plaines alluviales situées en aval.

UNITE PHYSIQUE N° 24 : ROCHES A NU, DÔMES GRANITQUES ET FILONS ROCHEUX

Cette unité est très développée dans le sud, en particulier dans sa partie cristalline. On remarquera cependant que, dans les parties pénéplanées du socle, il n'a pas été possible, compte tenu de l'échelle de la carte, de représenter la multitude de petits bas-fonds encadrés par les reliefs appalachiens en roche à nu. Ces cas ont été classés dans l'unité N° 19.

— Surface

8.965 km² — 13 % de la superficie du milieu.

— Géologie

Sont classés dans cette catégorie :

- les principales tables et crêtes rhyolitiques du massif volcanique de l'Androy ;
- les massifs résiduels dominant la pénéplaine, formés de granites stratoïdes, de granites discordants ou de quartzites.

— Morphologie

La nature des roches conditionne étroitement la morphologie de ces reliefs. Dans les rhyolites se sont constitués des massifs tabulaires limités par des corniches abruptes (type Vohitsiombe).

Les inselbergs dans les granites stratoïdes ont une forme en « dos de saurien ». Dans les granites discordants, se sont développées des formes lourdes (coupoles, dômes aux pentes généralement faibles). Les quartzites ont donné des barres.

Les formes les plus répandues sont cependant des alignements rocheux de type appalachien, issus du rajeunissement de la surface fini-tertiaire.

— Végétation

Ces reliefs sont généralement dénudés. Très localement, on trouve quelques témoins de la flore xérophile des dalles rocheuses (aloès, euphorbes naines).

— Sols

Néant.

— Utilisation actuelle

Néant.

CONCLUSION

Évaluation des surfaces réellement utilisables au sein des Unités Physiques. Quelques exemples (sondages)

Le milieu Sud présente une topographie d'aplanissement et d'épandage faiblement différenciée, et le schéma de corrélation sols-topographie décrit pour les Hautes Terres ne s'y applique pas.

Dans les unités 8 à 17 dont la topographie est en règle générale fort peu vigoureuse, seules ont été mesurées les unités du socle cristallin (9, 11, 14, 19) et celles des formations sédimentaires (9, 13, 15), les autres étant trop indifférenciées dans leur topographie pour justifier des sondages (dépressions fermées, formations dunaires et mangrove).

Dans les unités de glacis (9, 11) ainsi que dans les aplanissements du socle cristallin, on a individualisé des sols enrichis en argiles à la faveur de faibles dépressions sur la pente des glacis et aplanissements : ces dépressions drainent les eaux de ruissellement qui décantent une partie des argiles qu'elles transportent. Ces sols sont donc un peu meilleurs que le restant des pentes faibles de ces unités.

Il faut noter enfin que l'unité n° 14 offre des analogies avec celle identifiée comme 19, mais l'aplanissement est plus poussé et les barres pseudo-appalachiennes, si leur structure apparaît à la photographie aérienne ne sont guère saillantes, et elles déterminent beaucoup plus rarement des bas-fonds en amont de l'endroit où les cours d'eau les traversent.

Résultats des sondages par unité

Unité N°	Feuille 1/100.000	1	2	3	4	Type/Observations
9	E 59	2 %	9 %	84 %	5 %	Betioky : glacis, dômes et placages sableux. 2 : sols enrichis en argiles. Bas-fonds faiblement utilisables.
11	J 59	1 %	3 %	80 %	16 %	Isoanala : glacis d'ablations 2 : sols enrichis en argiles
13	Sans objet : trop indifférencié					
14	H 54	3 %	—	97 %	—	Ianapera : aplanissement dans le socle cristallin. Le 3 est faiblement utilisable : sols squelettiques.
15	F 59	2,5 %	29 %	61 %	7,5 %	Sakamena: collines calcaires ou gréseuses. 2 : placages de sables roux
19	I 60	6 %	—	—	94 %	Bekily : barres appalachiennes piégeant des bas-fonds à l'amont des percées.

n° 1 : Bas-fonds

n° 2 : Pentes supérieures à 15 %

n° 3 : Pentes inférieures à 15 %

n° 4 : Pentes inutilisables (roche à nu ; pente trop forte ; lavaka)

BIBLIOGRAPHIE

- BATTISTINI (R.), 1964 — L'Extrême Sud de Madagascar. Étude géomorphologique.
 T I : Le relief de l'intérieur.
 T II : Le littoral.
 Ed. Cujas. 636 p.
- HERVIEU (J.) — Notices sur les cartes pédologiques de reconnaissance au 1/20.000.
 1958 — Feuille N° 64 : Ambovombe. 70 p.
 1959 — Feuille N° 63 : Ampanihy-Beloha. 113 p.
 1960 — Feuille N° 65 : Fort-Dauphin. 51 p.
 TANANARIVE. IRSM.
- KILIAN (J.), 1965 — Étude pédologique de la cuvette d'Ankazomanga. Recherche des sols à arachide. Province de Tuléar. TANANARIVE. IRAM-IRAT. Doc. N° 58. 50 p. ronéo.
- RIQUIER (J.), 1951 — Notice sur la carte pédologique de la basse vallée du Mandrare. Mém. IRSM. Sér. D. T. III. Fasc. 1. pp. 43-84.
- SOURDAT (M.), 1973 — Carte et notice pédologique de Tuléar Ambohimahavelona à 1/100.000.
 TANANARIVE. ORSTOM. 66 p. ronéo.
- SOURDAT (M.), 1973 — Notice et carte pédologique d'Antseva à 1/100.000.
 TANANARIVE. ORSTOM. 107 p. ronéo.
- VIEILLEFON (J.), 1959 — Notice de la carte d'utilisation des sols. Feuille de Manandrotsy.
 TANANARIVE. IRSM. 35 p.

MILIEU OUEST



Liste des Unités

- | | |
|--|--|
| 1 Bas-fonds | 15 Collines gréseuses ou calcaires, peu érodées |
| 2 Planèzes et coulées en pente douce (Montagne d'Ambre) | 16 Plateaux gréseux peu érodés |
| 5 Coulées en pente forte et projections (Montagne d'Ambre) | 17 Formations littorales : mangroves, « sira-sira » – Dunes et cordons littoraux |
| 7 Plateaux calcaires peu érodés | 19 Reliefs de dissection des basaltes |
| 8 Plateaux basaltiques peu érodés | 20 Plateaux karstiques, Causses |
| 9 Glacis d'épandage, dômes et placages sableux | 21 Dômes cristallins |
| 12 Plaines côtières avec recouvrement sableux | 22 Collines et plateaux calcaires érodés |
| 13 Aplanissements sur le socle cristallin | 23 Reliefs de dissection des grès |
| 14 Dépressions schisto-argilo-marneuses | 24 Roches à nu, massifs ruiniformes, « tsingy » |

CARACTERISTIQUES DU MILIEU OUEST

Le milieu Ouest s'étend sur environ 1.400 Km le long de la façade maritime ouest et nord-ouest du pays, depuis le cap d'Ambre au nord, jusqu'au cours moyen de l'Onilahy au sud, sur une largeur maximum de 200 Km. Sa superficie est d'environ 184.000 Km², soit 30 % de la superficie totale du pays.

Presque tout entier formé par des terrains sédimentaires d'âges variés (Montagnes d'Ambre, plateaux basaltiques crétacés et dôme de Bekodoka exceptés) la répartition des unités physiques est tributaire des caractéristiques géologiques du milieu.

Elles s'allongent généralement en grandes bandes parallèles à la direction des affleurements des roches sédimentaires, interrompues par les directions perpendiculaires des grands couloirs alluviaux.

Dans le bassin sédimentaire de Majunga (région de Port-Bergé), le milieu II s'étend sur une centaine de Km de large.

Le contact des terrains sédimentaires avec le socle cristallin de l'Androna s'établit sans rupture de pente importante.

Le seul accident d'une certaine ampleur est constitué par la cuesta basaltique du Manasamody limitant vers l'est un vaste plateau descendant en pente douce vers la mer, entrecoupé parfois par quelques accidents mineurs formés dans les calcaires ou les grès.

Plus à l'ouest, avant le grand seuil cristallin du cap St André, le bassin de Majunga s'élargit considérablement pour atteindre plus de 200 Km du Cap Tanjona à la région d'Ambatomainy. La limite socle-sédimentaire, faillée est très nettement marquée par un escarpement de plus de 200 m d'altitude.

De l'autre côté de la dépression des grès de l'Isalo, le grand relief de côte calcaire de l'Ikahavo-Kelifely lui fait face et limite vers le nord un grand plateau calcaire quasiment inculte. La région effondrée de l'Ihopy est constituée par un relief confus de petites collines généralement gréseuses, dominées au nord par un vigoureux escarpement gréseux.

Le plateau calcaire d'Antanimena précède une plaine à dominante sableuse qui s'étend jusqu'à la mer.

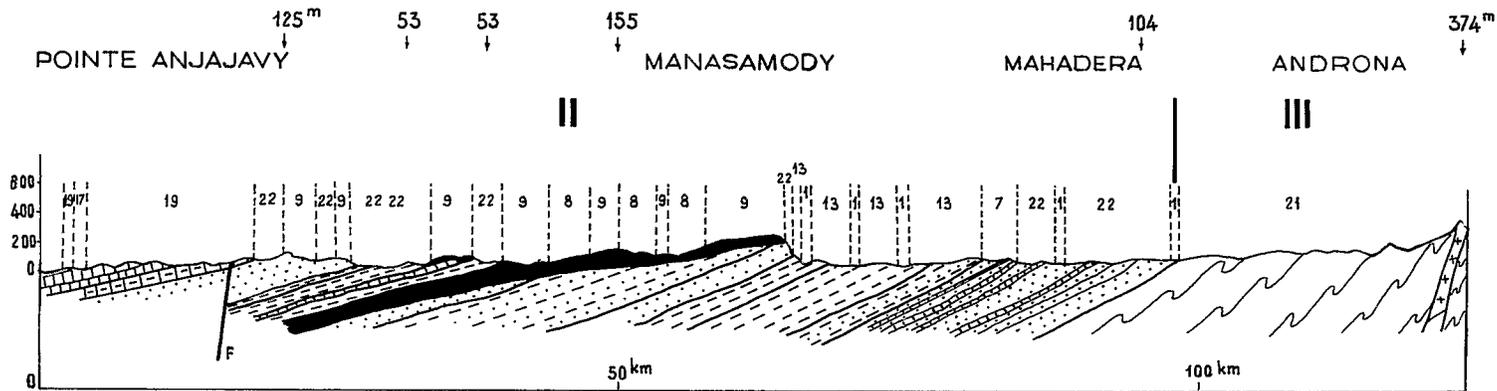
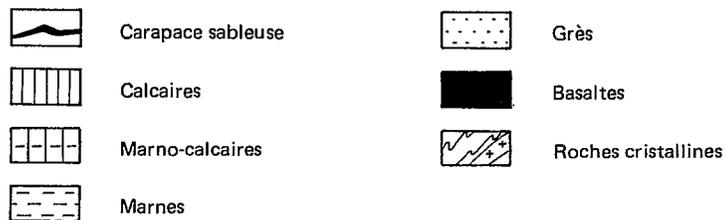


Figure 2
Coupe Géologique
de la POINTE ANJAJAVY (482,2 – 1232,7)
à la côte (592,4 – 1287,6)
Les chiffres situés au-dessus de la coupe renvoient à la carte Potentiel des Unités Physiques



Le bassin de Morondava, de direction générale N-S, est d'abord étroit jusqu'à la vallée de la Tsiribihina. Sa structure en est généralement plus simple que celle du bassin de Majunga.

Il est formé dans toute cette zone d'une large dépression gréseuse, le Betsiriry, encadrée à l'est par l'escarpement de faille du Bongolava dans les roches cristallines et à l'ouest par la puissante cuesta calcaire du Bemaraha-Antsingy.

Plus à l'ouest, après la dépression marneuse d'Antsalova, s'étendent des plateaux basaltiques en général fortement érodés, puis des reliefs confus, à dominante calcaire, relayés vers la mer par de grandes plaines sableuses.

A partir de la vallée de la Tsiribihina et plus encore à partir de celle de la Morondava, les puissants bancs calcaires qui constituaient le plateau du Bemaraha disparaissent pour laisser place à des faciès continentaux gréseux qui forment les énormes plateaux ruiniformes du Makay et de l'Isalo plus au sud toujours séparés des hautes terres cristallines par une large dépression dans les grès.

Plus à l'ouest s'inclinent doucement les vastes plateaux gréseux du Besabora, souvent recouverts par une carapace de « sables roux » plus ou moins épaisse dont les assises sont remplacées à la hauteur de Manja par les calcaires marins de l'Eocène, eux aussi fort souvent fossilisés sous une épaisseur variable de placages sableux côtiers.

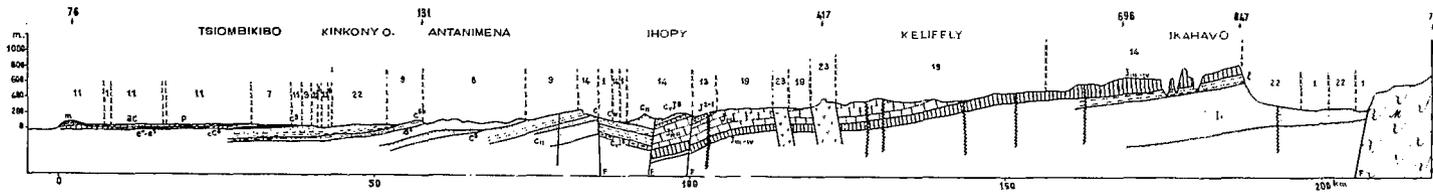


Figure 3
Coupe Géologique
du CAP TANJONA (316,0 - 1146,0)
à la côte 707 au S-O d'AMBATOMAINTY (321,7 - 921,8)
Les chiffres situés au-dessus de la coupe renvoient à la carte Potentiel des Unités Physiques

- | | | |
|--------------------------------------|--|---|
| Carapace sableuse | Basaltes inférieurs | Oxfordien - Callovien : marno-calcaires |
| Pliocène continental | Sills, dykes : microgabbros, dolérites | Bathonien : calcaires marneux |
| Miocène : marnes | Cénomaniens : grès et manres | Bajocien : calcaires marneux |
| Yprésien et paléocène : calcaires | Aptien : grès | Aalénien - Toarcien : marnes - calcaires - grès |
| Maestrichtien : calcaires et grès | Barrémien - Hauterivien : grès | Isalo I : grès |
| Maevarano : grès et marnes | Hauterivien inf : grès et marnes | Migmatites |
| Turonien supérieur : grès et argiles | Valanginien à Kimmeridgien : marnes | |

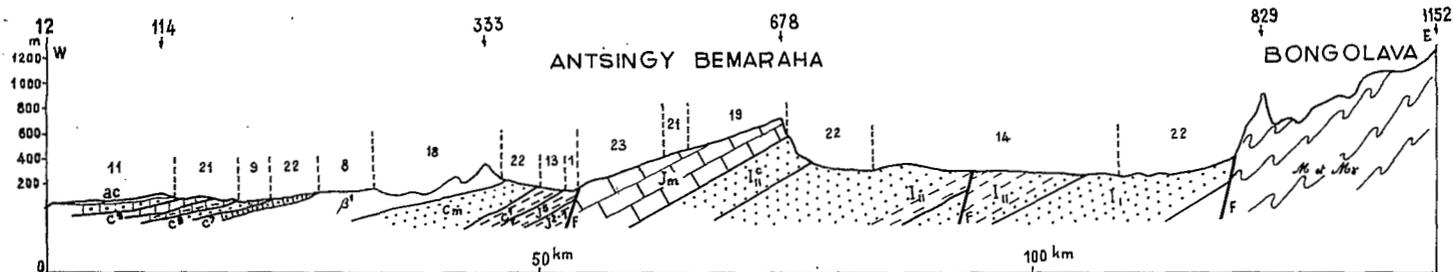


Figure 4
Coupe Géologique
de la POINTE NAMAKIA (159,5 – 832,2)
à la côte 1153 d'ANTSOHITIKELY (292,6 – 872,7)
Les chiffres situés au-dessus de la coupe renvoient à la carte Potentiel des Unités Physiques

- | | | |
|--|---|--|
|  Migmatites et migmatites granitoïdes |  Oxfordien – Callovien : marno-calcaires |  Santonien : grès, calcaires et marno-calcaire |
|  Isalo I : grès et conglomérats |  Jurassique supérieur : marno-calcaire |  Campanien : grès, marnes |
|  Isalo II : grès et argiles |  Aptien et Néocomien : marnes |  Maestrichtien : calcaires, marno-calcaires, calcaire gréseux |
|  Isalo IIC : grès |  Crétacé moyen : grès |  Carapace sableuse |
|  Jurassique moyen : calcaire |  Turonien : basaltes | |

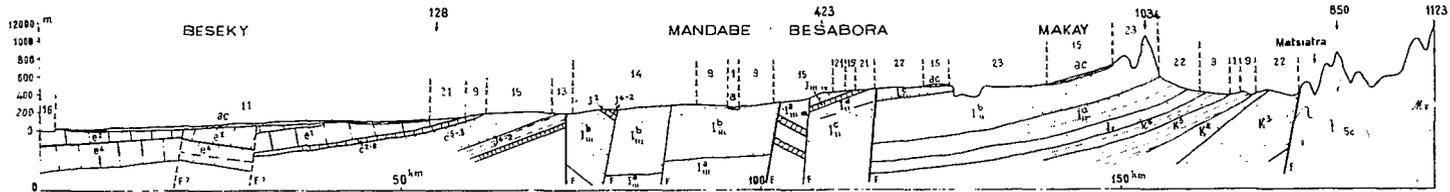


Figure 5
Coupe Géologique
de la BALISE DE BETAOLAMPIA (169,6 – 630,2)
à la côte 1123 BEKINOLY (346,5 – 559,5)

Les chiffres situés au-dessus de la coupe renvoient à la carte Potentiel des Unités Physiques

- | | | |
|--|--|---|
|  Carapace sableuse |  Isalo III ^b : dominante-gréseuse |  Isalo I : grès |
|  Eocène moyen : calcaires |  Isalo III ^a m : grès et calcaires |  Sakamena sup. : grès, schistes, argiles |
|  Eocène inférieur : calcaires |  Bajocien : calcaires |  Sakamena moy. : argiles |
|  Crétacé supérieur : calcaires |  Isalo II ^d : grès dominants |  Sakamena inf. : grès |
|  Crétacé moyen : grès |  Isalo II ^c : grès dominants |  Sakoa sup. : grès dominant |
|  Argovien Oxfordien : marnes |  Isalo II ^b : grès |  Micaschistes et migmatites granitoides |
|  Oxfordien Callovien sup. : calcaires |  Isalo II ^a : grès et argiles | |

UNITE PHYSIQUE N° 1 : BAS-FONDS

Sols d'apport

– Surface

19.348 Km² – 11 % de la superficie du milieu.

– Définitions générales

– Bas-fonds : ensemble des surfaces planes qui se trouvent de part et d'autre d'un cours d'eau et qui sont limitées par des versants.

– Pente : faible dans le sens longitudinal parallèle à l'écoulement et transversal perpendiculaire au cours d'eau.

– Conditions du drainage : les bas-fonds peuvent être bien drainés par des rivières ou des fleuves permanents. L'eau ne les envahit entièrement que pendant les fortes crues de la saison des pluies. Au contraire les bas-fonds sont très mal drainés lorsque des obstacles s'opposent à l'écoulement :

- seuils rocheux,

- levées alluviales le long des berges des grandes rivières qui s'opposent au retour des eaux après les crues,

- remontée de la marée dans les estuaires et les deltas.

Plusieurs grands types de bas-fonds sont distingués :

1. *Les bas-fonds des petites vallées*

– Morphologie

Les petites vallées sont souvent jalonnées d'un étroit couloir alluvial ou colluvial. Elles sont remblayées par des apports longitudinaux provenant de l'ensemble du bassin versant : les alluvions ; et par des apports transversaux en provenance des versants : les colluvions. Leur forme est fonction des roches sédimentaires traversées :

– dans les grès, les marnes et les calcaires, les bas-fonds sont étroits, dominés par des versants en pente relativement forte. La plaine alluviale peut être facilement circonscrite entre un large lit encombré de bancs de sable et des versants raides, fortement érodés ;

– sur les sables, les vallées sont amples, à profil transversal évasé. Le colluvionement est intense sur les versants. Il n'y a pas de limite très nette entre les bas-fonds et les versants.

D'autres différences sont dues aux conditions morphoclimatiques :

- dans le nord-ouest, où la saison sèche est d'assez courte durée, le lit des rivières est toujours inscrit entre des berges bien nettes ;
- dans le sud-ouest, où les caractères d'aridité sont affirmés et où l'écoulement devient rare, voire inexistant, les cours d'eau divaguent dans de larges vallées encombrées de bancs de sable. Il est alors difficile de distinguer le lit de la plaine d'inondation.

– *Végétation*

Association de forêts-galeries le long des berges et de savanes plus ou moins arborées sur la plaine alluviale :

- dans le sud-ouest, les forêts-galeries, facteur de protection des berges et obstacle à la divagation des cours d'eau, sont relativement rares. Cependant, dans la traversée des formations sableuses littorales, les rivières sont bordées par de belles forêts qui couvrent aussi bien les versants que les interfluves ;
- dans le nord-ouest, la composition floristique des formations végétales est voisine mais la répartition des espèces de savane se densifie au point de former de véritables forêts.

Présence fréquente de vastes savanes marécageuses.

La dégradation du couvert végétal par les feux de brousse, pour les besoins de l'agriculture et de l'élevage, y est intense.

– *Sols*

Ce sont en général des sols peu ou pas évolués, plus moins hydromorphes : leur richesse chimique permettrait une utilisation plus poussée.

Du fait de la faible superficie des bassins versants, ils sont étroitement dépendants des conditions physiques locales : régime hydrologique des rivières, nature de la roche mère du bassin versant.

- Les caractères d'hydromorphie sont plus ou moins prononcés suivant la durée de la submersion par les crues et les conditions du drainage.
- Les alluvions, généralement sableuses, sont calciques sur les calcaires et les marnes ; siliceuses sur les grès et les sables.

– *Utilisation actuelle*

Les bas-fonds des petites rivières sont actuellement peu utilisés par l'agriculture pour diverses raisons :

- manque d'alimentation en eau pendant la saison sèche ;
- stérilisation fréquente par des apports sableux lors des crues,
- propriétés physiques des sols impropres à l'agriculture : les sols sur calcaire sont très compacts par exemple.

Lorsque l'irrigation est possible, de tels bas-fonds peuvent porter de belles récoltes de riz.

Certaines zones sont actuellement utilisées pour la culture du manioc et de l'arachide.

La majeure partie des superficies reste cependant utilisée comme pâturage.

2. *Les grandes vallées alluviales* (voir fig. 6 p. 54)

Principalement Mangoky, Maharivo, Morondava, Tsiribihina, Manambolo, Manambaho, Mahavavy, Betsiboka, Mahajamba, Sofia, affluents de la Loza.

— *Morphologie* (Cf. BOURGEAT et ZEBROWSKI, 1969)

Les basses plaines alluviales ont une superficie approximative de 142.000 ha. Très larges, elles sont occupées par de nombreux lacs de débordement dont la superficie diminue au cours de la saison sèche.

On peut distinguer plusieurs unités morphologiques :

— Le lit apparent et ses abords

Le lit apparent est occupé par des bancs de sable déposés en saison des pluies. C'est un milieu très mobile, évoluant à chaque crue. De part et d'autre du lit s'édifient des levées alluviales formées de dépôts sableux et limoneux très micacés alternés.

La topographie, ondulée en bordure du fleuve est beaucoup plus régulière lorsqu'on s'en éloigne.

— La plaine d'inondation

Elle est formée de « terrasses » inondables bien individualisées dans les basses vallées et de cuvettes de débordement et de dépressions marginales qui comblent d'anciens axes de drainage ou des vallées secondaires affluentes.

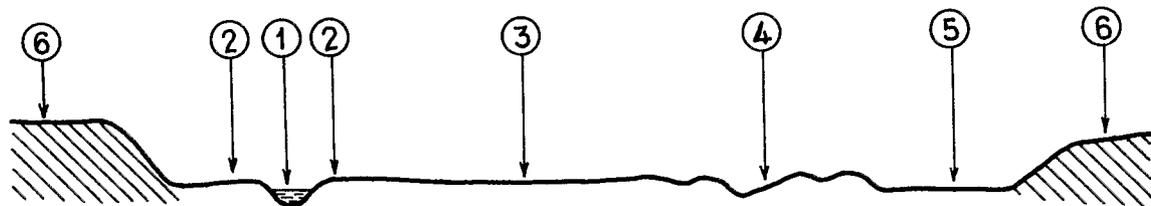
— *Végétation*

Les berges sont parfois occupées par des forêts-galeries, mais le plus souvent déboisées. Les levées alluviales et les « terrasses » inondables par des savanes herbues sur les levées et terrasses récentes, arbustives ou arborées sur les formations plus anciennes.

Les cuvettes de débordement et les dépressions marginales ont une végétation uniquement herbacée adaptée aux conditions du milieu.

— *Sols*

Leur fertilité est entretenue régulièrement par les apports de crues.



- ① Lit apparent
- ② Levées alluviales
- ③ Terrasse inondable
- ④ Succession de levées alluviales et de cuvettes de débordement jalonnant un ancien lit
- ⑤ Dépression marginale
- ⑥ Plateau avec carapace sableuse (Unité Physique 9 - 12)

Figure 6
Coupe d'une grande vallée alluviale de l'Ouest
 (d'après BOURGEAT et ZEBROWSKI — 1969 — simplifiée)

- Leur texture est :
- sableuse à limono-sableuse sur les levées alluviales ;
 - limoneuse à limono-argileuse sur les « terrasses » inondables. ;
 - argilo-limoneuse à argileuse sur les cuvettes de débordement et les dépressions marginales.

La durée de la submersion est plus courte sur les levées et terrasses que dans les cuvettes et les dépressions. Durant la saison sèche, la nappe phréatique est donc plus proche de la surface dans ces dernières.

— *Utilisation actuelle*

Les sols des levées alluviales et des « terrasses inondables » (« baiboho ») sont utilisés pour les cultures de décrue du pois du Cap dans le sud-ouest (Mangoky et Maharivo), du tabac, du manioc, du haricot et du coton dans l'ensemble de la zone. Irrigués, ils donnent des rendements intéressants en coton et en riz, mais les aménagements nécessaires à l'irrigation sont très coûteux dans de telles plaines.

Les sols des dépressions marginales et des cuvettes de débordement sont cultivés en rizière de décrue, sauf aménagement hydraulique important, ce qui nécessite de nombreux repiquages pour suivre la baisse du niveau de l'eau.

De telles zones qui constituent une des richesses du pays sont menacées par les divagations du cours des fleuves. Il conviendrait donc de mettre en œuvre la mise en défens des berges en y favorisant le reboisement.

3. *Les plaines deltaïques*

Les plaines deltaïques s'étendent en amont du milieu fluvio-marin soumis à l'influence des marées et en général occupé par la mangrove.

Les plus importantes sont celles du Mangoky, de la Morondava, de la Tsiribihina, du Manambolo, de la Mahavavy, de la Betsiboka, de la Mahajamba et de la Mahavany du nord.

— *Morphologie*

Les plaines deltaïques ont des pentes très faibles (de l'ordre de $1^\circ/_{\infty}$) et sont sujettes à de fréquentes divagations des cours d'eau.

- Elles sont formées :
- de levées alluviales situées à 3 m au maximum au-dessus du lit ;
 - de cuvettes de débordement qui, par suite de l'alluvionnement intense sur les levées sont souvent au-dessous du lit actuel ;
 - de nombreux bras morts, d'anciens lits, de méandres recoupsés, résultant des divagations des fleuves.

– *Végétation*

- Les berges sont en général occupées par des forêts-galeries ;
- La savane herbeuse ou arbustive pousse sur les levées alluviales récentes alors que les levées plus anciennes sont colonisées par des savanes arborées ;
- Les cuvettes de débordement sont couvertes par la savane herbeuse.

– *Sols*

Les sols des plaines deltaïques appartiennent à la classe des sols peu évolués, à la classe des sols hydromorphes ou à la classe des sols à alcalis.

Les sols peu évolués des levées alluviales (limono-sableux) ont une grande extension et présentent un réel intérêt agronomique.

Les sols hydromorphes des cuvettes de décantation sont parfois très compacts et donc difficiles à mettre en valeur.

Les sols à alcalis (salure importante) situés immédiatement en amont de la mangrove sont eux aussi moins intéressants.

– *Utilisation actuelle*

Les sols peu évolués des levées alluviales sont d'excellents sols agricoles. Ils sont cultivés en canne à sucre dans le delta de la Mahavavy et en pois du Cap sur le Mangoky. Le tabac s'y développe aussi fort bien. Lorsqu'ils sont irrigués, ils supportent de bonnes récoltes de riz.

Les sols hydromorphes des cuvettes de décantation sont cultivés en riz, mais les rendements y sont généralement faibles.

Les zones à alcalis, très vastes dans certaines plaines deltaïques, servent de pâturage.

UNITE PHYSIQUE N° 2 : PLANÈZES ET COULÉES EN PENTE DOUCE

Sols ferrallitiques à structure peu dégradée (Montagne d'Ambre)

Cette unité intéresse uniquement le nord-ouest, l'est et le sud-ouest de la Montagne d'Ambre dans la province de Diégo-Suarez.

— Surface

1.809 Km² — 1 % de la superficie du milieu.

— Géologie

Roches volcaniques basiques anciennes (basaltes, basanitoïdes, etc.) en coulées. Quelques coulées très récentes sur le versant sud-est dans la région d'Anivorano.

— Morphologie

Plateaux divergeant à partir du centre de la Montagne d'Ambre. Les pentes sont fortes au sommet des versants à plus de 1.000 m d'altitude et vont en décroissant progressivement vers la périphérie, jusqu'à la mer au nord-ouest et jusqu'à 100 m d'altitude vers le versant est.

Le réseau hydrographique rayonnant est encaissé dans le matériel volcanique isolant ainsi des planèzes. Les escarpements qui dominent les vallées sont en général bien nets et forment des corniches.

Les conditions du drainage sont bonnes pour l'ensemble de cette unité. Les pentes les plus fortes sont très souvent sujettes à l'érosion, surtout lorsque la végétation est clairsemée.

— Végétation

Dans la partie sommitale du massif, la végétation primitive est la forêt pluviale. Du fait des défrichements, celle-ci est remplacée par une prairie à graminées pratiquement sans arbre.

Sur les parties basses du versant est et sur les versants nord-ouest et sud-ouest moins arrosés croissent des savanes arbustives ou herbacées pauvres, des prairies à graminées parcourues annuellement par les feux. La faiblesse du couvert n'assure pas une protection suffisante contre l'érosion pluviale.

— Sols

Les sols sont très variés et dépendent étroitement des conditions topographiques locales.

1) La partie sommitale des planèzes est occupée par des sols ferrallitiques typiques humifères sous forêt.

Leur fertilité est élevée. Les réserves en éléments fertilisants sont importants. La texture est limino-argileuse.

2) Sur les pentes faibles de basse altitude se trouvent des sols ferrallitiques rouges ou brun-rouges sur basalte.

Ces sols ont un degré de fertilité peu élevé.

Ils sont de texture sablo-limoneuse et bien qu'en pente faible, très sujets à l'érosion en nappe, la couverture végétale étant très claire.

3) Sur le versant sud-ouest, sols bruns eutrophes à brun-jaunes sur basalte (cf. BOURGEAT, VIEILLEFON — 1965) très fertiles.

De texture argileuse, ils sont peu profonds et très caillouteux.

4) Sur la majeure partie du versant sud-ouest : sols ferrugineux tropicaux brun-rouges à brun-jaunes sur basalte.

Ce sont des sols peu fertiles, le plus souvent érodés, de texture argileuse.

5) Sur les coulées basaltiques fraîches, sols jeunes peu évolués ou absence de sol.

La catégorie de sols n° 2 représente 75 % environ de la superficie totale de l'unité physique n° 2. La catégorie n° 1, 15 % et les autres catégories 10 % environ.

— Utilisation actuelle

- Sols n° 1 : cultivés en maïs et légumes divers. Ils sont très érodables et demandent à être protégés.
- Sols n° 2 : ils servent en grande partie de pâturages extensifs et de terrain de parcours pour les bovins. Sur les meilleurs sols, malgré l'érosion en nappe intense, on cultive le maïs, les arachides et les légumes.
- Sols n° 3 : ces sols très fertiles supportent de belles récoltes d'arachide. Lorsqu'il y a possibilité d'irrigation, on y cultive le riz.
- Sols n° 4 : utilisés comme pâturage. Dans les dépressions, les sols hydromorphes sont très favorables à la culture du riz.

UNITE PHYSIQUE N° 5 : COULEES EN PENTE FORTE ET PROJECTIONS
Sols ferrallitiques brun-rouge sur roches basiques (Montagne d'Ambre)

Cette unité intéresse la partie centrale de la Montagne d'Ambre, entre 900 et 1.400 m d'altitude.

– **Surface**

270 Km² – Moins de 1 % de la superficie du milieu.

– **Géologie**

Roches volcaniques basiques quaternaires. Cônes volcaniques, scories et cendres.

– **Morphologie**

La morphologie est ici très tourmentée. Les montagnes centrales du massif volcanique sont en effet formées d'un grand nombre d'édifices volcaniques aux pentes très fortes.

Les vallées sont très profondément encaissées dans le matériel meuble. Les formes ne présentent cependant pas d'abrupts comparables à ceux des roches dures.

Les conditions du drainage sont bonnes du fait de la pente.

L'érosion est ici peu active, la forêt protégeant bien les versants.

– **Végétation**

Forêt d'altitude riche en lichens, mousses et orchidées. Cette forêt est peu attaquée. Elle a été cependant défrichée localement pour l'installation de plantations de quinquinas.

– **Sols**

Ce sont des sols ferrallitiques typiques humifères sur cendre. Ils sont fertiles, les réserves nutritives étant élevées.

Les teneurs en matière organique sont très fortes sous forêt, beaucoup moins fortes sous défrichement.

La texture, argilo-limoneuse en surface, devient graduellement sableuse lorsqu'on approche de la roche mère.

– **Utilisation actuelle**

Le climat frais (19° de température moyenne annuelle) et très pluvieux (plus de 3.000 mm aux Roussettes), les pentes raides rendent l'exploitation agricole malaisée.

Le sommet de la Montagne d'Ambre n'est donc pas cultivé et reste le domaine de la forêt.

UNITE PHYSIQUE N° 7 : PLATEAUX CALCAIRES PEU ERODES

Sols fersiallitiques, sols jaunes ou bruns

Plateau de Vineta, plateau à l'est de Mitsinjo entre Mahavavy et Betsiboka, plateau à l'est de Port-Bergé et au sud— sud-ouest d'Antsohiby.

— Surface

2.256 Km² — 1 % de la superficie du milieu.

— Géologie

Roches calcaires compactes du jurassique et du crétacé. Sur la feuille Antalaha, les calcaires sont souvent marneux et séparés parfois par des couches argileuses.

— Morphologie (voir fig. 7, p. 61)

Les plateaux calcaires ont une topographie remarquablement plane, parfois légèrement ondulée comme dans la région de Majunga. Ils sont en général inclinés en pente douce en direction de la mer et environnés d'escarpements vigoureux, d'une puissance de 50 à 100 m suivant les cas. De véritables corniches les limitent parfois (plateau Mitsinjo — Betsiboka).

Le plateau de Vineta et les plateaux de la région de Port-Bergé sont profondément entaillés par l'érosion. Par contre, sur le plateau de Mitsinjo, les vallées sont peu encaissées, jalonnées lorsqu'elles sont sèches, par de nombreuses mares.

Localement, à la faveur de bancs calcaires plus durs, peuvent apparaître de petits escarpements secondaires.

Bien que le matériel originel soit perméable, les sols qui en dérivent sont souvent imperméables. Les phénomènes de ruissellement en surface sont importants et les risques d'érosion ne sont pas négligeables.

— Végétation

Les plateaux calcaires sont couverts de savanes plus ou moins arborées dont la composition floristique varie du nord au sud de la zone.

Dans la région de Majunga, des formations végétales plus serrées, du style forêt claire, occupent d'assez vastes superficies.

Au sud, le plateau de Vineta est occupé par des savanes arborées, mais la forêt dense sèche décidue est aussi présente sur les affleurements rocheux et sur les pentes les plus fortes.

Il y a lieu de penser que la végétation originelle de toute l'unité était la forêt et que celle-ci a cédé la place à la savane par suite des dégradations importantes.

– Sols

Nord-Ouest : Sols jaunes ou bruns.

Ces sols ont des réserves minérales importantes.

Leur texture est limono-argileuse jusqu'à 1,80 m de profondeur, puis argileuse. A partir de deux mètres apparaissent des noyaux calcaires blancs.

Ils sont très compacts, très lourds et pour les vertisols, se dessèchent avec des fentes de retrait.

Leurs qualités physiques paraissent donc assez défavorables à leur culture.

Sud-Ouest : La plateau de Vineta est le domaine des sols fersiallitiques rouges ou bruns à réserves calciques appelés improprement sols méditerranéens (cf. SOURDAT).

Ils ont une bonne richesse chimique et sont de texture argilo-sableuse à argileuse.

– Utilisation actuelle

Dans le nord-ouest, les sols, malgré les teneurs en éléments fertilisants élevées, ne sont pas cultivés par suite de leur trop grande compacité. Ils sont utilisés uniquement en pâturages extensifs.

Malgré leur profondeur irrégulière, les sols du plateau de Vineta sont cultivés en manioc, coton, tournesol. Les zones inutilisées par l'agriculture sont réservées à l'élevage extensif.

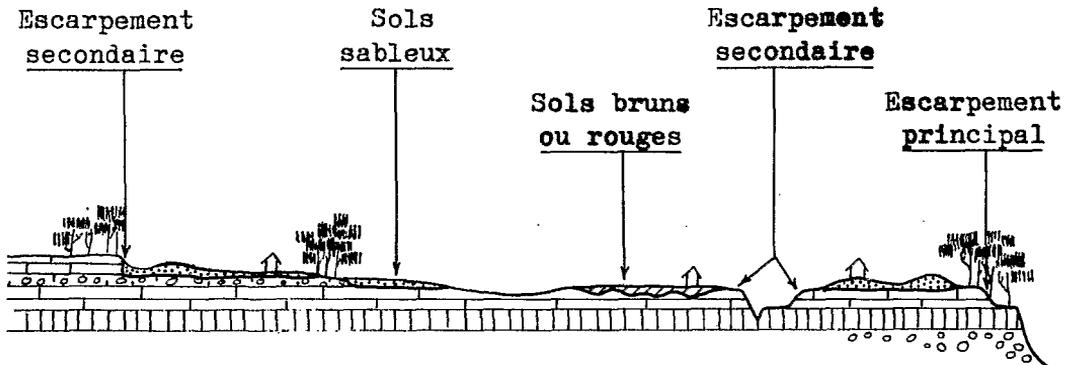


Figure 7
Coupe schématique à travers le plateau de Vineta
(d'après SOURDAT – 1973)

UNITE PHYSIQUE N° 8 : PLATEAUX BASALTIQUES PEU ERODES

Sols ferrugineux brun-rouge ou rouges sur roches basiques

Les plateaux basaltiques peu érodés couvrent des superficies importantes dans les bassins sédimentaires de Majunga et de Morondava.

- Les principaux sont :
- le Bongolava dans la région de Port-Bergé, se prolongeant vers le nord jusqu'à Analalava ;
 - l'Antanimena, de part et d'autre de la Mahavavy en aval de Sitampiky ;
 - les plateaux basaltiques entourant le massif de l'Ambohitrosy au sud-est du cap Saint-André.
 - les plateaux d'Antsalova au sud-est de Maintirano

— Surface

6.234 Km² — 3 % de la superficie du milieu.

— Géologie

Les plateaux basaltiques sont formés de vastes coulées interstratifiées dans les sédiments du crétacé moyen et supérieur. Il n'y a pas d'édifices volcaniques.

Les roches très compactes sont cependant très profondément altérées.

— Morphologie

Plateaux en pente très faible à topographie plane.

Les altitudes sont variables d'une région à l'autre : 200 à 300 m dans la région de Maintirano, 100-150 m pour l'Antanimena et le Bongolava.

Ces plateaux sont violemment attaqués par l'érosion sur leur marge, ce qui donne alors un relief tourmenté et complexe, fait de buttes résiduelles tabulaires dominant de longs glacis où sont redistribués les produits de l'érosion des buttes.⁹

Les conditions du drainage sont bonnes, le réseau hydrographique est bien ramifié.

Outre les phénomènes d'érosion accélérée, les sols sont très sujets au ruissellement en nappe au cours de la saison des pluies.

— Végétation

Les plateaux basaltiques sont occupés par une savane à palmiers très clairsemée.

Localement, sur l'Antanimena et le Bongolava subsistent quelques lambeaux forestiers dont la superficie diminue sous l'action des feux.

– **Sols (Cf. HERVIEUX – 1968)**

Sols ferrugineux brun rouge ou rouges sur roches basiques à horizon humifère variable suivant la couverture végétale.

En général, taux de matière organique très faible. Réserves minérales faibles.

Localement, les teneurs en éléments fertilisants peuvent être importantes.

Ces sols sont très argileux jusqu'à 4,5 m de profondeur. La proportion d'argile dans les horizons supérieurs peut atteindre 60 %.

Du fait de leur imperméabilité, ils sont très sensibles à l'érosion en nappe.

– **Utilisation actuelle**

En dehors des zones forestées, ce sont exclusivement des pâturages extensifs d'assez faible valeur nutritive.

UNITE PHYSIQUE N° 9
GLACIS D'EPANDAGE, DÔMES ET PLACAGES SABLEUX
Sols ferrugineux rouges ou jaunes « sables roux »

Unité dispersée à travers tout le domaine Ouest. Particulièrement important de part et d'autre de la Basse Sofia, au sud et au nord du plateau basaltique dans la région de Mandabe. Son extension est la plus large à l'ouest du Massif de l'Isalo, le long des vallées de la Teheza et de l'Isahena, et dans la région d'Ankazoabo.

— **Surface**

23.009 Km² — 12 % de la superficie du milieu.

— **Géologie**

Carapace sableuse ou sablo-argileuse rouge (« sables roux »), d'épaisseur variable (1 à 10 m) fossilisant les formations géologiques sous-jacentes.

La carapace sableuse recouvre les formations géologiques les plus diverses du bassin sédimentaire.

— **Morphologie**

Les glacis se présentent sous forme de vastes surfaces en pente douce et régulière (2 à 3 %) pouvant avoir ici une ampleur de plusieurs kilomètres (jusqu'à plus de 10 Km), recouvertes d'épandages sableux provenant de l'érosion des reliefs qui les commandent. Plusieurs glacis coalescents forment des dômes.

Les dômes sont des reliefs surbaissés, à pente faible et de grande envergure. Les plus significatifs sont situés dans la région de Sakaraha.

Partout ailleurs, les placages sableux sont signalés par des plateaux très faiblement ondulés, aux pentes infimes (de l'ordre de 0,5 à 1 %).

La perméabilité des sables et la faiblesse des pentes rendent le drainage hésitant. Les ruisseaux et rivières temporaires sont peu inscrits dans la topographie. Bien nés dans la partie supérieure des versants, les drains s'évasent de plus en plus et finissent par disparaître. Dans les zones les plus planes, apparaissent de nombreuses mares en saison des pluies.

Les glacis et dômes sont le domaine d'élection du ruissellement en nappe pendant la saison des pluies.

— **Végétation**

Les dômes sableux du sud-ouest sont souvent recouverts par une forêt dense sèche décidue.

Mais la majeure partie de l'unité est occupée par des savanes arbustives ou arborées, à composition floristique variée, parfois très dégradée par les feux de brousse. Les forêts-galeries sont assez rares le long des cours d'eau.

— Sols

Ce sont des sols ferrugineux tropicaux rouges ou jaunes plus ou moins humifères suivant la couverture végétale.

Les réserves en éléments fertilisants sont moyennes à faibles.

La texture est sableuse à sablo-argileuse suivant les cas.

Sous forêt, la richesse en humus est forte, mais le défrichement favorise l'apparition de phénomènes d'érosion accélérée et la troncature des sols.

— Utilisation actuelle

Pour la plupart, ce sont des zones de pâturage extensif.

Dans la région de Majunga, de tels sols sont parfois utilisés pour la culture du manioc, mais les rendements restent médiocres.

Dans le sud-ouest, l'arachide occupe des superficies de plus en plus étendues. Dès la première année de culture, la fertilité baisse considérablement et rend inintéressantes les récoltes suivantes. Des superficies importantes sont ainsi transformées en « terres mortes ». Les forêts doivent être conservées si l'on veut éviter l'érosion des sols sableux.

UNITE PHYSIQUE N° 12
PLAINES CÔTIÈRES AVEC RECOUVREMENT SABLEUX
Sols ferrugineux rouges ou jaunes, à faciès humifère local sous forêt

Les plaines et plateaux côtiers avec recouvrement sableux s'étendent sur des superficies importantes de Tuléar à l'embouchure de la Mahajamba. Ils sont très larges entre Mangoky et Tsiribihina.

– **Surface**

14.262 Km² – 8 % de la superficie du milieu.

– **Géologie**

Dépôts pliocènes continentaux, recouverts d'une carapace sableuse ou sablo-argileuse rouge (« sables roux ») d'épaisseur variable (de 1 à 10 m).

– **Morphologie**

Des plateaux d'altitude faible (de 15 à 110 m) inclinés en pente douce en direction de la mer (1,5 à 5°/100) dominent les grandes vallées alluviales et les unités physiques voisines par des escarpements bien marqués pouvant atteindre 60 m dans certains cas (Bevoay au bord du Mangoky), mais plus souvent compris entre 20 et 30 m.

Les pentes locales sont toujours faibles et ne dépassent pas 5 %, sauf dans le bassin de Majunga où l'érosion est plus forte.

Le drainage est diffus, les vallées très évasées, peu encaissées, encombrées de bancs de sable. De nombreuses mares temporaires (les « ranovory ») apparaissent en saison des pluies.

Localement se produisent des phénomènes d'érosion ravinante (« les sakasaka »), lorsque la couverture végétale n'assure plus une protection suffisante.

De même, l'ensemble de la surface est attaquée par le ruissellement en nappe lors des grosses pluies.

– **Végétation**

La végétation primitive est constituée par la forêt dense sèche décidue encore bien représentée dans l'Ouest entre le Mangoky et le cap Saint-André. Sur toute la façade nord-ouest, elle est très dégradée et ne subsiste plus que sous forme d'îlots. La savane à palmiers la remplace.

De Morondava au Mangoky, le long de la côte, la forêt dense sèche cède progressivement le pas au fourré xérophile caractérisé par la présence d'Euphorbes et de Didieracées.

— Sols

Ce sont des sols ferrugineux tropicaux rouges ou jaunes à horizon superficiel plus ou moins riche en humus suivant la densité de la couverture végétale.

Leur fertilité est faible.

Sous forêt, la structure est friable : sous savane au contraire elle est très compacte par disparition de l'horizon humifère.

La texture est sableuse dans les sols rouges et beaucoup plus argileuse dans les sols jaunes.

Les réserves en eau sont très faibles dans la majeure partie des cas.

— Utilisation actuelle

La principale utilisation actuelle est le pâturage médiocre lorsque la forêt a disparu, les mares servent de points d'eau pendant une partie de la saison sèche.

Dans le sud-ouest, le manioc et l'arachide sont cultivés sur les sables roux mais les rendements sont très faibles.

Dans le nord-ouest, les sols rouges ne sont pas utilisés. Seuls les sols jaunes donnent d'assez bonnes récoltes de manioc.

UNITE PHYSIQUE N° 13 : APLANISSEMENTS SUR LE SOCLE CRISTALLIN

Sols rouges plus ou moins érodés

Principalement dôme de Bekodoka et bas plateaux cristallins au sud-est d'Ambilobe.

– Surface

4.981 Km² – 3 % de la superficie du milieu.

– Géologie

Roches cristallines variées plus ou moins métamorphisées : granite, gneiss, migmatites granitoïdes, migmatites, etc.

Ces roches ont été profondément altérées et sont recouvertes d'un sol très épais.

– Morphologie

C'est une ancienne surface d'érosion imparfaitement pénéplanée.

Le relief y est disséqué en une multitude de petites collines convexes dont les sommets, témoins d'un aplanissement important sont à altitudes égales.

Dans le nord, de part et d'autre de la Mahavavy du nord, la topographie est rendue plus complexe par la présence de filons de roches dures qui forment des alignements de collines plus élevées.

Le réseau hydrographique est très dense, sans orientation dominante.

Le drainage est bon. Dans la région de Bekodoka, le sommet plat des collines est souvent occupé par de petites mares temporaires.

Les phénomènes d'érosion sont très spectaculaires. Les versants sont intensément attaqués par des « lavaka », parfois coalescentes.

L'ensemble de la surface est affecté par l'érosion en nappe.

– Végétation

Elle est très clairsemée, et dégradée par les feux de brousse (savane herbeuse ou arbustive). Dans le nord, la présence du ravenala, laisse supposer une extension ancienne de la forêt sur cette zone.

Les formations ligneuses n'existent plus que sous forme de forêts-galeries le long des cours d'eau.

– Sols

Ce sont des sols faiblement ferrallitiques rouges ou jaunes sur roches acides.

Les réserves chimiques sont très faibles.

De texture argilo-limoneuse, ces sols sont souvent tronqués par l'érosion, sans horizon humifère.

– Utilisation actuelle

Ces sols constituent une zone de pâturages extensifs médiocres.

UNITE PHYSIQUE N° 14
DEPRESSIONS SCHISTO-ARGILO-MARNEUSES
Sols minéraux bruts et vertisols

Dépansions d'Ankilizato, d'Antsalova, de Sitampiky sur la Mahavavy du Sud, de Tsaramandroso, de Port-Bergé.

— **Surface**

5.420 Km² — 3 % de la superficie du milieu.

— **Géologie**

Les dépressions s'étendent sur des terrains peu compacts, argiles, schistes et marnes de l'Eotrias (région de Diégo-Suarez), du Jurassique et du Crétacé.

Localement, les faciès marneux sont interrompus par des bancs calcaires résistants à l'érosion.

— **Morphologie**

Les terrains argileux, schisteux et marneux sont dépressionnaires vis-à-vis des reliefs environnants.

Dans le nord-ouest, ils sont très disséqués, se présentant souvent sous forme de « bad-lands », ravinés intensément par un réseau hydrographique très dense. La roche à nu apparaît partout dans les ravins.

Dans l'ouest, région d'Antsalova, les terrains marneux sont façonnés en vastes glacis qui descendent en pente douce en direction de l'Antsingy. Localement, les petits cours d'eau suscitent des formes d'érosion en « saka-saka ».

Le réseau hydrographique est ici beaucoup moins dense que dans le nord-ouest. Les dépressions sont le siège de spectaculaires phénomènes d'érosion ravinante ou en nappe suivant les cas.

— **Végétation**

Savane herbeuse ou arbustive à tapis herbacé dense, parcourue annuellement par les feux.

— **Sols**

Coexistence de sols minéraux bruts d'érosion, squelettiques qui couvrent la majeure partie de la superficie et de vertisols dans les points bas des dépressions.

Les vertisols présentent des réserves intéressantes en éléments fertilisants. De texture très argileuse, ces sols sont lourds, difficiles à travailler pendant la saison des pluies et compacts en saison sèche. Situés dans les bas-fonds, ils sont souvent ensablés par les produits de l'érosion des bad-lands.

— **Utilisation actuelle**

Pâturage extensif sur les glacis de la région d'Antsalova et riziculture peu développée sur les vertisols du nord-ouest.

UNITE PHYSIQUE N° 15
COLLINES GRESEUSES OU CALCAIRES, PEU ERODES
Couverture locale de « sables roux »

Cette unité couvre des surfaces importantes dans l'ensemble du milieu Ouest. Elle est surtout bien développée dans la zone correspondant aux feuilles Tuléar et Morondava, là où l'ennoiement sous la carapace sableuse est généralisée.

— **Surface**

20.570 Km² — 11 % de la superficie du milieu.

— **Géologie**

Cette unité mixte formée de collines calcaires ou gréseuses et de placages locaux de « sables roux » quartzeux, impossible à cartographier dans le détail s'étend surtout, dans tout l'ouest sur les grès de l'Isalo et sur les calcaires jurassiques et crétacés.

— **Morphologie**

C'est un relief très complexe de dissection des grès ou des calcaires, formé de petites buttes tabulaires dont le sommet est recouvert d'une carapace sableuse plus ou moins épaisse. Ces collines sont bien individualisées, dominant les vallées de 50 m environ, les versants sont en pente forte, des corniches apparaissent souvent et laissent voir la roche à nu.

Le réseau hydrographique est très ramifié assurant partout un bon drainage.

Les phénomènes d'érosion sont importants au flanc des buttes sous forme de ravines et de lavakas. Le ruissellement en nappe est peu important, car les pentes fortes concentrent très vite les eaux.

— **Végétation**

Végétation mixte de forêt dense sèche décidue ou semi-décidue sur les buttes recouvertes par des placages et de savanes maigrement arbustives sur les pentes raviniées.

Les forêts implantées aux sommets des buttes sont protégées des feux qui courent sur les versants par les corniches qui les entourent. Les principales rivières qui traversent ces zones sont bordées de belles forêts-galeries.

— **Sols**

Association de sols ferrugineux tropicaux rouges ou jaunes sur carapace sableuse et de sols ferrugineux tropicaux gris ou jaunes sur grès ou de sols d'érosion squelettiques sur grès ou calcaires.

Les sols ferrugineux tropicaux sur carapace sableuse sont humifères en surface lorsqu'ils sont couverts par la forêt. Dans tous les cas, leurs réserves en éléments fertilisants sont faibles.

Leur texture est sableuse à sablo-argileuse.

Les sols ferrugineux gris ou jaune sur grès sont fortement désaturés et de texture très sableuse. Ils sont généralement tronqués par l'érosion sur les versants.

Les sols squelettiques ne présentent aucun intérêt.

– Utilisation actuelle

Les sols de cette unité ne sont pas utilisés pour l'agriculture.

La carapace sableuse, lorsqu'elle n'est pas couverte de forêt, est le domaine du pâturage extensif, malgré le relief tourmenté.

Quant aux versants, très érodables, ils représentent un danger certain pour les plaines alluviales voisines qu'ils peuvent stériliser sous les apports sableux : il paraît nécessaire d'en favoriser le réembroussaillage.

UNITE PHYSIQUE N° 16 : PLATEAUX GRESEUX PEU ERODES

Sols sableux rouges à faciès humifère local

Plateau de Tsiandava situé à l'ouest d'Ankilizato et plateau de l'Ankarafantsika.

– Surface

5.556 Km² – 3 % de la superficie du milieu.

– Géologie

Grès à prédominance continentale du Crétacé.

– Morphologie

Ce sont des plateaux massifs, inclinés doucement vers le nord pour l'Ankarafantsika (200 à 300 m d'altitude) et vers l'ouest pour le plateau de Tsiandava (400 - 500 m d'altitude).

Leur topographie est en général plane, faiblement ondulée. Les pentes y sont très faibles (1 à 2 %).

Ces plateaux dominent les dépressions marno-argileuses de Tsaramandroso et d'Ankilizato par un escarpement de côte de 100 à 150 m de dénivellation, jalonné par des falaises rocheuses et siège d'une intense érosion en ravines.

Sur l'autre versant vers le nord et l'ouest, ils se raccordent sans rupture de pente aux unités voisines.

Le drainage à la surface des plateaux est inorganisé car les sols, produits de décomposition des grès, très sableux, sont perméables. Il y a de nombreuses dépressions fermées, sans écoulement apparent.

Quelques rivières pénètrent pourtant au cœur des plateaux par des vallées très encaissées, dominées par des bancs rocheux abrupts.

– Végétation

Le plateau de l'Ankarafantsika est presque entièrement occupé par une forêt sèche semi-décidue très peu dégradée. Quelques clairières de savane herbeuse apparaissent cependant là où les sols sont les plus sableux.

Dans la région d'Ankilizato subsistent quelques lambeaux très dégradés de la forêt dense sèche. Partout ailleurs s'étendent des savanes herbeuses très clairsemées ou des savanes arbustives très maigres.

– Sols

– Sols ferrugineux tropicaux rouges dont l'extension est la plus forte sur l'Ankarafantsika. Ils sont présents localement sur les plateaux d'Ankilizato.

Leurs réserves sont très faibles.

Ce sont des sols très sableux, sujets à l'érosion en nappe lorsqu'ils sont déforestés.

— Sols sableux blancs humifères : sous forêt, dans l'Ankarafantsika, ces sols présentent un horizon humifère bien développé.

Leur texture est entièrement sableuse. Leur richesse en éléments fertilisants est nulle.

— Sols squelettiques sur grès : ils couvrent des superficies importantes dans la région d'Ankilizato et n'ont aucun intérêt agronomique.

— **Utilisation actuelle**

En dehors des zones forestières, ces plateaux sont des pâturages extensifs médiocres.

UNITE PHYSIQUE N° 17
FORMATIONS LITTORALES : MANGROVES, « SIRA-SIRA », DUNES ET
CORDONS LITTORAUX

Sols d'apport marin, remaniements éoliens locaux

Tous les grands deltas et estuaires sont occupés par les mangroves : les superficies les plus importantes recouvrent les Bas-Mangoky, la Basse Tsiribihina, le delta de la Mahavavy et de la Sofia, le delta de la Mahavavy du nord.

« Sira-sira », dunes et cordons littoraux forment une mince frange le long des côtes basses de l'ouest.

– **Surface**

6.361 Km², soit 4 % de la superficie du milieu.

– **Géologie**

Sédiments vaseux d'origine fluvio-marine ; plus rarement sédiments sableux le long des chenaux. Sables d'apport marin récents plus ou moins remaniés en dunes par le vent.

– **Morphologie**

Les mangroves et « sira-sira » sont des milieux fluvio-marins, recouverts de façon périodique par les marées. Ils sont donc plus ou moins salés, et ont des caractères morphologiques bien particuliers.

On peut y distinguer un secteur semi-terrestre correspondant à la zone des mangroves et un secteur terrestre correspondant aux zones de transition avec la terre ferme caractérisé par un sol nu (« sira-sira »).

La zone des mangroves comprend des chenaux actifs de marée, des chenaux anciens occasionnellement fonctionnels, des chenaux secondaires beaucoup moins larges perpendiculaires aux grands chenaux. La submersion par la marée est régulière.

La zone des « sira-sira » est caractérisée par l'absence de végétation due à la sur-salure du sol. La topographie y est parfaitement plane, les anciens chenaux de la mangrove sont complètement oblitérés. La submersion par la marée est occasionnelle.

Les massifs dunaires, étroits, peuvent atteindre 20 mètres de dénivelée.

Les cordons littoraux, parallèles à la côte, se dédoublent en certaines zones (Cap Saint André), formant plusieurs cordons parallèles séparés par des dépressions plus humides, parfois occupées par les mangroves. La « jeunesse » des constructions littorales n'a pas permis leur fixation par la végétation, d'où l'importance des remaniements par le vent et l'édification de nombreuses dunes vives.

– Végétation

La forêt de palétuviers couvre la zone des mangroves. On y constate une zonation des espèces en fonction de l'importance de la submersion.

Les « sira-sira » sont le plus souvent nus, mais peuvent être colonisés par une végétation herbeuse adaptée aux fortes concentrations en sol (Salicornes).

Sur les dunes et cordons littoraux anciens on observe un bush xérophile dans le sud-ouest, ou une forêt sèche à grands arbustes dans le nord-ouest.

En bordure de mer, le sol est généralement nu, colonisé progressivement par des espèces adaptées au milieu (Ipomées par exemple).

– Sols

Dans les mangroves, ce sont des sols hydromorphes minéraux ou peu humifères à gley, salés. Les réserves minérales sont moyennes à fortes. La texture est limono-argileuse à argileuse.

Sur les zones intermédiaires nues, outre les sols précités, se trouvent des sols salés à alcalis très poudreux et des vertisols salés.

Les dunes ont des sols d'apport peu ou pas évolué à texture uniquement sableuse d'une très grande pauvreté en éléments fertilisants.

– Utilisation actuelle

Les sols dunaires ne sont pas utilisés.

Les sols des mangroves et des « sira-sira » ont une importance potentielle non négligeable à condition d'envisager leur dessalement.

UNITE PHYSIQUE N° 19 : RELIEFS DE DISSECTION DES BASALTES

Sols d'érosion

Versant ouest de la Montagne d'Ambre, région d'Analalava, plateau d'Antanimena de part et d'autre de la Mahavavy du sud, plateau à l'est de Maintirano, Analavelona au nord-est de Tuléar.

– Surface

6.919 Km² – 4 % de la superficie du milieu.

– Géologie

Roches volcaniques basaltiques en vastes coulées interstratifiées dans les roches sédimentaires du Crétacé. Il n'y a pas d'édifices volcaniques.

Ces roches ont été profondément altérées et lorsque l'érosion est peu importante, portent des sols profonds (unité n° 8).

– Morphologie

Ce sont des bas plateaux disséqués par l'érosion. A l'est de Maintirano par exemple, le paysage est formé de buttes tabulaires aux alentours de 150 m d'altitude, violemment érodées à la périphérie (nombreux abrupts dans les sols bruns ou rouges), dominant des glacis en pente douce à une altitude de 50 à 90 m. La densité des buttes est variable, forte sur les interfluves.

L'Analavelona, beaucoup plus massif, culmine à 1.341 m. Sa surface, formée d'une puissante coulée basaltique, descend en pente douce vers le sud-est. Les bords du plateau sont en pente abrupte, entaillés par des ravins profonds.

Le drainage est assuré par un réseau hydrographique très dense. Les sols imperméables, la végétation clairsemée sont favorables à l'érosion qui touche l'ensemble des surfaces : érosion en ravines et en nappe.

– Végétation

La majeure partie des plateaux basaltiques érodés est occupée par des savanes arbustives pauvres ou des savanes herbeuses offrant peu de protection aux sols contre l'érosion.

Quelques forêts subsistent cependant : forêts denses sèches décidue ou semi-décidue sur les bas plateaux, forêt dense sèche d'altitude pour l'Analavelona. Elles sont très attaquées sur leurs marges par les feux de brousse.

– Sols

Les buttes qui ne sont pas encore érodées portent des sols ferrallitiques brun-rouge, argileux à argilo-sableux qui ont quelques réserves en éléments fertilisants.

Les glacis au pied des buttes portent des sols ferrugineux tropicaux de même couleur, mais très souvent tronqués par l'érosion. Les horizons supérieurs ont disparu et les réserves sont alors beaucoup plus faibles. Les boules de basaltes de l'horizon d'altération ainsi exhumé pavent la surface du sol.

Dans les zones où l'érosion est particulièrement intense, on trouve des sols squelettiques très minces.

— **Utilisation actuelle**

Cette unité, ne présentant aucun intérêt agronomique, est utilisée pour le pâturage extensif.

UNITE PHYSIQUE N° 20 : PLATEAUX KARSTIQUES, CAUSSES
Sols minéraux bruts ou, très localement, sols rouges fersiallitiques

Les plateaux calcaires karstiques couvrent de grandes superficies dans l'ouest. Les principaux sont le Bemaraha, le Kelifely, le plateau d'Ambalakida à l'est de Majunga et la Montagne des Français vers Diégo-Suarez.

— **Surface**

9.392 Km² — 5 % de la superficie du milieu.

— **Géologie**

Ils s'étendent dans les calcaires compacts du Jurassique, du Crétacé et de l'Éocène.

— **Morphologie** (voir fig. 8, p. 82).

Les processus d'érosion par dissolution sont à l'origine de reliefs particuliers qui constituent le karst. La perméabilité de la roche calcaire entraîne un enfouissement généralisé du réseau hydrographique. Les phénomènes d'érosion par ruissellement sont inexistants. Les plateaux du Bemaraha et du Kelifely sont à cet égard typiques. Ce sont de vastes surfaces structurales dont la topographie est en gros parallèle aux strates calcaires.

Il n'y a pratiquement aucun écoulement de surface. Seules quelques vallées temporaires ont un écoulement en saison des pluies. Les grandes vallées qui traversent ces plateaux sont encaissées dans de profonds cañons rocheux : Manambolo, Tsiribihina, Mahavavy du sud.

De nombreuses dépressions fermées, profondes de quelques mètres, les dolines, résultats de la dissolution des calcaires, accidentent la surface des plateaux. Elles sont particulièrement nombreuses sur le Kelifely. Les eaux de surface s'y concentrent en saison des pluies et s'infiltrent pour rejoindre le réseau hydrographique souterrain.

Les causses dominent les unités voisines par des corniches et des talus de plusieurs centaines de mètres de haut (Bemaraha dans la région de Tsiandro : plus de 300 m de dénivelée).

— **Végétation**

Ces plateaux karstiques sont en général couverts de savanes herbeuses ou de savanes arbustives clairsemées.

Les escarpements rocheux des cañons et des corniches sont jalonnés de forêts.

— **Sols**

Le plus souvent ce sont des sols minéraux bruts sans aucune potentialité agronomique. Localement, on peut trouver des sols calcimorphes rouges ou sols fersialli-

tiques à teneur en argile assez élevée. Les réserves en éléments fertilisants sont assez fortes, mais la faiblesse des superficies rendent ces sols peu utilisables.

– **Utilisation actuelle**

Pâturage extensif médiocre.

UNITE PHYSIQUE N° 21 : DÔMES CRISTALLINS

Sols squelettiques

Les dômes cristallins sont tous situés dans la région ouest de Besalampy : ce sont l'Ambereny, le Fonjaï vers Morafenobe et le Berevo.

– Surface

1.453 Km² – 1 % de la superficie du milieu.

Ce sont de grosses intrusions subvolcaniques qui percent les coulées basaltiques crétaées ou les terrains sédimentaires.

Les roches cristallines qui les composent sont essentiellement des gabbros, des dolérites et des granites.

– Morphologie

Ce sont généralement de lourds dômes cristallins aux versants convexes, qui dominant les contrées voisines de quelques centaines à quelques dizaines de mètres.

Les versants sont drainés par tout un système de ravines parallèles à la ligne de plus grande pente.

L'Ambereny (12 x 15 Km) a une forme bien particulière. Il est limité par une crête circulaire extérieure formant rempart, d'une altitude moyenne de 400 m qui entoure un plateau intérieur d'une altitude de 350 m au milieu duquel se dresse un piton central qui culmine à 550 m.

– Végétation

La forêt dense sèche occupe la majeure partie des dômes cristallins massifs.

Le plateau intérieur et la crête circulaire de l'Ambereny sont couverts de savanes arbustives ou arborées à palmiers.

– Sols

Il y a coexistence sur les dômes de sols d'érosion non évolués qui couvrent la majeure partie de l'unité et de sols faiblement ferrallitiques rouges ou jaunes sur roches cristallines.

Ces derniers ont des réserves en éléments fertilisants très faibles.

Leur texture est sableuse, les quantités d'argile sont minimales.

– Utilisation actuelle

En dehors des zones forestées, pâturages extensifs.

UNITE PHYSIQUE N° 22 : COLLINES ET PLATEAUX CALCAIRES ÉRODÉS
Sols d'érosion

Plateaux du Bemaraha et de l'Ankara (est du Kelifely).

— **Surface**

11.511 Km² — 6 % de la superficie du milieu.

— **Géologie**

Les collines et plateaux calcaires érodés s'étendent sur les calcaires compacts du Jurassique.

— **Morphologie** (voir fig. 8 p. 82)

Le relief est disséqué en nombreuses collines en forme de coupoles ou en dômes plus ou moins surbaissés. Parfois, à la faveur d'un banc calcaire plus résistant, subsistent des éléments de plateaux tabulaires entourés de corniches verticales. Ces éléments de plateaux peuvent avoir une extension considérable comme dans le nord de l'Ankara, mais ils ne sont pas cartographiables à l'échelle du 1/1 000 000.

Les grandes vallées qui traversent cette unité sont encaissées dans de profonds cañons aux versants subverticaux.

À la surface, la perméabilité des calcaires provoque l'infiltration des eaux. Il y a comme dans l'unité n° 20, de nombreuses dolines, formes de dissolution des calcaires. Le réseau hydrographique est avant tout composé de vallées sèches à écoulement exceptionnel.

— **Végétation**

La végétation est forestière dans le Bemaraha (forêt dense sèche décidue). Localement, le sommet des collines en coupole est occupé par la savane herbeuse alors que les vallées sèches sont forestées.

Dans l'Ankara, au contraire, les savanes herbeuses et arbustives couvrent la majeure partie de la surface. Il y a quelques forêts-galeries le long des principales rivières.

— **Sols**

Ce sont généralement des sols squelettiques sans aucune possibilité agronomique.

— **Utilisation actuelle**

Pâturage extensifs très maigres rendus peu praticables par les affleurements rocheux.

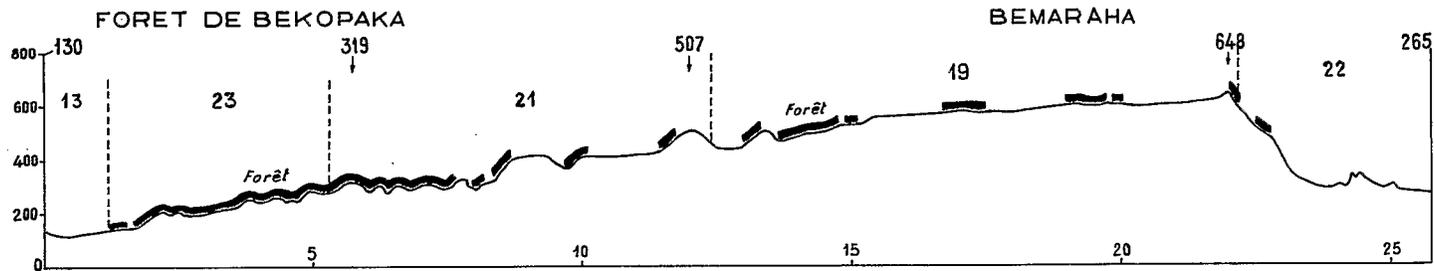


Figure 8
Coupe topographique à travers le Bemahara
au nord de Tsiandro, Région d'Antsalova
Les chiffres renvoient à la carte Potentiel des Unités Physiques

UNITE PHYSIQUE N° 23 : RELIEFS DE DISSECTION DES GRÈS

Sols d'érosion

Les reliefs de dissection des grès couvrent de très grandes superficies depuis la vallée de l'Onilahy au sud jusqu'à la presqu'île d'Ampasindava au nord et à l'Androfiarena dans la région de Diégo-Suarez.

Ils jalonnent, entre autres, le contact des terrains sédimentaires des bassins de Morondava et de Majunga avec les terrains cristallins des hautes terres et forment ce que l'on a coutume d'appeler la dépression des grès de l'Isalo.

– Surface

37.041 Km² – 20 % de la superficie du milieu.

– Géologie

Formations gréseuses de l'Isalo et du Crétacé. Ce sont des grès d'origines diverses plus ou moins compacts, très sensibles à l'érosion, ce qui explique leur position souvent dépressionnaire.

– Morphologie (voir fig. 9, p. 84)

Paysage de collines très disséquées par un réseau hydrographique dense. La roche altérée affleure aux flancs des collines et les produits de l'érosion se déposent dans des talwegs encaissés, encombrant rivières et ruisseaux d'épais bancs de sable blanc.

En maints endroits, l'érosion en ravines a transformé la région en bad-lands comme à l'ouest d'Ankavandra.

Ailleurs, quelques buttes gréseuses protégées par la forêt dominant des glacis sableux. Les vallées sont alors peu encaissées.

Localement, des intrusions volcaniques filoniennes de dolérite forment des lignes de collines plus élevées.

– Végétation

C'est le domaine de la savane arborée à palmiers et localement de la savane herbeuse. Dans le nord de la zone, les savanes sont remplacées par des forêts denses sèches semi-décidues plus ou moins dégradées.

– Sols

Tout à fait au nord de la zone, se trouvent des sols faiblement ferrallitiques rouges. Ils sont profonds sous forêt, mais très vite squelettiques dans les zones déforestées. Ils ont une teneur importante en argile, mais des réserves minérales très faibles.

Partout ailleurs, il y a coexistence de sols ferrugineux tropicaux rouges ou jaunes très sableux et de sols semi-squelettiques ou squelettiques qui couvrent la majeure partie de la surface.

Les sols ferrugineux tropicaux sont très souvent tronqués par l'érosion et ne présentent aucune fertilité.

– **Utilisation actuelle**

Pâturage extensif.

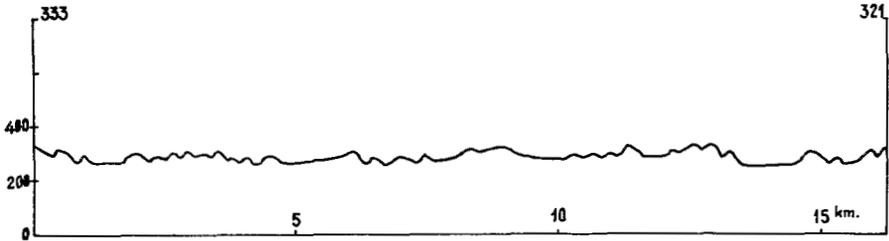


Figure 9
Profil topographique réel de l'unité physique 23
Reliefs de dissection des grès dans la région d'Ankavandra,
à l'est du Bemaraha

UNITE PHYSIQUE N° 24
ROCHES A NU, MASSIFS RUINIFORMES, « TSINGY »

– **Surface**

7.077 Km² – 4 % de la superficie du milieu.

– **Morphologie**

– Dans les roches cristallines

Rhyolites, dolérites, gabbros, basalte, le relief est formé :

- . de collines rocheuses alignées dans le sens des filons (région de Morafenobe) ;
- . de dômes rocheux nus (ouest de Bekodoka).

– Dans les grès

Ce sont des plateaux gréseux violemment disséqués par un réseau hydrographique en gorges et canyons. Un relief ruiniforme se forme : tours, clochetons, pitons, etc. (Massifs du Makay et de l'Isalo).

– Dans les calcaires (voir fig. p. 89)

Dissolution exacerbée des roches et formation de mega-lapiès ou « tsingy ».

Relief très tourmenté où la végétation forestière occupe uniquement les fissures : Ankarana de Diégo, Tsingy de Namoroka, Antsingy.

– **Utilisation actuelle**

Nullé.

CONCLUSION

Evaluation des surfaces réellement utilisables au sein des unités physiques (à partir de quelques sondages)

Afin de préciser au mieux les indices de potentialités du milieu Ouest, nous avons procédé sur photographies aériennes à une interprétation basée sur la division de la surface, à l'intérieur des unités physiques considérées, en 4 sous-unités nous paraissant suffisamment nettes pour pouvoir les localiser de façon précise aux diverses échelles des photos dont nous pouvons disposer :

Ces sous-unités sont les suivantes :

1) Les Bas-fonds

2) Les Pentes faibles ou nulles qui peuvent se situer en bas de pente lorsque le drainage est inexistant ou occasionnel, ou en plateau.

3) Les Pentes fortes : nous avons considéré qu'une pente de 5 % dans l'ouest ne pouvait pas être mise en valeur par les méthodes traditionnelles sans risque d'érosion et de dégradation accélérée des sols.

A signaler que la notion de pente forte est variable suivant les unités, certains sols plus cohérents résistant mieux que d'autres à l'érosion et ceci à égalité de pente. Nous avons autant que possible tenu compte de cette particularité dans les sondages, la tâche nous étant facilitée par l'apparition sur de telles pentes de nombreuses griffes d'érosion très visibles même à petite échelle sur les photographies aériennes.

4) Les surfaces inutilisables constituées par la roche à nu, les sols érodés sans couvert végétal, les griffes d'érosion, « lavaka » et « saka-saka », le cours sableux des fleuves et rivières, les surfaces alluviales stérilisées par des apports de sable.

Les sondages sur photographies aériennes ont été effectués à diverses échelles allant du 1/10.000 au 1/60.000. Les valeurs moyennes données dans le tableau ci-dessous ont été pondérées. Il nous a paru en effet nécessaire d'attacher beaucoup plus d'importance à une interprétation au 1/40.000 qu'à une interprétation au 1/10.000 puisqu'elle couvre beaucoup plus de surface et se trouve donc beaucoup plus représentative.

D'autre part, certaines unités physiques n'ont pas été traitées faute de pouvoir se faire une idée suffisamment précise de leurs potentialités agricoles. C'est le cas des cordons littoraux et des mangroves.

PRESENTATION DES RESULTATS

– Unité Physique n° 2 : Planèzes et coulées en pente douce

Deux sondages ont été effectués dans cette unité physique sur le pourtour de la Montagne d'Ambre sur les cartes U 31 et V 31, l'un au 1/25.000 sur le versant N-O, l'autre au 1/40.000 sur le versant est où les planèzes ont leur plus grand développement, au nord d'Anivorano.

Il y a prépondérance des surfaces planes ou légèrement inclinées. Les pentes fortes et les zones inutilisables sont constituées par les versants des vallées qui découpent les planèzes en gorges.

– Unité Physique n° 5 : Coulées en pente forte et projections

Trois sondages ont été effectués au 1/40.000 sur la carte U 31 de la Montagne d'Ambre. Les pentes sont ici très fortes, peu propices à toute mise en culture, bien souvent inaptées à toute forme de pâturage puisque couvertes en grande partie par la forêt. Les précipitations très importantes sur le sommet de la Montagne d'Ambre rendent toute forme de mise en valeur agricole très aléatoire. Les versants du sud sous savane présentent des traces permanentes d'érosion catastrophique (88,1 % inutilisable).

Il n'y a dans toute cette zone aucune trace de champs. L'homme s'en tient soigneusement à l'écart.

– Unité Physique n° 7 : Plateaux calcaires peu érodés

Etant donné la taille réduite de cette unité, présente uniquement entre Mitsinjo et Majunga, un seul sondage au 1/40.000 a été effectué et peut être considéré comme représentatif. Les bas-fonds présents sur les photos examinées étant plutôt des vallées sèches ont été assimilés aux pentes faibles ou nulles. Ils ne peuvent en aucun cas être irrigués.

– Unité Physique n° 8 : Plateaux basaltiques peu érodés

Trois sondages ont été effectués. Le premier concernant la coulée de Diégo-Suarez (carte U 30-31) à l'échelle du 1/10.000, le deuxième aux environs du dôme de Bekodoka (carte G 42) au 1/40.000 et le dernier au sud-est de Maintirano (carte D-E 45) au 1/25.000.

Les pentes faibles y sont dominantes mais ces plateaux sont toujours violemment attaqués par l'érosion à partir des rivières qui les traversent.

– Unité Physique n° 9 : Glacis d'épandage, dômes et placages sableux

Le libellé de cette unité physique rend bien compte de la diversité des formes rencontrées. Quatre sondages ont été nécessaires afin d'approcher au mieux la moyenne. En effet, il y a peu de points communs entre les carapaces sableuses de la région nord-ouest, fortement entaillées par les vallées et les grands glacis sableux du sud-ouest

dans la région de Manja par exemple.

Les écarts à la moyenne sont donc considérables surtout pour la proportion de terrains à fortes pentes. Quoiqu'il en soit, la grande majorité de cette unité physique est formée de terrains parfaitement plats.

– **Unité Physique n° 12 :**

Les remarques précédentes sont en grande partie valables pour cette unité physique.

– **Unité Physique n° 13 :** Aplanissement sur le socle cristallin

Un seul sondage concerne le dôme de Bekodoka (carte H 42). Il a été fait au 1/40.000. La surface utilisable, avant tout constituée par des zones planes d'interfluvies, est très réduite (26,3 %). Le relief est extrêmement compartimenté par une multitude de talwegs à tracé anarchique.

– **Unité Physique n° 14 :** Dépressions schisto-argilo-marneuses

Trois sondages : l'un dans la région de Port-Bergé (carte O 38) au 1/10.000 ; l'autre à proximité de Sitampiky sur le cours de la Mahavavy (carte K 41) au 1/40.000 ; le dernier à l'est d'Antsalova (carte F 46) au 1/25.000.

– **Unité Physique n° 15 :** Collines gréseuses ou calcaires, peu érodées

Cette unité est constituée par des collines gréseuses ou calcaires, recouvertes de façon variable par des placages sableux de l'unité n° 9 qu'il n'a pas été possible de distinguer à l'échelle de la carte.

Trois sondages ont été effectués soit sur collines gréseuses, soit sur collines calcaires. Les résultats n'en sont donc pas directement comparables. Cependant, la moyenne rend assez bien compte de la distribution d'ensemble des diverses formes du relief.

– **Unité Physique n° 16 :** Plateaux gréseux peu érodés

Trois sondages : l'un dans l'Ankarafantsika (carte N 40) au 1/40.000 ; l'autre au sud de la Tsiribihina (carte H 49) au 1/25.000 ; le dernier non loin de la Morondava (carte H 50) au 1/40.000.

Pour cette unité physique toutes les transitions existent entre le plateau non érodé ou très peu érodé comme l'Ankarafantsika et les formes gréseuses tabulaires séparées par des vallées assez profondément encaissées à versants rocheux. Cependant la moyenne pondérée nous semble donner un reflet assez fidèle de la réalité.

– **Unité Physique n° 19 :** Reliefs de dissection des basaltes

Deux sondages ont été faits sur les basaltes interstratifiés du Crétacé qui constituent la majeure partie de l'unité physique n° 19. Un dernier sondage a été effectué sur l'Analavelona qui n'a rien de commun avec l'ensemble de l'unité dans laquelle il

est classé (versants rocheux, rareté des surfaces planes, altitude élevée, dissection très poussée par les rivières). Il nous a donc paru bon d'affecter le coefficient 5 aux sondages effectués sur les cartes P 37 et F 46 (régions d'Analava et Antsalova) et le coefficient 1 au sondage sur l'Analavelona.

– **Unité Physique n° 20** : Plateaux karstiques, causses

Les sondages ont été effectués sur cette unité dans le Bemaraha, les documents photographiques existant sur le Kelifely étant trop mauvais pour être exploités valablement.

Le premier de ces sondages (feuille H 48 : Bemaraha centre) est assez significatif de l'ensemble des causses. La roche peu couverte ou à nu affleure pratiquement partout. Les espaces plans couverts d'un sol sont peu étendus. Cependant, l'existence de zones peu étendues, il est vrai, où la couverture pédologique n'est pas érodée nous a conduit à faire un deuxième sondage à 1/60.000 dans le Bemaraha.

Nous affectons le coefficient 5 au premier sondage et 1 au deuxième.

Il est probable que, pour cette unité physique, les zones considérées comme inutilisables peuvent localement fournir quelques ressources fourragères.

– **Unité Physique n° 21** : Dômes cristallins

Un seul sondage que nous considérons comme significatif a été effectué sur le Fonjaï au 1/40.000. Pentas fortes et zones inutilisables dominant.

– **Unité Physique n° 22** : Collines et plateaux calcaires érodés

Tous les types de dissection existent entre les unités morphologiques du type Manja (Feuille E 53 : sondage au 1/25.000) remarquables par le façonnement du plateau en larges buttes à sommets plats séparées par des glacis en pente faible et les unités du type Bemaraha où la majeure partie de la surface est rocheuse. C'est pourquoi la moyenne des deux valeurs extrêmes reflète assez fidèlement la réalité.

– **Unité Physique n° 23** : Reliefs de dissection des grès

Quatre sondages permettent de se faire une idée assez bonne de la valeur des terres. Cependant, il a été nécessaire de se livrer à des contrôles dans la région de Beroroha qui nous était apparue de meilleure qualité au survol aérien. Or une rapide estimation sur photo aérienne nous prouve le contraire.

Résultats des sondages par unité

Unité N°	Feuille 1/100.000	Echelle sondage	Valeurs pondérées				Types d'unités physiques et région
			1	2	3	4	
2	U 31	20.000	6.800	60.675	6.300	9.175	Planèzes et coulées en pente douce - N-O Montagne d'Ambre
2	V 31	40.000	11.040	163.080	38.240	43.720	Planèzes et coulées en pente douce — Est Montagne d'Ambre
Moy.			5 %	66 %	13 %	16 %	
5	U 31	40.000	—	—	12 %	88 %	Coulées en pente forte et projection — Sommet de la Montagne d'Ambre
5	U 31	40.000	1 %	—	32 %	67 %	
5	U 31	40.000	—	—	22 %	78 %	
Moy.				—	23 %	77 %	
7	K 39-40	40.000	—	66 %	—	34 %	Plateaux calcaires peu érodés — Entre Majunga et Mitsinjo
8	V 30-31	10.000	—	29.290	568	5.130	Plateaux basaltiques peu érodés — Coulée de Diégo-Suarez
8	G 42	40.000	960	104.200	60.480	31.960	Plateaux basaltiques peu érodés — Région Nord de Bekodoka
8	D-E 51	25.000	475	81.975	13.100	4.450	Plateaux basaltiques peu érodés — S-O de Maintirano
Moy.			1 %	65 %	22 %	12 %	
9	O 38	25.000	1.375	58.100	37.650	750	Glacis d'épandage dômes et placages sableux — Région de l'embouchure de la Sofia et de la Mahajamba
9	M 41	10.000	—	24.260	14.310	6.100	Glacis d'épandage dômes et placages sableux — Ambato-Boéni
9	E 53	25.000	875	93.000	—	—	Glacis d'épandage dômes et placages sableux — Région de Manja
9	F 54	15.000	—	92.025	1.425	—	Glacis d'épandage dômes et placages sableux — Région de Sakaraha
Moy.			1 %	81 %	16 %	2 %	

1 : Bas-fonds

2 : Pentes supérieures à 15 %

3 : Pentes inférieures à 15 %

4 : Pentes inutilisables

Unité N°	Feuille 1/100.000	Echelle Sondage	Valeurs pondérées				Types d'unités physiques et région
			1	2	3	4	
12	O-P 36	25.000	5.950	23.625	39.600	1.450	Plaines côtières avec recouvrement sableux — Ouest de la baie de Narinda
12	F 40	40.000	12.600	147.400	136.000	21.080	Plaines côtières avec recouvrement sableux — Cap Saint-André
12	F 48	25.000	4.950	94.175	—	—	Plaines côtières avec recouvrement sableux — Région du delta du Manambolo
12	D 53	25.000	—	98.975	—	—	
12	E-F 41	20.000	2.940	74.960	13.340	5.600	Plaines côtières avec recouvrement sableux — Ouest région de Besalampy
Moy.			4 %	64 %	28 %	4 %	Les pentes fortes et les terres inutilisables sont absentes au Sud du delta du Manambolo. La dissection y est beaucoup moins poussée
13	H 42	40.000	4 %	26 %	45 %	25 %	Aplanissement dans le socle cristallin — Dôme de Bekodoka
14	P 38	10.000	5.290	23.240	8.140	2.370	Dépressions schisto-argilo marneuses — Région Ouest Port-Bergé
14	K 41	40.000	6.080	74.290	11.080	28.920	Dépressions schisto-argilo marneuses — Région de Sitampiky
14	F 46	25.000	6.625	31.450	11.175	3.125	Dépressions schisto-argilo marneuses — Est Antsalova
Moy.			9 %	61 %	14 %	16 %	
15	O-P 36	25.000	7.725	26.125	46.975	1.425	Collines gréseuses ou calcaires érodées. Collines calcaires de la presqu'île de Narinda
15	H 45	10.000	13.100	25.670	7.520	2.252	Collines gréseuses ou calcaires érodées. Collines gréseuses à l'Est du Bemaraha
15	E 53	25.000	1.800	76.625	9.575	1.100	Collines gréseuses ou calcaires érodées — Ouest de Manja
Moy.			10 %	59 %	29 %	2 %	Prédominance des pentes faibles. Mais quantités appréciables des bas-fonds secs en saison sèche
16	N 40	40.000	—	213.360	26.960	5.960	Plateaux gréseux peu érodés — Ankarafantsika
16	N 49	25.000	—	51.400	5.325	38.325	Plateaux gréseux peu érodés — Sud - Tsiribihina
16	H 50	40.000	—	80.600	16.240	17.560	Plateaux gréseux peu érodés — Nord vallée Morondava
Moy.			—	76 %	11 %	13 %	

Unité N°	Feuille 1/100.000	Echelle Sondage	Valeurs pondérées				Types d'unités physiques et région
			1	2	3	4	
19	P 37	40.000	670	7.940	7.812	7.125	Reliefs de dissection des basaltes — Est baie Narinda
19	F 46	25.000	160	9.210	7.295	3.595	Reliefs de dissection des basaltes — S-O d'Antsalova
19	E 56	40.000	28	472	1.746	3.776	Reliefs de dissection des basaltes — Analavelona
Moy.			2 %	35 %	34 %	29 %	
20	H 48	25.000	—	2.280	110	18.785	Plateaux karstiques-Causse Bemaraha centre au Nord de la Tsiribihina
20	I 49	60.000	25	2.748	—	452	Plateaux karstiques-Causse Sud de la Tsiribihina
Moy.				21 %		79 %	
21	F-G 43 F-G 44	40.000	—	11 %	56 %	33 %	Dômes cristallins — Fonjaï
22	H 48	25.000	—	3.875	—	115.250	Collines et plateaux calcaires érodés — Bemaraha
22	E 53	25.000	—	23.750	35.550	37.400	Collines et plateaux calcaires érodés — O Manja
Moy.				13 %	16 %	71 %	
23	R 36	20.000	—	17.960	—	55.540	Reliefs de dissection des grès — Nord Antsohihy
23	I 44	40.000	920	59.480	64.960	11.272	Reliefs de dissection des grès — Région Beravina Nord
23	I 48	25.000	—	10.150	—	110.925	Reliefs de dissection des grès — Région Miandrivazo
Moy.				26 %	20 %	54 %	

BIBLIOGRAPHIE

- ALDEGHERI (M.), 1964 — Monographie hydrologique de l'Ikopa et de la Betsiboka.
 t. A : Les facteurs conditionnels du régime.
 t. B : Données hydrologiques 1969.
 t. C : Interprétation des résultats et caractéristiques du régime.
 t. D : Annexes. Débits journaliers 1963.
 TANANARIVE. O.R.S.T.O.M. 152 p. ronéo.
- ALDEGHERI (M.), 1967 — Monographie hydrologique du Mangoky.
 t. 1 : Facteurs conditionnels du régime.
 t. 2 : Données hydrologiques.
 TANANARIVE. O.R.S.T.O.M. 264 p. ronéo.
- BESAIRIE (H.), 1969 — Carte géologique au 1/500.000
 Feuille n° 3 : Majunga.
 Feuille n° 6 : Morondava.
 Service Géologie. TANANARIVE.
- BESAIRIE (H.), 1970 — Carte géologique au 1/500.000
 Feuille n° 8 : Ampanihy.
 TANANARIVE. Service géologique.
- BESAIRIE (H.), 1971 — Carte géologique au 1/500.000
 Feuille n° 1 : Diégo-Suarez.
 Feuille n° 2 : Antalaha.
 Service Géologique. TANANARIVE.
- BESAIRIE (H.), 1972 — Géologie de Madagascar
 I — Les terrains sédimentaires.
 Annales géologiques de Madagascar. Fasc. XXXV.
 TANANARIVE. Imp. Nat. 89 pl. h.t. bibl. 775 réf. 463 p.
- BOURGEAT (F.), ZEBROWSKI (C.), 1969 — Les vallées alluviales de l'Ouest et du Nord-Ouest de Madagascar. Caractéristiques de certains types de sols pour les cultures de décrue.
 Terre Malgache. N° 55. pp. 115-132.
- CASABIANCA (F. de), 1966 — Les sables roux malagasy entre la désertification et l'expansion agricole. L'alternative de la mise en culture. Résultats 1962-1966.
 t. I : Synthèse.
 t. II : Annexes.
 TANANARIVE. Doc. IRAM, N° 85. ronéo.
- HERVIEU (J.), 1968 — Contribution à l'étude de l'alluvionnement en milieu tropical.
 Mém. O.R.S.T.O.M. N° 24. PARIS. Bibli. 250 réf. 76 pho. 465 p.

- KILIAN (J.), 1972 — Les inventaires morpho-pédologiques - Conceptions - Applications au développement agricole.
L'Agron. Trop. vol. XXVII. N° 9. pp. 930-938.
- MORAT (Ph.), 1972 — Contribution à l'étude des savanes du Sud-Ouest de Madagascar.
Mém. ORSTOM. N° 68. 235 p. 1 carte h.t. Paris.
- MOUREAUX (C.), RIQUIER (J.), 1953 — Notice de la carte pédologique Manja - Mahabo - Morondava.
Mém. IRSM. sér. D. t. V. pp. 93-172.
- SEGALEN (P.), 1956 — Notice sur la carte pédologique de reconnaissance au 1/200.000, feuille n° 13 : Marovoay - Mahajamba.
Mém. IRSM. sér. D. t. VII. pp. 161-260.
- SEGALEN (P.), 1956 — Notice sur la carte pédologique de reconnaissance au 1/200.000, feuille n° 12 : Mitsinjo - Majunga.
Mém. IRSM. sér. D. t. VII. pp. 93-160.
- SEGALEN (P.), 1956 — Notice sur la carte pédologique de reconnaissance au 1/200.000, feuille n° 1 : Diégo-Suarez.
Mém. IRSM. sér. D. t. VII. pp. 261-315.
- VIEILLEFON (J.), 1961 — Carte pédologique de reconnaissance et notice. Feuille Antonibe. N° 7.
TANANARIVE. IRSM. 73 p.
- VIEILLEFON (J.), 1963 — Carte pédologique de reconnaissance et notice. Feuille Antsohihy. N° 8.
TANANARIVE. IRSM. 87 p.
- VIEILLEFON (J.), BOURGEAT (F.), 1965 — Cartes pédologiques de reconnaissance au 1/200.000.
Feuille d'Ambilobe. Notice explicative.
TANANARIVE. ORSTOM. 92 p.

MILIEU HAUTES TERRES



Liste des Unités

- | | |
|--|---|
| 1 Bas-fonds | 9 Reliefs dérivés de la surface III |
| 6 Formations fluviolacustres | 14 Surface II conservée ou rajeunie |
| 4 Glacis quaternaires | 10 Reliefs dérivés de la surface II |
| 11 Glacis d'ablation et d'épandage | 13 Reliefs de dissection, bas-fonds et colluvions |
| 2 Cendres et coulées quaternaires | 17 Surface I conservée ou rajeunie |
| 7 Reliefs dérivés et de dissection des coulées plio-quaternaires | 21 Reliefs résiduels et de dissection |
| 8 Reliefs de rajeunissement des coulées plio-quaternaires | 23 Reliefs résiduels, reliefs de dissection et reliefs appalachiens |
| 15 Hauts-plateaux basaltiques et trachytiques | 22 Reliefs de dissection de la bordure occidentale du socle |
| 12 Surface III conservée ou rajeunie | 24 Roche à nu |

GENERALITES

La classification des unités physiques sur les Hautes Terres ne s'appuie guère sur les critères géologiques. Ceux-ci n'ont servi que pour délimiter les zones de roche nue et régolithes (massifs de granites, quartzites, voire cipolins) et pour distinguer les roches volcaniques des roches cristallines et métamorphiques. Pour l'essentiel, on s'est appuyé, à la suite des travaux de F. BOURGEAT, sur des critères morphologiques.

Ce choix se justifie dans la mesure où la notion essentielle de distinction de la qualité des sols semble être leur degré de décapage, de « rajeunissement ». En effet, l'évolution ferrallitique, rapide et profonde sur l'essentiel des Hautes Terres, aboutit, si elle n'est pas contrariée par une ablation rapide, à la formation de sols profonds, aux horizons essentiellement argileux, mal structurés, très pauvres en éléments échangeables, très désaturés, et dont les réserves totales en bases sont faibles ou très faibles ; leur mauvaise structure et leur faible capacité d'échange rend leur amélioration, sinon impossible, du moins difficile et sans doute économiquement discutable. Sous forêt, l'horizon humifère peut être appréciable mais il est rapidement détruit lors de la mise en culture. Le rajeunissement, au contraire, en faisant disparaître les horizons ferrallitisés désaturés, met à jour des horizons moins pauvres en éléments échangeables, et dont la texture et la structure sont généralement meilleures : il ne s'agit pas, certes, de sols riches, mais de sols plus facilement améliorables, à condition du moins que leur mise en culture ne provoque pas une érosion trop violente.

L'érosion provoque, d'autre part, la constitution de sols d'apport, dont certains connaissent une évolution vers l'hydromorphie. Parce que situés dans les zones basses, non menacés par l'érosion, bien alimentés (parfois même à l'excès) en eau, ces sols peuvent passer pour riches. De fait, nous les avons nous-mêmes classés parmi les meilleurs (unités 1 et 6) ; toutefois, il convient de nuancer ce point de vue : les sols d'apport ont une valeur variable selon les éléments apportés, et par conséquent selon la roche-mère, les reliefs, et donc les sols situés en amont. L'utilisateur des cartes devra garder ceci en mémoire, et nuancer la valeur des unités de sols d'apport selon la valeur des sols d'amont, ne pas attribuer par exemple la même valeur aux alluvions fluvio-lacustres situées en aval de reliefs volcaniques récents (région d'Antsirabe) et à celles qui sont situées en contrebas de surfaces anciennes aux sols profondément ferrallitisés (cas du sillon du Mangoro).

En raison de l'importance des critères morphologiques dans notre classification, il semble utile de rappeler les grandes lignes de l'évolution morphologique des Hautes Terres malgaches, telle qu'elle est actuellement connue.

À la suite des travaux de M. PETIT et F. BOURGEAT, on distingue actuellement sur les Hautes Terres trois niveaux d'érosion successifs, d'importance et d'étendue inégales.

1) La **Surface I**, ou **Niveau des Tampoketsa**, la plus ancienne et la plus élevée. Recoupant sur le Kamoro et le Tampoketsa d'Analamaitso un substrat cristallin fossilisé sous 100 mètres de grès arkosiques et de basaltes crétacés, elle peut sans doute être datée du crétacé terminal. Il s'agit d'un aplanissement à peu près parfait et général, tronquant les roches les plus dures, et dont les témoins les mieux conservés donnent une excellente idée de ce que peut être un aplanissement achevé (Tampoketsa de Fenoarivo).

La Surface I a été ultérieurement déformée par un vaste bombement dont l'axe semble passer dans la région de la Sahanivotry (confins du Vakinankaratra et du Betsileo) où elle atteint son altitude maximale (environ 1.950 mètres).

2) La **Surface II**, ou **Surface intermédiaire**, attribuée au méso-tertiaire, est un aplanissement moins achevé, dont les témoins actuels se situent entre 1.150 et 1.600 mètres (maximum dans le nord du Betsileo, région d'Ambositra). Elle tranche elle aussi des roches dures, mais de manière moins systématique que la Surface I.

3) La **Surface III**, présumée fini-tertiaire, est en fait représentée par une série d'aplanissements locaux, qui ne tronquent que les roches les plus facilement altérables, principalement les gneiss. L'altitude de ces alvéoles d'ampleur variable, particulièrement importantes dans le Moyen-Ouest, varie localement selon les niveaux de base hydrographiques. La Surface III présente un caractère nettement polycyclique, étant fréquemment retouchée par des systèmes d'épaulements et de glaciers quaternaires ; ceux-ci ont une ampleur particulière dans le nord du Moyen-Ouest (région de Tsiroanomandidy), tandis qu'ailleurs ils ne constituent que des niveaux très localisés le long des principaux axes hydrographiques.

La dissection de ces surfaces d'érosion en croupes plus ou moins massives a donné naissance à des formes d'érosion qualifiées par M. PETIT et F. BOURGEAT de surfaces rajeunies, reliefs de rajeunissement, reliefs dérivés et reliefs résiduels (1).

Il y a filiation directe entre toutes ces formes qui correspondent à des stades successifs de dégradation d'une surface. Le schéma d'évolution étant identique, cette terminologie s'applique de la même façon aux formes issues de la dissection de l'une ou l'autre des trois surfaces, avec cependant des nuances : en règle générale les formes sont d'autant plus lourdes que la surface d'origine est ancienne, la qualité des sols diminuant également avec leur ancienneté.

Les reprises d'érosions dues aux alternances climatiques du Quaternaire ont donné naissance à des formes d'accumulation dans les bassins les plus importants. On distinguera sommairement à la suite de F. BOURGEAT :

- une terrasse supérieure dont les dépôts se sont accumulés lors du displuvial moramangien, phase de climat plus sec et surtout plus contrasté provoquant des crues violentes et un actif remblaiement du lit majeur des cours d'eau ;
- une terrasse moyenne dont les dépôts sont qualifiés de sambainiens, édifée lors du displuvial suivant, après une phase de creusement de la terrasse supérieure ;

(1) Cf. BOURGEAT (F.), HUYNH VAN NHAN, VICARIOT (F.) et ZEBROWSKI (C.) — 1973 — Relations entre le relief, les types de sols et leurs aptitudes culturales sur les Hautes Terres malgaches. Paris. Cahiers ORSTOM. Série Biologie.

— enfin une terrasse inférieure très localisée le long de certains cours d'eau, constituée de dépôts sub-actuels et soumise à l'inondation des crues les plus importantes ; les cours d'eau y sont faiblement encaissés.

UNITE PHYSIQUE N° 1 : BAS-FONDS

Sols d'apport

– Surface

7.752 Km² – 4 % de la superficie du milieu.

– Définitions générales

– Bas-fonds : Ensemble des surfaces planes qui se trouvent généralement de part et d'autre d'un cours d'eau, qui sont limitées par des versants et qui sont formées par des dépôts récents ou actuels, plus ou moins fins ou homogènes, d'origine alluviale ou colluviale.

– Topographie et pente : Pente d'ensemble faible dans le sens longitudinal, parallèle au cours d'eau. Pente transversale faible, également, perpendiculaire au cours d'eau dans le sens versant-cours d'eau, parfois en sens inverse. Topographie d'ensemble plane mais parfois bouleversée dans le détail à cause de nombreux bourrelets de berge, d'anciens lits, de terrasses, ou des modifications dues à l'homme.

– Drainage : Conditionné par le niveau de base local. Ecoulement des eaux dans le lit souvent contrarié par des seuils rocheux. Ecoulement transversal vers le cours d'eau souvent mauvais en raison de la topographie de détail bouleversée ou d'une pente transversale inverse (bourrelet de berge).

– Localisation et description générale

Seuls ont été cartographiés les bas-fonds de grande taille (plusieurs centaines d'hectares) qui posent des problèmes d'aménagement d'ensemble compte tenu des moyens techniques traditionnels.

Il y a donc lieu de distinguer les réseaux de bas-fonds non cartographiés mais qui représentent une certaine superficie, dans des proportions variables d'une unité physique à l'autre, et les divers types de bas-fonds cartographiés.

1. Les réseaux de bas-fonds (non cartographiés mais planimétrés)

D'une unité physique à l'autre, on peut grosso-modo distinguer :

– les bas-fonds drainant la Surface I conservée ou rajeunie (n° 17) : ils forment un réseau en arêtes de poisson, les axes de drainage principaux et les talwegs secondaires sont rectilignes, à fond plat et marécageux, peu encaissés. Leur développement est moyen : 5 à 10 % de la superficie totale de cette unité physique. Des dépressions fermées sont décelables sur les témoins d'aplanissement ;

– les bas-fonds drainant la Surface II conservée ou rajeunie (n° 14) : ils forment un réseau analogue au précédent, avec le plus souvent un meilleur écoulement d'ensemble et une individualisation plus marquée (5 à 10 % de la superficie totale) ;

– les bas-fonds drainant la Surface III conservée ou rajeunie (n° 12) : peu dé-

veloppés, à fond plat, ils peuvent constituer des réseaux d'ampleur variable selon l'existence ou non de seuils rocheux. Leur encaissement est variable.

Pour tous ces réseaux de bas-fonds, on notera que la présence locale de seuils rocheux entraîne l'existence de petits bassins fermés de quelques hectares, voire de quelques dizaines d'hectares. Quand le drainage naturel est correct, tous ces bas-fonds sont utilisés en riziculture (5 à 15 % de la superficie totale) ;

— les bas-fonds des reliefs dérivés (n° 9 et 10) : ils sont peu développés et à pente importante. En général, ils sont occupés par une riziculture en gradins. Ce réseau de talwegs aménagés s'articule autour de petites vallées de formes variables, et dont le tracé dépend des conditions morphologiques d'ensemble. Ces vallées sont étroites et présentent peu de bas-fonds, à l'exception de celles qui ont été ennoyées en raison d'accidents tectoniques et qui sont en général cartographiées (10 % de la superficie totale) ;

— les bas-fonds de l'unité physique « association bas-fonds reliefs de dissection » (n° 13) : dans cette unité physique au relief très accentué, les bas-fonds sont peu nombreux, étroits et pentus, mais de bonne qualité et très utilisés. Les talwegs primaires et secondaires sont riches en colluvions provenant des sols pénévolués des versants. Ils débouchent sur des vallées en général assez étroites, mais à fond plat et bien drainées (2 à 6 % de la superficie totale) ;

— les bas-fonds des glacis quaternaires (n° 4) : des axes hydrographiques principaux en général étroits et avec peu de bas-fonds drainent un réseau de bas-fonds assez dense en « bois de renne », à pente sensible, mais assez larges, surtout dans la région de la Sakay. Le raccordement avec les versants, convexes, est brusque. Ces bas-fonds peuvent atteindre 15 % de la superficie totale de cette unité ;

— les bas-fonds des formations fluvio-lacustres (n° 6) : le réseau hydrographique actuel s'imprime dans les alluvions anciennes d'origines diverses ; son importance et ses conditions de drainage sont fonction du niveau de base local ou de rejeux de la tectonique récente. Dans le sillon du Mangoro, les bas-fonds ont peu d'ampleur, sont souvent rectilignes et très mal drainés, leur qualité est très médiocre. Dans la vallée de l'Itomampy (Lavaraty), on observe un vagabondage important de ce fleuve et de multiples méandres ou anciens méandres, riches en alluvions mais drainés ; l'ampleur est telle qu'ils ont été cartographiés (6 à 12 % de la superficie totale) ;

— les bas-fonds des glacis d'ablation et d'épandage (n° 11) : ils sont étroits, très peu importants (souvent moins de 1 % de la superficie totale de cette unité), peu encaissés et très médiocrement pourvus en alluvions et colluvions. Présence de cuvettes perchées sur les glacis, en voie de colluvionnement.

2. Les types de bas-fonds cartographiés et leur localisation

Il y a deux grands types de bas-fonds cartographiés :

- les vallées alluviales ;
- les plaines de niveau de base local.

— *Les vallées alluviales*

Sur les Hautes Terres, les rivières moyennes et les fleuves forment des couloirs de largeur variable et aux tracés divers, mais souvent rectilignes sur des distances importantes, fonction de la morphologie d'ensemble des zones traversées. Ces couloirs à fond plat ont une pente d'ensemble qui peut être assez forte de manière continue, ou au contraire faiblement marquée le long de certains paliers séparés par des accidents du relief de faible importance (affleurements rocheux).

Les principales vallées cartographiées sont :

- . les vallées de la région de Matsoandakana, drainés par Antanambalana vers la baie d'Antongil ;
- . les vallées de l'ensemble composé par la Sofia et ses affluents principaux ;
- . certaines portions de vallées des fleuves tranchant les Tampoketsa ;
- . la vallée moyenne de l'Onive et de ses affluents ;
- . quelques vallées de la région de Fandriana ;
- . quelques vallées de l'ensemble Haute Matsiatra
- . les vallées de l'Ionaivo et de l'Itomampy ;
- . l'ensemble de l'Ihosal dans la région d'Ihosal ;
- . quelques vallées de la région de Betroka.

Le contact avec les versants est généralement brusque et bien marqué. Le drainage longitudinal est bon ; le drainage latéral parfois obstrué par les bourrelets. Dans les vallées très larges, de petites cuvettes de décantation sont fréquentes.

— *Les plaines de niveau de base local*

Elles constituent la majeure partie des bas-fonds des Hautes Terres et peuvent atteindre une ampleur considérable (plusieurs dizaines de milliers d'hectares). Elles sont dues à des effets de barrage résultant soit d'accidents tectoniques (seuils rocheux, effondrements), soit de manifestations volcaniques.

Les principales plaines de niveau de base local sont :

- . l'ensemble Mangindrano-Bealanana, drainé par la Maevarano ;
- . l'ensemble cuvette d'Andilamena, lac Alaotra, cuvette de Didy, dont le drainage s'effectue vers la côte orientale ;
- . les cuvettes d'Antanetibe-Ambatomanoïna et les plaines de Tananarive, drainées par Betsiboka — et Ikopa ;
- . les petits ensembles formés dans le massif de l'Itasy (marais d'Ifanja, lac Itasy et ses bordures) ;
- . les plaines de l'Ankaratra et leurs bordures : plaine d'Ambohibary-Sambaina, bassins de Faratsiho et Vinaninony, plaine d'Andratsay ;
- . les plaines de Manandona et Bemaha, dans la Haute Mania.

Le problème commun de ces plaines ou cuvettes situées souvent le long de cours d'eau importants est celui du drainage, gêné par les accidents qui sont à l'origine de leur formation.

– Végétation

La végétation de l'ensemble des bas-fonds des Hautes Terres est fonction des conditions édaphiques. Elle se compose principalement de :

- plantes de marais, plantes aquatiques et semi-aquatiques ou de milieu humide, avec prédominance de *Cyperus madagascariensis* (zozoro), *Eleocharis plantaginea* (harefo), *Phragmites mauritianus* (bararata), roseaux sur sols sableux, plantes de tourbières et arbustes de milieu humide ;

- graminées et cypéracées de milieu humide : *Scirpus juncae* que l'on retrouve en abondance dans les rizières mal sarclées ;

- tapis graminéen variable sur les terrasses ;

- arbres et arbustes de milieu humide formant des galeries ;

- végétation introduite.

– Sols

Les sols de bas-fonds sont fonction des types de dépôt et de l'hydromorphie qui dépend des conditions du drainage.

- sur les bourrelets et terrasses anciennes : sols ferrallitiques jaunes à structure bien développée et sols peu évolués d'apport fluvial à horizon humifère d'épaisseur variable, bonnes propriétés physico-chimiques ;

- dans les plaines d'inondation : on trouvera toute la gamme des sols hydromorphes allant des sols hydromorphes peu humifères à pseudo-gley dans les zones à engorgement temporaire aux sols à gley d'ensemble, puis aux sols hydromorphes moyennement organiques (semi-tourbeux) jusqu'aux sols hydromorphes organiques (tourbeux) dans les zones à submersion permanente.

– Utilisation actuelle

A l'exception des grandes zones marécageuses dont l'utilisation ne peut être envisagée sans travaux d'aménagement, ces bas-fonds sont très occupés par la riziculture et concentrent autour d'eux une forte population, que ce soient des plaines, des vallées alluviales ou des réseaux de bas-fonds drainant les différents types de reliefs. On notera toutefois quelques exceptions remarquables :

- les bas-fonds drainant l'unité physique n° 6 sont très faiblement peuplés surtout dans le fossé du Mangoro et dans la zone de Lavaraty, en raison principalement de leur très médiocre qualité ;

- les bas-fonds drainant les terrains des surfaces anciennes sont pratiquement inutilisés par l'agriculture ;

D'une façon générale, la difficulté à utiliser un bas-fond selon les techniques traditionnelles croît en fonction de sa taille et de très grandes étendues ne peuvent être aménagées faute d'organisation collective et de population, ou faute de moyens techniques.

UNITE PHYSIQUE N° 6 : FORMATIONS FLUVIO-LACUSTRES

Sols ferrallitiques rajeunis à structure peu dégradée

Unité localisée assez étroitement dans les bassins dont le drainage a été perturbé par la tectonique et (ou) le volcanisme récent : dépression du Mangoro, bassin de l'Onive, bassin d'Antsirabe, dépression de Ranotsara et vallée d'Itomampy.

– Surface

2.119 Km² – 1 % de la superficie du milieu.

– Géologie

Sédiments récents dont la nature dépend de celle des hauteurs ; massifs situés en amont, roches cristallines, roches volcaniques plus ou moins récentes. La richesse des sols dépend fortement de la nature et de l'évolution des hauteurs d'amont, d'où de fortes différences entre les bassins entourés de reliefs dans les roches cristallines ou éruptives anciennes et ceux qui sont dominés par des reliefs volcaniques récents, donnant des alluvions plus riches, tandis que dans la vallée du Mangoro, les alluvions sont issues de sols très profondément altérés et présentent peu de différences (sinon celles qui sont liées à la topographie et au régime hydrique) avec les sols voisins, formés sur migmatites.

– Morphologie

Topographie peu accidentée (dans le Haut Mangoro, les dénivelées n'atteignent pas 30 m). On distingue :

- une terrasse ancienne, moramangienne, conservée notamment à l'amont de certains seuils rocheux, ou dans des zones tectoniquement effondrées ;
- une terrasse moyenne, sambainienne, assez peu développée sur les Hautes Terres, sauf dans le bassin de l'Onive ;
- des alluvions récentes, généralement fines.

Dans la plaine de Ranotsara (vallée de Menaraka), la surface alluviale ancienne est modelée en glacis plus ou moins développés. Le long des grands axes, ceux-ci sont disséqués par érosion régressive tandis qu'une plaine alluviale s'individualise nettement en contrebas.

En général, à la surface des glacis, le drainage est inexistant, expliquant la présence de nombreuses dépressions marécageuses.

– Végétation

Pseudo-steppe à graminées sur les terrasses bien drainées. Dans l'Onive et à Antsirabe, tendance au réembroussaillage en *Helichrysum* et *Mimosa*. Cypéracées ou prairie à *Helichrysum* dans les zones mal drainées.

– Sols

– sur terrasse ancienne bien conservée, sols ferrallitiques anciens et profonds, enrichis en minéraux peu altérables, très pauvres en bases, mais ayant de bonnes propriétés physiques. Dans le sillon du Mangoro, sols jaunes sur rouge dans les dépôts fins ou sols jaunes et podzols, sur sables, très appauvris ;

– sur terrasse moyenne bien conservée, où les apports sableux sont prédominants, et où l'on trouve des minéraux primaires souvent à 2-3 m seulement, sols ferrallitiques rajeunis, enrichis en minéraux peu altérables, ou hydromorphes, toujours assez riches en matière organique, assez bonne teneur en potasse et en phosphore ;

– sur terrasse érodée : sols ferrallitiques pénévolués, hydromorphes, à texture très variable. L'hydromorphie se rencontre vers 1,50-2 m.

Sols hydromorphes moyennement organiques, très désaturés ;

– sur alluvions récentes : dans le bassin de l'Onive, variations sensibles en fonction d'une topographie complexe d'anciens méandres. Sols peu évolués d'apport, hydromorphes, ou hydromorphes moyennement organiques ;

– dans la plaine de la Menaraka :

. sols ferrugineux tropicaux à concrétions, pauvres en matière organique, à capacité d'échange et à teneurs en bases échangeables très faibles sur les glacis d'interfluves ;

. dans les vallées, sols hydromorphes à engorgement permanent, sols salés, sols d'alluvions plus ou moins évolués.

– Utilisation actuelle

Les sols ferrallitiques anciens ou rajeunis sur surfaces planes sont très peu cultivés, et portent surtout broussailles ou reboisements.

Cultures (manioc, patate) sur sols pénévolués des terrasses érodées.

Sur bourrelets de berge et autres alluvions récentes toujours exondées, maïs, saonjo, haricot, pomme de terre ; cultures semblables sur sols hydromorphes assez bien drainés des alluvions anciennes.

Dans les zones basses des alluvions récentes, rizières ou cultures de contre-saison. Les secteurs les plus humides servent de pâturage en saison sèche.

Les sols ferrugineux tropicaux de la plaine de Ranotsara ne sont pas cultivés et sont parcourus par le bétail.

Il en est de même pour les autres types de sol qui pourraient localement être irrigués et porter du riz.

UNITE PHYSIQUE N° 4 : GLACIS QUATERNAIRES

Sols ferrallitiques, rajeunis, enrichis en minéraux peu altérables, friables

Cette unité n'a pu être cartographiée que dans le Moyen-Ouest de la Préfecture de l'Itasy (Sous-Préfecture de Tsiroanomandidy et Miarinarivo) ; elle ne semble pas s'étendre sensiblement au sud de la Mahajilo. Le remaniement quaternaire, provoquant la formation de petits niveaux locaux, est sensible ailleurs sur les Hautes Terres, autour de Tananarive et d'Ambositra notamment, et plus généralement en étroits couloirs le long des axes hydrographiques principaux, qui n'ont pu être cartographiés à cette échelle.

— Surface

2.565 Km² — 1 % de la superficie du milieu.

— Géologie

Le remaniement quaternaire, comme le niveau fini-tertiaire, n'intéresse que les roches les plus facilement altérables et érodables, notamment les gneiss, et localement les gabbros.

— Morphologie

Bas plateaux, d'altitude comprise entre 750 et 900 mètres, actuellement disséqués par un réseau hydrographique dense, en bois de renne ; leur pente longitudinale est inférieure à 5 % et orientée vers les axes hydrographiques principaux. Malgré cette pente faible, l'érosion par ruissellement diffus est sensible, car les sols sont fragiles. Le contact avec les bas-fonds est brusque, par l'intermédiaire de versants convexes, dont les pentes peuvent être localement supérieures à 80 %. Les talwegs actuels, au réseau très ramifié et hiérarchisé, sont souvent dominés par un système d'épaulements correspondant à un ancien niveau d'accumulation ; ils sont parfois accidentés de témoins de cette phase. Sur les glaciis, on note l'existence de petites dépressions fermées, saisonnièrement inondées, souvent disposées en alignements dans le prolongement des talwegs.

Les talwegs, très larges quoique leur pente soit sensible, dans la région de la Sakay, sont au contraire étroits, avec un profil en V, dans l'ouest de la région (Belobaka).

	Sakay Réunionnaise	Ambatomainy Partie Est	Ambatomainy Partie Ouest	Belobaka
Pentes sup. à 12 %	56,9 %	49,9 %	35,6 %	42,4 %
Pentes inf. à 12 %	29,4 %	41,8 %	51,7 %	47,7 %
Bas-fonds	13,7 %	6,6 %	12,3 %	5,9 %
Terrasses	—	1,7 %	0,4 %	4,0 %

— Végétation

Sur plateaux, savane à *Heteropogon contortus* et *Hyparrhenia*, avec taches d'*Aristida*. Couverture du sol à 80 %. Sur pentes, pseudo-steppe à *Aristida*, sol couvert à 20-50 %. Dans les zones en défens, réembroûssaillement par goyaviers et *Sarcobothrya strigosa*. Bas-fonds : prairie mouilleuse à *Leersia*, *Panicum glanduliferum*, marais à cypéracées. Forêts galeries, dans les zones les moins peuplées, surtout dans les vallons étroits.

— Sols

— des plateaux : les sols étant sensiblement décapés, l'influence de la roche-mère est beaucoup plus notable que sur des sols plus anciens. On distingue :

- . Sol brun-rouge, sur gabbros, ferrallitique rajeuni typique, bien structuré, très poreux, enracinement profond, relativement riche chimiquement, sans quartz. Taux de saturation de l'ordre de 40 % ; pH 6. La fumure de redressement y est inutile.

- . Sol beige sur gneiss : sol ferrallitique rajeuni, à horizon friable, très poudreux, donc assez fragile. A faible profondeur (30 cm environ) formation d'un horizon compact lorsque la savane est brûlée.

Dans les deux cas, les rendements de maïs sur défriche sont de l'ordre de 6 tonnes à l'hectare.

— des cuvettes :

- . sols hydromorphes moyennement organiques, dans la partie centrale ;
- . sols hydromorphes minéraux à la périphérie.

— des versants :

- . sols ferrallitiques érodés, très fortement rajeunis (pénévolués), très fermes ;

- . ou sols ferrallitiques rajeunis, comportant encore des minéraux peu altérables dans la partie haute du profil.

Ces sols sont riches, mais menacés par l'érosion.

— au contact des bas-fonds :

- . sols peu évolués d'apport de colluvions, ou, sur pentes faibles, sols ferrallitiques hydromorphes.

— Utilisation actuelle

Agriculture traditionnelle (employant largement la charrue légère) à base de maïs autour des villages, de manioc sur les plateaux plus éloignés et les bas de pente. Pâturage extensif, en voie de réduction par suite de l'extension des cultures. Dans les secteurs aménagés de manière rationnelle, culture en courbes sur des pentes inférieures à 12 % (maïs, manioc, riz de tanety, arachide), mais les paysans continuent d'utiliser fréquemment les pentes.

UNITE PHYSIQUE N° 11 : GLACIS D'ABLATION ET D'EPANDAGE
Sols ferrugineux rouges

Ces glacis s'étendent dans la partie occidentale des Hautes Terres, à partir de l'Ikalamavony au nord ; d'abord combinés avec les reliefs rajeunis de la surface finitertiaire, ils les reliaient très largement dans le sud des Hautes Terres.

— **Surface**

8.768 Km² — 4 % de la superficie du milieu.

— **Géologie**

Les glacis, comme la surface finitertiaire, sont développés sur les roches du socle les plus facilement altérables, gneiss notamment.

— **Morphologie**

Unité caractérisée par un relief peu marqué. Les interfluves, de vastes dimensions, ont des pentes longitudinales très faibles, dirigées vers les grands axes hydrographiques. En travers, ils présentent un profil convexe peu accusé. Les interfluves sont limités par les talwegs de petites vallées, très étroites, aux versants raides, mais médiocrement encaissées ; de ce fait, les colluvions sont très rares, et les bas-fonds, peu étendus, se trouvent moins dans les vallées que dans des cuvettes perchées, en voie de comblement par colluvionnement.

Malgré les faibles pentes, l'érosion par ruissellement diffus, est vigoureuse, en raison d'un climat très contrasté.

Exemple à Ikalamavony :	. Bas-fonds	: 1,02 %
	. Colluvions sur pentes supérieures à 12 %	: 0,31 %
	. Pent. inf. à 12 %	: 93,73 % dont 37,97 forte- ment érodées
	. Pent. sup. à 12 %	: 4,94 %

— **Végétation**

Presque uniquement herbacée dans la partie septentrionale ; pseudo-steppe à *Aristida*, avec un peu d'*Heteropogon contortus* dans les secteurs les plus érodés ; ailleurs, savane à *Heteropogon contortus*. Au sud d'Ambalavao, apparition d'arbres dans la savane : « Sakoa », « Tsingilofilo », « Mangarahara » principalement.

— **Sols**

Du nord au sud, on passe des sols ferrallitiques (région d'Ikalamavony) aux sols ferrugineux tropicaux, avec dans les secteurs intermédiaires des sols complexes, témoignant d'alternances d'évolution vers le ferrugineux ou le ferrallitique (région d'Ihosy) :

- . au nord, sols ferrallitiques rajeunis à structure plus ou moins dégradée ;

. au sud, sols jaunes ferrugineux, ou faiblement ferrallitiques, présentant localement des traces d'hydromorphie ; structure dégradée ;

. plus fréquemment, au sud, sols rouges ferrugineux à structure compacte dégradée.

– **Utilisation actuelle**

Zones de faible densité, encore essentiellement vouées au pâturage extensif. La faible étendue des bas-fonds rend problématique le peuplement paysan spontané.

UNITE PHYSIQUE N° 2 : CENDRES ET COULEES QUATERNAIRES

Andosols

– Surface

513 Km² – Moins de 1 % de la superficie du milieu.

– Localisation

Cette unité physique est localisée uniquement au nord et au sud du massif volcanique de l'Ankaratra, dans la région dite de l'Itasy et dans celle d'Antsirabe-Betafo.

– Géologie

Manifestations les plus récentes du volcanisme de l'Ankaratra : projections, scories et cendres ; coulées de basaltes, basanites et basanitoïdes.

– Morphologie

Trois distinctions peuvent être faites :

- des appareils d'émission encore bien conservés quoique soumis à une érosion intense, de type vulcanien ou strombolien ;

- les zones recouvertes par les projections, généralement proches des appareils d'émission ;

- les coulées individualisées, parfois remarquablement conservées (type cheire) et n'ayant pas encore donné de sol.

– Végétation

Tapis graminéen de base recouvrant plus ou moins bien le sol selon son degré de surpâturage et l'importance des brûlis. Sur les cheires, on peut observer une végétation à tendance xérophytique.

– Sols

Les coulées ont donné lieu à la formation d'andosols, qui ont pour caractéristique une très forte teneur en matière organique, et d'excellentes propriétés physico-chimiques. Le taux de matière organique est particulièrement élevé en surface (plus de 10 %) et la capacité d'échange est forte dans les horizons très organiques.

Les sols sur cendres sont poreux ; la texture des andosols de l'Itasy est limoneuse à limono-sableuse ; dans l'Ankaratra, elle est argileuse. Leur teneur en produits amorphes (silice) est élevée.

– Utilisation actuelle

Cette unité physique est très fortement utilisée par une population nombreuse qui pratique divers types d'agriculture qui sont largement fonction de l'agencement

des différentes formations volcaniques. Les pentes des appareils et les zones recouvertes de projections sont consacrées aux cultures pluviales, vivrières ou commerciales (maïs, haricot, tabac, arachide) et aux pâturages, tandis que les coulées bien décomposées sont intensément cultivées en riz. Dans l'Itasy subsistent quelques plantations d'aleurite.

UNITE PHYSIQUE N° 7
RELIEFS DERIVES ET DE DISSECTION DES COULEES PLIO-QUATERNAIRES

Sols ferrallitiques fortement rajeunis
Andosols

– **Surface**

505 Km² – Moins de 1 % de la superficie du milieu.

– **Localisation**

Versant oriental de l'Ankaratra principalement.

– **Géologie et morphologie**

Il s'agit de formes issues des grandes coulées plio-quaternaires du massif de l'Ankaratra, situées surtout dans la région d'Ambatolampy. Le matériau de base est le basalte. Leur degré d'évolution est inégal, ce qui a quelque peu bouleversé l'ordonnance initiale des coulées. Les bas-fonds sont rares, étroits et pentus. L'ensemble présente une succession de versants diversement orientés, culminant à des altitudes peu différentes, issus du niveau supérieur de la coulée. L'ampleur de ces versants est faible et la pente moyenne à forte.

– **Végétation**

Tapis graminéen et forêt reconstituée (pins, eucalyptus, mimosa).

– **Sols**

Andosols (voir unité physique n° 2) à forte teneur en matière organique, entretenue par une pluviométrie élevée en altitude et un tapis herbacé, et pouvant atteindre 30 % avec un rapport C/N dépassant 20. La teneur en eau est élevée et la dessiccation irréversible.

Sur pentes, sols ferrallitiques pénévolués typiques à structure bien développée. Leurs propriétés physiques sont meilleures que celles des sols équivalents formés sur roches cristallines (cf. Unités physiques n° 9 et 10).

– **Utilisation actuelle**

Unité très largement utilisée pour les cultures pluviales vivrières ou commerciales (maïs, tabac, pomme de terre, arboriculture, manioc).

UNITE PHYSIQUE N° 8
RELIEFS DE RAJEUNISSEMENT DES COULEES PLIO-QUATERNAIRES
Sols ferrallitiques rajeunis, friables et concrétionnés

– Surface

421 Km² – Moins de 1 % de la superficie du milieu.

– Localisation

Principalement sur le versant oriental de l'Ankaratra.

– Géologie et morphologie

Coulées basaltiques plio-quaternaires du massif de l'Ankaratra en début de rajeunissement. Formes assez bien conservées, en longs plateaux à pente longitudinale assez faible, comportant parfois certains niveaux cuirassés, et versants assez pentus. Les bas-fonds sont pratiquement inexistantes.

– Végétation

Tapis graminéen ou forêt reconstituée (pins, eucalyptus, mimosas).

– Sols

Les sols de cette unité sont généralement moins bons que ceux de l'unité n° 7. Sur les sommets le concrétionnement est fréquent. Ailleurs, sols ferrallitiques rajeunis, extrêmement friables, sensibles à l'érosion et, sur les pentes les plus fortes, sols pénévulés.

– Utilisation actuelle

Beaucoup moins utilisée que l'Unité n° 7. Pâturages, utilisation du bois, localement cultures vivrières pluviales.

UNITE PHYSIQUE N° 15
HAUTS PLATEAUX BASALTIQUES ET TRACHYTIQUES
Sols ferrallitiques humifères

– **Surface**

2.288 Km², soit 1 % de la superficie du milieu.

– **Localisation**

Massif de l'Ankaratra (grande extension au sud et sud-ouest du massif).

– **Géologie et géomorphologie**

Hauts plateaux anciens ou récents faisant partie de l'édifice central de l'Ankaratra :

– les hauts plateaux basaltiques, relativement bien conservés, présentent des formes assez lourdes composées de longues croupes à pente longitudinale faible avec de fréquents replats sommitaux. Les bas-fonds y sont rares et mal drainés. L'altitude moyenne de ces plateaux avoisine 2.000 mètres ;

– les hauts plateaux trachytiques présentent des formes plus accentuées : les affleurements trachytiques sont parfois nombreux, pouvant former des reliefs accidentés. Parfois ils sont les témoins d'appareils d'émission.

– **Végétation**

Tapis graminéen assez épais. Reboisement en pins.

– **Sols**

Les sols des hauts plateaux basaltiques appartiennent à la famille des sols ferrallitiques, avec un taux de matière organique assez élevé qui permet de les classer dans la catégorie des andosols. On observe parfois un horizon A noir jusqu'à un mètre de profondeur. La teneur en eau est toujours élevée.

Les sols des hauts plateaux trachytiques ont les mêmes caractéristiques mais plus acides.

– **Utilisation actuelle**

L'altitude est un facteur limitant. C'est partout le domaine de l'élevage et de la reforestation en pins. On trouve cependant des cultures de pomme de terre et des vergers de pommiers sur les hauts plateaux basaltiques.

UNITE PHYSIQUE N° 12
SURFACE III CONSERVEE OU RAJEUNIE

*Sols ferrallitiques rajeunés, enrichis en minéraux peu altérables,
à structure plus ou moins dégradée*

Cette unité occupe d'importantes surfaces dans la dépression Alaotra-Mangoro, le centre des Hautes Terres (Fihaonana, Ilafy, Ambatofotsy, Behenjy, Tafaina, Fandriana, Imerina-Imady, Ambositra) et plus encore dans le Moyen-Ouest (Anosy, Mandoto, Mandrosonoro, Ambatofinandrahana...) Elle est peu à peu relayée vers le sud par les glacis d'ablation et d'épandage.

En règle générale, les reliefs de rajeunissement, plus accidentés et dont les sols sont moins pauvres, ont été inclus dans l'unité n° 9, dont ils sont plus proches ; mais ils constituent normalement une étape intermédiaire dans la dissection entre surface rajeunie et reliefs dérivés de cette surface.

— **Surface**

34.198 Km² — 15 % de la superficie du milieu.

— **Géologie**

La surface n'a tronqué que les roches les moins résistantes du socle, notamment les gneiss, et localement les gabbros.

— **Morphologie**

L'unité n° 12 résulte du rajeunissement par dissection d'une série d'aplanissements, dont l'altitude est extrêmement variable, selon les niveaux de base locaux déterminés par des seuils rocheux.

Le relief actuel est constitué par des séries de collines d'altitudes subégales, aux replats sommitaux bien marqués, tombant sur les talwegs par des pentes convexes fortes, pouvant dépasser 50 %. La concavité de bas de versant est inégalement marquée, et souvent très peu développée. Les vallées ont une morphologie très variée selon les conditions locales ; très généralement leur profil en travers correspond à un fond plat bien marqué, mais de largeur variable selon les conditions locales de la dissection et de l'alluvionnement. Lorsque des seuils rocheux existent en aval, les vallées actuelles ne sont pas encaissées ; sinon, la reprise d'érosion récente provoque un encaissement de quelques mètres des cours d'eau. Les vallées comportent souvent des témoins d'alluvions anciennes, remodelés, formant des lobes qui se raccordent aux plateaux.

Les sommets des plateaux peuvent porter, comme les glacis quaternaires, des chapelets de dépressions fermées.

Les reliefs de rajeunissement, dont les sommets ont conservé un replat sensible, ont des formes beaucoup plus vigoureuses, et des pentes amples.

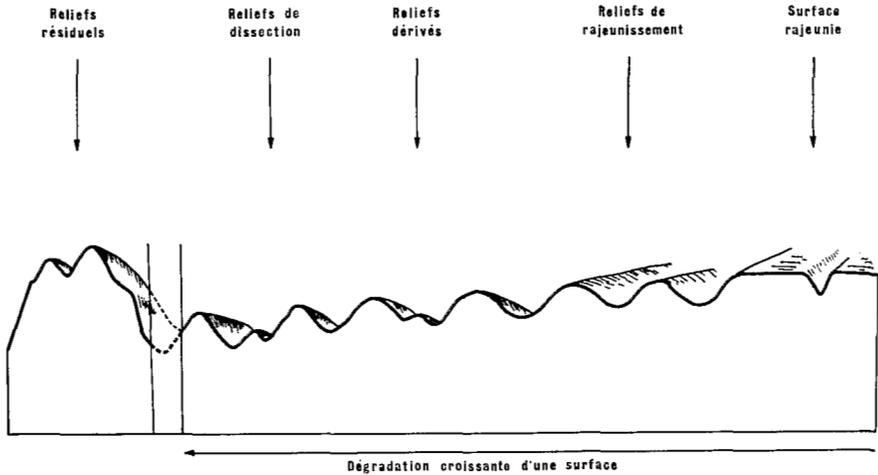


Figure 10
Schéma des types de reliefs

— Végétation

La partie orientale porte encore parfois des lambeaux de forêt d'altitude, auxquels succèdent des savoka à *Philippia* ou *Helichrysum*. Généralement, sur les Hautes Terres centrales, pseudo-steppe à *Aristida*. En Moyen-Ouest, sur les sommets, savane à *Loudetia* dans les secteurs les plus élevés, mais plus souvent à *Hyparrhenia rufa* et *Heteropogon contortus*, couvrant bien le sol. Sur les pentes, formations graminéennes fortement dégradées. En bas de versant, sur colluvions et sols d'apport, formations herbacées denses à *Hyparrhenia*, *Imperata*, *Panicum maximum*, plus des arbustes comme les goyaviers.

UNITE PHYSIQUE n° 12	MANDOTO NORD	MANDOTO OUEST
Bas-fonds	13,42 %	13,31 %
Pentes inférieures à 5 %	18,93 %	24,97 %
Pentes 5 – 12 %	28,14 %	25,28 %
Pentes supérieures à 12 %	39,51 %	36,44 %

— Sols

— sur pentes nulles ou très faibles : sols rajeunis à structure fortement dégradée. Sous un horizon humifère plaqué, horizon beige compact à structure continue, où les racines ne pénètrent pas, puis un horizon rouge plus friable. Sur sols labourés, semelle de labour toujours très nette. La récupération de ces sols est difficile. Les rendements de maïs sur défriche ne dépassent pas 1 T 23 en moyenne à l'hectare ;

— sur pentes inférieures à 10 %, sols rajeunis à structure plus ou moins dégradée. Horizon humifère inférieur à 10 cm. Horizon B 1 compact, à structure continue, le plus souvent ocre, horizon B 2 polyédrique en général. Compacité peu marquée en-dessous de 60-80 cm. Propriétés physiques assez défavorables. Rendements de maïs sur défriche : 2 T 84 à l'hectare en moyenne, en Imerina ;

— sur pentes les plus fortes, sols ferrallitiques rajeunis typiques à structure plus ou moins dégradée. Pas de niveau compact ; agrégats à cohésion forte ou très forte. Horizon humifère de 12 à 15 cm ; horizon B 1 à structure souvent polyédrique, structuration et porosité moyennes ; horizon B 2 à structure polyédrique moyenne. La densité des racines diminue dès l'horizon B 1 mais de nombreux pivots le traversent. Assez facilement récupérables. Rendements de maïs sur défriche : 3 T 83 à l'hectare en moyenne, en Imerina ;

— dans les reliefs de rajeunissement, on trouve, sur des pentes plus marquées, des sols ferrallitiques rajeunis typiques à structure bien développée et tendance pé-névoluée. Ils ne comportent aucun niveau compact ; forte cohésion des agrégats ; encore assez riches en argile pour ne pas trop souffrir de l'érosion. Rendements en maïs sur défriche : 4 T 91 à l'hectare en moyenne.

La qualité des sols varie régionalement :

— en fonction de la roche-mère : ces variations sont peu marquées ; toutefois, les sols sur gabbros ont quelques particularités : plus foncés (tournant à la teinte chocolat), bonne structure, grumeleuse, cependant assez sensibles à l'érosion ;

— en fonction surtout des nuances climatiques actuelles, et, plus encore, passées :

. à l'est, sols jaune sur rouge, avec des concrétions gibbsiques. Sous savoka ou forêt, horizon humifère pouvant atteindre 20-30 cm. Sols très fortement désaturés ;

. en Moyen-Ouest, les sols sont sensiblement moins désaturés que sur les Hautes Terres centrales, rendant rémunératrice la culture des sommets plats des tanety.

— Utilisation actuelle

Sauf en Moyen-Ouest, les parties planes des plateaux ne sont utilisées qu'en auréole autour des lieux habités (champs de maïs surtout). La culture sur les pentes, même très marquées, est beaucoup plus répandue, malgré les risques d'érosion (manioc, patates principalement). En Moyen-Ouest, culture du maïs, du manioc, voire de l'arachide et du riz de tanety sur les replats sommitaux.

Pâturage de bonne qualité en Moyen-Ouest, mais par contre pratiquement sans valeur sur la pseudo-steppe des Hautes Terres centrales et orientales.

UNITE PHYSIQUE N° 9 : RELIEFS DERIVES DE LA SURFACE III

*Sols ferrallitiques fortement rajeunis ou rajeunis
à structure peu ou pas dégradée*

Cette unité, issue de la dissection en croupes assez larges de la surface III, présente une morphologie assez variable, puisque la répartition entre bas-fonds, pentes et lambeaux de surface dépend essentiellement du degré de dissection atteint. On a inclus dans cette unité les reliefs de rajeunissement et les reliefs dérivés (cf. fig. 10, p. 116) qui correspondent à deux stades dans un processus continu de dégradation. La localisation de l'unité ne répond pas à des règles précises : les reliefs dérivés se rencontrent là où la surface III est mal protégée par les seuils rocheux qui inhibent l'agressivité du réseau hydrographique ; sur la bordure occidentale et dans la région du Lac Alaotra, la vigueur de l'érosion est telle que l'on passe à des reliefs de dissection formant de véritables champs de lavaka, rappelant parfois les formes de bad-lands.

En certaines zones, la surface III a été défoncée par un cours d'eau, créant une alvéole d'altération tropicale très circonscrite dans l'espace (diamètre de 10 à 20 km) : c'est le cas de la plupart des bassins intra-montagneux du Pays Betsileo (par exemple celui d'Ambositra).

— Surface

12.884 Km² — 6 % de la superficie du milieu.

— Géologie

Comme la surface III elle-même, les reliefs dérivés sont formés sur les roches les moins résistantes du socle, notamment les gneiss. Les alvéoles sont localisées au sein des massifs très résistants à l'altération.

— Morphologie

Série de collines aux formes lourdes, à replat sommital d'autant plus marqué que l'on est encore proche de la surface initiale ; alors que les lambeaux de surface qui subsistent atteignent près de la moitié de la surface de l'unité lorsque l'on a affaire à un relief de rajeunissement, il n'en reste pratiquement plus lorsque la dissection est très avancée, et la coalescence des lavaka et ravins détermine alors des séries de crêtes parallèles, aiguës et à pente longitudinale marquée. Les talwegs sont encaissés, en général étroits, et leur pente est importante ; les versants sont en pente forte, et dépassent fréquemment 45 % ; lorsque le manteau d'altération est assez profond, on rencontre des lavaka.

L'alvéole de surface III défoncée se présente comme un bassin intra-montagneux entouré de rigoureux reliefs résiduels en roche dure ; l'incision initiale, en V, est très fréquemment remblayée par un matériel alluvial assez fin, ce qui explique la relative importance des bas-fonds (10 à 20 %) ; les versants sont raides (45 %) et constitués de crêtes à forte pente longitudinale qui convergent vers le centre du bassin ; ces crêtes se raccordent aux versants des reliefs résiduels périphériques par un replat plus ou moins dégradé qui jalonne alors le niveau initial de l'aurole une

centaine de mètres au-dessus des bas-fonds actuels. Le long des versants plus amples, le colluvionnement plus important fournit des sols plus profonds.

– Végétation

Pseudo-steppe et savane à graminées dégradée ; dans certains bassins les crêtes qui jalonnent l'ancienne surface sont plantées d'eucalyptus ; la couverture du sol est généralement médiocre et l'érosion assez active.

– Sols

– sols ferrallitiques pénévoués sur les pentes les plus fortes. Horizon limoneux ou sableux à faible profondeur, poreux, très friable, avec minéraux primaires altérés. Souvent assez riches chimiquement, mais sensibles à l'érosion. Rendements de maïs sur défriche : 4 T 75 à l'hectare en moyenne, en Imerina ;

– sols ferrallitiques rajeunis typiques, à structure bien développée sur pentes fortes. Aucun niveau compact, forte cohésion des agrégats. Le passage entre les horizons est progressif. Moins sensibles à l'érosion que les sols pénévoués, car plus riches en argile. Réserves en bases moyennes. Rendements de maïs sur défriche : 4 T 91 à l'hectare en moyenne en Imerina ;

– sols ferrallitiques rajeunis typiques à structure plus ou moins dégradée, sur les pentes relativement faibles. Pas d'horizon compact ; cependant, dès l'horizon B 1, la densité des racines diminue sensiblement. Structure polyédrique, moyennement développée, porosité moyenne. Rendements de maïs sur défriche : 3 T 83 à l'hectare en moyenne en Imerina.

– Utilisation actuelle

Malgré la bonne qualité moyenne des sols, leur utilisation est incomplète, en raison de la faible étendue des bas-fonds qui limite les possibilités d'extension de la riziculture, et de la vigueur des pentes. Cependant, outre les pentes faibles, des pentes parfois très fortes sont cultivées, malgré les risques considérables d'érosion, en raison de la relative richesse de ces sols. L'utilisation est plus rationnelle dans les régions de très forte densité, grâce à d'importants aménagements de terrasses et de « rideaux » ; outre la riziculture en gradins, les cultures riches et notamment l'arboriculture peuvent alors être développées.

Dans les alvéoles de surface III défoncée, l'utilisation est en général intensive et rationnelle à la faveur de fortes densités de population : riziculture dans la quasi-totalité des bas-fonds et sur une grande partie des versants aménagés en terrasses ; aménagements en « rideaux » qui permettent des cultures sèches.

Il faut noter cependant que ce type de mise en valeur intensif est étroitement lié à un système de culture bien défini, et son amélioration ne peut guère être envisagée que par une augmentation des rendements à l'intérieur du système ; seuls quelques-uns des bassins, où les bas-fonds sont particulièrement bien développés, permettraient d'envisager une culture mécanisée ; partout la vigueur du relief impose une maîtrise de la terre et de l'eau par voie artisanale.

UNITE PHYSIQUE N° 14 : SURFACE II CONSERVEE OU RAJEUNIE

Sols ferrallitiques rajeunis, enrichis en minéraux peu altérables, à structure dégradée. Sols anciens indurés et concrétionnés

Cette unité s'étend particulièrement dans la partie orientale des Hautes Terres, et, au sud, dans l'Horombe ; à l'ouest, quelques témoins à l'écart des axes hydrographiques majeurs : Miandrivazo, Ambohimasina, plateau de Salazana.

– Surface

13.023 Km² – 6 % de la superficie du milieu.

– Géologie

La surface méso-tertiaire a arasé des roches d'altérabilité différente. Elle est toutefois dominée par des reliefs résiduels, presque uniquement granitiques.

– Morphologie

L'altitude de la surface varie entre 1.150 m et 1.600 m (altitude maximale dans le nord du pays Betsileo). Association de lourdes collines d'interfluves, souvent très allongées, au replat sommital bien marqué, à versants convexes ; la concavité de base est peu marquée quand elle n'est pas absente. Le système de bas-fonds est assez peu développé ; dans l'Horombe, les dépressions fermées de sommet de plateau sont fréquentes.

– Végétation

Dans les Hautes Terres centrales, pseudo-steppe à *Hyparrhenia hirta* sur les sols les moins dégradés ; plus fréquemment, *Loudetia* et *Aristida*. Savoka à *Philippia* fréquente dans l'Est, succédant à des témoins de forêts d'altitude. Dans l'Horombe, savane à *Heteropogon contortus*.

– Sols

Sur sommets de plateaux, sols ferrallitiques rajeunis, enrichis en minéraux peu altérables, à structure fortement dégradée, très souvent compacts, toujours fortement désaturés. Dans la partie orientale, ces sols plus fortement rajeunis qu'à l'ouest, comportent des résidus d'altération fortement gibbsitiques, et sont particulièrement infertiles ; le pin lui-même y vient mal.

Sur pentes, sols ferrallitiques rajeunis typiques à structure plus ou moins dégradée, sans niveau compact, et par conséquent plus facilement récupérables.

– Utilisation actuelle

Hormis les bas-fonds, ce sont essentiellement les pentes aux sols relativement plus riches, qui sont cultivées. Sommets utilisés en pâturage extensif de valeur extrêmement faible dans le Centre, plus satisfaisante par contre dans l'Horombe.

UNITE PHYSIQUE N° 10 : RELIEFS DERIVES DE LA SURFACE II

Sols ferrallitiques rajeunis à structure plus ou moins dégradée

De même que l'unité n° 9 est issue de la surface III, cette unité résulte d'une dissection assez poussée de la surface II. Il s'agit du même processus, mais chronologiquement plus ancien ; ceci explique une certaine parenté des formes que l'on peut observer, mais aussi l'existence de sols plus dégradés, parce que plus anciens et partant plus déminéralisés que ceux issus de la surface III.

Ici encore, il s'agit d'un stade dans un processus de dégradation continu d'une surface ; il y a donc filiation entre les différentes familles de formes : surface conservée, rajeunie, et reliefs dérivés de la surface ; les limites que l'on trace entre ces familles de formes pour les nécessités du classement revêtent donc nécessairement un caractère quelque peu arbitraire, et le contenu réel de l'unité est susceptible de varier sensiblement.

— Surface

20.452 Km² — 9 % de la superficie du milieu.

— Géologie

La surface II est développée sur l'ensemble des roches du socle, à l'exception des plus résistantes qui constituent les reliefs résiduels ; les formes de dégradation de la surface suivent cette répartition, et leur localisation obéit surtout à des facteurs de structure qui facilitent l'attaque ou la conservation de la surface.

— Morphologie

Il s'agit de séries de collines aux formes lourdes, à replat sommital bien marqué, et qui culminent à des altitudes subégales. Le réseau hydrographique est bien développé, et les talwegs présentent des fonds plats, et plus fréquemment en berceau lorsque la concavité de base est bien marquée. Les replats sommitaux, plus ou moins dégradés, occupent au maximum la moitié de la surface totale de l'unité. La morphologie est assez proche de celle des reliefs dérivés de la surface III, mais les formes sont en général plus massives et offrent plus d'ampleur. Enfin les surfaces anciennes ayant tronqué des roches de résistance inégale, leurs reliefs dérivés sont coupés de reliefs résiduels, parfois appalachiens.

— Végétation

Pseudo-steppe ou savane très dégradée.

— Sols

Ils sont dans leur ensemble peu différents des sols de l'unité n° 9, mais présentent en général un moindre degré de saturation :

— sols ferrallitiques rajeunis typiques à tendance pénévoluée.

Rendements en maïs sur défriche : 4 T 75 à l'hectare en Imerina.

– sols ferrallitiques rajeunis typiques à structure bien développée.
Rendements en maïs sur défriche : 4 T 91 à l'hectare en Imerina.

– sols ferrallitiques rajeunis typiques à structure plus ou moins dégradée.
Rendements en maïs sur défriche : 3 T 83 à l'hectare en Imerina.

– Utilisation actuelle

Pas de différence sensible avec l'unité n° 9.

UNITE PHYSIQUE N° 13
RELIEFS DE DISSECTION, BAS-FONDS ET COLLUVIONS

Sols ferrallitiques fortement rajeunis sur les pentes
Sols d'apport et colluvions

Il s'agit d'une unité complexe que l'on a individualisée surtout dans les régions de fort relief où la dissection est particulièrement vigoureuse (Ankaizina, pays Betsileo), notamment sur les marges des niveaux d'érosion les plus anciens. L'unité est constituée d'une association de petites alvéoles de surface III défoncées (9), qui jalonnent certaines parties des cours d'eau, et se trouvent enchassées dans un mélange de reliefs dérivés de surface II et de reliefs de dissection ; parfois de petits lambeaux de surface II restent discernables. Il ne s'agit donc pas d'une unité à proprement parler, mais de zones où les unités sont trop petites et trop intimement mêlées pour pouvoir être individualisées en tant que telles.

— **Surface**

4.686 Km² — 2 % de la superficie du milieu.

— **Géologie**

Peut s'établir sur l'ensemble des roches du socle, mais apparaît fréquemment lorsque celui-ci comporte un squelette de roches résistantes, granites stratoïdes en particulier.

— **Morphologie**

Crêtes marquées, sans replats autres que des replats lithologiques liés à la présence de barres de granite en particulier. Pentas fortes, et en général régulières, supérieures à 50 %, parfois ruptures de pente liées à la présence de roches plus dures ; concavité de base des versants bien marquée en raison du colluvionnement. Sur les pentes fortes, sols généralement peu épais : les lavakas sont donc rares. Talwegs secondaires débouchant sur des vallées moyennes où l'on trouve des sols de bas-fonds.

— **Végétation**

Généralement clairsemée sur les fortes pentes (pseudo-steppe ou prairie dégradée) ; parfois, notamment dans le nord, témoins forestiers d'altitude. Sur colluvions, prairie d'*Hyparrhenia rufa* ou de *Panicum* dans les sites les plus frais, cypéracées dans les secteurs hydromorphes.

— **Sols**

Sur pentes fortes :

— sols ferrallitiques pénévulés (fortement rajeunis), qui, lorsqu'ils sont formés sur roches basiques, sont bruns, cultivables en raison de leurs excellentes propriétés chimiques ;

— sols ferrallitiques rajeunis typiques, à tendance pénévoluée, à structure bien marquée au sommet, bonnes propriétés physiques.

Sur colluvions, sols de texture très variée et d'inégale profondeur ; le taux de matière organique est également variable. Teneur en bases échangeables médiocre à moyenne, capacité d'échange élevée ; bon régime hydrique.

— **Utilisation actuelle**

Largement confinée aux bas-fonds rizicoles et aux bas de pentes qui portent des cultures riches (caféier Arabica en Ankaizain). Si la densité est élevée, les pentes sont aménagées en gradins.

UNITE PHYSIQUE N° 17 : SURFACE I CONSERVEE OU RAJEUNIE

Sols ferrallitiques rajeunis, enrichis en minéraux peu altérables, à structure dégradée. Sols anciens indurés et concrétionnés

Cette unité intéresse particulièrement le nord et le nord-ouest des Hautes Terres (région des Tampoketsa du Famoizankova, de Fenoarivo, Ankazobe, du Kamoro, de Beveromay, Analamaitso) ; elle comprend à l'ouest le Janjinakely, au centre, aux confins du Vakinankaratra et du Betsileo, le niveau de la Sahanivotry, au sud, le kely Horombe.

— Surface

5.706 Km² — 3 % de la superficie du milieu.

— Géologie

La surface fini-crétacée a nivelé l'ensemble des roches du socle. Les témoins conservés sont souvent protégés non seulement par leur position, mais par des barres de granites stratoïdes, qui en font des sortes de synclinaux perchés.

— Morphologie

Le nivellement est presque absolu sur les Tampoketsa les mieux conservés.

Exemple du Tampoketsa de Fenoarivo :

. Bas-fonds	: 1 % de la surface
. Pentes inférieures à 5 %	: 35 % »
. Pentes de 5 à 12 %	: 51 % »
. Pentes supérieures à 12 %	: 13 % »

La surface est dominée par de rares et très lourds reliefs de résistance. Re-plats sommitaux des collines très développés ; on note la présence de cuirasses très discontinues, soit bauxitiques (fini-tertiaires), soit ferrugineuses, vacuolaires et pisolithiques (quaternaires), situées en bord de plateau ou sur celui-ci (environ 6 % de la surface à Beveromay, 3 % à Ankazobe, 0,5 % à Fenoarivo). Sur les sommets, les cuvettes fermées, peu encaissées (3 à 6 m), sont assez fréquentes. Le drainage se fait par des rivières parallèles convergeant en aval (réseau en arêtes de poisson), qui méandrent dans les bas-fonds plats, marécageux. Les versants, à pente très modérée, portent souvent des replats correspondant à un ancien niveau d'alluvionnement.

— Végétation

Savane à *Loudetia simplex* et *Elyonurie tristis*, sur pentes faibles ; bas-fonds : la forêt est encore fréquente dans les vallées.

— Sols

Sur les sommets, sols ferrallitiques anciens, souvent jaunes, moyennement

acides, fortement désaturés, à faible capacité d'échange. Structure fragile, mais bonne porosité d'ensemble ; la fertilité, très faible, peut cependant être relevée.

Sur pentes, sols ferrallitiques rajeunis, enrichis en minéraux peu altérables, à structure dégradée, comportant un niveau plus ou moins compact sous l'horizon A.

Sur les hauteurs, dans les dépressions fermées, sols à hydromorphie très marquée, où un fort concrétionnement empêche la mise en culture. Dans les dépressions ouvertes, sols hydromorphes fortement acides, fortement désaturés, à capacité d'échange forte en surface, drainant bien, avec horizon humifère tourbeux ; ces sols pourraient éventuellement être cultivés en riz.

– Utilisation actuelle

Pâturage extensif, souvent assez limité en raison de l'isolement. Les pâturages pourraient porter 1 U.G.B. pour 7,5 ha en saison sèche, 1 U.G.B. pour 2,7 ha en saison des pluies. Le ranching peut être développé, comme les reboisements. La culture, moyennant fumure de fond, est à l'étude, mais est sans doute très peu rentable.

UNITE PHYSIQUE N° 21 : RELIEFS RESIDUELS ET DE DISSECTION

Sols ferrallitiques à faciès humifère sous forêt

Cette unité a été distinguée dans les secteurs moyennement accidentés de la bordure orientale des Hautes Terres, à proximité de la « Falaise ».

– Surface

11.853 Km² – 5 % de la superficie du milieu.

– Géologie

S'étend à l'ensemble des roches du socle, sauf les granites, fréquemment à nu.

– Morphologie

Reliefs à pentes très fortes, supérieures à 45 %, multifaces. Le ravinement est normalement moins marqué que dans l'unité n° 23, en raison du couvert forestier actuel ou récemment disparu.

– Végétation

Forêt d'altitude à *Tambourissa* et *Weinmannia*, comportant deux strates. Succédant aux cultures, tapis dense de fougères ; évolution ultérieure vers une savoka très hétérogène, à composées ou *Psidia* ; savoka anciennes à *Philippia* et *Helichrysum*.

– Sols

Sols ferrallitiques pénévulés, limoneux, à minéraux primaires à faible profondeur ; excellentes propriétés chimiques. A la différence du n° 23, horizon humifère bien marqué. Sous forêt, enrichissement en éléments minéraux puisés en profondeur et en débris végétaux, d'où une teneur assez élevée en bases échangeables. Sous cultures, lessivage des bases et érosion de l'horizon humifère.

– Utilisation actuelle

Exploitation, très sélective, des arbres. Pour les cultures, il s'agit, juste après défrichement, de bons sols : utilisation en « tavy » (riz dans les zones les plus basses, mais surtout maïs et haricots).

UNITE PHYSIQUE N° 23
RELIEFS RESIDUELS
RELIEFS DE DISSECTION ET RELIEFS APPALACHIENS
Sols d'érosion

Unité répartie sur l'ensemble des Hautes Terres, soit en grands ensembles, en fonction du relief très disséqué, dans le nord et le nord-ouest, soit en partie en petits massifs éparpillés sur les niveaux les plus récents, notamment la surface finitertiaire. Les reliefs appalachiens caractérisent la partie sud-ouest des Hautes Terres au sud d'Ambalavao.

– **Surface**

62:801 Km² – 28 % de la superficie du milieu.

– **Géologie**

Les reliefs résiduels, plus souvent que des reliefs de position, sont des reliefs différentiels en roches résistantes, pas encore totalement décapés de leur manteau d'altération. Les reliefs appalachiens sont par définition des reliefs en roches résistantes ; le manteau d'altération y est extrêmement mince.

– **Morphologie**

Pentes très fortes, supérieures à 50 % en moyenne ; versants se recoupant selon des arêtes vives. Ravines à forte pente ; les lavaka ne se développent que dans la fraction inférieure des versants, à pente atténuée et sols plus épais.

– **Végétation**

Pseudo-steppe de graminées où dominent *Aristida* et *Loudetia*. Parfois, lambeaux de forêts galeries dans les ravines ; plus rarement encore, témoins de forêt d'altitude sur versants, notamment à l'est.

– **Sols**

Sur les pentes les plus fortes, sols ferrallitiques pénévolués typiques. Ils ne présentent un intérêt agricole que quand ils sont formés sur roches basiques, où ils ont de très bonnes propriétés physiques, un degré de structuration élevé. Quand l'érosion est restée modérée, l'horizon humifère est assez épais. Horizon B à structure bien marquée où les racines pénètrent. Résistance satisfaisante à l'érosion, grâce à un taux d'argile élevé. Complexe absorbant toujours désaturé.

Sur pentes moins marquées, sols ferrallitiques rajeunis typiques à tendance pénévoluée, à structure bien marquée dans les horizons supérieurs ; bonnes propriétés physiques.

– **Utilisation actuelle**

Sols très localement cultivés, parfois même sur pentes très fortes, car ils ne sont pas infertiles. Le plus souvent cependant pâturage extensif. Devraient systématiquement être mis en défens.

UNITE PHYSIQUE N° 22
RELIEFS DE DISSECTION DE LA BORDURE OCCIDENTALE DU SOCLE
Sols d'érosion

Cette unité se situe essentiellement dans les secteurs périphériques occidentaux, et spécialement dans le nord-ouest, où son extension s'explique par la pente d'ensemble régulière du socle vers le bassin de Majunga. On a assimilé à cette unité certains secteurs intérieurs, notamment à proximité du lac Alaotra et de la dépression d'Ambatomanoina, où l'érosion en griffures et lavaka est particulièrement violente pour des raisons de relief et de climat. Il existe dans le détail toute une gamme de transitions qui n'ont pas pu être cartographiées entre cette unité et les reliefs dérivés (n° 9).

— **Surface**

19.086 Km² — 9 % de la superficie du milieu.

— **Géologie**

S'étend sur toutes les roches du socle, sauf les plus résistantes qui forment des reliefs résiduels.

— **Morphologie**

Marquée par une érosion actuelle intense. A proximité des zones sédimentaires de basse altitude, collines cahotiques, avec nombreux affleurements et éboulis rocheux, lacs assez dense de petits cours d'eau généralement asséchés une partie de l'année, déposant dans les talwegs des sables grossiers, surmontés par un très léger alluvionnement limoneux. Plus haut, suivant les secteurs, collines arrondies ou versants polyédriques de type forestier ; toujours déboisés, ces secteurs sont la proie d'une érosion intense, avec de très nombreux lavaka, en raison de l'épaisseur des sols. Les lavaka, lorsqu'ils sont stabilisés, sont souvent recolonisés par la forêt. Les collines les plus élevées et les montagnes, en raison de leurs très fortes pentes, sont l'objet d'une intense érosion en nappe, avec de fréquents arrachements, mais les lavaka sont rares et peu profonds. De rares reliefs tabulaires, témoins d'anciens niveaux.

— **Végétation**

Savane de graminées dans les secteurs les moins érodés ; le plus souvent, formations herbacées fortement dégradées. A l'ouest, on voit plus fréquemment apparaître des arbres rabougris de la flore occidentale (tsingilofilo, mangarahara, sakoa) et des formations buissonnantes sur les sols parsemés d'éboulis. Les fonds de lavaka stabilisés sont reconquis par des arbres de forêt galerie (*Weinmannia*, *Haronga*, *Adina*). Quelques îlots forestiers sur niveaux conservés.

— **Sols**

Sols squelettiques issus de sols faiblement ferrallitiques ou ferrugineux dans les secteurs les plus bas.

Sols minéraux bruts ou rocheux prédominants dans l'ouest.

Dans les secteurs les moins violemment érodés, sols ferrallitiques pénévolués, notamment dans le nord-ouest et la région de l'Alaotra.

Les meilleurs sols (sols bruts d'apport, sols peu évolués) sont au débouché des lavaka.

– **Utilisation actuelle**

Pâturage extensif – avec souvent des troupeaux à demi sauvages – rendu très difficile par une topographie escarpée. Les rares fonds de vallée et les cônes de déjection de lavaka anciens peuvent localement être mis en culture. Des mesures de protection sont souhaitables.

UNITE PHYSIQUE N° 24 : ROCHE A NU

Unité répartie sur l'ensemble des Hautes Terres. Couvre surtout une vaste superficie d'un seul tenant sur la bordure occidentale du Vakinankaratra et du Betsileo (massif schisto-quartzo-calcaire — Itremo, Itongafeno). Ailleurs, éléments plus dispersés, correspondant à des sommets de massifs et de reliefs résiduels, ou à des affleurements granitiques en strates ou en dômes.

— Surface

12.695 Km² — 6 % de la superficie du milieu.

— Géologie

S'étend sur les roches les plus résistantes à l'altération, ou sur celles dont les éléments constitutifs sont emportés en solution ; granites, quartzites, cipolins, et les parties les plus hautes des massifs volcaniques (Ankaratra).

— Végétation

La strate herbacée est très discontinue, voire totalement absente. Sur roche massive, végétation rabougrie de mousses, lichens, *Pachypodium*, rares arbres dont les racines pénètrent en profondeur par des diaclases. Quand la roche est morcelée en éboulis, arbres et arbustes peuvent être abondants, sauf en haute altitude, car ils sont protégés des feux par la maigreur de la strate herbacée (cas de beaucoup de forêts résiduelles de Tapia). Bosquets résiduels souvent en partie anthropiques (*Ficus*), fourrés épais d'arbustes xérophiiles ; sur les cipolins, végétation spécifique d'aloès très éparpillés.

— Sols

Sur les granites notamment, absence à peu près complète de sol. Ailleurs, sols minéraux squelettiques. Localement, dans les talwegs, sols un peu plus épais sableux, humifères, souvent à tendance podzolique ; par places, dans des cuvettes et sur des corniches, sols hydromorphes. Sur cipolins, dans des reliefs karstiques fossilisés, sols appauvris, rouges, profonds. Sur les Hauts de l'Ankaratra, un horizon superficiel très fortement humifère, surmontant éboulis et roche en place.

— Utilisation actuelle

A peu près nulle. Dans certains secteurs, très maigres pâturages. Elevage traditionnel du landibe dans les boisements résiduels de tapia.

CONCLUSION

Evaluation des surfaces réellement utilisables au sein des unités physiques (à partir de quelques sondages)

1. PRESENTATION DU TRAVAIL

La carte « Potentiel des Unités Physiques » divise Madagascar en quatre milieux naturels correspondant pour l'essentiel à des conditions écologiques homogènes. Chacun de ces milieux se décompose en une mosaïque d'unités dont la définition répond à des critères d'ordre géologique, géomorphologique et pédologique. A l'échelle à laquelle le travail a été mené, ces unités ont été considérées comme homogènes, en réalité, elles présentent très fréquemment une structure fort complexe qui associe divers types de modelés et de dissection. A petite échelle, et à titre comparatif sur l'ensemble du pays, cette première approche des qualités agro-pédologiques de chaque unité a permis d'établir un classement par valeur décroissante à l'intérieur de la grille des unités physiques de chaque milieu.

Ce classement reste une hypothèse de travail, et si l'on veut comparer des faits humains au niveau de la commune avec la qualité réelle des unités physiques sur lesquelles ils s'exercent, il est nécessaire de préciser quantitativement la structure des unités complexes en fonction de critères de plus ou moins grande facilité d'utilisation des sols.

On a donc procédé à partir de photographies aériennes, à des mesures de la surface de différentes catégories de terres plus ou moins utilisables. Ces mesures, exprimées en pourcentage de la surface totale de chaque unité permettront d'établir des indices de valeur établis à partir de rendements témoins transformés en valeur marchande, qui resteront comparables dans l'ensemble du pays et quel que soit le mode d'exploitation des terres. Il sera alors possible de procéder à un classement plus élaboré des unités physiques sur une base homogène.

2. METHODE D'ETABLISSEMENT PAR SONDAGE

Les critères retenus pour préciser la distribution des terres utilisables sont d'ordre topographique. Ceci se justifie du fait que la grande majorité du relief des Hautes Terres ainsi que du milieu Côte Est a été façonnée par la dissection d'ampleur très variable, de l'une des trois surfaces d'érosion anciennes qui ont tronqué le socle cristallin. Il en résulte une bonne corrélation entre la topographie et la qualité des sols déterminée par la morphogenèse : en exceptant les bas-fonds, d'origine alluviale et colluviale, on peut considérer que d'une façon générale les larges lambeaux de plateaux à pentes faibles, témoins résiduels des surfaces d'érosion, portent des sols très anciens, déminéralisés, médiocres ; le flanc des vallées qui dissèquent et séparent ces témoins porte au contraire des sols rajeunis ou colluvionnés, d'une meilleure utilisation pour peu que le système de culture utilisé permette d'éviter leur destruction rapide par le ruissellement.

Quatre divisions topographiques ont donc été retenues pour servir de cadre à l'application des rendements-test ; par ordre décroissant :

- 1) Bas-fonds
- 2) Pentes supérieures à 15 %
- 3) Pentes inférieures à 15 %
- 4) Pentes inutilisables (roche à nu ; pente trop forte ; lavaka).

1, 2, 3, 4 repèrent les colonnes donnant la distribution des différentes catégories en pourcentages du total de l'unité.

Les sondages (2 à 4 selon l'extension et l'homogénéité de l'unité) ont été établis par planimétrage du calque d'interprétation d'une photographie aérienne considérée comme représentative de l'unité envisagée. L'échelle souhaitable pour la meilleure représentativité est évidemment le 1/50.000, mais sa lisibilité au niveau de détail recherché demeure le plus souvent médiocre ; c'est donc le 1/25.000 qui a été utilisé le plus fréquemment, n'offrant en particulier aucun doute quant à l'identification des pentes inutilisables.

HAUTES TERRES

Dans le milieu Hautes Terres, les unités dans lesquelles le schéma précédemment décrit fonctionne le mieux sont celles qui dérivent de la dégradation plus ou moins poussée de surfaces d'érosion (9, 10, 12, 13, 14, 17) ; ce sont celles qui occupent la plus grande part de l'espace. La corrélation s'applique moins bien aux glacis (4 et 11) et au fluvio-lacustre (6), et pratiquement pas à ce qui est d'origine volcanique (2, 7, 8, 15).

— Unités n° 2, 7, 8

Dans tout ce qui dérive de coulées volcaniques récentes, le schéma décrit ci-dessus est inapplicable ; seule importe la distribution entre bas-fonds, pentes utilisables et pentes inutilisables. En outre, les conditions varient tellement selon le style volcanique, que la représentativité est très illusoire (cf. Soavinandriana et Betafo qui n'ont pas grand'chose de commun hors la lithologie).

— Unité n° 4

Dispersion relativement faible. Il ne semble guère possible de réduire la fourchette (sauf multiplication considérable des sondages).

— Unité n° 6

Il y a sondage pour chacun des trois grands bassins fluvio-lacustres cartographiés ; hors le processus d'accumulation, ils n'ont que peu de choses en commun. Antsirabe est constitué d'une accumulation derrière un barrage de coulées ; l'accumulation est déjà bien disséquée. Mandialaza correspond au comblement d'un fossé d'effondrement sub-actuel (et peut-être encore actuel, d'où le fait que les bas-fonds sont marécageux en presque totalité). Enfin, le fluvio-lacustre de Sahambano correspond au même processus, mais beaucoup plus ancien, et donc disséqué et retouché en glacis.

— Unité n° 9

Dans les reliefs dérivés de surface III, il a été nécessaire de subdiviser :

– 9 est réservé aux reliefs dérivés à partir d'une surface au sens propre ; la dispersion est élevée, fonction du style et du degré de dissection (proche d'un niveau de base agressif, on a des champs de lavaka à crêtes parallèles ; à l'autre extrémité on approche de la Surface III) ;

– 9 désigne des unités qui résultent du défonçage d'alvéoles de surface III : la morphologie est très différente et les pentes fortes beaucoup plus utilisables ; il s'agit surtout des vallées intra-montagneuses du Betsileo ; cette unité est à remonter considérablement dans la grille.

– **Unité n° 10**

La dispersion résulte des mêmes effets que pour 9, mais est toutefois moindre : l'unité est plus homogène.

– **Unité n° 11**

Les glacis mesurés à Fenoarivo étant peu incisés, la catégorie n'exprime pas des pentes supérieures à 15 %, mais des cuvettes faiblement marquées qui ont piégé une partie des argiles lessivées en surface des glacis ; les sols y sont donc meilleurs que dans la catégorie 10.

– **Unité n° 12**

Ici encore, la convergence des mesures est médiocre : l'unité 12 est identifiée comme Surface III conservée ou plus ou moins rajeunie, et les variations de structure constatées correspondent à divers degrés de rajeunissement.

– **Unité n° 13**

Unité constituée d'une association complexe : reliefs de dissection plus reliefs dérivés de Surface II + petites alvéoles de Surface III

– **Unité n° 14**

Même problème que pour le 12.

– **Unités n° 15**

Comme dans les terrains volcaniques récents, la structure diffère considérablement selon le massif.

– **Unité n° 17**

Même problème que pour le 12 et 14.

3. REPRÉSENTATIVITÉ DES CHIFFRES FOURNIS

La convergence des différentes mesures menées sur une même unité est donc assez mauvaise ; il est même permis de s'interroger à propos du surcroît de précision qu'il serait permis d'attendre d'une étude de ce type, mais plus exhaustive et surtout à partir d'une base statistique valable, tant les facteurs de dispersion de ce genre de mesures paraissent irréductibles :

— les unités ont été définies à partir de leurs caractères géologiques, génétiques (morphogénèse), topographiques et pédologiques (familles de sols associées aux précédents caractères). Il en résulte nécessairement d'assez fortes variations dans la distribution des pentes et des surfaces de bas-fonds ; ces variations sont fonction directe d'hétérogénéités d'ordre géologique fort mal connues (variations latérales de faciès, « maillage » du réseau des diaclases et fractures), du type de dissection observé (de brève ou longue durée, bloquée ou toujours active, d'activité plus ou moins forte selon la tectonique subie) et de l'existence ou non d'un ou plusieurs épisodes de remblaiement dans la région considérée. Tous ces facteurs n'ont évidemment pu intervenir au niveau d'une cartographie au 1/1.000.000, mais interviennent pour disperser des mesures chiffrées ; les mesures effectuées dans une même unité peuvent varier du simple au double dans les cas extrêmes, bien que l'on soit constamment resté dans les limites précisées à l'unité par sa fiche descriptive.

— le second facteur de dispersion des résultats réside dans l'existence de phénomènes de filiation qui unissent certaines unités entre elles ; c'est le cas en particulier de toutes les unités qui dérivent d'une surface d'érosion : 12, 9 ; 14, 10 et 13. La limite tracée entre un lambeau de surface II rajeunie et une aire de reliefs dérivés de Surface II comporte nécessairement une part arbitraire, puisque le passage d'une unité à l'autre est progressif, et correspond à une dégradation croissante dans l'espace d'un même héritage. Les chiffres mesurés quant à la distribution des pentes sont donc également appelés dans ce cas à varier d'une manière continue, et ce en fonction de la position que l'on aura affectée aux différents sondages.

Pour réduire les écarts, il faudrait multiplier le nombre des sondages et introduire des sous-types dans les unités qui fournissent les résultats les plus dispersés. C'est un travail considérable qui ne vaut probablement pas le gain de précision qu'il est possible d'atteindre.

Le meilleur moyen d'exploitation de ces chiffres est probablement d'utiliser leur moyenne au sein d'une même unité ; l'écart de la moyenne aux extrêmes sera plus faible que celui entre les extrêmes. Mais cette moyenne n'est utilisable que dans le cas où l'on a seulement des variations de structure dans une unité de nature homogène. Il est par exemple exclu d'utiliser la moyenne des chiffres ; les variations enregistrées correspondent ici à trois sous-types nettement différenciés. Ces précautions observées, on devrait tout de même obtenir une image assez représentative de l'ensemble des unités, du moins à l'échelle considérée.

Résultats des sondages par unité

Unité N°	Feuille 1/100.000	1	2	3	4	Type/Observations
2	M 47	2,7	72,6	—	24,7	Soavinandriana : la catégorie 2 comprend tout ce qui est utilisable, sans tenir compte de la pente, le schéma de rajeunissement étant caduc.
4	K 47	10	18	56	16	Ambatofotsy : glacis quaternaires typiques
4	L 47	15	27	46	12	Mahasolo : glacis quaternaires typiques (Babetville—Sakay)
6	N 49	6,6	30,1	60,7	2,6	Antsirabe : fluvio-lacustre comblant un fossé d'effondrement déjà bien disséqué.
6	R 46	12,8	2,7	84,5	—	Mandialaza : fluvio-lacustre colmatant un fossé d'effondrement très récent ; bas-fonds marécageux.
6	L 56	8	—	92	—	Sahambano : fluvio-lacustre colmatant un fossé d'effondrement beaucoup plus ancien que le précédent, et retouché en glacis à pentes faibles disséquées par un réseau hydrographique mal hiérarchisé
7	O 47	6,5	40,5	33,5	19,5	Arivonimamo : dissection des coulées quaternaires. Typique
8	O 47	9,8	46,6	33,9	9,7	Arivonimamo : rajeunissement des coulées plio-quaternaires. Typique
9	O 47	4,3	16,2	54	25,5	Belobaka : relief dérivé de S III ; peu typique parce que proche de S III conservée
9	L 48	6	17,5	40,5	36	Mandoto : relief dérivé de S III. Typique
9	R 45	10	2	20	68	Andaingo : relief dérivé de S III, exceptionnellement disséqué (champs de lavaka, bas-fonds très étroits)
9	O 54	14	33	44	9	Ambohimahasina : relief dérivé de S III. Typique.
9	O 51	20,5	67,5	4,5	7,5	Ambositra : alvéole de S III défoncée. Typique.
9	O 51	11	74	2	13	Andina : alvéole de S III défoncée Moindre remblaiement qu'à Ambositra.
10	M 48	8	22	44	26	Miandrarivo : relief dérivé de S II, mais encore proche de S II rajeuni.

1 : Bas-fonds

2 : Pentcs supérieures à 15 %

3 : Pentcs inférieures à 15 %

4 : Pentcs inutilisables

Unité N°	Feuille 1/100.000	1	2	3	4	Type/Observations
10	M 49	7	35	24,5	33,5	Soavina : relief dérivé de S II. Typique.
10	Q 46	8	41	38	13	Ambatomena : relief dérivé de S II. Typique.
10	R 45	10	57	24	10	Andaingo : relief dérivé de S II, imbriqué avec de petits lambeaux de S III défoncée
12	K 51	10,5	18,5	48,6	22,4	Mandrosonoro : surface III rajeunie à moyennement disséquée.
12	L 48	6,5	28,5	56,5	8,5	Mandoto : Surface III rajeunie. Typique.
12	S 42	7	12	52	29	Andilamena : surface III faiblement rajeunie. Typique.
12	R 45	18	5	72	5	Andaingo : Surface III rajeunie. La dissection a été bloquée sur le fossé du Mangoro, ce qui a induit un abondant remblaiement alluvial des bas-fonds.
13	N 52	6,5	25,5	43	25	Fanjakana : unité constituée d'une association complexe : 22 + 13 + 10 + petites alvéoles de 9 .
13	M 49	2	56	—	42	Soavina : unité complexe : association de 22 + 10 + petites alvéoles de 9 .
11	L 52	1,3	5,5	63,7	30,5	Fitampo : glacis d'érosion faiblement à moyennement disséqué.
11	L 54 (1/50.000)	2,5	8,5	77	12	Fenoarivo : glacis d'érosion peu disséqué. 2 = cuvettes légèrement enrichies en argile. 3 = surface du glacis.
14	M 49	18,5	27	47	7,5	Soavina : surface II rajeunie typique.
14	J 47	5	18	53	24	Belobaka : surface II rajeunie, mais disséquée selon une maille beaucoup plus étroite qu'à Soavina.
14	K 56	7	8	75	10	Plateau d'Horombe : surface II conservée.
15	O 52	3,5	30,5	27,5	37,5	Ankaratra : haut-plateau basaltique
15	N 48	2	16,3	21,4	60,3	Faratsiho : haut-plateau trachytique
17	O 50	13	19	64,5	3,5	Fandriana : surface I
21	O 52	1	4,5	—	94,5	Ambohimahasoa : reliefs multifaces
21	O 54	3,5	—	2,5	94	Ambohimahasina : reliefs multifaces

1 : Bas-fonds

2 : Pentcs supérieures à 15 %

3 : Pentcs inférieures à 15 %

4 : Pentcs inutilisables

BIBLIOGRAPHIE

- BAILLY (C.), BENOIT DE COIGNAC (G.) et VERGNETTE (J. de), 1968 —
Essai de mise en valeur d'une zone des Hauts Plateaux malgaches (Manankazo) par l'aménagement rationnel. Effet de cet aménagement sur les pertes en terre et ruissellement.
in « Colloque sur la fertilité des sols tropicaux ».
TANANARIVE. IRAT. pp. 1362-1384.
- BAILLY (C.), VERGNETTE (J. de), BENOIT DE COIGNAC (G.) et ROCHE (P.), 1968 — Influence du couvert naturel et de sa modification sur le ruissellement et les pertes en terre. Résultats obtenus par l'expérimentation en parcelles élémentaires.
in « Colloque sur la fertilité des sols tropicaux »
TANANARIVE. IRAT. pp. 1332-1343.
- B.D.P.A. — 1965 — Aménagement anti-érosifs de pentes inférieures à 12 %.
TANANARIVE. B.D.P.A. 33 p. + annexes.
- BIROT (P.) — 1962 — Contribution à l'étude morphologique des « plateaux » du centre de Madagascar.
Madagascar, Revue de Géographie. N° 3. pp. 1-44.
- BOSSER (J.) — 1963 — Végétation des plateaux du Moyen-Ouest et des bas-fonds de la Sakay.
TANANARIVE. Mém. IRSM. 14 p.
- BOSSER (J.) et RIQUIER (J.) — 1952 — Notice sur la carte d'utilisation des sols. Feuille de Kianjasoa.
TANANARIVE. IRSM.
- BOSSER (J.) et RIQUIER (J.) — 1953 — Carte d'utilisation des sols au 1/20.000 de Bealanana.
TANANARIVE. IRSM.
- BOSSER (J.) et ROCHE (P.) — 1956 — Notices sur les cartes d'utilisation des sols.
1. Feuille d'Andilamena.
TANANARIVE. IRSM. 24 p. + 1 carte au 1/40.000.
- BOUCHARD (L.) — 1967 — Etude pédo-agronomique de la région de Mandoto (Sous-préfecture de Betafo).
Bull. de Madagascar. N° 248 (Janvier) pp. 27-64.
(Février) pp. 115-34.
- BOUCHARD (L.) — 1969 — Reconnaissance pédologique de la zone de reboisement du Haut Mangoro.
TANANARIVE. Doc. N° 186. IRAM. 20 p. + annexes.

- BOUCHARD (L.), DAMOUR (M.) avec la collaboration de RAKOTOARIMANANA et ANDRIAMIHAINGO (M.) — 1970 — Etude agro-pédologique du périmètre de l'Imanga, secteur d'Ambahatra, Sous-préfecture de Tsiroanomandidy, Province de Tananarive.
TANANARIVE. IRAM. Doc. N° 248. 19 p. + annexes.
- BOUCHARD (L.), LE BUANEC (B.) et RAMALANJAONA (D.) — 1967 — Etude pédologique de la zone d'extension des reboisements de la Haute Matsiatra. Province de Fianarantsoa.
TANANARIVE. IRAM. Doc. N° 112.
- BOURGEAT (F.) — 1966 — Les sols des régions d'Ankazobe et Arivonimamo.
TANANARIVE. ORSTOM. 28 p. ronéo.
- BOURGEAT (F.) — 1967 — Reconnaissance pédologiques au 1/100.000 du périmètre d'Andranobe (région d'Antsirabe).
TANANARIVE. ORSTOM. 17 p. ronéo + esquisses.
- BOURGEAT (F.) — 1968 — Carte pédologique de Tananarive au 1/100.000 et notice.
TANANARIVE. ORSTOM. 110 p. ronéo + carte.
- BOURGEAT (F.) — 1972 — Sols sur socle ancien à Madagascar. Types de différenciation et interprétation chronologique au cours du quaternaire.
PARIS. Mém. ORSTOM. N° 57. 335 p.
- BOURGEAT (F.), HUYN VAN NHAN, VICARIOT (F.) et ZEBROWSKI (Cl.) — 1973 — Relations entre le relief, les types de sols et leurs aptitudes culturales sur les Hautes Terres malgaches.
Cah. ORSTOM. Sér. Biologie. N° 19. pp. 23-42.
- BOURGEAT (F.) et PETIT (M.) — 1966 — Les stone-lines et les terrasses alluviales sur les Hautes Terres malgaches.
Cah. ORSTOM. Sér. Pédologie. IV-2. pp. 1-19.
- BOURGEAT (F.) et PETIT (M.) — 1968 — Caractères des surfaces d'aplanissement sur les Hautes Terres malgaches.
TANANARIVE. Compte-rendus de la Semaine Géologique de Madagascar. pp. 9-15.
- BOURGEAT (F.) et PETIT (M.) — 1969 — Contribution à l'étude des surfaces d'aplanissement sur les Hautes Terres malgaches.
Annales de Géographie. N° 246. pp. 156-188.
- BOURGEAT (F.) et PETIT (M.) — 1969 — Carte géomorphologique des Hautes Terres au 1/500.000.
TANANARIVE. ORSTOM.

- BOURGEOAT (F.) et RATSIMBAZAFY (Cl.) — 1968 — Les sols alluviaux des Hauts Plateaux de Madagascar. Reconnaissance pédologique du périmètre d'Antanetibe.
Terre Malgache. Tany Malagasy. N° 3. pp. 88-103.
- BRUYERE (R.) et JANNAUD (G.) — 1964 — Etude agronomique du périmètre d'aménagement de la plaine de l'Onive (Madagascar).
L'agronomie Tropicale. XIX-5 pp. 383-412.
- BURESI (J.-M.) et de HAUT de SIGY (G.) — Indice des potentialités régionales dans les secteurs d'expansion rurale de l'Imerina.
TANANARIVE. IRAM. Doc. N° 188. 17 p. + 38 p. annexes.
- BURESI (J.-M.) et de HAUT de SIGY (G.) — 1968 — Pour une intensification des cultures de collines dans le Vakinankaratra.
Deuxième étude : essai de détermination des secteurs les plus favorables à une intensification des cultures de collines.
TANANARIVE. IRAM. Doc. N° 175. 26 p. ronéo + annexes.
- CHAUVET (J.) — 1972 — Six années d'expérimentation de l'IRAM à la Sakay (Moyen-Ouest). Synthèse des résultats.
TANANARIVE. IRAM. 10 p. + annexes.
- CHAUVET (J.) — Tampoketsa de Beveromay.
TANANARIVE. IRAM. Doc. N° 323.
- DAMOUR (M.) — 1965 — Problème de la fertilité des sols d'une région de l'Ankaratra, Ambohimandroso.
L'agronomie Tropicale. XX-9. pp. 863-887.
- DIDIER de SAINT-AMAND (R.) — 1954 — Etude des sols de la région d'Ambatomanoina, (district d'Anjozorobe).
TANANARIVE. ORSM. 54 p. + carte au 1/100.000.
- DIXEY (F.) — 1956 — Observations sur les surfaces d'érosion à Madagascar.
C.R. ACAD. Sci. Sér. D.T. 247 pp. 944-947.
- DRESCH (J.) — 1962 — Sur quelques aspects régionaux du relief à Madagascar.
Bull. Ass. Géogr. Fr. N° 309-310. pp. 236-251.
- GIGOU (J.) — 1970 — Etude pédologique de la région d'Ambohimandroso-Antsiriribe.
TANANARIVE. IRAM. Doc. N° 255. 70 p. ronéo + annexes.
- GRANIER (P.) — 1966 — Etude agrostologique sommaire de la pénélaine de Mandoto.
TANANARIVE. IEMVT. 9 p. ronéo.

- GRANIER (P.) — 1967 — Le rôle écologique de l'élevage dans la dynamique de savanes à Madagascar.
TANANARIVE. IEMVT. 80 p. ronéo.
- HERVIEU (J.) — 1963 — Les plaines de la Zomandao et de Ranotsara.
Cah. ORSTOM. Sér. Pédologie. N° 3. pp. 73-114.
- HERVIEU (J.) — 1966 — Géographie des sols malgaches.
PARIS. ORSTOM. 59 p.
- HERVIEU (J.) — s.d. — Reconnaissance d'un secteur pour la culture sèche du coton dans la région d'Ihosy.
TANANARIVE. ORSTOM.
- I.R.A.M. — 1961 — Etude agronomique du P.C. 15 Lac Alaotra.
TANANARIVE. IRAM.
- LE BUANEC (J.) — 1967 — Etude pédologique d'un périmètre de la Sakay.
TANANARIVE. IRAM. Doc. N° 132 (1). 197 p.
- LE BUANEC (B.) — 1967 — Evolution sous cultures des sols de la Sakay.
TANANARIVE. IRAM. Doc. N° 132 (2). 89 p.
- LENGELLIER (P.), DAMOUR (M.) et BOUCHARD (L.) — 1973 — Etudes pédologiques dans la région de Mandritsara. Province de Majunga.
TANANARIVE. IRAM. Doc. N° 361. 75 p.
- MORAT (Ph.) — 1964 — Végétation herbacée des plateaux du Moyen-Ouest, vallée de la Saonjo.
TANANARIVE. ORSTOM. 14 p. ronéo.
- MORAT (Ph.) — 1969 — Esquisse du milieu et de la végétation sur le plateau de l'Horombe.
Cah. ORSTOM. Sér. Biologie. N° 8. pp. 3-28.
- RAKOTOMIRAHO (J.D.) — s.d. — Reconnaissance pédologique du périmètre de Bemaha-Manandona.
TANANARIVE. ORSTOM. 5 p. ronéo.
- RIQUIER (J.) — 1951 — Sols du Tampoketsa d'Ankazobe.
Mém. IRSM. Sér. D. Tome III. pp. 101. 112.
- RIQUIER (J.) — 1954 — Etude sur les lavaka.
Mém. IRSM. Sér. D. Tome V. pp. 169-189.
- RIQUIER (J.) — 1956 — Notice sur la carte d'utilisation des sols au 1/20.000 d'Ambohimandroso.
Mém. IRSM. Sér. D. Tome VII. pp. 403-416 + carte.

- RIQUIER (J.) — 1956 — Carte d'utilisation des sols. Feuilles d'Ankadinondry et Babetville.
TANANARIVE. IRSM.
- RIQUIER (J.) — 1956 — Les sols sur alluvions récentes et anciennes du lac Alaotra (Madagascar).
Paris. 6ème Congrès International des Sciences du Sol. Sér. D. pp. 541-546.
- ROCHE (P.) — 1955 — Prospection pédologique de la plaine de Vinaninony (district d'Antsirabe). Station agronomique du lac Alaotra.
Rapport annuel 1955. Annexe 1. pp. 63-71.
- ROCHE (P.) — 1957 — Notice de la carte d'utilisation des sols de Faratsiho (quart Sud-Est — Région d'Ambatondradama).
TANANARIVE. Bureau d'Etudes et de Conservation des Sols. Recherche Agronomique.
- ROCHE (P.) et RAMALANJAONA (D.) — 1957 — Rapport de prospection pédologique sur la ferme d'Etat pommier, Betampona, Soanindrariny. Préfecture d'Antsirabe.
TANANARIVE. IRAM. Division d'Agrologie.
- ROCHE (P.), VELLY (J.) et CELTON (J.) — 1966 — Quelques problèmes agronomiques posés par la mise en valeur des sols ferrallitiques de colline à Madagascar (synthèse des résultats 1961-1964).
L'Agronomie Tropicale. Sér. Agron. gén. Tome XXI. pp. 191-237.
- SEDES — 1971 — Enquête rendements riz dans l'URER de Tananarive.
TANANARIVE. 26 p. + annexes.
- SEDES — 1971 — Enquête rendements riz dans l'URER de l'Itasy. Campagne 1970-1971.
TANANARIVE. SEDES. 12 p. + annexes.
- SEGALEN (P.) — 1951 — Etude des sols du périmètre forestier d'Ampamaherana (région de Fianarantsoa).
Mém. IRSM. Sér. D. Tome III. Fasc. 1. pp. 147-163.
- SEGALEN (P.) et TERCINIER (G.) — 1951 — Notice sur la carte pédologique de l'Ankaizina.
Mém. IRSM. Sér. D. Tome III. Fasc. 2. pp. 181-283.
- SOUBIES (F.) — 1969 — Sols et pédogenèse de la cuvette d'Ambalavao.
TANANARIVE. ORSTOM. 154 p. ronéo.
- SOURDAT (M.) — 1967 — Note de synthèse sur le périmètre irrigable de la Menarahaka. Ihosy.
TANANARIVE. ORSTOM. 4 p. ronéo.

- THIBOUT (F.) — 1966 — Etude pédologique de reconnaissance de la région de Manankazo (Ankazobe).
TANANARIVE. IRAM. Doc. N° 87.
- TREYER (M.) — 1966 — Etude des sols de la région d'Ikalamavony.
TANANARIVE. IRAM. 51 p.
- TREYER (M.), ANDRIAMIHAINGO (N.) et RAKOTOARIMAGA (D.) — 1969 — Contribution à l'étude pédologique de la plaine de Tananarive.
a) Sols de rizières
b) Sols de collines
TANANARIVE. IRAM. Doc. N° 210. 135 p.
- TREYER (M.), ARCHAIMBAULT — 1963 — Prospection pédologique de reconnaissance effectuée dans la région de Belobaka.
TANANARIVE. IRAM. 90 p. ronéo.
- VIEILLEFON (J.) — 1958 — Les sols de la région de Soavina (Ambatofinandrahana).
TANANARIVE. ORSTOM. 9 p. ronéo.
- VIEILLEFON (J.) — 1959 — Notice sur la carte d'utilisation des sols de la Manandrotsy.
TANANARIVE. ORSTOM. 35 p. + carte.
- VIEILLEFON (J.) — 1960 — Les sols de la plaine de la Menaraka. Notice sur la carte d'utilisation des sols.
TANANARIVE. IRSM-ORSTOM. 46 p. + cartes.
- VIGNAL (A.) et ROCHE (P.) — 1961 — La vallée témoin du Lac Alaotra.
TANANARIVE. C.T.F.T. 74 p. ronéo.
- ZEBROWSKI (Cl.) — 1967 — Notice de la carte pédologique de Moramanga au 1.500.000.
TANANARIVE. C.T.F.T. 74 p. ronéo.
- ZEBROWSKI (Cl.) — 1968 — Reconnaissance pédologique au 1/100.000 du périmètre de Tsaratanana (préfecture de Majunga).
TANANARIVE. ORSTOM. 6 p. ronéo + cartes.
- ZEBROWSKI (Cl.) — 1971 — Propriétés des andosols de l'Itasy et de l'Ankaratra.
Cah. ORSTOM. Sér. Pédologie. IX-1. pp. 83-108.



Liste des Unités

- | | | | |
|------|---|----|--|
| 1-3 | Bas-fonds et basses collines ennoyées - Basses collines et bas-fonds | 12 | Dépressions schisto-argileuses |
| 2 | Planèzes et coulées en pente douce | 14 | Dunes et cordons littoraux, sables remaniés, grès et colluvions superficielles |
| 4-6 | Basses collines dérivées de la surface III sur roches basiques - Collines convexes : rajeunissement de la surface III sur roches basiques | 16 | Formations fluvio-littorales, mangroves |
| 5 | Coulées en pente forte et projections | 19 | Reliefs résiduels sur rhyolites et granites |
| 7 | Niveaux locaux d'aplanissement plus ou moins rajeunis | 20 | Reliefs résiduels et de dissection d'altitude à très fortes pentes |
| 8-13 | Association de reliefs dérivés et de reliefs de rajeunissement sur roches acides - Surface III conservée ou rajeunie | 23 | Reliefs de dissection dans les grès et les quartzites |
| 9-10 | Reliefs de dissection du pied de la falaise orientale - Hauts reliefs de dissection du pied de la falaise orientale | 24 | Roches à nu |

UNITES PHYSIQUES

N° 1 : BAS-FONDS ET BASSES-COLLINES ENNOYÉES

plus de 60 % de bas-fonds

N° 3 : BASSES-COLLINES ET BAS-FONDS

30 à 60 % de bas-fonds

Sols d'apport. Sols ferrallitiques rajeunis à structure plus ou moins dégradée

– Surface

n° 1 : 5.557 Km² – 5 % de la superficie du milieu

n° 3 : 1.543 Km² – 1 % de la superficie du milieu

– Définitions générales

– bas-fonds : ensemble des surfaces planes qui se trouvent généralement de part et d'autre d'un talweg, qui sont limitées par des versants et qui sont formées par des dépôts anciens, récents ou actuels, plus ou moins fins et homogènes, d'origine alluviale ou colluviale.

– topographie et pente : pente d'ensemble faible dans le sens longitudinal, parallèle à l'écoulement du cours d'eau. Pente transversale perpendiculaire au cours d'eau, faible également dans le sens versant-cours d'eau ou en sens inverse.

Topographie d'ensemble relativement plane mais assez bouleversée dans le détail à cause des nombreux bourrelets de berge, des anciens lits, des terrasses ou des modifications dues à l'homme.

– drainage : conditionné par le niveau de base local. Ecoulement des eaux dans le lit parfois contrarié par des seuils rocheux ou le cordon littoral. Ecoulement transversal vers le cours d'eau souvent mauvais en raison de la topographie de détail bouleversée et d'une pente transversale inverse.

– Localisation et définition générale

Plusieurs types de bas-fonds sont distincts mais tous n'ont pas été cartographiés (voir fig. 11, page 148).

1. Le réseau de bas-fonds situé dans les reliefs accidentés de la falaise orientale et à leur pied

(N'a pas été cartographié sauf quelques exceptions notables où il couvre plusieurs centaines d'hectares).

– Morphologie

Bas-fonds très étroits ne couvrant que 1 à 3 % de la superficie totale et collec-



Figure 11
Unités physiques 1 et 3
1/50.000
(environs de Farafangana)

tant les ruisseaux de type torrents qui coulent dans le sens de la plus grande pente le long des versants montagneux (cf. n° 9 – 10 – 20).

– *Végétation*

Plantes semi-aquatiques ou de milieu humide : *Cyperus Madagascariensis* (zozoro), *Eleocharis plantaginea* (harefo), *Raphia ruffa* (palmier raphia), fougères de marais et graminées de prairies humides, *Phragmites mauritianus* (bararata), roseau, sur sols sableux.

– *Sols* (cf. p. 153).

– *Utilisation actuelle*

Parfois cultivés en riz ; peuvent également porter des cultures vivrières pluviales, des bananiers et même des caféiers ainsi que les colluvions de bas de pente voisines.

2. *Le réseau de bas-fonds qui draine les systèmes de collines situés entre le pied de la falaise orientale et le littoral*

(sauf exception notable, il n'a pas été cartographié)

– *Morphologie*

Bas-fonds plus larges que les précédents. Allure variable : rectilignes ou tortueux suivant le relief, avec terminaisons amont en feuilles de chêne. Importance dépendant de la présence de seuils rocheux favorisant les dépôts ou de leur degré d'enneigement par les alluvions des grands fleuves voisins.

Drainage généralement bon. 3 à 15 % de la surface totale.

– *Végétation*

De même type que précédemment ; disparition des « zozoro » au profit de plantes typiques du milieu Est : nombreux *Pandanus* et *Typhonodorum lindleyanum* (viha).

– *Sols* (cf. p. 153).

– *Utilisation actuelle*

Largement utilisés par la riziculture en deux saisons : « vatomandry » en saison des pluies, « vary hositry » en saison fraîche et moins pluvieuse. Des réserves d'eau peuvent être facilement constituées en tête de vallons.

3. *Le réseau de bas-fonds drainant les basses collines situées à proximité du littoral et des grandes vallées alluviales*

– *Morphologie*

Bas-fonds piégés entre les diverses formations sableuses du littoral ou entre celles-ci et les basses collines (cf. n° 14).

Selon leur degré d'envolement par les alluvions des basses vallées, on se trouvera dans les unités physiques 1 ou 3 :

- 1 : plus de 60 % de la surface totale en bas-fonds,
- 2 : 30 à 60 % de la surface totale en bas-fonds.

Drainage difficile car altitude insuffisante (quelques mètres au-dessus du niveau de la mer). Présence fréquente de grands marais permanents.

– *Végétation*

Grand développement des « viha » et *Pandanus*.

– *Sols* (cf. p. 153)

– *Utilisation actuelle*

Riziculture inondée en une ou deux saisons ou riziculture sur brûlis de marais. Ceux-ci sont parfois endigués pour constituer des réserves d'eau en saison « hosity ».

4. Les grandes vallées alluviales ou plaines de niveau de base marin

– *Morphologie* (voir fig. 12 et 13, p. 151)

Trois types de fleuves côtiers :

- fleuves à cours inférieur à pente faible et à écoulement vers la mer gêné par les cordons dunaires (type Matitanana) ;
- fleuves à cours inférieur rectiligne et à débit important, à embouchure plus nette malgré les cordons (type Mangoro) ;
- petits fleuves côtiers alimentant de nombreuses lagunes.

Les fleuves des 1^{er} et 3^{ème} types ont formé des basses plaines pouvant atteindre un développement considérable dû à la fois à un alluvionnement intense et aux difficultés d'évacuation des eaux à la mer (plusieurs dizaines de milliers d'hectares). Le régime spasmodique des fleuves et les eaux de crues de plus en plus chargées à cause du déboisement des parties supérieures des bassins versants entraînent un exhaussement du lit qui domine les plaines et aggravent les risques d'inondation.

Les eaux de crues, sautant les bourrelets de berge, viennent grossir les cuvettes de débordement dont la vidange est problématique en raison de la pente transversale inverse. Présence de grands marais permanents (plusieurs milliers d'hectares) à drainage difficile voire impossible s'ils sont situés à moins de 2 – 3 mètres au-dessus du niveau de la mer ; superficie en marais pouvant atteindre 40 à 50 % de la superficie totale d'une basse vallée. La topographie de détail varie de l'amont vers l'aval : en amont le fleuve est encaissé dans une plaine d'inondation ; en moyen cours on observe un bourrelet de berge, une plaine d'inondation et une cuvette de débordement (ou de décentration) ainsi que des buttes sableuses. Vers l'aval, le bourrelet est moins marqué et la plaine d'inondation très étendue. Les anciens cours avec leurs bourrelets, les but-

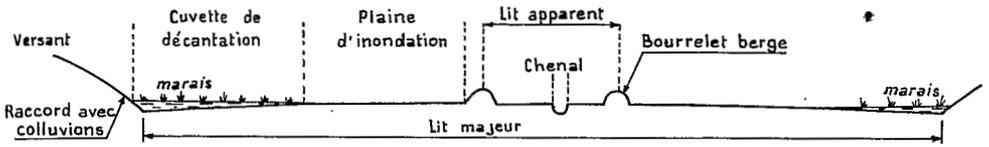


Figure 12
Schéma général d'une vallée
(Coupe transversale)

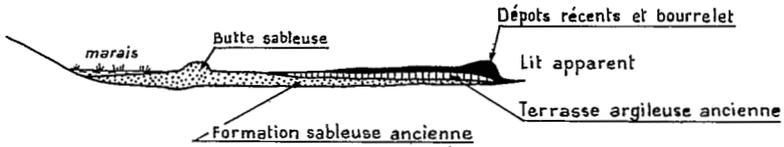


Figure 13
Schéma d'une plaine à niveau de base marin en moyen cours
(d'après RATSIMBAZAFY, 1971)

tes et le creusement par l'homme pour atteindre la nappe phréatique compliquent cette topographie.

Trois types d'alluvions :

- à la base : terrasse sableuse, érodée et disséquée ;
- puis terrasse formée par des dépôts argileux plus récents ; rarement visible en aval ;
- des dépôts actuels.

— Végétation

Très riche, dépendant des conditions hydriques :

- plantes de marais et plantes aquatiques à feuilles flottantes : *Ottelia ulvaeifolia* (ovirandana), *Pistia stratiotes* (azafo), chou flottant, *Jussiaea repens*, *Eichhornia crassipes* (jacinthe d'eau), lentilles d'eau, etc. ;
- plantes de tourbières : sphaignes, lycopodes, drosera ;
- arbustes de milieu humide : *Voacanga thouarsii* (voakanga), *Typhonodorum lindleyanum* (viha), des *Pandanus* ;
- arbres de milieu humide : *Raphia ruffa* (palmier raphia), *Melaleuca viridiflora* (niaouli)
- herbes abondantes (graminées, cypéracées, composées, etc.) dont surtout : *Phragmites mauritanus* (bararata), roseau, *Aframomum angustifolium* (longozo), *Panicum parvifolium* et *Axonopus compressus* formant des tapis de gazon, *Leersia hexandra* et des *Echinochloa*, adventices des rizières, des *Sporobolus* (horompotsy), etc. ;
- grands arbres de forêt galerie ;
- végétation arborée introduite assez dense : manguiers, avocatiers, letchi, Annonacées (cœur de bœuf, pomme cannelle, corossol, arbre à pain, ampalibe ou jacquier,...), des orangers, mandariniers et autres *Catrus*, des arbres d'ombrage du café (*Albizzia*, *Inga*, *Deguelia*).

— Utilisation actuelle

Occupation du sol très dense. Riziculture en deux saisons malgré les risques d'inondation des rizières basses en saison vatomandry ; caféiculture, arboriculture, cultures vivrières pluviales sur les parties plus hautes : buttes sableuses et moyenne terrasse sableuse, bourrelets et anciens bourrelets, basses collines ennoyées. Paysage présentant un aspect bocager. Sites d'habitat sur les collines ou sur les bourrelets. Marais délaissés ou riziculture sur brûlis de marais tous les 4 ou 5 ans.

5. Les plaines alluviales à niveau de base local

— Morphologie

Elles sont dues à des effets de barrage résultant d'accidents tectoniques (plaine d'lazafo). Trois types d'alluvions :

- . alluvions sableuses anciennes ;

- . anciennes alluvions argileuses
- . alluvions récentes et actuelles, avec triage longitudinal : en amont les éléments grossiers, en aval les éléments fins décantés dans les marais.

– *Topographie de détail*

Varie de l'amont vers l'aval où elle s'estompe dans les marais ; bourrelet de berge, plaine d'inondation et cuvette de décantation, les deux pouvant être confondues.

– *Végétation – Utilisation actuelle*

Identiques à celles des grandes vallées alluviales.

6. Les plaines deltaïques

Une seule plaine de ce type dans le milieu « Est » : le Bas Sambirano (cf. fiches descriptives milieu « Ouest », Unité Physique n° 1, p. 51).

– **Caractères généraux des sols**

Les sols des bas-fonds dépendent du type de dépôt et de l'hydromorphie, liée au niveau de base et à la topographie de détail.

– sur dépôts sableux et argileux anciens : sols ferrallitiques jaunes, à structure bien développée, bonne porosité, richesse chimique moyenne. Conviennent bien à la riziculture et aux cultures d'exportation (café, palmier à huile) ;

– sur bourrelets : sols peu évolués d'apports fluviaux à horizon humifère d'épaisseur variable surmontant un horizon limono-argileux avec sables grossiers. Bonne propriétés physiques, chimiquement assez riches. Conviennent à toutes les cultures ;

– sur les plaines d'inondation :

. zones à engorgement temporaire : sols hydromorphes peu humifères à pseudo-gley. Teneur en matière organique élevée en surface, propriétés physico-chimiques moyennes sur 1 mètre de profondeur. Conviennent à toutes les cultures si l'on draine et fertilise (carences nombreuses) ;

. zones où la nappe phréatique peut affleurer : sols à amphigley et à gley d'ensemble ne convenant plus qu'à la riziculture ;

. zones basses des terrasses inondables : sols hydromorphes moyennement organiques (semi-tourbeux) ; la matière organique évolue encore.

Plus la submersion est permanente, plus les sols deviennent organiques.

— Sols de marais (dans les cuvettes à submersion quasi-permanente où s'accumule la matière organique) :

Sols hydromorphes organiques ou tourbeux, à forte teneur en matière organique mal décomposée à réaction acide ; sols fortement carencés en P, K, Si, Ca et Mg. Présence fréquente d'un horizon organique mal décomposé et flottant qui se décolle.

Un drainage mal contrôlé provoque une rétraction de la tourbe et des phénomènes d'hydrophobie qui rendent ces sols impropres à toute culture.

— Sols des bas-fonds de l'intérieur : sols peu évolués d'apports fluviaux plus ou moins hydromorphes, parfois semi-tourbeux.

— Les basses collines

Ces collines bordant les grandes vallées alluviales ont été incluses dans les unités 1 ou 3 (cf. p. 147). Elles proviennent de la reprise d'érosion du niveau III sur socle ou basalte (cf. n° 4, 6, 8 et 13). Formes variables allant de la demi-orange à la colline presque totalement arrasée.

Sols de type ferrallitique se distinguant entre eux selon le degré de rajeunissement du relief, la roche mère et la couverture végétale. Sols rajeunis, profonds et humifères, à bonne structure surtout sur les pentes ; sols rajeunis à structure dégradée, parfois concrétionnés sur les sommets aplanis.

— Végétation

Végétation arborée conservée ou introduite autour des sites villageois ; tapis graminéen dense à base d'*Aristida* limitant l'érosion sauf si l'on brûle ou dénude. Nombreux arbustes et haies vives (*Jatropha curcas*, kinana).

— Utilisation actuelle

Collines assez largement cultivées : cultures vivrières pluviales (manioc) ou ca-férais sous ombrage. Nombreux sites villageois.

UNITE PHYSIQUE N° 2 : PLANEZES ET COULEES EN PENTE DOUCE
Sols ferrallitiques à structure peu dégradée (NOSY-BE)

– **Surface**

157 Km² – moins de 1 % de la superficie du milieu.

Unité physique localisée uniquement à Nosy-Bé.

– **Géologie**

Basaltes, cendres anciennes et récentes, scories, ankaratrites, tufs.

– **Morphologie**

Trois zones principales :

– zone orientale, à dominante de basaltes altérés formant des collines au sol épais avec de fréquents recouvrements de cendres, scories et tufs, des terrasses anciennes et de nombreux bas-fonds ;

– zone occidentale : nombreux appareils volcaniques récents, coulées boueuses consolidées formant le tuf, à topographie relativement plane : lacs de cratères et ensemble de formes variées attaquées par l'érosion et donnant des crêtes, des dépressions et des cratères comblés par colluvionnement.

Recouvrement partiel de cendres récentes.

– zone septentrionale : basaltes, cendres anciennes ou récentes, côtoyant des sédiments marins et des grès ; l'ensemble formant des collines érodées.

– **Végétation**

Les affinités de la végétation et du climat de Nosy-Bé et du Sambirano avec le milieu oriental ont fait classer ces zones dans le milieu « Est ».

. végétation forestière primaire de type oriental pratiquement disparue sur l'unité physique n° 2 ;

. formations secondaires à *Ravenala* et arbustes ;

. prairie à *Hyparrhenia* et *Panicum* ; *Aristida* dans les parties érodées.

– **Sols**

Sur basaltes, sols ferrallitiques brun-jaune ou brun-rouge, à structure peu dégradée et propriétés physico-chimiques moyennes à bonnes. Présence fréquente de cailloux.

Les meilleurs sols se rencontrent sur les tufs, les cendres récentes, les terrasses anciennes et les colluvionnements : sols à grande richesse chimique et taux de matière organique élevé ; bonne structure ; texture variable : sablo-argilo-limoneuse sur les terrasses, plus sableuse sur les scories et argilo-limoneuses sur cendres récentes. Ces sols sont légèrement ferrallitiques.

– Utilisation actuelle

Les sols riches à texture fine et à topographie relativement plane sont cultivés en canne à sucre. Les sols plus pierreux et les collines sont réservés aux cultures arbustives d'exportation (café, ylang-ylang).

Les cultures vivrières sont peu importantes.

UNITES PHYSIQUES

**N° 4 : BASSES COLLINES DERIVEES DE LA SURFACE III
SUR ROCHES BASIQUES**
moins de 30 % de bas-fonds

Sols ferrallitiques fortement rajeunis ou rajeunis, à structure peu dégradée

**N° 6 : COLLINES CONVEXES : RAJEUNISSEMENT DE LA SURFACE III
SUR ROCHES BASIQUES**

Sols ferrallitiques rajeunis, à structure plus ou moins dégradée

— Surface

n° 4 : 654 Km² — 0,6 % de la superficie du milieu.

n° 6 : 2.485 Km² — 2 % de la superficie du milieu.

— Localisation

Unités localisées le long de la côte sud-est, de Manambondro à Mahanoro, et sur la côte nord-est du Cap Masoala à Vohémar ; n° 4 : principalement le long des axes hydrographiques.

— Géologie

Les roches basiques sont d'origine volcanique (basaltes surtout).

Trois phases caractérisent le volcanisme de la Côte Est :

. Crétacé inférieur (Turonien) : coulées basaltiques du nord-est ;

. Crétacé moyen (Campanien) : coulées basaltiques du sud-est ;

. Manifestations plus récentes : Takarindino (Vatomandry), Ankasimbelona (nord Maroantsetra).

Nombreux filons doléritiques crétaqués tout au long de la côte.

— Morphologie

Les coulées du nord-est et du sud-est forment une bande étroite et presque continue le long du littoral. Elles ont été tronquées à la fin du Tertiaire et présentent l'aspect d'une surface d'érosion inégalement conservée que l'on rattache au niveau III des Hautes Terres.

Trois systèmes de collines sont distincts selon le degré de rajeunissement de cette surface et forment trois unités physiques :

n° 13 : surface conservée ou peu rajeunie (voir ce numéro)

n° 6 : rajeunissement de la surface III : ensemble de collines convexes culminant à des altitudes sensiblement égales, sans replat sommital, à pentes moyennes à fortes et se raccordant parfois entre elles par des versants à pentes longitudinale faible : système de collines appelé « demi-oranges » (et s'apparentant souvent à des demi-bananes coupées longitudinalement). Le contact des versants avec les bas-fonds est brusque, sans colluvionnement. Les bas-fonds sont moyennement développés et peu larges, sauf s'ils sont ennoyés (voir n°1 et fig. 14, p. 158).

n° 4 : basses collines dérivées de la surface III : ensemble de basses collines de forme très variable, sans replat sommital, culminant à des altitudes différentes,

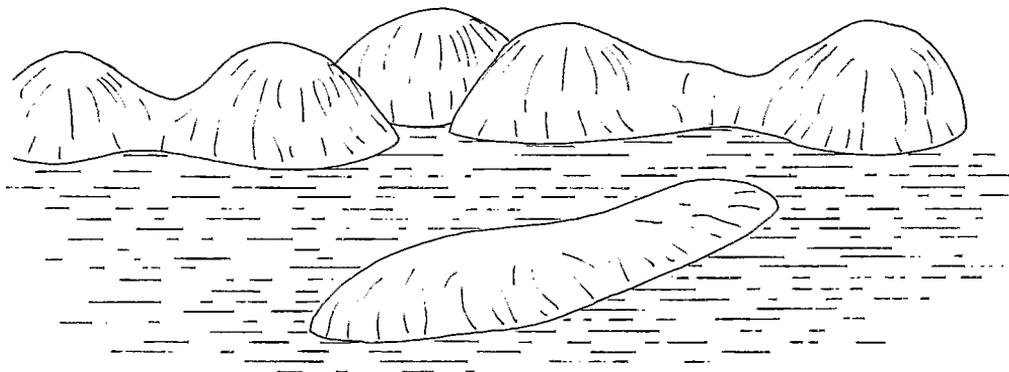


Figure 14
Unité Physique n° 6
Croquis des collines dites « demi-oranges et demi-bananes »

à pentes fortes. Bas-fonds bien développés et souvent ennoyés, pouvant atteindre 30 % de la surface totale.

– Végétation

Très variée, allant de la forêt orientale sempervirente à la pseudo-steppe à *Aristida* en présentant tous les stades physiologiques intermédiaires : formations secondaires arborées (à Ravenala) ou arbustives, prairies à graminées à bon recouvrement, prairies dégradées par les feux et le surpâturage qui rendent les sols sensibles à l'érosion ou au durcissement. Dans les bas-fonds, végétation décrite au n° 1.

– Sols

n° 6 : sols ferrallitiques rajeunis à structure plus ou moins dégradée, de couleur rouge, humifère sous forêt, assez bien structurés, bien pénétrés par les racines, profonds sur les pentes. Présence fréquente de concrétions ferrugineuses ; grande pauvreté chimique.

n° 4 : sols ferrallitiques fortement rajeunis et rajeunis à structure peu dégradée. Bonnes propriétés physiques mais pauvres chimiquement. Humifères sous forêt. Aptes à toutes cultures, la pente étant le facteur limitant.

– Utilisation actuelle

Très variable selon les régions. Les unités n° 4, situées à proximité des basses vallées, sont très utilisées pour les cultures vivrières pluviales (manioc, patates, arbres fruitiers) et la caféiculture sous ombrage. Les unités n° 6 sont moins utilisées et plutôt réservées aux pâturages.

UNITE PHYSIQUE N° 5 : COULEES EN PENTE FORTE ET PROJECTIONS
Sols ferrallitiques rajeunis et fortement rajeunis (NOSY-BÉ)

– **Surface**

150 Km² – Moins de 1 % de la superficie du milieu.

– **Localisation**

Nosy Faly et massif d'Ankasimbelona (nord de Maroantsetra).

– **Géologie**

Basaltes quaternaires, basanites.

– **Morphologie**

Plateau disséqué et fréquemment recouvert de placages sableux (Nosy Faly). Massifs forestiers avec cônes et appareils d'émission (Ankasimbelona).

– **Végétation**

Forêt orientale côtière. Formations secondaires arbustives, prairies (Nosy Faly). Forêt primaire sur Ankasimbelona.

– **Sols**

Sols ferrallitiques bruns-rouges à bonne structure ; importants concrétionnements à Nosy Faly. Phase humifère à Ankasimbelona.

– **Utilisation actuelle**

Faiblement utilisé (cultures d'exportation : café, poivre, cultures vivrières). Pratiquement inutilisé (Ankasimbelona).

UNITE PHYSIQUE N° 7
NIVEAUX LOCAUX D'APLANISSEMENT PLUS OU MOINS RAJEUNIS
Sols ferrallitiques rajeunis, à structure dégradée. Sols d'apport

– **Surface**

5.472 Km² – 5 % de la superficie du milieu.

– **Localisation et géologie**

Des niveaux locaux se trouvent tout au long de la côte est jusqu'au pied de la falaise ou étagés dans les zones montagneuses, sur le socle cristallin essentiellement composé de migmatites, gneiss et micaschistes.

– **Morphologie**

Dans cette unité physique ont été regroupés des systèmes de collines à modèle variable mais qui se différencient nettement des reliefs de dissection (n° 9 et 10) et des reliefs dérivant de la surface III (n° 4, 6, 8 et 13). Il s'agit souvent de « fausses vallées », c'est-à-dire d'aires plus ou moins aplanies situées le long d'axes hydrographiques ou d'alvéoles de grandes dimensions dans des roches tendres.

Les bas-fonds sont bien développés et pourvus en alluvions récentes ou anciennes. Les collines sont du type demi-oranges plus ou moins évoluées culminant à des altitudes variables mais toujours inférieures aux collines ou montagnes qui enserrant le niveau local.

Ces niveaux locaux se rattachent en général au niveau III qui est diversement compartimenté ou à des épicycles quaternaires.

– **Végétation**

Prairie à graminées peu dégradée. Végétation typique dans les bas-fonds (voir n° 1). Forêt absente.

– **Sols**

Bas-fonds : sols d'apport récent et quelques témoins d'alluvions anciennes ; parfois sols hydromorphes minéraux ou moyennement organiques si le drainage est gêné par un seuil rocheux.

Collines : sols ferrallitiques rajeunis à structure dégradée, profonds sur les pentes, chimiquement pauvres.

– **Utilisation actuelle**

Unité assez peuplée par rapport aux reliefs qui l'entourent. Riziculture dans les bas-fonds ; cultures vivrières ou pâturages sur les collines, parfois caféiculture en-dessous de 500 – 600 m d'altitude.

UNITES PHYSIQUES

N° 8 : ASSOCIATION DE RELIEFS DERIVES
ET DE RELIEFS DE RAJEUNISSEMENT SUR ROCHES ACIDES*Sols ferrallitiques rajeunis, enrichis en minéraux peu altérables, à structure dégradée*

N° 13 : SURFACE III CONSERVEE OU RAJEUNIE

*Sols ferrallitiques rajeunis, enrichis en minéraux peu altérables, à structure dégradée
Sols anciens indurés et concrétionnés*

– Surface

n° 8 : 11.216 Km² – 10 % de la superficie du milieu.n° 13 : 8.582 Km² – 8 % de la superficie du milieu.

– Localisation et géologie

n° 8 : roches cristallines et métamorphiques du socle : migmatites, mica-schistes, gneiss.

n° 13 : socle et coulées basaltiques du nord-est et du sud-est.

Comme les coulées volcaniques, le socle a été tronqué à la fin de l'époque tertiaire. La surface d'érosion ainsi obtenue, rattachée au niveau III des Hautes Terres, connaît un développement variable tout au long de la côte et atteint son extension maximale à Mananjary à Vangaindrano (pénéplaines « Antaifasy » et « Antaisaka »).

– Morphologie

Les différents systèmes de collines caractéristiques de ce niveau III sont fonction de son degré de rajeunissement. Les n° 4 et 6 concernent les collines sur basaltes, isolées en raison d'une richesse chimique des sols un peu plus élevée que sur socle.

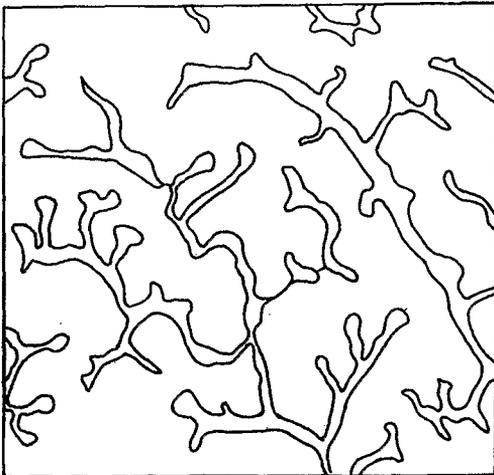


Figure 15

Réseau de bas-fonds – Surface III
en début de rajeunissement
(unité physique n° 13)

1/25.000

(arrière-pays de Farafangana)

Le n° 8 concerne uniquement le socle, le n° 13 comprend indifféremment socle et basalte (même type de collines et mêmes sols).

n° 13 : niveau III bien conservé ou en début de rajeunissement (voir fig. 15, p. 161 et 16, p. 163)

- ensemble de plateaux sinueux à sommets larges et presque plat.
- ensemble de collines à sommets légèrement arrondis formant de longues croupes à pente longitudinale faible et culminant à des altitudes voisines.

Dans les deux cas, les pentes sont faibles, les différences d'altitude entre sommets et bas-fonds ne dépassent pas 50 mètres. Le réseau de drainage est plus ou moins rectiligne et peu ramifié et se fait mal. Les bas-fonds sont mal individualisés ils ne dépassent pas 5 % de la superficie totale. On compte 1 à 2 Km de talwegs par Km².

Pour les plateaux, les proportions de pente sont les suivantes :

3 % : 35 % de la superficie
 12 % : 35 % de la superficie
 12 à 25 % : 20 % de la superficie
 25 % : 10 % de la superficie

Pour les collines légèrement rajeunies :

3 % : 10 % de la superficie
 3 à 12 % : 45 % de la superficie
 12 à 25 % : 20 % de la superficie
 25 % : 25 % de la superficie

n° 8 : le rajeunissement, plus poussé, donne lieu à la coexistence de deux systèmes de collines étroitement imbriqués (voir fig. 16, p. 163) :

— des collines convexes culminant à des altitudes sensiblement égales, sans replat sommital, à pentes moyennes à fortes, souvent raccordées entre elles par des versants à pente longitudinale faible (système « demi-oranges » et « demi-bananes »). Le contact versant-bas-fonds est brusque, sans colluvionnement ;

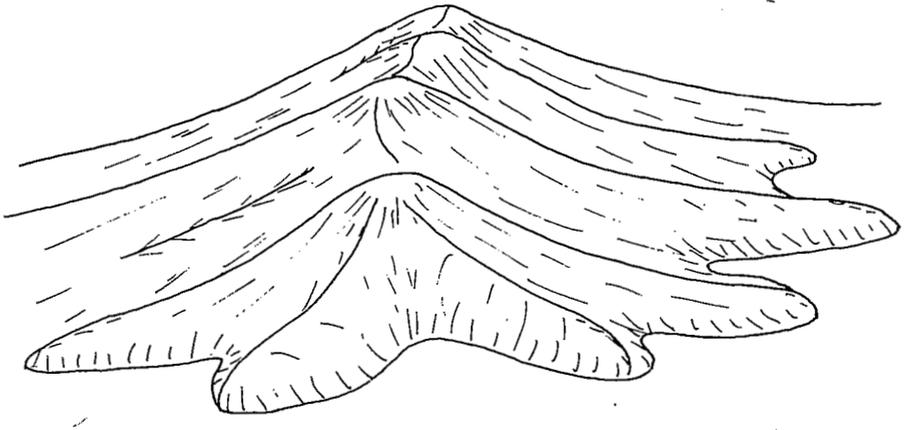
— des collines aux pentes plus marquées, ayant perdu leur convexité, culminant à des altitudes différentes, de formes variables et s'individualisant les unes des autres. Bas-fonds bien développés, parfois ennoyés par des alluvions mais dépassant rarement 10 % de la superficie totale. Présence occasionnelle de banquettes d'alluvions anciennes et d'affleurements rocheux. On compte environ 3 Km de talwegs par Km².

Les proportions de pentes sont les suivantes :

< 3 % : 15 % de la S.T. ou	< 3 % : 15 % de la S.T.
3 — 12 % : 10 % de la S.T. ou	3 — 12 % : 35 % de la S.T.
12 — 25 % : 40 % de la S.T. ou	12 — 25 % : 25 % de la S.T.
> 25 % : 35 % de la S.T. ou	> 25 % : 25 % de la S.T.

Croquis

8



Croquis

19

13

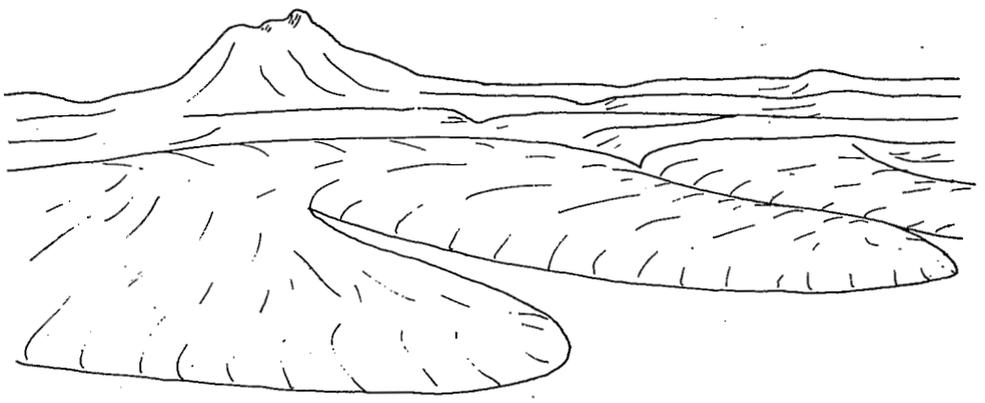


Figure 16
Croquis des unités physiques
8 - 13 et 19

– Végétation

Présence de forêt primaire de type oriental surtout sur le n° 13. Formations forestières secondaires à Ravenala ou à Bambou (savoka) ; végétation arbustive ou prairie plus ou moins dégradée à *Aristida*.

– Sols

n° 13 : Sols ferrallitiques anciens appauvris, indurés ou concrétionnés ; quelques cuirasses bauxitiques sur basalte. Richesse chimique très faible ; propriétés physiques médiocres. Phase humifère sous-forêt.

n° 8 : Sols ferrallitiques rajeunis à structure dégradée, enrichis en minéraux peu altérables (quartz) avec remaniements nombreux (sur socle). Richesse chimique très faible. Propriétés physiques moyennes : porosité moyenne, bonne profondeur sur les pentes, structure bonne mais présence fréquente de nombreux gravillons ferrugineux. Sensibles à l'érosion dès que l'état de la couverture végétale se dégrade.

– Utilisation actuelle

n° 13 : Faible occupation du sol, plateaux délaissés au profit des pentes. Forêt surexploitée ou brûlée.

n° 8 : Tavy sur la côte Nord-Est. Occupation généralement médiocre par cultures vivrières pluviales. Cependant, certaines zones sont très occupées (Fénériverie – Vavatenina) avec utilisation de ces collines pour le girofle et le café.

UNITES PHYSIQUES

N° 9 : RELIEFS DE DISSECTION DU PIED DE LA FALAISE ORIENTALE

N° 10 : HAUTS RELIEFS DE DISSECTION

DU PIED DE LA FALAISE ORIENTALE

Altitude supérieure à 500 m

Sols ferrallitiques rajeunis ou fortement rajeunis, humifères sous forêt

— Surface

n° 9 : 20.094 Km² — 18 % de la superficie du milieu

n° 10 : 13.827 Km² — 12 % de la superficie du milieu

— Localisation

Sous le terme de « falaise orientale » on désigne la zone très montagneuse qui marque la bordure occidentale des Hautes Terres malgaches et qui sépare les milieux Est et Hautes Terres. Il s'agit tantôt d'un escarpement bien individualisé, tantôt d'une série de massifs dégagés par érosion différentielle et descendant régulièrement ou par paliers vers l'océan Indien (voir fig. p. 176).

Le n° 9 est caractérisé par une altitude moyenne inférieure à 500 m et une différence d'altitude entre crêtes et axes pouvant atteindre 250 à 300 m. Au-delà, voir n° 20.

— Géologie

Socle, essentiellement migmatites, gneiss, micaschistes ; localement granites, intrusions subvolcaniques ou volcaniques acides (voir aussi n° 19).

— Morphologie

Il s'agit de pans de montagne disséqués de façon originale. Quand les crêtes sommitales culminent à des altitudes voisines, cela laisse supposer qu'il s'agit de la dissection d'une surface ancienne compartimentée (niveaux II et I des Hautes Terres) et étagée par le jeu d'une tectonique postérieure au nivellement. Ces reliefs proviennent également de la dissection de massifs dégagés par érosion différentielle ou de reliefs hérités de failles.

L'ampleur des versants est de l'ordre de 100 à 300 mètres. Les bas-fonds sont très étroits, les pentes fortes et très fortes.

Ces reliefs de dissection sont appelés également « reliefs polyédriques » (BRENON) ou mieux « reliefs multifaces » (HERVIEU).

Le relief multiface se compose d'une ligne de crête étroite, longue, à pente longitudinale irrégulière dans le détail mais peu marquée dans l'ensemble raccordée ou non à un sommet. Plusieurs lignes de crêtes secondaires peuvent diverger d'une ligne principale ou d'un sommet. On distingue également des séries de lignes de crêtes principales provenant d'alignements structuraux de roches dures.

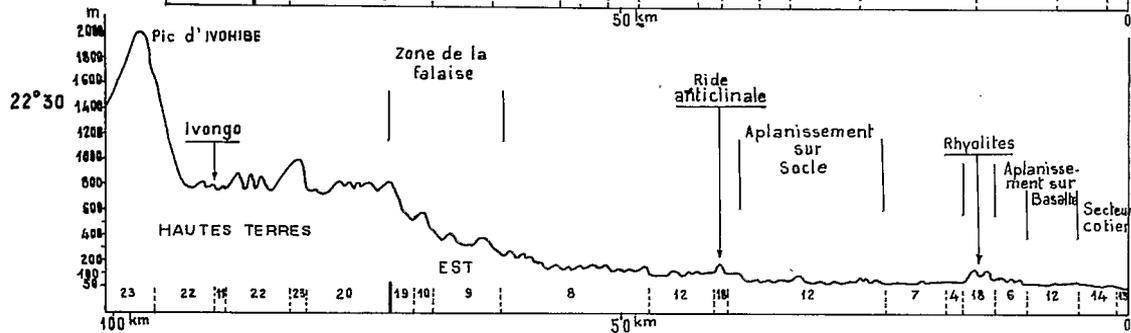
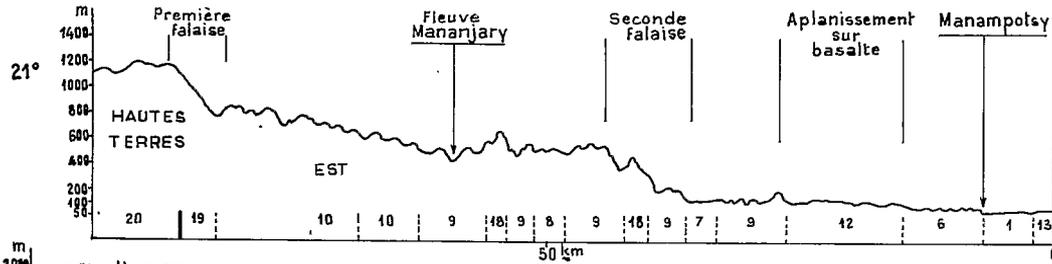
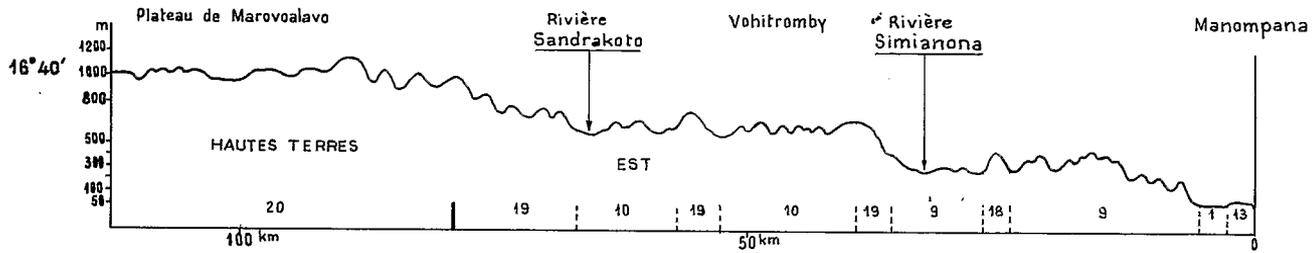


Figure 17
 Coupes topographiques ouest-est des Hautes Terres à la mer

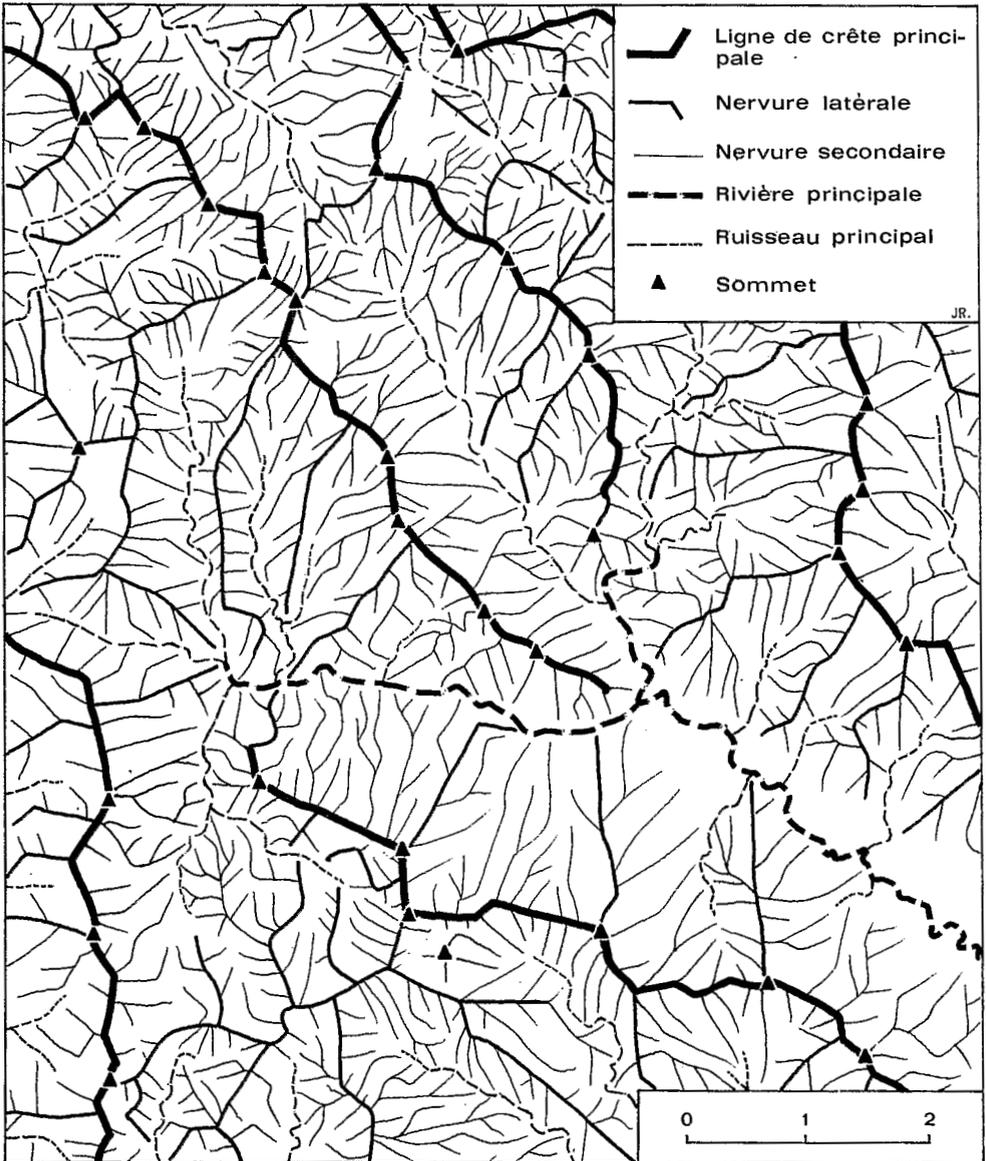


Figure 18
Relief de dissection de la côte Est
N° 9 - 10 - 20

De chaque ligne de crête partent des nervures latérales perpendiculaires à la crête. Sur ces nervures se branchent des nervures secondaires perpendiculaires. Les versants sont drainés par d'abondants ruisseaux situés entre les nervures secondaires.

Ces multiples « faces », entre ruisseaux et nervures, ont une pente qui dépasse 25-30 %. Les rivières principales sont adaptées aux grandes directions structurales ; les dispositifs de crêtes et de drainage sont en « arêtes de poisson ». Un important colluvionnement peut être observé le long des ruisseaux (cf. croquis p. 177).

– Végétation

La végétation naturelle est la forêt primaire de type oriental. Les formations forestières secondaires (savoka à bambou et à ravenala) apparaissent après brûlis et défriche (tavy) puis, si la destruction continue, vient un tapis graminéen plus ou moins dense rendant les sols sensibles à l'érosion. Celle-ci se manifeste surtout lors de la mise en culture et juste après. Sous forêt, des loupes de glissement par décollement du sol sur la roche mère altérée sont fréquentes.

– Sols

Sols ferrallitiques pénévulés (fortement rajeunis), humifères sous forêt, bonnes propriétés physiques, richesse chimique faible. Sols peu profonds et sensibles à l'érosion lors de la mise en culture. La pente est un facteur limitant qui restreint considérablement l'utilisation rationnelle de ces sols.

– Utilisation actuelle

Le tavy est le mode d'exploitation courant de ces reliefs, du moins dans la partie nord-est (Betsimisaraka) et centrale (Tanala). Il s'agit d'une culture de riz, de maïs ou de manioc pendant deux ou trois ans sur brûlis et défriche. Normalement, une forêt secondaire se constitue sur les jachères.

L'accroissement de la pression démographique sans changement des techniques de culture raccourcit les rotations et la jachère devient de plus en plus courte ; la forêt n'a plus le temps de se reconstituer, les sols non plus. La mise en culture sans précautions accélère l'érosion et ces sols de bonne qualité mais sur fortes pentes disparaissent. Sur les colluvions qui s'entassent au fond des talwegs de nombreuses cultures sont possibles (café, cultures vivrières). Après un tavy et une ou deux saisons de riz, on assiste parfois à la reconstitution par l'homme d'une végétation arborée (*Inga*, *Dequelia*, *Albizzia*) destinée à servir d'ombrage à une future caféaie. Si les façons culturales ne mettent pas le sol à nu, cette pratique est bonne et permet l'utilisation de fortes pentes (jusqu'à 25 %).

UNITE PHYSIQUE N° 12 : DEPRESSIONS SCHISTO-ARGILEUSES

*Sols minéraux bruts et vertisols
(SAMBIRANO, NOSY-BÉ)*

– **Surface**

25 Km²

– **Localisation**

Nosy-Bé.

– **Unité physique analogue au n° 14 du Milieu-Ouest.**

UNITE PHYSIQUE N° 14
DUNES ET CORDONS LITTORAUX, SABLES REMANIES
GRES ET COLLUVIONS SUPERFICIELLES

Sols podzoliques. Podzols. Sols lessivés sur alluvions anciennes.
Sols ferrallitiques à structure dégradée, indurés ou concrétionnés

Il s'agit de formations côtières que l'on rencontre de façon presque continue tout au long du littoral.

– **Surface**

5.590 Km², soit 4 % de la superficie du milieu.

– **Géologie**

Sables de plages actuelles et récentes ; plate-formes marines sableuses anciennes (ou dunes anciennes), collines basaltiques partiellement recouvertes de sables, grès argileux continental et grès à ciment calcaire marin.

– **Morphologie**

Plusieurs secteurs côtiers peuvent être distingués :

– la côte Sud-Est jusqu'à l'embouchure du Mangoro :

. plage actuelle et talus, cordon littoral et dunes récentes pénétrant parfois à l'intérieur (2 à 4 km) ;

. une première série de plate-formes marines sableuses à sables homogènes, jaunes, beiges et blancs si la nappe phréatique affleure. Plusieurs crêtes de plage parallèles au rivage actuel ;

. une seconde série de plate-formes marines, plus anciennes, dominant la précédente, modelée par l'érosion ; sables blancs homogènes ;

. collines basaltiques très aplanies et partiellement recouvertes de sables éoliens ou collines molles et également aplanies formées par des calcaires surmontés de grès à ciment calcaire (sédiments marins d'âge maestrichien).

– de Mahanoro à la Pointe à Larrée :

. plage actuelle et talus, cordon littoral et dunes récentes ;

. première plate-forme marine sableuse avec crêtes de plage parallèles au rivage actuel ;

. deuxième plate-forme marine sableuse, modelée par l'érosion. Sables blancs ;

. collines aplanies formées par des grès argileux sénoniens (crétacé continental) alternés avec des argiles bariolées et parfois plaquées de sables blancs.

– de la Pointe à Larrée au cap Masoala :

Les formations littorales sableuses sont plus restreintes, le socle venant jusqu'à la mer ; il y a alternance de secteurs côtiers rocheux et de secteurs avec formations littorales actuelles ou plus anciennes. On note quelques constructions litto-

rales remarquables : la pointe à Larrée et les cordons sableux successifs de Maroantsetra.

- du cap Masoala au nord de Vohémar
 - . formations littorales actuelles (plages, cordons, dunes) d'extension variable ;
 - . formations plus anciennes que l'on peut rattacher aux formations de l'extrême sud :
 - « petite dune » assez bien conservée ; sables jaunes
 - « grande dune » rubéfiée et en partie grésifiée, atteignant parfois 150 m d'altitude et transgressive sur les terrains volcaniques turoniens. Ce phénomène s'accroît vers le nord au fur et à mesure que la pluviométrie décroît ;
 - . collines d'origine volcanique très aplanies et recouvertes partiellement de sables.

— Végétation

- Elle varie selon les types de formation :
 - sur les formations sableuses actuelles :
 - Terminalia catappa* (Badamier)
 - Barringtonia butonica* (Bonnet d'évêque)
 - Casuarina equisetifolia* (Filao)
 - Ipomea pes-caprae* (Patate à Durant)
 - Scaevola plumieri* (Bararaka) } fixant-les dunes
 - sur les crêtes de plages successives : en plus des espèces citées :
 - Cykas thouarsii* (Sagoutier)
 - Melaleuca viridiflora* (Niaouli)
 - et dans les bas-fonds piégés entre les crêtes de plages : végétation citée à l'unité physique n° 1 ;
 - lande à bruyères, prairie à graminées discontinue.

— Sols

- Sur les formations marines :
 - . sols peu évolués d'apport sur sables homogènes, sans horizons bien différenciés bien drainés ;
 - . sols évoluant vers les podzols typiques et les podzols de nappe.
 - Le degré de podzolisation dépend de l'âge du dépôt et des variations de la nappe phréatique. La podzolisation est une évolution des sols conditionnée par la présence en surface d'un humus brut acide qui provoque l'altération des éléments silicatés, la libération des sesquioxydes et la dégradation du complexe absorbant :
 - Sur les collines du crétacé continental ou marin et les collines basaltiques aplanies :
 - . sols ferrallitiques anciens, appauvris et concrétionnés, lessivés, à mauvaises propriétés physiques et chimiques pouvant évoluer vers les podzols sur les placages sableux.

– Dans les bas-fonds, deux types de bas-fonds :

. les bas-fonds piégés entre deux cordons ou les crêtes de plages successives, lagunes en voie de colmatage, marais, sols hydromorphes organiques (tourbe).

. les bas-fonds situés entre le socle et les formations sableuses anciennes provoquant un ennoïement des vallées (voir n° 1) : sols hydromorphes moyennement organiques, plus facilement drainables que les précédents (position topographique plus haute). Sols lessivés sur alluvions anciens.

– **Utilisation actuelle**

Toutes ces formations sont peu utilisées ; on n'y trouve que quelques maigres cultures vivrières pluviales et parfois des rizières dans les bas-fonds (voir n° 1). L'implantation de cocoteraies est envisageable sur les formations sableuses.

UNITE PHYSIQUE N° 16
FORMATIONS FLUVIO-LITTORALES, MANGROVES

Sols d'apport plus ou moins salés

– Localisation

Uniquement dans la partie septentrionale, au nord de Vohémar : la côte du Lac Sahaka à la Baie de Mangeriny, l'estuaire de la Loky, la basse vallée de la Saharenana, la presqu'île d'Ambolobozokely, la côte méridionale de la baie de Diego Suarez, une grande partie de la zone côtière du nord-ouest depuis Bobasakoa au nord jusqu'à la Baie d'Ampasindava au sud.

– Surface

365 Km² – 0,3 % de la superficie du milieu.

– Géologie

Sédiments vaseux d'origine fluvio-marine. Plus rarement, sédiments sableux le long des chenaux.

– Morphologie

Les mangroves sont des milieux fluvio-marins. Elles comprennent des chenaux actifs de marée, des chenaux anciens occasionnellement fonctionnels, des chenaux secondaires beaucoup moins larges perpendiculaires aux grands chenaux. La submersion par la marée est régulière.

– Végétation

La forêt de palétuviers couvre la zone des mangroves. On y constate une zonation des espèces en fonction de l'importance de la submersion.

– Sols

Ce sont des sols hydromorphes minéraux ou peu humifères à gley, salés. Les réserves minérales sont moyennes à fortes. La texture est limono-argileuse à argileuse.

– Utilisation actuelle

Aucune, en-dehors des coupes de bois.

UNITE PHYSIQUE N° 19
RELIEFS RESIDUELS SUR RHYOLITES ET GRANITES

Sols d'érosion (voir fig. p. 173)

— Surface

4.745 Km² — 4 % de la superficie du milieu.

— Localisation et géologie

Individualisation des manifestations volcaniques acides du crétacé, du tertiaire ou du quaternaire quand elles forment des massifs isolés : rhyolites sur les côtes nord-est et sud-est ayant échappé à l'aplanissement fini-tertiaire ; sub-volcanisme d'Ampasindava (roches alcalines et séries gabbroïques, arcs syénitiques et trachytes), intrusions phonolitiques dans le nord ; sub-volcanisme de la Manama (noyau gabbroïque et ceinture granito-gneissique) ; massifs du Takarindiona (ouest Vatomandry) et d'Ankasimbelona (nord Maroantsetra) ; cortèges filoniens et dykes doléritiques importants tout au long de la côte est.

Individualisation de massifs granitiques dégagés par érosion différentielle ou d'arcs granitiques anticlinaux le long de la côte sud-est.

— Morphologie

Elle s'apparente à celle des reliefs de dissection d'altitude (voir n° 20). L'ampleur des versants y est moindre, la dissection moins poussée et les pentes parfois moins fortes, ce qui confère à ces reliefs un caractère plus massif mais de moindre envergure que les reliefs du n° 20.

Les rides anticlinales granitiques marquent les paysages du sud-est par des barres parallèles alignées de faible puissance et des affleurements rocheux nombreux. Les rhyolites, trachytes et phonolites affleurent également.

— Végétation

Le plus souvent forêt primaire ou secondaire de type oriental. Prairie à graminées sur les rides granitiques.

— Sols

Sols d'érosion : localement sols ferrallitiques rouges humifères.

— Utilisation actuelle

Presque nulle sauf quelques exceptions locales.

UNITE PHYSIQUE N° 20
RELIEFS RESIDUELS ET DE DISSECTION D'ALTITUDE,
A TRES FORTES PENTES

Sols ferrallitiques fortement rajeunis, humifères sous forêt

– **Surface**

31.599 Km² – 28 % de la superficie du milieu.

– **Localisation**

Tous les grands massifs montagneux présentant de fortes pentes d'une ampleur dépassant 300 mètres de dénivelée : massifs du Tsaratanana, du Manongarivo, des Marojezy, du Cap Masoala ; zones faîtières et abruptes de la falaise orientale ; chaînes anosyennes à l'extrême sud-est.

Exceptés les grands massifs forestiers du nord où l'altitude dépasse fréquemment 2.000 m, la limite entre le milieu Est et les Hautes Terres a été fixée en général aux alentours des courbes 900 – 1.000 mètres pour des raisons essentiellement climatiques (température).

– **Géologie**

A l'exception de certaines parties volcaniques ou sub-volcaniques des massifs du nord, le substratum d'ensemble de cette unité physique est le socle : migmatites, gneiss, micaschistes, charnockites, localement granites.

– **Morphologie**

Elle est analogue à celle des n° 9 et 10, la différence majeure résidant dans les dénivelées importantes entre crêtes et axes de drainage principaux (plusieurs centaines de mètres) et des pentes généralement plus fortes, dépassant fréquemment 40 %.

Les crêtes principales sont hiérarchisées en fonction de plusieurs critères :

- schistosité générale du socle
- jeu de la tectonique et dégagement local d'escarpement de faille surtout dans les zones nord
- érosion différentielle.

Ces mêmes critères donnent l'allure générale du réseau hydrographique (nombreux tracés en baïonnettes).

– **Végétation**

C'est le domaine privilégié de la grande forêt orientale qui se modifie en fonction de l'altitude. Malgré les pentes, celle-ci est en régression pour plusieurs raisons :

- fragilité due à un enracinement faible des grands arbres (sols peu épais) qui résistent mal aux forts vents cycloniques ;

- nombreuses loupes de glissement après des pluies trop importantes ;
- destruction progressive mais de plus en plus rapide par l'homme (exploitation trop intensive et tavy) ;
- sans doute aussi modification du climax d'origine et rupture d'un équilibre éco-climatique fragile provoqué par les trois facteurs précédents.

– **Sols**

Sols peu profonds, de type ferrallitique fortement rajeunis, humifère sous forêt ; propriétés physico-chimiques bonnes mais grande fragilité.

– **Utilisation actuelle**

Très faible mais tavy fréquents.

UNITE PHYSIQUE N° 23
RELIEFS DE DISSECTION DANS LES GRÈS ET LES QUARTZITES
Sols d'érosion

– **Surface**

2.089 Km² – 2 % de la superficie totale du milieu Est.

– **Localisation**

Unité physique située dans le nord, presqu'île d'Ampasindava et chaîne du Galoka.

– **Géologie**

Grès Isalo (faciès mixte à Ampasindava, Isalo III au Galoka).

– **Morphologie**

Grès très disséqués formant d'innombrables petits massifs raccordés les uns aux autres, à pentes fortes, avec bas-fonds rares et sableux.

Grès Isalo III : roches très dures formant une chaîne très accidentée à très fortes pentes.

– **Végétation**

- forêt primaire de type oriental sur le Galoka
- végétation primaire très dégradée à Ampasindava

– **Sols**

Sols d'érosion peu profonds et de très mauvaise qualité. Localement sols ferrallitiques humifères sous forêt mais disparaissant si on la détruit.

– **Utilisation actuelle**

Nulle sur le Galoka ; la presqu'île d'Ampasindava est localement cultivée (tavy nombreux).

UNITE PHYSIQUE N° 24 : ROCHES A NU

Dans cette catégorie n'ont été distingués, pour le milieu Est, que les sommets des massifs du Tsaratanana et des Marojezy.

Dans les catégories 19 - 20 - 23 on trouvera localement des pans rocheux qui n'ont pas été individualisés.

CONCLUSION

Evaluation des surfaces réellement utilisables au sein des unités physiques (à partir de quelques sondages)

Principes

Se rapporter à la conclusion Hautes-Terres page 132.

Sur la côte est, le schéma de corrélation topographie-qualité des sols s'applique rarement : seuls les unités dérivées d'une surface encore identifiable peuvent en bénéficier. Ailleurs, seuls les bas-fonds, les pentes fortes (sans plus distinguer de limite) et les surfaces inutilisables ont été distingués, puisque les modelés s'approchant du type « reliefs multifaces » dominant de très loin.

Résultats des sondagés par unité

Unité N°	Feuille 1/100.000	1	2	3	4	Types/Observations
2	R-S 33	—	39	45	16	Nosy-bé : Planèzes et coulées en pente douce
2	R-S 33	3	81	16	—	Nosy-bé : Planèzes et coulées en pente douce
3	V 43	6,8	93,2	—	—	Fenoarivo : basses collines et bas-fonds
3	W 40	10	90	—	—	Mananara : basses collines et bas-fonds
4	Q 56	9,8	15,8	67,6	6,8	Anosivelo : basses collines dérivées de surface III. Typique
4	X 35	9	91	—	—	Sambava : basses collines dérivées de surface III. Dissection très poussée : il ne reste plus de traces de la surface.
5	—	—	—	—	—	Sans objet, il n'y a pas de bas-fonds discernables au 1/50.000 (Maroantsetra)
6	—	—	—	—	—	Sans objet, il n'y a pas de bas-fonds discernables au 1/50.000 ; la totalité de l'unité peut être considérée comme pentes supérieures à 15 %.
7	U 43	5,9	94,1	—	—	Vavatenina : niveaux locaux d'aplanissement ; collines convexes
7	O 58	7	89	4	—	Ranomena : niveaux locaux d'aplanissements ; collines convexes
8	T 49	5	95	—	—	Mahanoro : proche des reliefs multifaces
8	V 45	2,2	97,8	—	—	Tamatave : proche des reliefs multifaces
8	V 45	13	87	—	—	Tamatave : collines convexes
9	U 43	2,3	97,7	—	—	Vavatenina : reliefs de dissection du pied oriental de la falaise.
9	S 48	3	97	—	—	Antanambao-Manampotsy : reliefs de dissection du pied oriental de la falaise.
9	T 49	5	93	—	2	Mahanoro : reliefs de dissection du pied oriental de la falaise.
10	V 40	1	99	—	—	Maroavoara : hauts reliefs de dissection
10	S 48	1,5	98,5	—	—	Antanambao-Manampotsy : hauts reliefs de dissection.
12	R-S 33	1	11	88	—	Nosy-Bé : dépression schisto-argileuse

1 : Bas-fonds

2 : Pentes supérieures à 15 %

3 : Pentes inférieures à 15 %

4 : Pentes inutilisables

Unité N°	Feuille 1/100.000	1	2	3	4	Types/Observations
13	P-Q 57	12	15	62	11	Farafangana : surface III rajeunie
13	X 34	6	38	44	12	Antsirabé-Nord : surface III rajeunie
14	—	—	—	—	—	Sans objet : cordon littoral
14	T 49	10	24	66	—	Mahanoro : sables remaniés, grès et colluvions superficiels
14	O 61	15	85	—	—	Sainte-Luce : sables remaniés, grès et colluvions superficielles. Peu de bas-fonds sont susceptibles d'être drainés.

1 : Bas-fonds

2 : Pentes supérieures à 15 %

3 : Pentes inférieures à 15 %

4 : Pentes inutilisables.

BIBLIOGRAPHIE

- BATTISTINI (R.) — 1959 — Etude morphologique de Nosy-Bé.
Mém. IRSM. Sér. F. t. III. pp. 121-236.
- BATTISTINI (R.) — 1964 — Les caractères morphologiques du secteur littoral compris entre Foulpointe et Maroantsetra.
Madagascar. Revue de Géographie. N° 4. Janv-Juin. pp. 1-36 TANANARIVE.
- BATTISTINI (R.) — 1967 — Problèmes géomorphologiques de l'Extrême Nord de Madagascar.
Madagascar. Revue de Géographie. N° 7. Juil-Déc. pp. 1-60. TANANARIVE.
- BOULANGER (J.) — 1958 — Géologie et prospection côtière du Sud-Est. Travaux du Bureau Géologique. N° 87. TANANARIVE.
- BOURGEAT (F.) — 1964 — Etude pédologique de la basse plaine du Manambato.
TANANARIVE. ORSTOM. 60 p. ronéo.
- BOURGEAT (F.) et RAKOTOMIRAHO (J.D.) — 1968 — Reconnaissance pédologique dans la région de Farafangana.
TANANARIVE. ORSTOM. 23 p. ronéo.
- BOURGEAT (F.) et VIEILLEFON (J.) — 1964 — Notice explicative de la carte pédologique de Nosy-Bé à 1/50.000.
TANANARIVE. ORSTOM. 75 p. 1 carte.
- CELTON et THIBOUT — 1968 — La riziculture sur la côte Sud-Est.
Doc. IRAM. N° 96.
- C.I.T.E. — TANANARIVE — 1968 — Bibliographie sur le café à Madagascar.
TANANARIVE. 8 p. ronéo.
- DAMOUR (M.) — 1967 — Etude pédologique de reconnaissance des concessions « Bree-Kay ».
Doc. IRAM. N° 117. 128 p. ronéo.
- DAMOUR (M.) et KILIAN (J.) — 1967 — Etude de la variabilité structurale d'un sol ferrallitique sur la côte Est de Madagascar, (Vatomandry) sous différents stades de la végétation naturelle.
TANANARIVE. IRAM-IRAT. Colloque sur la fertilité des sols tropicaux. pp. 1530-1537.
- GEOTECHNIP — 1970 — Cartes à 1/20.000 pour le développement des cultures industrielles sur la côte Est de la République Malgache.
4 fasc. : Sambava - Fénérive - Vatomandry - Mananjary.

- HERVIEU (J.) — 1960 — Notice sur les cartes pédologiques Brickaville - Mananjary.
TANANARIVE. Publ. IRSM.
- HOTTIN (G.) — 1967 — Feuille TUV 43 : Vavatenina - Fénériver.
Trav. du Bur. Géol. N° 126. 45 p. 4 pl. h.t. 2 cartes.
- KILIAN (J.) — 1965 — Etude pédologique de la plaine du Bas-Faraony.
Doc. IRAM N° 49.
- KILIAN (G.) — 1966 — Recherches sur les sols à palmier à huile dans la région
de Tamatave.
Doc. IRAM. N° 89.
- KILIAN (G.) — 1969 — Les formations littorales marines sableuses de la côte
Est de Madagascar entre Foulpointe et Mahanoro.
Aspects morphologiques et pédologiques.
Doc. IRAM. N° 172.
- KILIAN (J.) — 1969 — Reconnaissance pédologique dans la région de Manakara
en vue de l'extension du palmier à huile.
Doc. IRAM. N° 184.
- MARTIN (Ph.) — 1970 — Bilan des essais riziculture sur la côte Est : Manakara —
Vohipeno — Farafangana.
Doc. IRAM — N° 214
N° 233
N° 250
N° 253
- MOUREAUX (C.) — 1956 — Les marais d'Ambila près de Manakara.
Mém. IRSM. Sér. D. Tome VII. pp. 1-22. 1 carte à 1/75.000.
- MOUREAUX (C.) — 1956 — Observations sur les sols de caféiers dans la région de
Mananjary.
Le Naturaliste Malgache. Tome VIII. pp. 1-30.
- RATSIMBAZAFY (Cl.) — 1967 — Reconnaissance pédologique de l'Izafo, Sous-
Préfecture de Vavatenina.
TANANARIVE. ORSTOM. 25 p. ronéo.
- RATSIMBAZAFY (Cl.) — 1967 — Reconnaissance pédologique du périmètre de
Farahalana — Ambaribe (S/P de Sambava).
TANANARIVE. ORSTOM. 17 p. ronéo. 1 carte.
- RATSIMBAZAFY (Cl.) — 1967 — Reconnaissance pédologique du périmètre
d'Ampanefona, Sous-Préfecture de Vohémar.
TANANARIVE. ORSTOM. 13 p. ronéo.

- RATSIMBAZAFY (Cl.) — 1971 — Les plaines orientales de Madagascar.
Terre Malgache. Tany Malagasy. N° 9. pp. 166-196.
- RIQUIER (J.) — 1961 — Notice sur les cartes d'utilisation des sols : Plaine
d'Anosivelo.
TANANARIVE. IRSM. 42 p. multigr. 1 carte.
- RIQUIER (J.) — 1961 — Les sols de la plaine de Vohipeno.
TANANARIVE. IRSM.
- SOURDAT (M.) — 1968 — Trois plaines marécageuses de la côte Est :
Ilaka (S/P de Vatomandry)
Amparihibe I (S/P de Mahanoro)
Androngaronga (S/P de Mahanoro)
TANANARIVE. ORSTOM. 18 p. ronéo. 3 cartes.
- TREYER — 1967 — Etude pédologique des sols à cocotiers dans la région de
Sambava.
Doc. IRAM. N° 98.
- VIEILLEFON (J.) — 1961 — Les sols de l'île Sainte-Marie.
TANANARIVE. IRSM. 50 p. multigr. 1 carte.

BIBLIOGRAPHIE**Ouvrages intéressant plusieurs milieux**

- BATTISTINI (R.) — 1969 — Les modifications du climat à Madagascar au plio-
quaternaire.
Mém. Acad. malgache. Fasc. XLIII, pp. 103-114.
- BERTUCAT (M.), JOURDE (G.) — 1966 — Considérations sur la stratigraphie du
socle malgache.
TANANARIVE. C.R. Sem. Géol. pp. 107-116.
- BESAIRIE (H.) — 1965 — Carte géologique de Madagascar au 1/1.000.000. Trois
feuilles en couleur.
TANANARIVE. Service Géologique.
- BESAIRIE (H.) — 1968-69 — Description géologique du massif ancien de
Madagascar.
TANANARIVE. Bur. Géol. 3 t.
- BOSSER (J.) — 1954 — Les pâturages naturels de Madagascar.
Mém. IRSM. Sér. B. T. V. pp. 65-77.
- BOSSER (J.) — 1969 — Graminées des pâturages et des cultures à Madagascar.
Mém. ORSTOM. N° 35. 440 p. 159. fig.
- BOURGEAT (F.), AUBERT (G.) — 1973 — Les sols ferrallitiques à Madagascar.
Madagascar. Revue de Géographie. N° 20. pp. 1-23.
- BOURGEAT (F.), DAMOUR (M.) — 1972 — Les deltas du Nord-Ouest de Madagas-
car. Terre Malgache, Tany Maïagasy. N° 13. pp. 163-181.
- BOURGEAT (F.), RIQUIER (J.) — 1964 — Définitions et classification des sols fer-
rallitiques de Madagascar.
TANANARIVE. ORSTOM. 12 p. ronéo.
- CABANIS (Y.), CHABOUIS (L. et F.) — 1969 — Végétaux et groupements végétaux
de Madagascar et des Mascareignes.
TANANARIVE. B.D.P.A. 4 tomes.
- CHANTRAINE (J.) — 1968-69 — Esquisse géologique de la région Nord-Est de
Fianarantsoa.
TANANARIVE. Sem. Géol.
- CHANTRAINE (J.) — 1969 — Premiers résultats de l'interprétation géologique du
Centre Sud de Madagascar.
TANANARIVE. Rapp. Annuel. Serv. Géol. pp. 79-88.

- CORNET (A.) — 1974 — Essai de cartographie bioclimatique à Madagascar.
Notice explicative n° 55. 36 p.
PARIS. ORSTOM. 1 carte h.t.
- DIXEY (F.) — 1958 — Observations sur les surfaces d'érosion à Madagascar.
TANANARIVE. Doc. Bur. Géol. N° 140.
- DONQUE (G.) — 1971 — Contribution à l'étude géographique du climat de Madagascar.
Thèse Doc. d'Etat. 3 vol. 612 p. ronéo. Atlas 440 fig.
- DUFOURNET (R.) — 1972 — Régimes thermiques et pluviométriques des différents domaines climatiques de Madagascar.
Madagascar, Revue de Géographie. N° 20. pp. 25-118.
- GUILLAUMET (J.L.), KOECHLIN (J.) — 1971 — Contribution à la définition des types de végétation dans les régions tropicales.
Exemple de Madagascar.
Candollea. 26-2. pp. 263-277.
- HOTTIN (G.) — 1969 — Les terrains cristallins du Centre Nord et du Nord-Est de Madagascar (Pétrographie - Structure et stratigraphie).
Thèse Sciences - Clermont-Ferrand. 382 p.
- HUMBERT (H.) — 1927 — La destruction d'une flore insulaire par le feu. Principaux aspects de la végétation à Madagascar.
Mém. Acad. malgache. V. 79 p. 41 pl. h.t.
- HUMBERT (H.), COURS-DARNE (G.) — 1965 — Carte internationale du tapis végétal. Madagascar. 1/1.000.000
Trav. Inst. Fr. Pondichéry. Hors série. N° 6.
- JOURDE (G.) — 1968-69 — Constitution géologique de la région de Vohémar et schéma stratigraphique possible de la moitié Nord du socle malgache.
TANANARIVE. C.R. Sem. Géol. Serv. Géol.
- KOECHLIN (J.) — 1968 — Sur la signification des formations graminéennes à Madagascar et dans le monde tropical.
Annales de l'Univ. de Madagascar. Sér. Sci. de la Nat. et Math. 6. pp. 211-234.
- MOUREAUX (C.) — 1956 — Notice sur la carte pédologique de reconnaissance au 1/200.000. Feuille N° 19. Maevatanana.
Mém. IRSM. Sér. D.T. VII pp. 23-77.
- PETIT (M.) — 1970 — Contribution à l'étude morphologique des reliefs granitiques à Madagascar.
TANANARIVE. Imp. Nat. 308 p. + 1 volume de croquis.
- RATSIMBAZAFY (Cl.) — 1967 — Etude au 1/50.000 de trois plaines alluviales à

Madagascar (Iazafo, Antanetibe, Bemarivo).
TANANARIVE. ORSTOM. 173 p. + 3 cartes.

RIQUIER (J.) — 1970 — Carte pédologique de Madagascar à l'échelle du 1/1.000.000
en 3 feuilles.
TANANARIVE. ORSTOM.

RIQUIER (J.) et BOURGEAT (F.) — 1964 — Histoire des sols ferrallitiques de
Madagascar.
TANANARIVE. Coll. UNESCO sur les latérites. 6 p. ronéo.

SEGALEN (P.) — 1957 — Les sols dérivés de roches volcaniques basiques à
Madagascar.
Mém. IRSM. Sér. D. T. III. Fasc. 2. pp. 1-182.

VOGT (J.) — 1965 — Notes de géomorphologie malgache.
Madagascar. Rev. de Géogr. N° 7. pp. 63-91.

VOGT (J.) — 1968 — Note de géomorphologie malgache.
Madagascar. Rev. de Géogr. N° 12. pp. 1-101.

Achévé d'imprimer
sur les presses de Copédith
7, rue des Ardennes - 75019 PARIS

Dépôt légal n° 2530 - 1^{er} trimestre 1981

O.R.S.T.O.M.

Direction générale :

24, rue Bayard, 75008 PARIS

Service des Editions

70-74, route d'Aulnay, 93140 BONDY

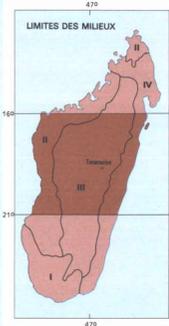
O.R.S.T.O.M. Editeur
Dépôt légal : 1er trim. 1981
ISBN 2-7099-0575-2

POTENTIEL DES UNITÉS PHYSIQUES

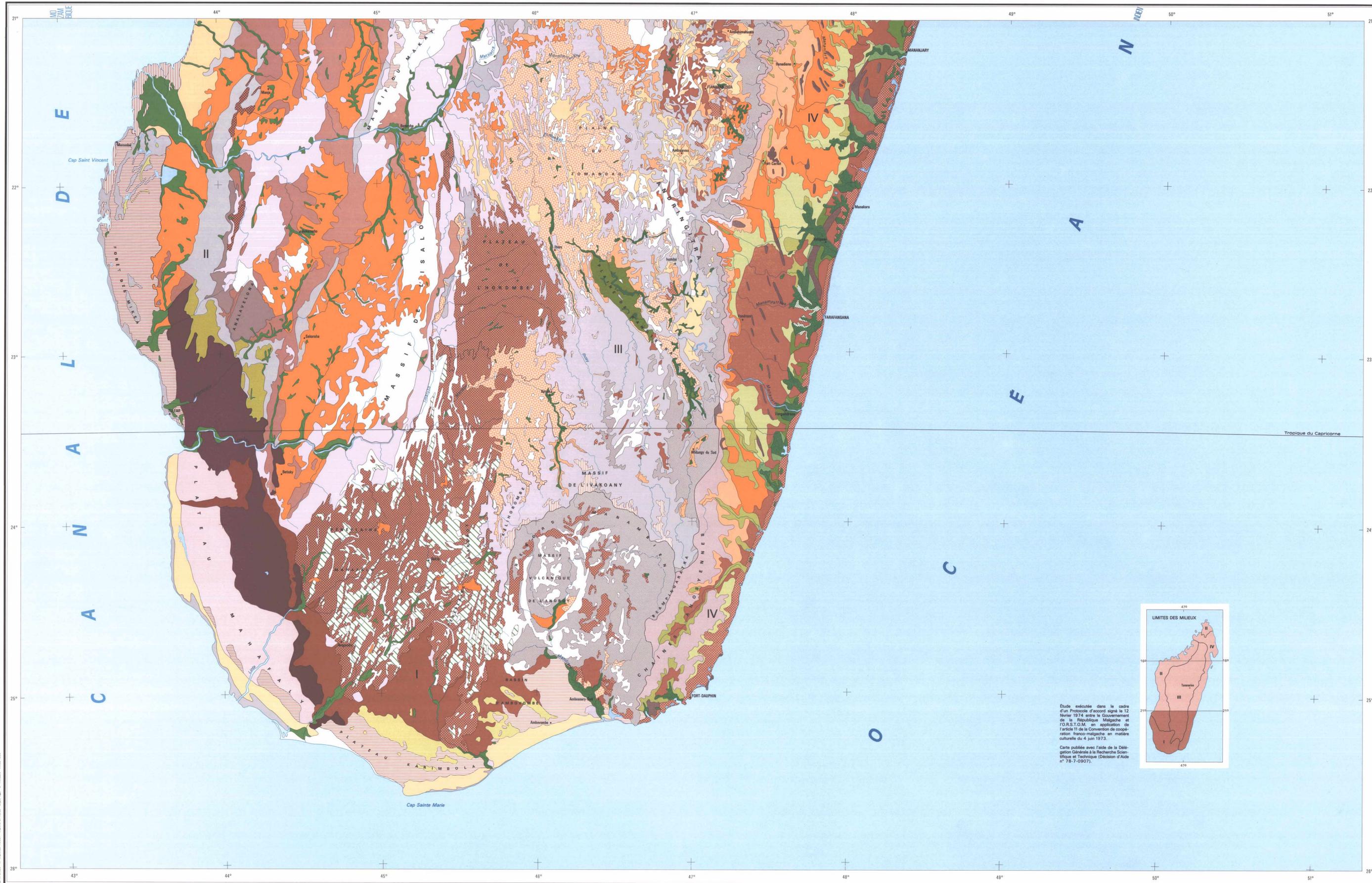


Etude réalisée dans le cadre d'un Protocole d'accord signé le 12 février 1974 entre le Gouvernement de la République Malgache et l'O.R.S.T.O.M. en application de l'article 11 de la Convention de coopération franco-malgache en matière culturelle du 4 juin 1973.

Carte publiée avec l'aide de la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique (Décision d'Acte n° 78-7-0907).



POTENTIEL DES UNITÉS PHYSIQUES



Étude effectuée dans le cadre d'un Protocole d'accord signé le 12 février 1974 entre le Gouvernement de la République Malgache et l'O.R.S.T.O.M. en application de l'article 11 de la Convention de coopération franco-malgache en matière culturelle du 4 juin 1973.

Carte publiée avec l'aide de la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique (Décision d'Aide n° 78-7-0907).

