

## LES GRANDES UNITES PEDO-MORPHOLOGIQUES DANS LA REGION DE MORONDAVA

F. BOURGEAT

### Résumé

Cet article décrit la géologie et les caractéristiques des sols de la côte ouest de Madagascar. Une relation est établie entre les formations végétales et la productivité potentielle de l'agriculture d'une part, les caractéristiques des sols d'autre part. Des recommandations en sont tirées pour de futurs projets de développement. Il est nécessaire d'intensifier l'agriculture dans les plaines alluviales pour assurer la protection des massifs forestiers résiduels du sud-ouest de Madagascar. La reconstitution des anciennes rizières sur vertisols situées dans les vallées secondaires et à la périphérie des grandes vallées est limitée par la disponibilité de l'eau. La restauration de l'agriculture dans les champs abandonnés des grands glacis est difficile et dépend des résultats de recherches en parcelles expérimentales sur sols ferrugineux. En termes de capacité des sols, la région de Morondava offre des possibilités suffisantes d'amélioration de l'agriculture. Ainsi, il n'est en principe pas nécessaire dans la région de procéder à de nouveaux défrichements pour satisfaire la demande locale de terre cultivable. Cependant, pour assurer la sauvegarde des massifs forestiers résiduels, les nouvelles méthodes doivent être vulgarisées rapidement.

### Abstract: Geology and soils of the Morondava Region

The present article describes the geology and soil characteristics of the west coast of Madagascar. It relates vegetation formations and potential agricultural productivity to soil characteristics and derives recommendations for future development projects. In order to protect the remaining forests of southwest Madagascar it is necessary to intensify agriculture in the alluvial plains. The reconstitution of old rice paddies on vertisols in secondary valleys and at the periphery of the large valleys is restricted by water availability. Restoring agriculture on the abandoned fields on the big glacis is difficult and awaits the results of experimental fields set up on ferruginous soils (colloquial: red sands). In terms of soil suitability the Morondava region offers enough possibilities for improved agriculture. Thus, in principle, forest clearing for new farmland to satisfy local demands is not needed in the area. But the new methods have to be popularized rapidly in order to save the remaining forests.

### 1. Introduction

Sur le versant occidental de Madagascar, les formations sédimentaires couvrent une superficie importante. Par suite de l'instabilité du socle cristallin, affecté par des mouvements orogéniques successifs, ces formations correspondent à des alternances de dépôts marins, représentés essentiellement par des calcaires, et de dépôts continentaux où les grès sont très largement prédominants. La série s'étale depuis le Carbonifère jusqu'à l'Actuel.

La forêt dense caducifoliée qui à une certaine époque couvrait, sinon la totalité du moins la plus grande partie de la région, a, sous la pression humaine, fortement régressé. Elle subsiste encore, le plus souvent sous forme de lambeaux, sur quelques plateaux calcaires, mais les plus beaux témoins couvrent les glacis formés à partir des grès et auxquels les géologues ont donné le nom de "sables roux" ou de carapace "argilo-sableuse".

Dans le sud-ouest de l'Ile, cette forêt constitue une formation fragile, parfois relictuelle, qui se trouve plus ou moins en déséquilibre avec les conditions pédo-climatiques actuelles, notamment lorsqu'elle subsiste sur des sols peu profonds et érodables dérivés des grès ou des calcaires.

Le choix d'un secteur pour conduire des études interdisciplinaires en vue de sauvegarder ce biotope s'est porté sur un périmètre forestier installé sur des "sables roux" dans la région de Morondava. Les études pédologiques (BOURGEAT, 1990; BOURGEAT et REVEL, 1992) ont dépassé les limites de ce périmètre car des actions de développement, entreprises en dehors du domaine forestier, sont susceptibles de limiter les déboisements et les brûlis. Nous nous intéressons donc à toute la partie du bassin de Morondava où affluent les grès pliocènes et les dépôts quaternaires: épandages et alluvions.

Plusieurs unités pédo-morphologiques se dégagent au sein du secteur étudié. Après une présentation sommaire des sols que l'on y rencontre, les potentialités et les possibilités de mise en valeur y seront précisées.

## **2. Le relief et les sols sur les glacis de l'aval**

Entre le littoral et les reliefs plus accidentés situés à l'Est s'étend la grande zone de glacis occupée par la forêt ou les défrichements récents. En dehors d'une zone de recreusement située en bordure des axes hydrographiques secondaires, la topographie est pratiquement plane avec cependant une pente générale de 3 à 5 ‰ dirigée vers l'Ouest. On peut également observer, très localement, des affleurements de grès, souvent peu altérés, qui ne se distinguent pas dans le paysage, mais se fondent dans le relief général. Sur les glacis les mieux conservés sont associés des sols ferrugineux jaunes et rouges non lessivés (ferric luvisols de la classification américaine). Sur les grès, des sols à tendance podzolique prédominant, alors qu'en bordure des talwegs et petites vallées secondaires on observe une séquence de sols relativement complexe.

### **2.1 Les sols ferrugineux jaunes et rouges sur les glacis conservés**

Les sols ferrugineux, jaunes et rouges, occupent environ 90 à 95 % des zones encore boisées. La répartition entre ces 2 types de sols apparaît assez aléatoire et les conditions de leur formation n'ont pas été définitivement élucidées bien que diverses hypothèses aient été émises à ce sujet (SOURDAT, 1977; BOURGEAT, 1990; BOURGEAT et REVEL, 1992). Le profil typique d'un sol rouge se présente de la façon suivante:

- horizon A atteignant 8 à 10 cm, sablo-argileux, brun gris, particulière plus ou moins massif en place, absence de litière, quelques éléments grumeleux, bonne colonisation par les racines;
- horizon rouge B, pouvant dépasser 3 ou 4 m, sablo-argileux, massif en place secondairement particulière, très friable à l'état humide, peu cohérent à l'état sec, poreux; les grains de quartz sont recouverts d'une patine ferrugineuse; cet horizon est très riche en pseudosables

constitués par des argiles agrégées de façon irréversible par des oxydes et des hydroxydes de fer.

On note l'absence quasiment totale de différenciation dans ce profil, si ce n'est l'apparition d'un horizon humifère. A l'inverse, le profil du sol jaune apparaît plus complexe, on y note la succession suivante:

- horizon A, de 8 à 10 cm, gris brun, état humide, plus blanchâtre à l'état sec, quelques éléments grumeleux à faible cohésion mais surtout des mottes continues poreuses friables à faible cohésion, grains de quartz brillants ou recouverts d'une pellicule de matière organique;
- horizon B1, situé généralement entre 10 et 50 cm, sablo-argileux, jaune à jaune grisâtre à structure continue secondairement particulaire, friable à l'état humide, très peu cohérent à l'état sec, peu compact même à l'état sec, les grains de quartz sont brillants, dépourvus de revêtement ferrugineux;
- horizon B2, généralement compris entre 50 et 150 cm, sablo-argileux à structure continue à éclat, tendance à être moins friable que les horizons adjacents, légèrement plus compact que l'horizon B1; peut-être existe-t-il à ce niveau un très léger enrichissement; on passe en profondeur à un horizon BC constitué par un matériau plus sableux, massif très poreux secondairement particulaire, sans cohésion, très friable.

Des analyses anciennes ou plus récentes (FELBER, 1984) qui ont été effectuées sur ces sols, on peut retenir plusieurs points:

- ces sols sont faiblement acides avec un pH qui atteint, le plus souvent, 6 à 6,5 en surface mais qui peut descendre légèrement en dessous de 6 dans les horizons sous-jacents;
- la teneur en matière organique dépasse rarement 1.5 %, le rapport C/N, voisin ou inférieur à 15, indique une bonne minéralisation; la décomposition de la matière organique est sans doute freinée au cours de l'assèchement que subissent ces sols durant une longue période, mais cette décomposition est accélérée en saison des pluies du fait de la faible teneur en argile;
- les réserves minérales sont faibles, de l'ordre de quelques mg/100g, mais le taux de saturation atteint fréquemment 40 %. L'horizon de surface est enrichi en éléments minéraux par la remontée biologique qui se produit sous forêt; les argiles minéralogiques sont de type kaolinique;
- du point de vue granulométrique, la teneur en argile des sols rouges atteint 5 à 10 %, celle des sols jaunes 10 à 15 %; en réalité, ces chiffres doivent être interprétés avec prudence, car, dans les sols rouges, la présence de pseudosables faussent les résultats et ceux-ci sont susceptibles de varier en fonction du dispersant utilisé pour l'analyse granulométrique; les sols rouges ont, néanmoins, un comportement qui les apparente aux sols les plus sableux (CHAUVEL, 1977; CHAUVEL et MONNIER, 1967; CHAUVEL et PEDRO, 1967, 1978; CHAUVEL et FAUCK, 1969).

Du fait de leur granulométrie, les sols présentent une faible résistance à la sécheresse. Il est possible que, sous forêt, les sols jaunes soient un peu moins susceptibles au manque d'eau.

## 2.2 Les sols en bordure des talwegs et vallées secondaires

Depuis le sommet des glaciers conservés jusqu'au bas des petites vallées ou des talwegs de creusement, on peut observer plusieurs séquences de sols dont la plus complète se présente ainsi depuis l'aval jusqu'à l'amont:

- sols peu évolués sur alluvions
- sols hydromorphes de type vertique ou para-vertisols
- sols ferrugineux rouges lessivés
- sols ferrugineux jaunes lessivés à concrétions
- sols rouges et jaunes sur glaciers.
- Les *sols peu évolués sur alluvions* ont un horizon sablo-argileux humifère gris foncé, épais, poreux, à structure grumeleuse bien prononcée. L'horizon sous-jacent est moins humifère; il est peu compact, très poreux, bien colonisé par les racines. Un certain litage hérité du dépôt est parfois encore reconnaissable à ce niveau. Ces sols, à tendance sableuse, ne sont pas très riches chimiquement. Ils possèdent cependant d'excellentes propriétés physiques, une teneur élevée en matière organique facilement décomposable et un pH proche de la neutralité. De plus, leur position topographique leur confère un pédoclimat relativement humide.
- Les *paravertisols* ne présentent une extension notable qu'en bordure des axes hydrographiques secondaires les plus importants. L'horizon de surface argileux gris-noir se débite en mottes grossières à très faible porosité. L'horizon sous-jacent a une structure de type cubique, avec quelques rares faces de glissement sur les agrégats.  
La genèse de ces sols paraît liée à une néosynthèse d'argile en bas de séquence, selon un processus identique à celui qui a été décrit au Tchad par BOCQUIER (1973).  
On a affaire là à des sols chimiquement très riches, le pH est faiblement basique, les réserves sont importantes. La teneur en matière organique peut atteindre 4 à 5 %; celle-ci est cependant moins élevée que pourrait le laisser croire la couleur noire de l'horizon humifère. Le rapport C/N voisin de 20 indique par ailleurs une minéralisation ralentie de cette matière organique. Les propriétés physiques de ces sols très argileux sont plutôt défavorables: ils craignent la sécheresse en hiver et ils sont sujets à l'asphyxie en été.
- Les *sols ferrugineux rouges lessivés* se trouvent immédiatement à l'amont des sols vertiques. La texture, sablo-argileuse dans l'horizon humifère, devient argilo-sableuse dans l'horizon suivant. La teneur en argile se situe entre 15 et 25 %. Les réserves sont plus élevées que dans les sols jaunes et rouges situés sur les larges glaciers. Le pH est voisin de 6,5 et la teneur en matière organique bien évoluée peut atteindre 2 à 3 %. Le pédoclimat est, par ailleurs, relativement humide.

La genèse de ces sols n'est pas encore totalement élucidée, on a affaire soit à des sols enrichis en argile par lessivage oblique, soit à des sols assez récents formés sur des grès qui, à une certaine époque, auraient été décapés par l'érosion.

- Les sols ferrugineux lessivés à concrétions sont très sableux, ils ont une forte tendance à se compacter et présentent des concrétions et des morceaux de grès ferruginisés à faible profondeur. Les réserves sont faibles et les différents horizons sont mal explorés par les racines. D'extension très limitée, ces sols sont localisés essentiellement au niveau des ruptures de pente.

### 2.3 Les sols sur grès

Les affleurements de grès, d'ailleurs très limités dans cette zone, sont essentiellement couverts par des sols peu profonds où l'on reconnaît des sols ferrugineux à caractères podzologiques, des sols peu évolués et de véritables rankers.

Les sols peu évolués et les sols ferrugineux sont très sableux, pauvres en réserves, très sujets à la sécheresse. La tendance à la podzolisation se traduit par l'apparition d'un horizon éluvial blanc sableux particulière et des accumulations noirâtres de matière organique au niveau des grès sous-jacents.

Dans de très rares stations, il a été noté la présence de sols ferrugineux lessivés, typiques ou hydromorphes, sur grès profondément altérés. L'hydromorphie se manifeste dans les sols formés sur des strates argileuses où seul l'horizon humifère, sablo-argileux, est prospecté par les racines. L'horizon sous-jacent, tacheté, est compact et à structure très large.

### 2.4 La forêt, les défrichements et l'agriculture sur les glacis de l'aval

Avant d'aborder le comportement des sols après déforestation et leur perte de fertilité, il convient de faire un rapide "état des lieux" et de préciser les différents types d'occupation des sols que l'on observe dans ce secteur.

#### 2.4.1 L'occupation des sols dans la zone des glacis

Sur les sols à tendance podzologique, la végétation arbustive est rabougrie, et, au sein même de la forêt, des clairières, occupées par des graminées annuelles, couvrent les rankers et les sols peu profonds surmontant des grès compacts. Ces espaces, bien repérables sur les photos aériennes, ont une superficie réduite et dans l'ensemble de ce secteur aval la forêt dense caducifoliée occupe une superficie encore importante.

En bordure des ravins creusés par des oueds temporaires, on note, sur une bande étroite occupée par des sols peu évolués issus d'alluvions, des para-vertisols et des sols ferrugineux rouges lessivés, une végétation dense avec des arbres de grande taille aux cimes fermées et une abondance de bambous. Mais dans les vallées secondaires plus importantes, où les para-vertisols prennent une certaine extension, la forêt a été défrichée pour y installer des rizières qui ont donné d'excellents résultats car le riz est peu sensible aux conditions asphyxiantes imposées par ces sols argileux, mais très riches chimiquement. Aujourd'hui, du fait d'un manque d'eau d'irrigation lié au tarissement des rivières, la culture disparaît et sur la plupart des parcelles s'installe

une végétation de jujubiers et de tamariniers associés à des graminés (*Heteropogon contortus*, *Hyparrhenia rufa*) ainsi que différentes espèces appartenant aux genres *Gossypium*, *Tephrosia*, *Abutilon*.... On peut imputer ce tarissement des rivières en partie à une succession d'années sèches, mais son origine doit principalement être attribuée au ruissellement des pluies consécutif à une déforestation abusive. Les crues observées au moment des pluies sont suivies par une diminution très rapide du débit des rivières à laquelle succède leur total assèchement.

La croissance de la forêt installée sur les sols jaunes et rouges, non ou peu lessivés, reste limitée; mais cette formation riche en espèces diverses mérite d'être protégée. Aucune différence notable, au point de vue de la diversité et de la taille des espèces, ne semble apparaître pour le non spécialiste sur les deux types de sols qui couvrent de grandes surfaces planes. La pratique des brûlis et l'action répétée des feux de brousse conduisent à l'installation, dans les zones d'élevage, d'une savane qui devient pratiquement climacique, à la strate graminéenne, composée d'*Heteropogon* et d'*Hyparrhenia*, sont associées des espèces arbustives: *Ziziphus jujuba*, *Poupartia caffra*, *Hyphaene shatan*, *Stereospermum*, etc...

D'années en années la forêt quant à elle, régresse et son existence même est menacée par le type de culture qui est pratiquée sur brûlis durant deux ou trois cycles. On délaisse ensuite ces parcelles pour s'installer sur de nouveaux défrichements. CABALZAR (1990) attribue cette pratique néfaste de culture itinérante à la mauvaise maîtrise des mauvaises herbes qui, dès la 3e année, impose de nombreux sarclages. C'est là effectivement une des raisons conduisant à l'abandon des parcelles. Mais il nous semble qu'il faille aussi invoquer l'épuisement du sol par la pratique, durant trois années, d'une culture de maïs exigeante. Il convient, en effet, d'insister sur le fait que si les sols qui viennent d'être défrichés sont assez bien pourvus en éléments échangeables, notamment dans leur horizon humifère enrichi par les cendres, leur capacité d'échange est faible et leurs réserves pratiquement inexistantes. La destruction de la forêt supprime les remontées biologiques. Il existe aussi une autre cause de la baisse de fertilité des sols sur laquelle il convient d'insister: c'est la dégradation de leurs propriétés physiques.

#### 2.4.2 La dégradation des sols forestiers et le maintien de leur fertilité

Les sols ferrugineux peu ou pas lessivés constituent des matériaux très évolués presque inertes sous le climat actuel. Mais si leur évolution ne se traduit par aucune transformation minéralogique, celle-ci peut se manifester cependant par des processus qui modifient l'organisation des constituants au sommet des profils; il y a là destruction des micro-agrégats, séparation du squelette et du plasma et finalement compactage du sol (CHAUVEL, 1977; SOURDAT, 1977; BOURGEAT et al., 1979).

La mise en culture de ces sols se traduit effectivement par un tassement et un compactage des horizons superficiels. L'horizon labouré se reprend en masse et forme des mottes continues et tassées. En dessous de l'horizon travaillé, sur 20 cm ou davantage, il y a tassement, diminution importante de la macroporosité et une mauvaise pénétration des racines. Celles-ci se localisent alors uniquement dans l'horizon superficiel et elles prennent un cheminement horizontal au contact de l'horizon sous-jacent, qu'elles ne pénètrent, éventuellement, qu'au niveau de quelques fentes de retrait. Le volume du sol exploré par les racines des végétaux se trouve ainsi fortement diminué, ce qui augmente les risques de sécheresse et de mauvaise nutrition minérale. La pénétration de l'eau dans les horizons profonds est également ralentie et le ruissellement de surface s'intensifie.

Ces phénomènes de compactage, qui suivent la mise en culture, s'observent sur tous les sols ferrugineux; mais ils sont beaucoup plus prononcés dans les sols jaunes, alors que les sols rouges y sont moins sensibles. Si le travail du sol accélère sans aucun doute la dégradation de ces sols fragiles, il faut dire que leur simple défrichement, avec des passages répétés des feux de brousse pour y établir des pâturages, conduit au même résultat. Ainsi, sous savane arborée, il a pu être observé la formation, entre 8 et 40 cm en moyenne, d'un horizon fortement tassé, à très faible porosité et impénétrable par les racines.

En vue de protéger la forêt, il importe donc de rechercher les moyens qu'il faut mettre en oeuvre pour maintenir la fertilité des sols qui viennent d'être défrichés et pour régénérer cette fertilité dans les parcelles abandonnées. Les essais réalisés par le "SAF Côte Ouest" visent précisément à rechercher les techniques qui permettraient de remettre en culture les champs abandonnés.

Les premières observations réalisées sur ces essais permettent de dire qu'il faut éviter d'effectuer des labours et des travaux trop profonds. L'introduction dans la rotation de jachères naturelles, où s'installent des graminées (*Heteropogon*, *Rottbaelia*) et différentes espèces (*Bakakely*, *Urena lobata*, etc...), devrait surtout avoir pour effet d'ameublir l'horizon superficiel. Le résultat ne nous est pas paru évident et l'amélioration, si elle existe, est très éphémère. Par ailleurs, s'il n'est pas procédé à un fauchage avant la formation des graines, on assiste à un envahissement des cultures par ces adventices avec, comme corollaire, la nécessité d'augmenter la fréquence des sarclages.

L'installation d'une jachère à base de légumineuses, qui est aussi testée, présente plusieurs avantages:

- les légumineuses (contrairement aux graminées) sont, pour la plupart, de bons extracteurs de phosphore là où cet élément, dans ces sols, est fortement rétrogradé; le phosphore, passé sous forme organique, est minéralisé après l'enfouissement de la légumineuse et ainsi mis à la disposition de la culture qui suit;
- certaines légumineuses (*Crotalaria*, *Cajanus*), grâce à leur système racinaire puissant, sont susceptibles d'ameublir le sol en profondeur et d'augmenter ainsi la hauteur du sol utilisable par les cultures;
- les légumineuses fixent l'azote de l'air et enrichissent le sol en cet élément.

Il ne faut cependant pas croire que seule l'introduction de légumineuses dans la rotation permettra de maintenir la fertilité du sol et d'obtenir, au-delà de trois ou quatre ans après le défrichement, des rendements satisfaisants, notamment pour des cultures exigeantes comme le maïs. En effet, cette pratique ne permet pas de lutter contre l'appauvrissement du sol dû aux exportations et il faudra bien, si l'on veut aboutir à une agriculture vraiment sédentaire, réaliser des apports de fumure. Le bon développement de la légumineuse que l'on veut introduire dans la jachère, lui-même en dépendra. L'utilisation de fumures organiques, si souvent recommandées, reste un leurre. L'apport d'engrais minéraux paraît alors inévitable (notamment en phosphore, et, peut-être à un degré moindre, en potasse). On pourra éventuellement limiter les doses en procédant à des apports localisés. Des essais sont nécessaires afin de vérifier la rentabilité de ces apports et de voir si ceux-ci sont compatibles avec les revenus des agriculteurs.

A ce propos, on peut rappeler que le maïs est une plante exigeante qui répondra sans doute le mieux à la fertilisation. La culture d'arachide est connue pour être moins exigeante mais elle favorise davantage l'épuisement des sols. Le manioc supporte lui beaucoup mieux les sols pauvres du point de vue chimique; cultivé sur buttes, il s'accommode assez bien d'un sol compacté en profondeur. Capable de bien exploiter les faibles réserves d'un sol, il exporte cependant de fortes quantités d'éléments fertilisants et il appauvrit fortement les terres cultivées.

Dans cette unité forestière, ou limitrophe à la forêt, des résultats intéressants ont déjà été obtenus pour inciter les agriculteurs à "sédentariser" leurs cultures. C'est là une des voies qui permettrait de sauvegarder la forêt. Les problèmes à résoudre sont loin d'être résolus et des actions complémentaires devront être entreprises dans les secteurs voisins pour arrêter les défrichements, ou au moins les ralentir (GENINI, 1996).

### 3. Le relief et les sols sur les affleurements gréseux de l'amont

Les grès attribués au Pliocène présentent des alternances de strates sableuses grossières et de strates argileuses. Ces grès forment, à l'Est, des reliefs dominants où l'on observe des restes de plateaux couverts par une steppe à *Loudetia* et *Aristida*. En bordure de ces témoins, entaillés par des talwegs où s'étagent deux à trois niveaux de glacis, on observe des reliefs de dissection très fortement érodés.

#### 3.1 Les sols associés aux reliefs gréseux

Les *sols ferrallitiques à structure dégradée* recouvrent les plateaux conservés ou ils passent, localement, à des sols cuirassés. Leur profil type se présente de la manière suivante:

- horizon A de faible épaisseur (6-8 cm) humifère, gris, structure continue à débit lamellaire, quelques éléments grumeleux, bon enracinement mais les racines ont tendance à avoir un parcours horizontal;
- horizon B1 beige-rouge entre 8 et 50 ou 60 cm, structure continue, très compact, non poreux, sans racines, argilo-sableux;
- horizon B2 à partir de 50-60 cm, rouge, argileux-sableux, structure à tendance polyédrique émoussée.

Des *sols ferrugineux rouge ou jaunes*, qui présentent des caractéristiques très proches de ceux qui ont été décrits sur les grands glacis de l'aval, couvrent la bande étroite de glacis qui longent les talwegs. La végétation caractéristique est ici représentée par une savane à *Heteropogon contortus* et *Hyphaene shatan*.

Des *sols purs évolués d'érosion des rankers et des sols tronqués* sont associés sur les reliefs de dissection des grès où les affleurements rocheux sont nombreux.

#### 3.2 Potentialités de la région gréseuse

Les sols, anciens et profonds, observés sur les surfaces conservées sont stériles lorsqu'on a affaire à des cuirasses (dont l'extension reste toutefois limitée), ou de fertilité très médiocre

lorsqu'il s'agit de sols ferrallitiques compacts à structure très dégradée. Aux très mauvaises propriétés physiques de ces sols s'ajoutent, en effet, une grande pauvreté minérale avec des risques de carences en éléments majeurs et oligo-éléments. Ces sols sont cependant peu sensibles à l'érosion par suite de l'existence de pentes faibles, d'horizons résistant relativement bien au détachement et d'une couverture graminéenne suffisamment dense si on réussit à limiter les feux de brousse.

Les sols peu évolués, qui couvrent des pentes raides, sont plus riches du point de vue minéral; ils renferment des minéraux primaires; mais sableux, peu profonds, ils craignent la sécheresse. De plus, ils sont très facilement érodables. L'érosion intense, qui sévit ici sur des matériaux très riches en quartz, provoque une augmentation de la charge solide des rivières, un ensablement des vallées fertiles situées en contre-bas, une surélévation du lit mineur et des changements fréquents du cours des fleuves - c'est une zone à mettre en défens.

Les sols tronqués présentent les mêmes caractéristiques que les sols précédents, avec, en plus, des carences en azote et en soufre à la suite de la disparition de l'horizon humifère.

Il est difficile de dire si la forêt primitive que l'on observe sur les grands glacis de l'Ouest, et ici sous forme de forêt-galerie dans certains talwegs, a couvert jadis la totalité de ces reliefs. Dans l'affirmative, il faut admettre que sa disparition, compte tenu des contraintes imposées par les sols, aura été excessivement rapide et qu'elle est irréversible. Les seules zones qui seraient aménageables pour l'agriculture se trouvent dans la bande étroite des glacis qui longent certains talwegs.

Les potentialités de ce secteur sont donc très réduites et il en va de même pour la zone intermédiaire qui sépare les grands glacis de l'Ouest et les reliefs gréseux de l'amont. Là, le réseau hydrographique, déjà bien encaissé, sépare des restes de glacis et d'importants affleurements gréseux. Des sols ferrugineux podzoliques, des sols peu évolués d'érosion, des rankers et des sols ferrugineux, lessivés et non lessivés (plus ou moins érodés), y sont étroitement associés et forment une mosaïque complexe.

En définitive, les secteurs où les grès prédominent ou affleurent seuls, présentent peu d'intérêt pour l'agroforesterie. Il convient donc de porter une attention toute particulière aux riches vallées alluviales qui sont souvent sous-exploitées.

#### **4. La géomorphologie et les sols dans les vallées et deltas**

En bordure des grandes rivières, les dépôts alluviaux forment au-dessus de la plaine alluviale un système de terrasses.

##### **4.1 Les terrasses**

Sur la basse terrasse, qui domine les dépôts récents, il s'est individualisé un sol ferrugineux jaune lessivé généralement hydromorphe. L'horizon humifié A sablo-argileux a un débit lamellaire, l'horizon E sablo-argileux très compact présente fréquemment des taches et trainées de couleur rouille.

La plupart de ces sols ont été aménagés en rizières ce qui a augmenté le compactage de l'horizon cultural et les processus d'hydromorphie.

La riziculture installée sur cette terrasse a connu jadis une forte extension, notamment dans les vallées de la Tandila et de l'Andranomena. Elle est actuellement en forte régression du fait d'un manque d'eau d'irrigation.

Sur la haute terrasse, les sols alluviaux ferrugineux rouges non lessivés ne se distinguent pas de leurs homologues formés sur épandages; ils présentent des propriétés et des aptitudes tout à fait semblables.

## **4.2 La plaine alluviale**

En bordure des fleuves, le bourrelet est constitué par des dépôts sableux qui portent des sols peu évolués de type A/C ou des sols non évolués de type C. Lorsqu'on s'éloigne de la rivière, on passe à la terrasse inondable avec une sédimentation essentiellement limoneuse; les sols peu évolués peuvent ici présenter des traces d'hydromorphie, parfois une tendance à la salure. Les zones déprimées périphériques, ou cuvettes de sédimentation, sont inondées en saison des pluies; l'eau accumulée s'évapore au cours de la saison sèche. Des sols hydromorphes argileux sont là associés à des sols salés, parfois à des vertisols.

Si l'on exclut les sols de texture sableuse, les sols salés et les vertisols, tous les sols de la plaine alluviale ont d'excellentes propriétés physiques: poreux, de faible densité, ils sont bien explorés par les végétaux. Riches en minéraux primaires et en réserves, ils ont un pH faiblement basique.

Actuellement, la plaine alluviale est entièrement défrichée mais sa mise en valeur se fait de façon plutôt extensive. Il conviendrait de mieux exploiter la forte potentialité des sols en intensifiant les modes de production. Ce serait là un des moyens les plus efficaces dont on dispose pour limiter la pression qui s'exerce sur la forêt. La remise en état du réseau d'irrigation, fortement endommagé par les derniers cyclones, devrait être rapidement effectuée si l'on ne veut pas voir une partie de la population, privée de ressources, venir s'installer dans la zone forestière. Si les cultures pluviales restent hasardeuses du fait des risques d'inondation, on peut prévoir des plantations de cocotiers sur les bourrelets sableux. Les rizières ne devraient être localisées que sur les sols à texture assez fine. Sur les sols limoneux de la terrasse inondable, les cultures de décrue (maïs, pois du cap, tabac, coton par exemple) donnent d'excellents résultats, là où la nappe en début de saison sèche est proche de la surface et lorsque la remontée capillaire, au fur et à mesure que la nappe s'abaisse, n'est pas interrompue par un banc de sable grossier. La présence, à moins de 1,50 m d'un lit, de 20 cm ou plus de sable grossier, provoque en effet une rupture de la capillarité qui entraîne un brusque dessèchement des cultures (BOURGEAT, 1964; BOURGEAT et ZEBROWSKI, 1969).

Dans ce cas, il faut prévoir des irrigations pour les cultures faites en saison sèche sur ces sols et il en est de même pour ceux qui sont situés sur les hauts paliers de cette plaine alluviale où la nappe se situe toujours à forte profondeur.

La mise en valeur des riches vallées alluviales pose néanmoins des problèmes. Les processus de ruissellement et d'érosion accélérée dans le bassin versant des rivières entraînent, en effet, des crues violentes de plus en plus fréquentes, des ensablements de la terrasse inondable, des dégâts importants aux cultures et aux infrastructures. L'abondance des apports dans les lits mineurs provoque leur exhaussement, le déplacement des cours et aussi des phénomènes de capture par déversement. Tous ces phénomènes ont des conséquences, directes ou indirectes, sur l'économie régionale et l'agriculture. Ainsi l'assèchement d'un bras de rivière peut provoquer un abaissement de la nappe préjudiciable aux cultures de décrue. La réduction des inondations en saison des pluies peut même, dans le pire des cas, entraîner des problèmes de salure.

Le schéma de répartition des sols que nous avons présenté se trouve, en définitive, fortement

modifié par l'ensemble des phénomènes décrits et, du point de vue textural, on reconnaît sur le terrain une mosaïque très complexe de sols. Ce qui ne favorise pas non plus leur mise en valeur.

La protection de ces riches vallées s'impose donc. Les solutions à préconiser peuvent paraître utopiques dans la mesure où il faudrait intervenir sur l'ensemble du bassin versant des rivières en y pratiquant une série de mesures de défense et de restauration des sols.

## **5. Conclusion**

Pour protéger la fragile forêt qui forme encore des îlots importants dans le sud-ouest de Madagascar, il apparaît nécessaire d'intensifier l'agriculture dans les zones à forte potentialité que représentent les vallées alluviales. Le réaménagement de rizières sur les vertisols présents dans les vallées secondaires et à la périphérie des grandes vallées est conditionné par la possibilité de constituer des réserves en eau suffisantes. Enfin, la remise en culture, sur les grands glacis, des parcelles abandonnées, bien qu'elle pose encore des problèmes difficiles à résoudre, doit être préconisée, dans la mesure où seront confirmés les résultats acquis par les essais conduits sur les sols ferrugineux désignés sous le terme de "sables roux".

Dans la région de Morondava les possibilités ne manquent pas pour rendre efficace la lutte contre la déforestation. Des moyens d'encadrement et de vulgarisation devraient cependant être rapidement dégagés pour rendre efficaces les mesures de protection qui devront être prises en concertation avec les populations.

# PRIMATE REPORT

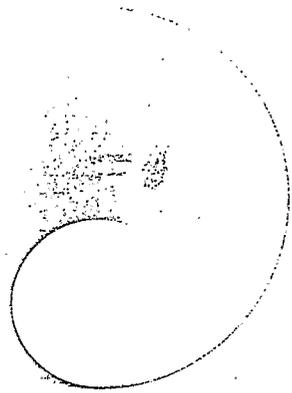
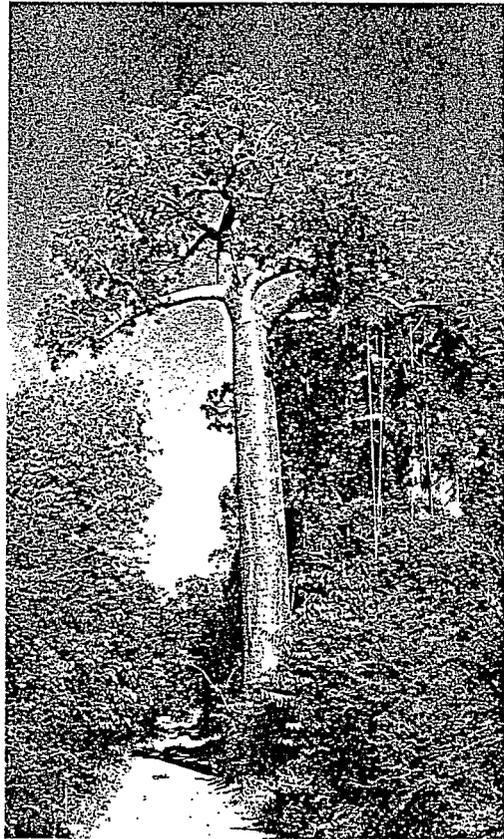
Special issue

46-1

June 1996

Ecology and Economy of a Tropical Dry Forest  
in Madagascar

edited by J.U. Ganzhorn and J.-P. Sorg



Pole = 5  
MODAC: Echek Don