

LES SOLS ET LE MODELE DANS LE MASSIF VOLCANIQUE DE L'ANKARATRA.  
APTITUDES CULTURALES.

Communication présentée au colloque organisé par l'association des géographes à  
Tananarive le 16 juin 1973.

par :

<u>C. ZEBROWSKI</u>	ORSTOM Tananarive
F. BOURGEAT	ENSA Tananarive
F. VICARIOT	ORSTOM Tananarive

INTRODUCTION

Le massif de l'Ankaratra situé au Sud-Ouest de Tananarive s'étend sur une  
centaine de kilomètres d'Arivonimamo à Antsirabe et couvre près de 3.000 km<sup>2</sup>.  
Il est compris entre l'altitude 1.200 m à Imerintsiatosika et 2.636 m au  
Mont Tsiafajavona.

Le climat, tropical d'altitude dans son ensemble, est fortement influencé par  
le relief.

Les précipitations fortes de décembre à avril sont de 1,4 à 1,7 m sur la bordure  
orientale du massif et atteignent plus de 3 m sur les plus hauts sommets. Les  
températures annuelles moyennes diminuent avec l'altitude de 18° à 1.200 m, elles  
passent à des valeurs inférieures à 10° au sommet.

Cette gradation climatique permet d'expliquer certaines différences pédogénétiques  
entre les sols rencontrés dans le massif. Il existe par ailleurs un rapport très  
étroit entre les formes de relief et les types de sol qui les recouvrent.

O. R. S. I. O. M. Fonds Documentaire

N° : 29818

Cote : B

EXI

## GEOLOGIE - RELIEF

- - La chaîne centrale du massif est formée de matériaux basaltiques et trachytiques. Ces roches forment des reliefs fortement disséqués dans lesquels aucun des appareils d'émission ancien n'est resté identifiable.
- Les bordures orientales et occidentales sont formées par des coulées basaltiques alors qu'au Nord s'étendent des coulées d'Ankaratrite jusqu'à Arivonimamo. L'encaissement du système hydrographique et les reprises d'érosion conduisent à des formes de démantèlement plus ou moins prononcées du relief. Les grandes surfaces conservées formant des planèzes ne sont visibles que dans la région située au Sud d'Imerintsiatosika. Ailleurs, notamment dans la région d'Ambatolampy, le modelé est constitué par des coupes convexes d'interfluves avec une pente longitudinale faible, donnant un paysage qui s'apparente étroitement aux "reliefs de rajeunissement" antérieurement définis dans la zone cristallisée\*. Enfin, lorsque la dissection des anciennes surfaces structurales a été plus prononcée on observe un modelé constitué par des collines arrondies aux pentes fortes (30 à 50 %) culminant à des altitudes subégales, auquel on a donné le nom de "relief dérivé".
- Dans la partie méridionale du massif on peut observer des édifices volcaniques plus récents aux formes conservées (cônes stromboliens, coulées récentes de basanites et basanitoïdes qui ont été décrits par R. BATTISTINI).
- En bordure de l'Onive et dans la dépression d'Antsirabe s'étendent des formations fluviolacustres qui sont recréusées par le système hydrographique actuel.

## LES SOLS

A quelques rares exceptions près la totalité des sols du massif volcanique de l'Ankaratra se regroupent dans 2 des classes de la classification française : les andosols, et les sols ferrallitiques.

- Les premiers étant localisés dans les zones de volcanisme récent, les seconds sur des formations plus anciennes.

---

\* Relations entre le relief, les types de sols et leurs aptitudes culturales sur les hautes terres malgaches. F. BOURGEAT, HUYNH VAN NHAN, F. VICARIOT, C. ZEBROWSKI - 1972.

## 1 - Les andosols

Sur projections et coulées récentes, ils sont situés essentiellement dans la région de Betafo. On peut les observer sur toutes les positions topographiques.

### Principaux caractères

	Teneur en argile %	Éléments échangeables m.é/100 g	Taux de saturation %	Éléments totaux m.é/100 g
Horizon A (20 à 30 cm d'épaisseur)	15-25	4-5	10-20	80-100
Horizon B-C (10-20 d'épaisseur)	5-10	2-3	20-30	150-300

*limitée ?*  
Ces sols caractérisés par des teneurs en produits amorphes élevées sont meubles et bien pénétrés par les racines. Par leur richesse en éléments chimiques ce sont, dans la zone des hauts plateaux, les sols les plus intéressants pour l'agriculture. Néanmoins leur faible profondeur et leur position dans la topographie peuvent être un frein à leur mise en valeur.

## 2 - Les sols ferrallitiques

En fonction du rajeunissement qu'ils ont subi au cours des périodes érosives quaternaires, on peut distinguer : des sols anciens, des sols rajeunis et des sols fortement rajeunis.

### 21. Les sols anciens

Ils sont situés sur les surfaces conservées, en particulier sur les coulées d'Arivonimamo et d'Imerintsiatosika.

Principaux caractères

Horizon	Teneur en argile %	Éléments échangeables m.é/100 g	Taux de saturation %	Éléments totaux m.é/100 g
B (2 à 3 m) d'épaisseur	70-80	< 0,1	1 à 2	10-20
B-C	50-60	0,1-0,2	2	10-20

Ces sols profonds sont chimiquement très pauvres, leurs propriétés physiques sont très variables mais ils sont souvent indurés ou cuirassés et donc inaptés à toute culture. Dans le cas contraire, leur mise en valeur nécessite une très forte fumure de redressement.

22. Les sols rajeunis

Ils sont dominants sur les reliefs de rajeunissement et sur les terrasses alluviales anciennes ; ils se trouvent en association avec des sols fortement rajeunis sur les reliefs dérivés.

Principaux caractères

	Teneur en argile %	Bases échangeables m.é/100 g	Taux de saturation %	Éléments totaux m.é/100 g
Horizon B 2 m au maximum	60-65	0,2-0,3	2-5	15-30
Horizon B-C	25-30	0,2-0,3	2-10	20-40

Ce sont généralement des sols fortement désaturés qui se sont reconstitués, après une période d'érosion, sur un manteau d'altération déjà ancien.

Les propriétés physiques sont variables et permettent de distinguer des sols typiques à structure bien développée, des sols à structure faiblement dégradés, des sols à horizon friable ainsi que des sols ferrallitiques hydromorphes. Ces derniers s'observent sur les terrasses alluviales les moins bien drainées.

#### 221. Les sols rajeunis typiques à structure bien développée

L'examen du profil cultural montre que la limite de l'horizon humifère reste toujours imprécise ; celui-ci atteint une épaisseur de 15 à 20 cm, il possède une structure grumeleuse fine à moyenne très nette. L'horizon B à une structure polyédrique moyenne à sous structure polyédrique fine bien individualisée.

Ce sont des sols très favorables à une mise en culture, ils ont une bonne stabilité structurale et sont peu sensibles à l'érosion. Ils répondent bien aux engrais (rendement en maïs sans engrais 1,5 t - avec fumure U.R.E.R. : 4,46 t<sup>\*</sup>).

#### 22. Sols rajeunis à structure faiblement dégradée

L'horizon humifère dont l'épaisseur est comprise entre 12 et 15 cm, présente à la base une transition assez nette avec l'horizon inférieur. Sa structure est grumeleuse fine avec un degré de structuration moyen ; on note une proportion relativement importante d'éléments poudreux non agrégés.

L'horizon B présente à sa partie supérieure un horizon B11, très légèrement compact, une structure à tendance polyédrique avec des agrégats émoussés, au-dessous on passe d'une manière progressive à un horizon B12 ou apparaît une structure polyédrique fine.

Ces sols qui par rapport aux précédents s'observent sur des surfaces généralement mieux conservées, plus planes, conservent des propriétés physiques généralement assez satisfaisantes mais paraissent avoir des aptitudes légèrement moins bonnes.

#### 223. Sols rajeunis à horizon friable

L'horizon humifère est généralement épais, sa structure est grumeleuse très fine. On note une forte proportion d'éléments poudreux. La transition avec l'horizon

---

\* Relations entre le relief, les types de sols et leurs aptitudes culturales sur les hautes terres malgaches. par F. BOURGEAT, HUYNH VAN NHAN, F. VICARIOT et C. ZEBROWSKI.

sous-jacent B11 est graduelle. Ce dernier à une structure massive mais est riche en pseudo-particules. Il est très poreux, et très friable à l'état humide.

En profondeur on passe à un horizon B12 où la structure est polyédrique fine très nette.

Sous végétation graminéenne naturelle l'enracinement apparait très abondant, la densité des racines diminue progressivement vers le bas.

Ces sols qui sont souvent remaniés, ont de bonnes propriétés physiques et sont bien prospectés par les racines.

#### 224. Les sols rajeunis hydromorphes

Ces sols s'observent sur les terrasses alluviales anciennes, ils sont identiques aux précédents mais présentent en profondeur un horizon de gley ou de pseudo-gley dû à la présence d'une nappe phréatique. L'aptitude de ces sols pour les cultures, dépend essentiellement de l'épaisseur de l'horizon non engorgé.

#### 23. Les sols fortement rajeunis

Ces sols bruns ou brun-rouges sont localisés essentiellement sur les reliefs de dissection et sur les reliefs dérivés en association avec les sols rajeunis.

#### Principaux caractères

	Teneur en argile %	Bases échangeables m.é/100 g	Taux de saturation %	Eléments totaux m.é/100 g
Horizon B 30-50 cm d'épaisseur	50-60	0,4-1	5-10	30-50
Horizon B-C	20-30	1-3	10-30	60-80

Ces sols peu profonds et bien structurés possèdent des teneurs en éléments échangeables faibles car ils se sont également reconstitués sur un manteau d'altération ancien (en partie décapé au cours des dernières phases d'érosion). Néanmoins les réserves peuvent atteindre des valeurs relativement élevées.

Ils possèdent de bonnes propriétés physiques et sont bien pénétrés par les racines. Leur mise en valeur est cependant rendue difficile par le fait qu'ils se trouvent sur des pentes fortes.

Sur les reliefs les plus élevés et soumis à un climat plus humide, les sols ferrallitiques fortement rajeunis font place à des sols ferrallitiques andiques. Ces derniers présentent des teneurs en matière organique élevées (jusqu'à 30 %) et des fortes teneurs en eau. Ils présentent une dessiccation irréversible assez prononcée.

Ce sont des sols sur lesquels des reboisements à caractère économique doivent être envisagés. Il est en effet inutile de chercher à les protéger contre l'érosion qui est très faible sous végétation naturelle et qui ne présente aucun danger d'ensablement des rizières car ces sols ne renferment pas de quartz.

#### APTITUDES GÉNÉRALES DES SOLS FORMÉS SUR ROCHES VOLCANIQUES

D'une façon générale tous les sols formés sur roches volcaniques ont des propriétés physiques satisfaisantes. Cette particularité permet de penser que ces sols présentent dans leur ensemble, de meilleures aptitudes culturales que ceux formés sur matériaux cristallins pour lesquels les propriétés physiques sont souvent moins bonnes et, de plus, variables d'un type à l'autre. En particulier on observe fréquemment sur ces derniers sols, la présence d'horizon compact situé en-dessous de l'horizon humifère.

Des mesures de rendement en maïs effectués à l'occasion de suivis d'exploitations ont fourni 2 types de résultats qui appuient cette hypothèse.

a) - Des sondages effectués sur 27 parcelles situés sur sols issus de matériaux volcaniques ont donné en 1971 un rendement moyen de 4,16 tonnes alors que sur 40 parcelles situées sur matériau cristallin, les sondages ont donné un rendement moyen de 3,38 tonnes, les conditions de culture et de fertilisation étant identiques dans les 2 cas.

b) - Sur matériau cristallin les rendements en maïs vont de 0,88 tonne par hectare à 6,25 tonnes par hectare \*. Les rendements moyens par type de sols varient de 1,23 tonne par hectare à 4,91 tonnes par hectare et l'analyse de variance indique que la variation de rendement due aux types de sols est significativement supérieure à la variation aléatoire. Elle rend compte de 59 % de la variation totale.

*pas significatif*  
Par contre sur matériau volcanique, les rendements vont de 1,95 tonne par hectare à 6,95 tonnes par hectare alors que les rendements moyens par type de sol varient de 3,43 tonnes par hectare à 4,71 tonnes par hectare. Les types de sols n'introduisent pas de différence significative entre les rendements, ils ne rendent compte que de 13 % de la variation totale.

### CONCLUSION

Bien que les propriétés physiques de ces sols volcaniques soient en général favorables (ce qui peut être mis en relation avec la richesse de la roche mère en fer) les propriétés chimiques restent très variables et dépendent essentiellement de l'âge des roches mères et de l'intensité des rajeunissements successifs qui ont pu ramener en surface la substratum géologique, ce qui explique en partie la variation non négligeable des rendements obtenus sur ces sols. Il n'en reste pas moins vrai que les rendements obtenus sur matériau volcanique sont plus élevés que ceux obtenus sur matériau cristallin.

---

\* On notera qu'un rendement de 7,07 tonnes par hectare a été obtenu sur un sol ferrallitique rajeuni typique. Bien qu'il soit exceptionnel, il n'a pas été éliminé des calculs.



Les régions volcaniques constituent donc des zones privilégiées pour l'agriculture et sont d'une façon générale plus intensément exploitées.

Cependant il paraît souhaitable que des essais culturaux soient entrepris sur les différents types de sols en vue de préciser les fumures de redressement qu'ils nécessitent. A priori on peut penser que le dynamisme de certains éléments, en particulier le phosphore, est fortement influencé par la présence d'un taux élevé de fer amorphe pectisé ou non. Le comportement des sols à horizon friable et des andosols mériterait à ce propos d'être précisé.

#### BIBLIOGRAPHIE

- BATTISTINI (R.) - 1964 -  
Problèmes morphologiques du Vakinankaratra.  
Revue de géographie - Université de Madagascar n° 5, pp 43-69.
- BOURGEAT (F.) - 1972 -  
Sols sur socle ancien à Madagascar  
Mémoires ORSTOM n° 57 335 p.
- BOURGEAT (F.), HUYNH VAN NHAN (G.), VICARIOT (F.), ZEBROWSKI (C.) - 1972 -  
Relations entre le relief les types de sols et leurs aptitudes culturales sur les hautes terres malgaches.  
ORSTOM Tananarive, 36 p mult.
- SEGALLEN (P.) - 1957 -  
Etude des sols dérivés de roches volcaniques basiques à Madagascar.  
Mém. Inst. Rech. Sci. Madagascar, série D, VIII, pp 1-181.