

CENTRE O.R.S.T.O.M.

DE TANANARIVE

LES SOLS DES PLATEAUX DE VINETA

ET BEMANARA

Notes de reconnaissance

1968

par

Michel SOURDAT

Pédologue

LES SOLS DES PLATEAUX DE VINETA
ET BEMANARA (1)

Notes de reconnaissance
1968

Michel SOURDAT - Pédologue - Centre ORSTOM de TANANARIVE

Introduction

Dans le sud-ouest de Madagascar on peut observer divers types de sols "rouges". Ils témoignent d'une évolution intense - décarbonatation et rubéfaction - à partir de calcaires marins de couleurs claires. Il est admis que cette pédogénèse a connu son maximum au cours d'un ou plusieurs épisodes climatiques quaternaires : parfois cette pédogénèse se trouve absolument bloquée à l'heure actuelle ; parfois elle se poursuit faiblement.

On observe dans cette région une variation rapide et régulière des données climatiques dans l'espace. On peut imaginer qu'un gradient semblable affectait les climats anciens et qu'il en soit résulté une séquence pédologique, régulière et continue d'est en ouest, corrélative à leur agressivité décroissante.

...

(1) Le plateau de Bevato n'a pas été prospecté. Sa morphologie et ses sols semblent homologues de ceux du Bemanara.

Cependant d'autres facteurs ont influencé beaucoup plus directement la pédogénèse et ces facteurs interviennent par variations qualitatives brusques : ce sont les roches mères et la topographie. C'est pourquoi dans cette région, le terme de "passage" dont on use parfois pour désigner les rapports de coexistence de différents types de sols dans un espace restreint devra être entendu avec réserves.

Ceci étant dit, nulle part mieux qu'à Vineta et Bemanara on ne peut observer ces sols "rouges" et éventuellement le "passage" des uns aux autres.

Si l'on se réfère à la classification française de 1965 - la seule officiellement diffusée - les sols rouges de Vineta et Bemanara appartiennent à :

- la classe des sols fersiallitiques
 - sous-classe des sols rouges méditerranéens
 - sous-classe des sols ferrugineux tropicaux.

Cependant quelques pédologues s'emploient actuellement à préciser le concept fersiallitique (FS) par rapport aux concepts rouge méditerranéen (RM) et ferrugineux tropical (FT). Si la classification de 1965 devait être remaniée, ces trois termes seraient mis en parallèle au niveau de la classe - ou de la sous-classe. Les sols RM conserveraient leur définition et leurs limites. Les sols "fersiallitiques sensu stricto" seraient distingués des sols RM par la désaturation plus poussée du complexe et une structure moins développée, fine dans un ensemble meuble et poreux. Ils seraient distingués des sols FT par la stabilité plus grande du fer qui ne donne pas lieu à mouvements et par les propriétés physiques en général, étant poreux et moins susceptibles de s'indurer.

Nous conviendrons dans cette note de nous en tenir à la classification de 1965 qui englobe nos sols rouges sous le vocable fersiallitique sensu lato. Toutefois nous signalerons en chaque occasion l'existence de

"facies fersiallitique" s.s. parmi les sols FT non lessivés.

Il s'agit en effet ici d'une note de reconnaissance et non d'une étude de classification. Nous ne disposons pas actuellement des analyses indispensables pour fouiller plus avant les problèmes.

1ère Partie - Généralités

I - GEOLOGIE et GEOMORPHOLOGIE

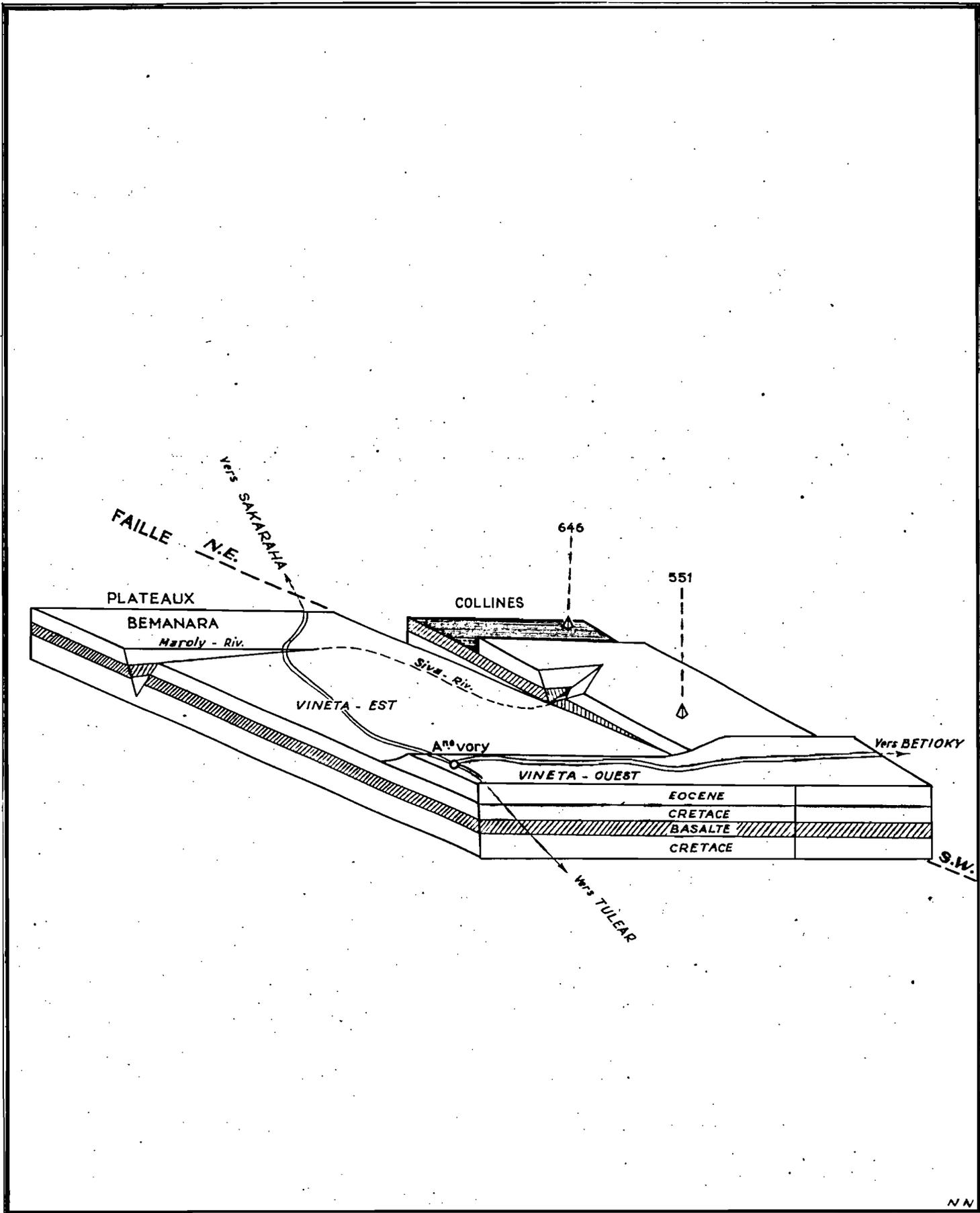
La structure et la morphologie actuelle des plateaux de Vineta et Bomanara, et des collines adjacentes sont schématisées par le bloc-diagramme ci-joint.

Il est probable qu'à la fin du tertiaire la surface topographique était établie à une cote plus élevée sur d'importants dépôts détritiques pliocènes, comportant comme dans tout l'arrière pays isalien des niveaux de grès ferrugineux. Il est possible que cette surface fini-tertiaire ait été affectée par une pédogénèse intense, du type ferrallitique mais nous n'en avons pas de preuves.

On observe à la surface du terrain et dans les profils, soit des blocs volumineux de cuirasse, soit des pavés de grès ferrugineux, soit des sables en quantité telle qu'il n'est pas plausible qu'ils proviennent de la dissolution des calcaires.

Les sols "rouges" de Vineta-ouest se sont développés à la surface des calcaires éocène ; ceux de Vineta-est et de Bemanara à la surface des calcaires crétacés. Cependant les sables hérités du Pliocène ne sont jamais étrangers à la genèse de ces sols. D'une part les calcaires se sont altérés différemment selon la profondeur et la durée de leur fossilisation ; d'autre part les sables entrent en proportions variables conjointement aux produits de la décalcification dans la texture des sols.

Les collines de l'est ont subi une évolution semblable mais l'érosion n'en a pas laissé subsister grand chose. Leur plus grande surface est couverte de sols subsquelettiques, de type calcimorphe sur calcaires ou de type



brun eutrophe sur basaltes. Il existe tout de même sur ces reliefs des surfaces karstiques, des calcaires lapiazés, des brèches à ciment rouge et des sols rouges piégés dans les cavités.

Il importe de souligner que les basaltes n'ont joué aucun rôle direct dans le développement des sols rouges ; ceux-ci surmontent toujours le Crétacé supra-basaltique.

Les collines sont griffées par le chevelu hydrographique des rivières Maroly et Siva. De larges épandages alluviaux-colluviaux, calcaro-basaltiques se sont constitués en contrebas le long de la ligne de faille. Une dépression topographique y favorise la génèse de vertisols.

En bordure de cette dépression, l'hydromorphie affecte aussi les sols rouges. A noter que les alluvions basaltiques fossilisent localement le karst et les sols rouges. Cela est bien visible sous la berge de la rivière Siva et dans certains fossés.

Les plateaux présentent une morphologie faiblement karstique. Les formes majeures en sont rarement développées bien qu'on puisse observer des points d'infiltration brutale sur le cours d'affluents de la Maroly. Pour une raison que nous ne connaissons pas - sans doute la trop grande impureté du calcaire crétacé - de petites dépressions constituent des mares permanentes et non pas des dolines. Par contre on constate un peu partout l'exhumation récente de formes mineures virtuelles (en forme de boules ou de lunettes) ; les exhumations plus anciennes se traduisent par des dalles lapiazées de calcaires franc, des brèches lapiazés mais rarement des croutes.

L'observation de surface et les photos aériennes suggèrent l'existence de petits accidents tectoniques ou stratigraphiques mineurs dont l'analyse ne nous est pas possible mais qui jouent un rôle dans la répartition des matériaux de couverture et dans les conditions locales d'altération.

II - CLIMAT

On constate en observant les cartes de J. RIQUIER que la ligne droite qui joint Sakaraha (à 100 km de la mer et 473 m d'altitude), Vineta (à 65 km de la mer et 400 m d'altitude), Tuléar (au bord de la mer, altitude 8 m) est normale aux courbes de niveau de l'évapotranspiration potentielle et de l'évapotranspiration réelle. C'est donc l'axe du plus fort gradient climatique

Le climat de Sakaraha est semi-aride mégathermique (selon la classification de Thornthwaite) ; le climat de Tuléar est aride mégathermique. Vineta se trouve à la limite des zones.

Cependant les moyennes pluviométriques observées à Vineta sont plus proches de celles de Sakaraha que de celles de Tuléar. Il doit en être de même des moyennes thermiques en raison de la similitude des altitudes.

Moyennes pluviométriques

Sakaraha sur 16 ans

Vineta sur 6 ans

Tuléar sur 56 ans

	Sakaraha	Vineta	Tuléar
J	193	166	89
F	154	85	75
M	118	110	41
A	18	28	12
M	11	12	17
J	11	15	12
J	5	1	5
A	5	6	3
S	6	26	10
O	30	19	15
N	61	102	26
D	155	106	56
année	767	680	361

	Sakaraha	Tuléar
moyenne des maxima thermiques	31.0	29.8
moyenne des minima thermiques	15.0	18.3
moyenne	23.0	24.0
ETP potentielle	1664	1297
ETP réelle	783	349
Drainage	3	0
Déficit en eau	881	948

III - VEGETATION

Les plateaux sont bordés au nord et à l'ouest par la forêt. La forêt à baobab est particulièrement belle sur les affleurements de basalte des vallées du Fiherenana et de la Maroly.

Sur les plateaux, plusieurs baobabs isolés, au milieu de la savane témoignent d'une couverture forestière relativement récente.

La végétation typique actuelle est la savane à *Heteropogon contortus* piquetée de *Poupartia caffra*, *Stereospermum euphorioïdes*, *Dicoma incana*, *Gymnosporia polyacantha*.

Le domaine de Tranokaky est couvert par les restes d'une sisaleraie.

La dépression de l'est porte une végétation très particulière adaptées aux alluvions vertiques : mimosées buissonnantes et hautes graminées, fourrés à *Terminalia seyrigii* et quelques baobabs.

2ème Partie - Les Sols

I - LES SOLS ROUGES DERIVES DES CALCAIRES - LES SOLS FERRIALLITIQUESDE LA CLASSE VIII.Groupe 8.1. des sols rouges méditerranéens non lessivés.Sous-groupe modal

Le standard défini en Europe présente une texture argileuse ou argilo-sableuse ; il est très bien structuré de type polyédrique ou prismatique avec des éléments fuselés ou comprimés. Il s'agit de sols issus principalement de la décarbonatation des calcaires.

Dans la série de Vineta-Bemanara ce standard n'est approché que dans le cas de sols peu profonds, érodés anciennement, situés en de telles positions que l'accumulation de matériaux allochtone a été contrariée. C'est le cas du profil TUS 415. On remarque que le passage du sol au calcaire est rapide mais continu : il n'y a ni croute ni encroutement.

TUS 415

Vineta-est - sur le plateau de Tranokaky - plateau faiblement karstique dont l'érosion est relativement ancienne - la pente est nulle, le drainage faible

Etage crétacé suprabasaltique - calcaire marin.

Ancienne sisaleraie. Faible couverture graminéenne et sisals.

Etat sec.

- 0-15 Horizon organique argilo-sableux (A-SF) - rouge brun très foncé, 2,5 YR 3/4 sec ou 7,5 YR 4/2 humide.
Structuré, polyédrique époussé à éléments friables fins - sous-structure grumeleuse et tendance lamellaire en surface.

- 15-25 Horizon de pénétration organique par voie biologique - argilo-sableux - même couleur mêlée de brun foncé - bien structuré, polyédrique à éléments moyens, sous-structure grumeleuse, chevelu racinaire abondant.
- 25-45 Argilo-sableux (A-SF) - encore légèrement organique par pénétrations - très structuré, polyédrique tourmenté à tendance prismatique, à éléments moyens, friables humides, susceptibles de s'indurer à sec - rouge foncé 10 R 4/4 - non calcaire.
- 45-50 Idem avec mycelium calcaire, granules ou petits amas. Les horizons précédents étaient non calcaires
- 50-130 Transition rapide irrégulière - horizons calcaro-argileux ocre clair 5 YR 6/6 - passant progressivement à un limon très pâle 5 YR 8/4 avec de très nombreux amas calcaires ou morceaux de roche.
Très structuré en polyèdres grossiers, fuselés, à sous-structure polyédrique tourmentée - chaque élément est centré par un noyau plus dur.
Plus profondément : ensemble massif à débit polyédrique friable.

On rencontre plus fréquemment des profils tels que TUS 404, plus profonds, moins nettement structurés pour lesquels la contribution de matériaux allochtones est probablement plus importante

TUS 404

Vineta-ouest, près d'Andranovory - plateau faiblement incliné bien drainé en surface avec érosion active.

Base de l'étage Eocène, immédiatement supérieur au Crétacé - le calcaire est impur, jaune et peu distinct du calcaire crétacé.

Un baobab proche témoigne d'une ambiance forestière récente - la végétation actuelle est la savane à *Heteropogon contortus* défrichée au profit de manioc, arachide, coton, maïs.

Etat humide - Couleurs Munsell relevées à sec.

- 0-4 Horizon rapporté par ruissellement, sableux rouge clair, discontinu.
- 4-13 Horizon organique rouge-brun sombre 2,5 YR 4/2 - faiblement structuré polyédrique à éléments moyens ou fins dans un ensemble très friable et poreux. Texture sablo-argilo-limoneuse. A l'état sec faiblement structuré lamellaire puis prismatique mêlé d'éléments particulières - très ferme.
- 13-25 Horizon organique placé (type mull-moder) - sablo-argileux - rouge-brun à ocre sombre 2,5 YR 4/4 - Même structure que le précédent avec racines et radicelles.
- 25-48 Horizon faiblement organique à répartition plus irrégulière en taches - sablo-argileux (S-A) - rouge vif 10 R 4/6 (2,5 YR 4/6 humide) - peu de radicelles - faiblement structuré polyédrique à éléments moyens friables.
- 48-70 Horizon argilo-sableux rouge 10 R 4/4 - emballant des morceaux de roche en voie d'altération, jaunes, rugueux dont la surface corrodée est dure mais revêtue d'une pellicule altérée jaunâtre qui se détache par adhérence au sol rouge. Structuré polyédrique à cubique - éléments grossiers très friables (très ferme à sec) toujours très poreux - peu de racines, quelques radicelles.
- 70-130 Horizon d'altération du calcaire - traînées ocre clair (5 YR 5/6-5/8) au sein du calcaire jaune plus ou moins friabilisé-pseudo-galets de calcaire dur - ensemble très complexe. Par place le sol rouge pénètre très profondément. Le matériau altéré peut être localement très argileux. Haut dans le profil on trouve des pseudo-galets volumineux isolés au dessous desquels une série de morceaux plus petits ont été abrités contre l'altération. Au-delà, calcaire dur.
-

Dans quelques profils tels que TUS 408 et 410, la participation d'un matériau allochtone se manifeste par la présence de graviers ou blocs de grès ferrugineux plus ou moins lités attribués au Pliocène continental. Les profils présentent des caractères contradictoires : la présence de ces éléments étrangers aux calcaires d'une part ; la continuité entre les horizons rouges et le substrat d'autre part.

Nous pensons qu'il peut s'agir de très anciennes colluvions. L'érosion qui a décapé les crêtes calcaires toutes proches a accumulé pêle-mêle dans les thalwegs les sables allochtones et des produits de décarbonatation quasi-autochtone. Ces remaniements étant très anciens la pédogénèse a pu s'exercer à nouveau au contact du calcaire et imprimer une marque homogène à toutes les strates du profil.

A ce sous-groupe se rattachent les profils TUS 332, 337, 345, 350, 351, 368, 424, 436.

Lorsque la contribution des matériaux sableux devient prépondérante on tend vers le groupe 8.4 des sols Ferrugineux Tropicaux non lessivés par l'intermédiaire de profils intergrades tels que TUS 349, 352, 369, 370, 401, 408, 428.

Remarque : sur l'existence de sols R.M. sur croute calcaire.

Les profils modaux présentent un passage sans discontinuité du sol meuble au calcaire. Par contre les profils de type calcimorphe qui couvrent la plupart des éminences topographiques érodées présentent des croutes zonées plus ou moins continues.

Exceptionnellement le profil TUS 409 - sur une petite butte tabulaire - montre un horizon de sol R.M. franc de 30 cm, un horizon rouge à mycelium ensuite et vers 60 cm une croute zonée englobant le mélange ordinaire de roche saine et de limon ocre.

Groupe 8.1 des sols rouges méditerranéens non lessivés

Sous-groupe hydromorphe ou vertique

Deux zones déprimées bordent les plateaux et présentent des conditions propices à l'hydromorphie.

Une dépression presque arhéique située à 3 km est d'Ato Vanda se prolonge au nord vers le Km 79 de la RN7 et s'accroît pour former le couloir de Sanbandefo qui rejoint la Maroly.

La dépression drainée du sud au nord par la rivière Siva sépare le plateau de Tranokaky des collines de l'est.

Les sols de ces zones sont abondamment truffés de petites concrétions - sans doute ferro-manganiques - du genre "grain de plomb". Elles sont considérées comme l'indice d'une hydromorphie ancienne.

Le passage des sols rouges modaux aux sols hydromorphes est très nuancé autour de la dépression du Km 79. Il est beaucoup plus brusque autour de la dépression de la Siva. Là, une large terrasse d'alluvions basaltiques récentes fossilise les sols rouges et donne lieu à des vertisols.

Dans le cas de TUS 339, la texture est argilo-sableuse, les couleurs bien que foncées sont franches (2,5 YR 4/4) ; la structure est développée sans excès mais les éléments sont volumineux et très dur à sec.

Dans le cas de TUS 432 la texture s'allourdit et la structure devient nette. Idem TUS 353, 354, 429. La matière organique est localisée à la faveur d'une plus grande activité biologique. TUS 418 est de coloration moins intense, dans les tons ocres (5 YR 4/6-5/8). Il est voisin de la zone des sols "bruns" et peut-être intergrade. Il offre la particularité de fossiliser à faible profondeur un karst en pilier.

TUS 432

Vineta-est - bassin de la Siva Riv.

Surface plane, battante, faiblement craquelée à végétation graminéenne et partiellement cultivée.

- 0-1 Horizon limono-sableux (L-SF) - rouge-gris - bien structuré lamellaire à sous structure pulvérulente.
 - 1-20 Horizon organique limono-sablo-argileux (L-SF-A) - brun-rouge - gris, 10 R 3/2 à l'état sec - structuré à faiblement structuré, polyédrique époussé à éléments moyens ou fins, fermes ou friables - sous structure grumeleuse faible Transition graduelle.
 - 20-40 Horizon de pénétration organique irrégulière par voie biologique et par les fentes - A-L-SF - rouge sombre 10 R 3/4 - apparition de concrétions friables noires - faiblement structuré à l'état humide, polyédrique à grumeleux friable.
 - 40-100 Horizon plus argileux (A-SF) - rouge foncé 10 R 3/6 et truffé de concrétions en grenaille - très structuré prismatique fuselé à sous structure forte, polyédrique fine à faces luisantes. Poreux avec enracinement profond.
-

TUS 418

Surface plane faiblement inclinée proche d'un axe de drainage. Sous savane arborée à Heteropogon contortus.

Etat humide.

- 0-10 Horizon organique bien exploré par le chevelu racinaire des graminées - brun rouge très sombre - structuré à éléments polyédriques moyens friables, sous structure grumeleuse.
- 10-30 Passage progressif à un horizon faiblement organique à humus placé - argilo-sableux A-SF - bien structuré polyédrique à éléments moyens ou fins, fermes.
- 30-70 Horizon rouge-brun s'éclaircissant vers le bas (cause humidité 5 YR 4/6 - même texture - structure plus fondue avec quelques radicelles.

- 70-100 Horizon plus argileux (A-SF) - plus clair (5 YR 5/8) - truffé de concrétions noires en grenaille - structuré polyédrique à forte cohésion.
- 100-140 Horizon plus argileux (A-SF) - brun rouge 5 YR 5/6 - très structuré polyédrique fin à éléments fermes et cohérents.
- 140 Piliers de calcaire jaune pourvu d'une pellicule d'altération qui adhère au sol, pulvérulente et blanche.

Le profil TUS 426 représente la limite de l'hydromorphie au niveau du sous-groupe. Il est proche des alluvions vertiques. L'engorgement de surface surimpose ses caractères à ceux de l'hydromorphie ancienne indiquée par la présence des "grains de plomb" en profondeur. Il s'agit d'un gley faiblement développé.

De même TUS 432, rougeâtre, marmorisé, vertique. Il renferme de petites poupees calcaires creuses intérieurement cristallisées analogues aux petites géodes observées dans les parties recristallisées de certains piliers du karst virtuel.

De même 430 fossilisé par les alluvions.

TUS 426

Vineta-est, en bordure de la Siva riv. - glacis alluvionné de pente nulle, à drainage insuffisant.

Végétation très caractéristique ; steppe clairsemée d'Heteropogon contortus et buissons de mimosées.

La surface est couverte à 40 % - microrelief ondulé - surface glacée et craquelée.

- 0-0,4 Horizon battant limono-sableux gris-brun - structure lamellaire à craquelures polyédriques.

- 0,4-1 Horizon limoneux gris-brun - structure polyédrique très fine à particulaire peu cohérente.
- 1-10 Horizon très organique - argileux - brun noirâtre - structuré grumeleux, moyen à fin - humus de type mull.
- 10-25 Horizon organique - argileux avec sables fins - bien structuré grumeleux fin - couleur gris noir luisant avec nuances de gley.
- 25-40 Horizon organique argileux - finement bariolé de rouge et gris à nuances de gley - même structure.
- Ces horizons représentent l'incidence d'une hydromorphie de surface récente par engorgement et d'un léger alluvionnement.
- 40-60 Horizon argileux rouge 10 R 3/1 sombre - bien structuré polyédrique moyen - pénétration abondante de radicelles et traces d'activité biologique - nombreux pores.
- 60-160 Horizon argileux rouge - massif à sous structure très développée polyédrique à éléments comprimés ou fuselés à faces luisantes - poreux, quelques radicelles - 2,5 YR 4/4.
Les éléments sont durs et extrêmement cohérents. Il y a de nombreuses concrétions en grenaille.
Au sein du profil se trouvent quelques pseudo-galets calcaires auxquels l'argile adhère très fortement par l'intermédiaire d'une pellicule friable.
- 160 Arrêt cause dureté - il n'y a aucune effervescence.

Groupe 8.3 des sols bruns méditerranéens

voir discussion au paragraphe III

Groupe 8.4 des sols ferrugineux tropicaux non lessivés

Sous-groupe à teneur constante en sesquioxydes

Famille sur calcaire avec forte contamination sableuse allochtone

Facies "fersiallitique s.s."

Ce type de profil se reconnaît par l'absence de structure : on ne peut isoler que des éclats, friables à l'état humide et très faiblement indurés à sec. Ils sont poreux et la liaison entre les colloïdes et le squelette sableux est excellente.

La comparaison au code Munsell ne permet pas de les différencier des sols R.M. car on retrouve les mêmes notations : 2,5 YR 4/4 - 10 R 4/8. Cependant leur texture leur confère pour l'oeil une nuance particulière, un brillant violacé métallique. Les micro-agrégats froissés libèrent un contenu rouge mat de nuance ocre plus proche de celle des R.M.

Ces profils sont de profondeur supérieure à 2 ou 3 m. Nous n'avons pas observé le contact avec le calcaire dans nos fossés. Cependant du calcaire récemment exhumé sous forme de boules est parfois visible tout à côté ce qui indique que le substrat est très irrégulièrement raviné par la couverture. Des profils identiques ont été observés sur le plateau de Belomotra (Km 50 de la RN7) : le contact du calcaire était visible ; les horizons d'interpénétration n'étaient pas différents de ceux que nous avons décrits au fond des profils de sols R.M. mais présentaient souvent une croûte zonée peu épaisse et discontinue (TUS 324).

Les caractères propres aux sols R.M. étant attribués à l'héritage prédominant du calcaire, les caractères des sols FT "facies FS" sont attribués à l'héritage prédominant des sables détritiques supposés pliocènes. Bien que les limites de ces sols coïncident parfois à Vineta avec les limites de transgression de l'Eocène sur le Crétacé, on ne voit pas comment attribuer à l'Eocène une influence déterminante, d'autant plus que l'Eocène de la base qui affleure à Ano Vory est un calcaire impur, jaune foncé beaucoup plus semblable au calcaire crétacé qu'à celui de l'Eocène massif du Belomotra.

TUS 404

Vineta-ouest - Ambatovanda - sur un large dôme de relief très faible et de pente inférieure à 1 %. Le drainage se fait surtout par ruissellement et l'érosion en nappe est active.

Le fossé se trouve sur le Crétacé, à 2 Km du dernier affleurement éocène cartographié.

Végétation typique de savane arborée à *Heteropogon contortus* avec *Poupartia caffra*, *Tamarindus indica*, *Dicoma incana*, *Stereospermum euphorioïdes*. La surface n'est couverte qu'à 40 % voire complètement découverte par taches en raison du surpâturage.

- 0-10 Horizon humifère sablo-argileux - brun-rouge très foncé 2,5 YR 3/4 - l'humus est peu abondant mais bien lié - très faiblement structuré polyédrique à cubique à éléments grossiers fermes mais poreux - cet horizon est compacté par le pâturage.
- 10-30 Horizon faiblement humifère à humus placé par l'activité biologique et bien lié - mêmes texture et couleur - très faiblement polyédrique dans un ensemble massif - sous-structure pseudo-grumeleuse - très poreux - éléments très friables.
- 30-180 Horizon parfaitement homogène sauf quelques traces humiques - sablo-argileux - rouge 2,5 YR 3/6 - massif à éclats friables.
Idem par sondage jusqu'à 280

Les profils TUS 333, 335, 340, 347, 355, 356 sont identiques. A la limite de ce groupe il convient de rappeler les intergrades cités à la suite des sols R.M. : TUS 349, 352, 369, 370, 401, 408, 428.

II - LES SOLS DERIVES DES BASALTES

Les sols bruns eutrophes subsquelettiques

CLASSE VI - Groupe 6.3 - sous-groupe érodé

Les affleurements de basaltes ne se trouvent en position plane et dominante qu'autour de la cote 646 à l'extrémité nord-est des collines. Partout ailleurs, étant interstratifiés dans les calcaires crétacés ils ne voient le jour que sur des pentes raides et sont dominés par les calcaires.

Le profil TUS 412 est un exemple du type le plus répandu dont on peut citer 2 variantes : soit que le décapage soit plus sévère et l'on tend vers un lithosol sur basalte en prismes ; soit qu'un approfondissement soit possible à la faveur d'un mouvement de terrain et l'on tend vers un sol humique à gley à anmoor acide (CLASSE I, Groupe 1.3 - CLASSE XI, Groupe 11.2).

TUS 412

Collines de Vineta - extrémité NE, près de la cote 646 - plateau subhorizontal faiblement disséqué - pentes variables, drainage entièrement superficiel, érosion forte.

Basalte intracrétacé.

La végétation originelle est une forêt sclérophile avec *Adansonia* sp., *Commiphora*, *Pandanus* - la forêt a reculé devant les feux, laissant le sol à une maigre couverture graminéenne.

- 0-5 Horizon organique très noir de consistance grasse - entourant des cailloux ou graviers émoussés pourvus d'un cortex d'altération - structure très finement grumeleuse.

- 5-25 Horizon gris sombre à gris clair - argileux - très bien structuré en éléments polyédriques fins cohérents et contenant graviers et cailloux de basalte.
Ces deux horizons bien explorés par les racines.
- 25-45 Cailloux anguleux de basalte gris clair ou marron-jaune avec cortex d'altération - argile très bien structurée dans les interstices - pénétration encore abondante de radicelles.

2) Un sol brun-rouge calcique sur basalte

Le profil TUS 414 est exceptionnel. Il s'agit du seul sol bien développé que nous ayons trouvé sur basalte dans la région.

TUS 414

Pont de la Maroly - très localement le basalte affleure en pente faible. Il est dominé à peu de distance par le calcaire.

- 0-5 Horizon de recouvrement sablo-limono-calcaire - plus ou moins particulaire lié par les radicelles d'Heteropogon qui sont bien développés.
- 5-10 Horizon organique à mull calcique légèrement gras - argilo-sableux - rouge-brun sombre 2,5 YR 2/2 - faiblement structuré grumeleux moyen à sous-structure grumeleuse très fine - éléments fragiles et friables
- 10-15 Horizon faiblement organique - argilo-sableux ou argilo-limoneux - plus vif 2,5 4/6 - moyennement structuré polyédrique émoussé ou grumeleux à éléments moyens ou fins, plus ou moins friables.
- 15-30 Argilo-limoneux - brun-rouge foncé 2,5 YR 4/2 (5 YR 4/4 humide) très structuré prismatique moyen à polyédrique grossier avec éléments anguleux à faces luisantes séparés par des fentes de retrait nombreuses et sinueuses - sous-structure polyédrique anguleuse très fine et très ferme.

Ces trois horizons contiennent des graviers et cailloux arrondis de basalte. Ils ne sont pas calcaires.

- 30-50 Transition nette : horizon limono-argileux sec - brun clair mêlé de blanc 10 YR 6/3 - très structuré en polyèdres anguleux se fragmentant en toutes tailles.
Amas de calcaire blanc très finement cristallisé. Cet horizon est traversé de strates ou poches résiduelles de basalte gris-bleu altéré ou fragmenté en petits cubes ou en écailles.
- 70-x Basalte altéré gris-bleu finement fragmenté traversé de traînées de calcaire blanc

Ces deux horizons traduisent peut-être une hydromorphie ancienne.

3) Les alluvions verticales

CLASSE II - sous-groupe 2.54

Le cours de la rivière Siva divague au milieu d'une large terrasse d'alluvions-colluvions issues des ravins basaltiques principalement ; elles sont étalées au pied des collines et fossilisent le sol rouge karstique.

La coupe des berges montre plusieurs mètres d'épaisseur d'un matériau limono-argileux calcaro-basaltique dont la structure est extraordinairement développée en éléments fins et fermes. La pédogénèse n'a pas effacé la disposition en strates.

Les surfaces montrent un relief "gilgaï" à petits mamelons finement craquelés avec des fentes de retrait zigzagantes et des trous d'effondrement.

La couleur du sol est noire dès la surface. La végétation de mimosées buissonnantes et de **graminées** est très caractéristique. Il subsiste quelques baobabs.

TUS 427

- 0-20 Horizon organique noir type anmoor - argileux - structure grumeleuse - l'enracinement est limité à 10 cm.
- 20-100 Passage par indentations noirâtres à un horizon argileux (AA) olive sombre à nuances de gley - truffé de concrétions en grenaille.
Ensemble massif se débitant en polyèdres et prismes grossiers à grandes faces lisses et striées.
Ensemble très consistant, excessivement cohérent.
-

A ce type de sols se rattachent les profils TUS 346, 425, 431.

III - A PROPOS DE QUELQUES "SOLS BRUNS" NON DETERMINES

Sols bruns eutrophes ? CLASSE VI - Groupe 6.3

Sols bruns méditerranéens ? CLASSE VIII - Groupe 8.3

Sols ferrallitiques ? CLASSE IX

Autour de la ferme de Tranokaky on peut observer en circulant que la surface passe sans transition de la couleur rouge des sols R^r à une couleur brune qui correspond à des sols tels que TUS416.

TUS 416

Vineta-est, sur le plateau de Tranokaky - Pente nulle et drainage faible en surface comme en profondeur.

Etage Crétacé - calcaire marin à morphologie karstique couverte très ancienne.

Sisaleraie et culture diverses. Ficus, Manguiers, Hyparrhenia rufa.

- 0-15 Horizon organique argilo-limoneux-sableux - jaune foncé 10 YR 4/3 - très structuré polyédrique à éléments moyens fermes avec sous-structure polyédrique fine à grumeleuse - racines et radicelles très abondantes
- 15-35 Horizon de pénétration organique irrégulière argilo-limoneux - brun foncé 7,5 YR 4/4 mêlé de brun sombre - irrégulièrement structuré polyédrique émoussé ou anguleux à éléments fermes avec sous-structure polyédrique fine.
- 35-130 Horizon argilo-sableux (SF) avec quelques pénétrations organiques et de très nombreuses concrétions en grenaille, dures, noires, s'écaillant - couleur brune vive à claire 7,5 YR 5/6-6/8 - ensemble massif à l'état humide, poreux à sous-structure polyédrique.
Non calcaire sur tout le profil.

Des murailles de calcaire cloisonne le profil entre la surface et 130 cm en profondeur. Ce calcaire présente des surfaces arrondies de formes karstiques virtuelles. Sa masse est de calcaire impur jaunâtre recristallisé mais sans croute zonée. Le sol y est appliqué étroitement et adhère par l'intermédiaire d'une pellicule altérée jaune claire. La cassure révèle des cavités sinueuses où pénètrent les racines et où se trouve du sol.

Sur un autre profil observé en une autre saison (TUS 338) on notait une structure exceptionnellement développée polyédrique des horizons de surface et des mottes du labour à l'état sec. Par contre en profondeur à l'état frais la structure paraissait faiblement développée polyédrique à éléments très friables se fragmentant en pseudo-grumeaux du type "semoule". Nous notons que si la structure développée de la surface rappelait les alluvions vertisoliques issues des basaltes, la structure en semoule rappelait beaucoup plus une morphologie ferrallitique.

A première vue nous avons qualifié ces sols "bruns méditerranéens" par analogie avec les sols R¹ limitrophes. La couleur jaune pouvait être attribuée à un défaut local de drainage, la morphologie karstique se trouvant compensée par une impureté plus grande des calcaires.

Cependant une analyse pratiquée sur le profil 338 a révélé les rapports SiO₂ / Al₂O₃ suivants :

338-1	0-20	cm	1,9
338-2	20-40	"	1,5
338-3	100-110	"	1,3

Il s'agirait donc d'un sol ferrallitique (ou d'un sol BM sur matériau ferrallitique en supposant que le concept BM s'accomode d'un héritage ferrallitique).

Comment peut-on expliquer la présence d'un tel sol en fonction du contexte régional ?

Les bancs d'argiles jaunes

En plusieurs sites des plateaux de Bemanara, Belomotra et Vineta nous avons observé des bancs d'argile jaune non calcaire.

TUS 422

Belomotra, sur la butte de Befoly près de la cote 255 (feuille IGN D-58) surface localement plane, bien drainée actuellement, limité par un talus d'érosion ancien.

La couverture sableuse est attribuée au Pliocène continentale - le substrat calcaire devrait être Eocène marin.

Savane arbustive dégradée à strate graminéenne prostrée.

0-115 Horizon sablo-argileux rouge-brun 2,5 YR 4/8 - à structure massive avec éclats grossiers friables.

Il s'agit d'un sol FT à faciès FS. On passe aux horizons suivants par une limite brutale et irrégulière, les sables ravinant l'argile.

115-150 Couche argileuse finement sableuse puis plus nettement argileuse - brun vif 7,5 YR 5/6 - très fortement structurée prismatique large à éléments très fermes et cohérents. Des poches sont remplies de calcaire pulvérulent très blanc au plancher de l'horizon.

150-260 Marne sableuse jaune 10 YR 8/4 compacte et cohérente, indurée par endroits ou réduite en poches pulvérulentes.

260 Grès calcaire.

Nous avons pensé que ces bancs pouvaient représenter un paléosol formé sur le calcaire et fossilisé par la transgression continentale pliocène.

Il se pourrait aussi qu'il représente la base de la série pliocène transgressive sur les calcaires.

Il se pourrait encore que ce fut le simple produit d'altération du calcaire au sein de la nappe phréatique qui s'est installée à la base des sables et qui résurgissait naguère en sources tout autour de la butte.

Une étude de ces argiles par les rayons X (C. GENSE) a révélé une importante proportion de montmorillonite. Ce résultat nous inclinerait vers la dernière hypothèse.

Notons encore que cette argile vient en affleurement à Befoly lorsque l'érosion a localement décapé le recouvrement sableux et donne lieu à un sol Brun Eutrophe, jaune à forte structure gonflante.

Notons encore qu'au contact des sables et de l'argile - contact qui donne lieu à la nappe actuelle - s'était constitué autrefois une forte dalle de grès ferrugineux dont on voit les morceaux démantelés en mosaïque disjointe sous le talus d'érosion et surmontant l'argile.

Sur Vineta et Bemanara nous ne disposons pas de coupe stratigraphique aussi nette mais les mêmes éléments peuvent être observés séparément : sables de contamination, débris de grès ferrugineux et argiles jaunes. Un profil de sol Brun Eutrophe a été observé (sous réserve d'analyse) à Vineta (TUS 402).

TUS 402

Vineta-ouest - topographie plane à drainage localement contrarié - sur calcaire éocène marin et contamination pliocène probable - sous forêt secondaire.

- 0-30 Horizon très humifère - intrication de racines - argileux gris noir - structure grumeleuse très meuble de 0 à 15 puis polyédrique très tourmentée ferme.
Humus de type moder : cela est contradictoire mais il pourrait s'agir d'une dégradation du milieu superficiel postérieure à l'évolution des horizons profonds.

- 30-80 Argileux, non calcaire - ocre clair - très fortement structuré polyédrique tendant à cubique, très consistant très cohérent avec fentes de retrait importantes et luisantes.
- 80-120 Argilo-sableux, calcaire - ocre-brun - semble procéder directement de l'altération du calcaire en place.

On pourrait donc établir un rapport entre ces argiles et les sols "bruns" de Tranokaky. Un dépôt local d'argile montmorillonitique - ou l'argile de décalcification d'un calcaire en milieu phréatique serait venu en affleurement et aurait subi une altération ferrallitique jusqu'à transformation totale en kaolinite et gibbsite : le paléosol ainsi formé aurait été conservé, piégé dans le vieux karst, isolé des sols RM voisins. Cette hypothèse semble très conditionnelle.

La contribution des alluvions basaltiques

Un autre rapprochement peut être tenté avec les matériaux des collines de l'est. Il se pourrait qu'antérieurement à l'épandage récent qui amène ces dépôts calcaro-basaltiques peu évolués à fossiliser les sols rouges RM du bassin de la Siva, un épandage ancien et puissant ait fossilisé jusqu'au plateau de Tranokaky. L'altération ferrallitique de ce matériau aurait pu avoir lieu avant ou après transport.

On observe une certaine analogie de texture, de couleur et de par la présence des concrétions en grenaille. Emprisonné dans les alvéoles du vieux karst ce matériau ferrallitisé aurait résisté aux périodes érosives postérieures. Son évolution est aujourd'hui pratiquement bloquée.

D'autres profils de sols "bruns" à forte structure ont été notés dans le ravin de Sambandefo (TUS 434, 435). Nous réservons leur détermination.

IV - LES SOLS CALCOMAGNESIMORPHES DE LA CLASSE III

Groupe 3.2 des rendzines à horizons

Sous-groupe des sols bruns calcaires

Tous les affleurements de calcaires de la région en positions de croupes ou de versants exposés à l'érosion sont couverts de sols bruns calcaires.

TUS 405

Extrémité nord du Bemanara - plateau tabulaire étroit à sommet légèrement ondulé sur calcaire marin crétacé suprabasaltique.

Savane à Heteropogon contortus avec quelques Poupertia caffra.

La surface est plane, colluvionnée, jonchée de blocs arrondis de calcaire jaune ou de croûte tendre blanche à contours zonés.

- 1-5 Horizons humifères à mull calcique - brun foncé 5 YR 4/1 - sablo-argileux - très bien structuré polyédrique émousé à éléments fermes dans un ensemble plus massif débité en plaquettes.
- 5-25 Horizon humifère à faiblement humifère argilo-sableux - ocre foncé 5 YR 4/2 taché par la matière organique et par un mycelium calcaire - structuré polyédrique émousé à éléments fins bien individualisés avec de très nombreux petits éléments calcaires friables.
- 25-50 Passage rapide à un horizon limoneux calcaire - ocre pâle 7,5 YR 8/6 - bien structuré polyédrique à éléments tourmentés moyens et friables.
- 50-80 Limon calcaire jaune clair - aspect marneux - massif à éclats tourmentés avec sous-structure pulvérulente sans éléments durcis

Entre 25 et 50 existe un bloc de calcaire plus ou moins altéré revêtu d'une croute régulièrement zonée.

TUS 406

Sous bois au sommet de la butte qui prolonge l'emplacement de TUS 405.

Le profil est analogue mais il y a une croute zonée à la limite des horizons A et C entre le sol et le limon-calcaire. Cette croute est irrégulière, discontinue, étagée en profondeur.

En surface on trouve des morceaux d'une dalle à croute zonée ocre pâle remarquablement régulière

Ces sols bruns calcaires représentent pensons-nous le résultat de l'évolution actuelle des calcaires lorsque l'érosion les a livrés récemment à l'action du climat.

Cependant on n'observe aucune différence entre un profil supposé récent, évolué en phase calcimorphe et un profil qui résulterait de la troncature d'un sol rouge méditerranéen.

Nous avons décrit les horizons de contact entre ces sols RM voire FT facies FS : horizons où les morceaux de calcaires plus ou moins altérés sont mêlés au limon d'altération jaune pâle et à des poches de matériau de décalcification ocre pâle : de tels horizons ramenés en surface et teintés par un mull calcaïque prennent la morphologie "brun calcaire".

CONCLUSIONS : NOTES D'AGRONOMIE PRATIQUE

Les paysages de plateaux calcaires du sud de Madagascar, sévèrement érodés ou couverts de croutes offrent un aspect désolant avec lequel ceux de Vine-ta et Bemanara contrastent agréablement. Là nous trouvons des sols épais, une savane dense et ombragée, de l'eau pérenne en surface et de l'eau disponible par forage. Il s'agit donc d'unités géographiques intéressantes.

Leur bonne conservation n'est pas sans rapport avec un relatif sous-développement. Aussi est-il à souhaiter que leur mise en valeur ne détruise pas précocement leurs potentialités.

Les sols RM¹ présentent - sous réserve d'analyses - de bonnes caractéristiques physiques et chimiques. Avec une teneur en argile parfois importante la capacité d'échange est élevée, saturée en calcium. Leur profondeur étant suffisante, la capacité de rétention - pour peu qu'elle ait été alimentée - peut fournir l'humidité à une culture de saison de pluie à cycle long telle que le coton. Cette humidité fait défaut en années peu pluvieuses.

Les sols RM hydromorphes accusent ce comportement étant plus argileux.

Les sols FT à faciès FS compensent leur manque de corps et de capacité pour l'eau par une plus grande profondeur et une grande friabilité. La capacité d'échange est en rapport avec le taux élevé des sables grossiers; sa saturation en principe faible mais nous ne disposons encore d'aucun chiffre pour le confirmer.

Ces sols sont sensibles aux aléas de l'année pluviométrique. Une bonne répartition plus encore qu'un volume élevé leur est nécessaire pour assurer la levée et le développement de plantes telles que le coton. Leur texture les rend très propres à la culture des arachides.

Le creux des ondulations topographiques présente toujours une plus grande humidité mais le défrichement des axes de ruissellement devrait être prudemment contrôlé pour éviter l'érosion.

Les sols RM et les sols FT "faciès FS" plus encore sont très vulnérables en effet à l'érosion mécanique : celle qui résulte du ruissellement après destruction du couvert végétal et des horizons compactés de surface. Ils sont très sensibles aussi à l'érosion chimique qui résulterait de la répétition de cultures sans restitution, de la destruction du stock d'humus et du complexe organo-minéral de surface. On aurait vite fait de les rendre battants et de créer une discontinuité mécanique dans le profil (semelle). Bien des irrégularités dans le développement des plantes pourront s'expliquer par l'examen du profil cultural autant que par celui du bilan chimique.

Il serait souhaitable de respecter la vocation forestière des sols sur basaltes et bruns calcaires. Le défrichement ne livre à la culture ou pâturage que des sols médiocres et n'est pas sans modifier l'hydrologie du bassin du Fiherenana.

Les sols vertiques sur alluvions basaltiques sont cultivés en rizières irriguées ou en maïs. Leur potentiel de fertilité est très élevé mais ils sont difficiles à cultiver. Un essai de coton (IRCT) a donné il y a quelques années un très fort rendement mais il n'y a pas été donné de suite. Ces sols gagneraient à être assainis et irrigués.

La savane arborée de Vineta et les sols qu'elle couvre se dégradent lentement en raison d'un surpâturage dont les effets sont spectaculaires au voisinage des parcs et des abreuvoirs, et de la pratique du feu. Le pâturage se trouve d'ailleurs concentré sur quelques zones du fait de la mise en culture des autres et rien n'a été prévu pour pallier cette surcharge. La conservation des sols supposerait le passage d'un mode d'exploitation

extensif à un mode semi-intensif avec clôtures, conduite raisonnéc des pâturages, affouragement par culture et conservation. La nature ne s'y oppose pas mais le paysannat local y est encore peu préparé.

*

*

*

Il nous est présentement impossible de définir les limites d'extension des sols que nous avons reconnus. La densité de nos observations est insuffisante et la qualité des photographies aériennes laisse trop à désirer.

Nous ne pouvons que présenter un plan de situation des profils à l'échelle au 1/100.000e.

