

LES PHÉNOMÈNES ANCIENS DE RAJEUNISSEMENT DES SOLS FERRALLITIQUES A LA LATITUDE DE TANANARIVE

(PLANCHE N° 3)

PAR

G. AUBERT (1),
(ORSTOM, Paris)

F. BOURGEAT,
(ENSA - Université de Madagascar)

et G. DELIBRIAS

(Centre faibles radio-activités Gif-sur-Yvette)

RÉSUMÉ

Les auteurs précisent dans cette note, le rôle de l'érosion ancienne sur l'évolution des sols. Les sols ferrallitiques au cours de certaines périodes displyviales quaternaires (périodes moramangienne et sambainienne) ont subi de véritables troncatures et des sols plus récents se sont reconstitués lorsque le climat devenait plus humide, plus favorable à l'altération et à la pédogenèse.

En fonction de l'intensité du rajeunissement qu'ils ont subi durant l'époque sambainienne, les sols ferrallitiques peuvent se subdiviser en sols pénévulés, sols rajeunis et sols anciens et profonds.

La répartition des différents sols ferrallitiques à la latitude de Tananarive dépend de l'évolution du modelé et de la tectonique récente.

Pendant longtemps, les pédologues qui ont travaillé dans les zones intertropicales ont sous-estimé l'influence qu'a eu l'érosion sur la pédogenèse. Les phénomènes actuels d'érosion se produisent essentiellement sous couvert végétal clairsemé, ils conduisent à des sols tronqués. Lorsque l'horizon d'altération est mis à nu, les phénomènes de décapage l'emportent sur les phénomènes de pédogenèse. Mais en plus d'un rajeunissement plus ou moins permanent lié à la topographie, on doit envisager des rajeunissements intenses, véritables troncatures, qui se sont produits au cours de

certaines périodes anciennes particulièrement érosives.

L'un d'entre nous a récemment proposé une chronologie des périodes climatiques quaternaires ; cette chronologie a été établie en tenant compte de l'existence de certains dépôts anciens (terrasses fluviales, systèmes dunaires) et de l'évolution du relief avec formation de « stone-line », de « lavaka » et de cuvettes (F. BOURGEAT 1970). La présente note a essentiellement pour but de préciser l'importance et l'effet du rajeunissement dans les sols ferrallitiques au cours des périodes quaternaires les plus récentes.

Durant des phases de rexhistasie, le décapage des formations pédologiques a été accompagné de dépôts alluviaux. Les périodes de biostasie (Terminologie de H. ERHARD 1967) ont au contraire été favorables à l'altération, à la pédogenèse et au recouvrement des talwegs. Nous serons donc conduit à étudier successivement les témoins alluviaux anciens, la subdivision des sols ferrallitiques en fonction de l'intensité du rajeunissement qu'ils ont subi, et enfin la répartition des différents types de sols (1).

(1) Le climat de la zone étudiée appartient au domaine climatique tropical plus ou moins contrasté : dans les régions orientales la pluviométrie dépasse 2 à 3 mètres et il n'y a pas de saison sèche. Sur la bordure occidentale, la pluviométrie est généralement supérieure à 1.300 millimètres mais la saison sèche dure 5 à 6 mois.

Cr. Sem. Géol. Madagascar 1970

Collection de Référence

n°

5643 Pedo

- 8 SEP. 1972

I. — LES TÉMOINS ALLUVIAUX ANCIENS

Après une localisation et une description sommaire des principaux témoins, nous précisons l'âge des dépôts et leur origine.

Les principaux témoins

Les terrasses alluviales anciennes n'ont fait l'objet que d'un nombre limité d'études. Celles-ci restent essentiellement localisées dans les zones littorales du Sud-Est et du Sud-Ouest (R. BATTISTINI 1964 ; J. HERVIEU 1964 ; J. VOCT 1965). R. BATTISTINI a établi, pour l'Extrême-Sud, une chronologie des différents dépôts. Cet auteur a décrit deux systèmes de terrasses qui se seraient mises en place depuis l'époque finitertiaire : la moyenne et la haute terrasse.

A la latitude de Tananarive, des formations alluviales anciennes ont été reconnues sur le versant oriental ainsi que dans la région des hautes terres et sa bordure occidentale.

Les témoins du versant oriental

Les formations les plus anciennes (correspondant à la haute terrasse) sont la plupart du temps difficiles à caractériser en raison de l'analogie de faciès avec les séries sédimentaires crétacées remaniées. Par contre, les dépôts de moyenne terrasse ont été observés dans la région d'Amborano en bordure de la Sakanila (M. DAMOUR 1967), à l'ouest de Rantabe et dans la région de Ranomafana (F. BOURGEAT 1970). La texture de ces dépôts est sablo-argileuse ; ceux-ci renferment 20 à 30 p. 100 d'argile au maximum avec 30 à 60 p. 100 de sables grossiers, et ces sables sont constitués par des quartz généralement usés. L'hétérogénéité granulométrique (association de sables d'argile) est la conséquence d'une évolution postérieure au dépôt ; certains minéraux comme les feldspaths et les micas, initialement de la taille des sables ou des limons, ayant disparu pour former des argiles de type kaolinique. Ces alluvions sont fortement recréusées par les talwegs actuels qu'elles dominent de 10 à 20 mètres en général. Il n'est pas rare d'observer vers 2 ou 3 mètres la présence de quelques minéraux primaires notamment des micas.

Dans les basses vallées certains dépôts à dominance argileuse dominant de 3 à 5 mètres au maximum les alluvions actuelles ; les terrasses correspondantes sont fortement recréusées par les talwegs et sont inondées au moment des fortes crues (J. RIQUIER 1961, F. BOURGEAT 1964, C. RATSIMBAZAFY 1967, F. BOURGEAT, J.-D. RAKOTOMIRAO

1968). La granulométrie essentiellement argileuse de ces dépôts (au minimum 50 p. 100 d'argile), leur position topographique et leur localisation semblent confirmer que ceux-ci peuvent être assimilés à une formation corrélatrice d'une transgression marine récente.

Les témoins sur les hautes terres et leur bordure occidentale

LA TERRASSE SUPÉRIEURE

Les témoins bien conservés de la terrasse supérieure se localisent à l'amont de certains seuils rocheux, en particulier dans les zones tectoniquement effondrées. Il en est ainsi dans la région de Moramanga, en bordure du Mangoro. Ailleurs, les reprises d'érosion récentes ont démantelé les vieilles formations alluviales. Cependant quelques témoins érodés viennent confirmer l'existence d'un comblement ancien et généralisé des vallées et dépressions. Sur les terrasses conservées, il s'est formé des sols « jaune sur rouge » ou « rouge » qui apparaissent enrichis en gibbsite et en quartz. En profondeur, on observe des lits argileux bariolés, formés par de la kaolinite, qui alternent avec des niveaux gibbsitiques sableux à stratification entrecroisée. Aucun minéral primaire identifiable n'a été reconnu depuis le sommet jusqu'à la base des coupes. L'étude des minéraux lourds semble montrer une altération sélective vers le haut des minéraux peu résistants et une concentration corrélatrice en zircon.

De nombreuses coupes montrent également des dépôts sableux à stratification entrecroisée et des bancs argileux qui sont tronqués et recouverts par un sol rouge superficiel d'origine colluviale. Ces dépôts viennent se plaquer, en bordure des talwegs, contre les terrains métamorphiques en place ; leur base peut être soulignée par un lit de galets roulés. L'existence généralisée de ces témoins et leur faciès permet d'exclure leur assimilation à des formations lacustres anciennes. Dans les environs même de Tananarive, des formations rapportées à la haute terrasse ont été repérées aux points suivants : sortie de l'aérodrome d'Ivato (X = 790, Y = 514,4) PK 23 et 36,5 de la route Tananarive. Arivonimamo, route de Tananarive-Majunga (entre Mahitsy et Tsarahonenana X = 826,5, Y = 849), environs de Manjakandriana (X = 779,6, Y = 543), région d'Ambatolampy (X = 749,8, Y = 527,5), région de Mangamila (X = 839, Y = 551) etc... F. SOUBIES (1969) a signalé de nombreux témoins d'alluvions anciennes dans la région d'Ambalavao.

Sur les hautes terres et sur leur bordure occidentale, l'érosion a souvent décapé l'ensemble des

dépôts fins et il ne subsiste de l'ancienne terrasse que les galets roulés, qui initialement formaient un conglomérat à la base des dépôts. Ces galets s'accumulent localement sur des épaulements qui rompent la régularité des versants (M. PETIT, F. BOURGEAT 1965). Ailleurs, sur des pentes accusées liées à un recreusement intense, ils ont été remaniés et ont participé à la formation de l'horizon grossier des « stone-line ». Ainsi les éléments fluviaux grossiers remaniés sont abondants dans l'alvéole de Soavina (sur l'itinéraire Antsirabe-Mandoto), alors que, dans le Moyen-Ouest, on observe des niveaux de galets situés à une altitude voisine de celle des bas plateaux ou glacis d'érosion.

LA MOYENNE TERRASSE

Sur les hautes terres, il y a des dépôts alluviaux anciens qui s'intercalent entre les témoins de la terrasse supérieure et les alluvions actuelles. Ces formations, assimilées à la terrasse moyenne, ont été reconnues dans la région de Mangamila, sur les pourtours de la plaine de Tananarive, au sud d'Antsirabe en bordure de l'Ampitana, dans la haute vallée de l'Ihadiana, dans la région de Mantasoa et vers Ambatolampy en bordure de l'Onive. Les dépôts généralement sableux peuvent dominer de quelques mètres (parfois jusqu'à 10 ou 15 mètres) les sédiments actuels et le talweg recreusé. La présence d'horizons tourbeux fossilisés a été reconnue au sein ou à la base de cette série sédimentaire et des minéraux primaires plus ou moins altérés restent identifiables vers 2 ou 3 mètres de profondeur. Les sols formés sur cette terrasse moyenne conservent fréquemment les tracés d'une hydromorphie ancienne, ce sont surtout des podzols de nappé ou des sols à gley lessivés.

L'âge des dépôts anciens

L'âge de certains horizons tourbeux prélevés à la base de la moyenne terrasse a été déterminé par la méthode du carbone 14 ; il dépasse 35.000 ans (GIF 1338). L'âge d'un horizon tourbeux situé au sommet d'un cône de déjection d'un *lavaka* ancien dans le bassin versant de la Tafaina et assimilable à la moyenne terrasse, a été mesuré à 11.580 \pm 400 ans (GIF 320).

La formation des *lavaka* et l'érosion intense qu'elle entraîne paraît contemporaine de celle des terrasses alluviales et cette forme normale d'évolution des versants s'est manifestée au cours de certaines périodes favorables à l'érosion en ravins.

Dans certaines plaines alluviales, situées à l'amont de seuils rocheux, les dépôts de la moyenne terrasse

sont fossilisés par les dépôts actuels. Ainsi dans la plaine de Tananarive, en bordure de la Mamba, des sondages effectués par la SIF ont permis de reconnaître sous les dépôts actuels peu évolués qui ne dépassent guère 1 mètre — 1,50 m, des horizons de gley argilo-sableux pauvres en minéraux primaires. Deux horizons tourbeux ont été prélevés, l'un entre 8 et 8,50 m, l'autre vers 14 mètres. L'âge du premier est de 24.000 \pm 1.000 ans (GIF 1.479), celui du second dépasse 35.000 ans (GIF 1.480) (1).

Aucune datation ne permet de donner un âge précis pour la mise en place de la haute terrasse. Le fait que les témoins conservés se trouvent localement à une altitude inférieure à celle de la surface présumée fini-tertiaire, et leur profonde altération laisse supposer que ceux-ci appartiennent au quaternaire ancien.

L'origine des dépôts

L'existence généralisée de témoins alluviaux anciens sur les hautes terrasses permet d'exclure l'influence systématique de la tectonique pour justifier leur formation. De même celle-ci ne peut pas être attribuée à une modification du niveau marin, car la sédimentation dans les plaines alluviales se fait essentiellement à l'amont des seuils rocheux constitués par des roches granitiques résistantes à l'altération.

La mise en place des dépôts anciens résulte, selon une hypothèse déjà avancée par J. HERVIEU (1964), d'une modification du climat qui va dans le sens d'un assèchement. L'origine des dépôts fluviaux doit être attribuée à l'existence de période sèches qui réduisent le couvert végétal, qui accentuent les processus de ruissellement et de transport sur les versants, et qui finalement modifient le rapport charge/débit des rivières. Au contraire, pendant les périodes humides, l'alluvionnement cesse, on assiste à un encaissement linéaire des rivières ; l'altération et la pédogenèse s'intensifient sur les interfluves.

La modification du couvert végétal et l'évolution différente des versants n'impliquent pas nécessairement des variations climatiques catastrophiques. Celles-ci peuvent correspondre au passage d'un climat de type équatorial ou tropical peu contrasté (désigne sous le nom de pluvial) à un climat tropical contrasté ou semi-aride (désigné sous le nom de displuvial).

(1) Nous remercions M. GUILLON, Directeur de la Société « Sondages Injections et Forages » de nous avoir remis des échantillons tourbeux fossilisés.

Le parallélisme entre les displuviaux et les périodes d'érosion et d'alluvionnement peut être déduit d'observation effectuées dans les différentes régions de l'île. Ainsi l'alluvionnement est de nos jours particulièrement intense sur le versant occidental soumis à un climat tropical contrasté alors qu'il est faible sur le versant oriental perhumide.

Des mesures en parcelles d'érosion effectuées par le CTFT ont montré que les pertes en terre dépendent essentiellement du couvert végétal ; celles-ci peuvent atteindre 1 t/ha/an sous prairie clairsemée. Mais dans la région de Périnet, sous *savoka* à Psiada, ces pertes sont faibles malgré un ruissellement de 70 p. 100. Sous forêt, le ruissellement et les pertes en terre sont négligeables.

Conclusions sur l'étude des terrasses

Les mises en place successives de dépôts alluviaux anciens paraissent contemporaines de deux displuviaux quaternaires. Les témoins de la terrasse supérieure sont bien développés dans la région de Moramanga et le displuvial le plus ancien a été désigné sous le nom de *displuvial moramangien*. La sédimentation des dépôts de moyenne terrasse correspond à un épisode plus récent qui est caractérisé par un climat de type tropical très contrasté. A celui-ci on a donné le nom de *displuvial sambainien* car les dépôts de moyenne terrasse sont très caractéristiques dans la région de Sambaina sur la haute vallée de l'Ihadiana (F. BOURGEAT 1970).

Les âges donnés par datation des horizons tourbeux prouvent que la sédimentation a commencé sur la moyenne terrasse il y a plus de 35.000 ans et qu'elle aurait pu cesser il y a environ 10.000 ans.

Il faut cependant remarquer que les critères qui ont été utilisés pour distinguer les dépôts alluviaux anciens sont basés sur leur degré d'altération, et ceux-ci restent sujets à discussion. Il n'est pas absolument certain que tous les témoins assimilés à la moyenne terrasse correspondent à des dépôts de même âge. C'est l'hypothèse la plus simple qui a été provisoirement retenue, et il a été admis que la sédimentation ancienne correspondait à deux phases de comblement des vallées. De nouvelles datations au C 14 permettront peut être de nuancer le schéma actuellement proposé.

La succession des pluviaux et des displuviaux permet d'apporter une explication satisfaisante à la genèse et à la répartition des grands « types » de sols.

II. — LES GRANDS « TYPES » DE SOLS FERRALLITIQUES (1)

A Madagascar, les sols ferrallitiques peuvent être subdivisés en sols pénévulés, en sols rajeunis et en sols anciens ou profonds. Ces subdivisions apparaissent comme ayant une valeur de sous-classe, cependant nous ne pouvons pas les proposer comme telles tant que de nouvelles études n'auront pas montré que ces catégories ont la même valeur dans d'autres régions.

Les sols ferrallitiques pénévulés

Ces sols s'observent toujours sur des reliefs marqués. Leur caractéristique principale réside dans la présence, à faible profondeur (en général à moins de 60 centimètres) d'un horizon limoneux où l'on reconnaît des minéraux primaires. Si l'on détermine pour cet horizon la couleur à l'aide d'un code Munsell, on note toujours un changement de gamme lors du passage du sol de l'état sec à l'état humide ; la teinte initialement claire devient rouge après humectation. Le degré de structuration peut être élevé ; mais sur roches acides, les agrégats sont généralement poreux. Les réserves minérales, les éléments échangeables et le taux de saturation sont variables. Le rapport « limon altérable de néoformation/argile » est supérieur à 0,2 dès la surface. Il faut signaler que ce rapport a été établi en enlevant à la quantité de limon donnée par l'analyse granulométrique, le pourcentage du résidu de l'attaque triacide sur cette fraction. Il a en effet été montré que le résidu de l'attaque triacide dans les horizons dépourvus ou pauvres en minéraux primaires était constitué par du quartz et des minéraux résistants à l'altération.

La composition minéralogique de ces sols est variable. Sur le versant oriental, la kaolinite et la gibbsite sont associées dans les sols fortement désaturés ; mais on note la présence presque exclusive de kaolinite dans les sols faiblement désaturés.

Les sols faiblement désaturés des régions occidentales renferment de la kaolinite et une proportion variable d'illite ; à la base des profils, on a parfois reconnu l'existence de minéraux interstratifiés de type illite-vermiculite ou de montmorillonite.

(1) Des descriptions et analyses de sols sont données en annexe de la thèse présentée par F. BOURGEAT (1970).

Fig.1 — Répartition des types des sols dominants
suivant le modèle sur les hautes terres

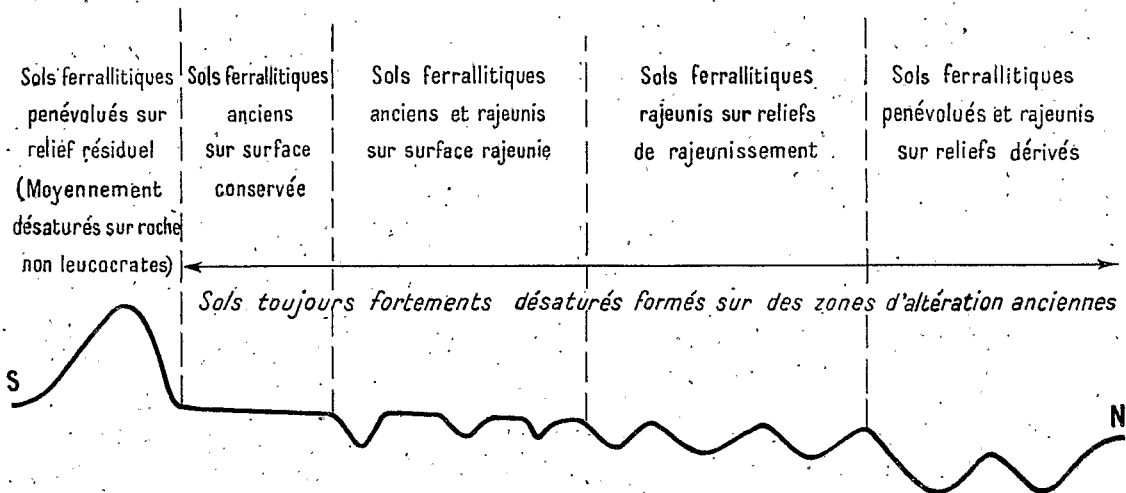
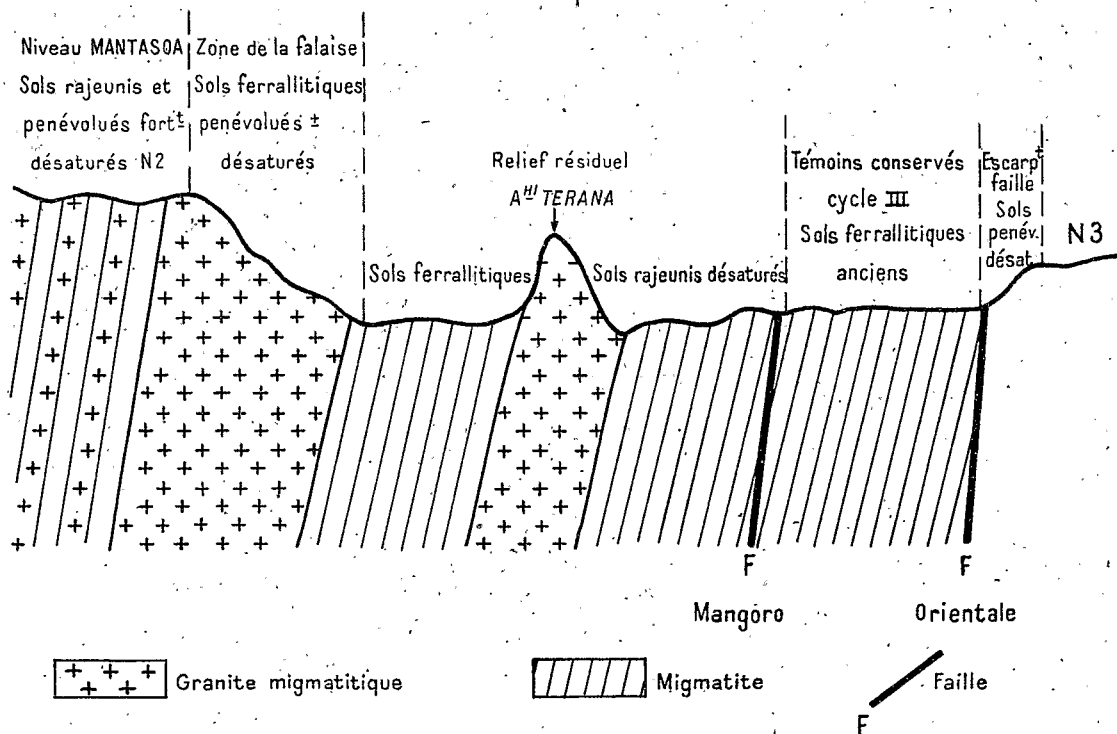


Fig.2 — Coupe schématique du sillon du Mangoro



On doit considérer que les sols pénévulés sont des sols récents qui se sont reconstitués au cours du dernier pluvial après déblaiement des sols anciens pendant le displuvial sambainien. Ces sols sont situés sur des pentes très marquées et on peut penser qu'ils ont subi un rajeunissement modéré au cours de leur différenciation. En période humide (et même sous couvert forestier), ce rajeunissement ralenti peut résulter d'un déplacement vers le bas des particules sous forme de creep. Du fait de l'assèchement du climat et de l'action de l'homme, on assiste actuellement, dans les régions occidentales, à un décapage de ces sols peu profonds.

La troncature des profils pédologiques au cours du displuvial sambainien a atteint, selon les lieux, des niveaux différents. Dans les régions actuellement soumises à un climat tropical contrasté, lorsque l'érosion a dégagé un matériau d'altération peu lixivié, il s'est reconstitué des sols faiblement désaturés, riches en réserves. Lorsque le rajeunissement a fait affleurer un horizon d'altération ancien lixivié, il s'est reconstitué un sol ferrallitique pénévulé fortement désaturé. La répartition des sols sur les hautes terres viendra, ainsi que nous le verrons par la suite, confirmer ces hypothèses.

Les sols ferrallitiques rajeunis

Ces sols s'observent en association avec des sols pénévulés sur les reliefs résiduels, mais ils prédominent sur les niveaux d'érosion rajeunis et les reliefs de rajeunissement. Dans ces sols, on note l'existence à *profondeur moyenne* (le plus souvent à plus de 60 centimètres et à moins de 2 ou 3 mètres) d'un horizon limoneux BC ou C pouvant être riche en minéraux primaires. Cet horizon présente un changement de couleur très marqué lors du passage du sol de l'état sec à l'état humide.

Les horizons superficiels sont plus riches en argile que ceux des sols pénévulés, le rapport « limon altérable et de néoformation/argile » y est inférieur à 0,2 et la somme « résidu de l'attaque triacide + argile » y dépasse 75 à 80 p. 100 (1). La porosité est toujours plus faible que dans les sols pénévulés et les horizons supérieurs plus compacts. Les réserves sont généralement faibles et le taux de saturation moyen ou faible. La fraction argileuse est constituée par de la kaolinite associée à de la gibbsite.

(1) Cependant cette somme peut être faible dans les horizons superficiels riches en pseudoparticules ferrugineuses : pseudosables, pseudolimons.

Le degré d'évolution de ces sols n'est pas comparable à celui des dépôts de la terrasse fluviale supérieure et on doit admettre qu'ils ont été rajeunis depuis l'époque moramangienne. Nous avons déjà signalé l'existence possible d'une période érosive qui se situerait entre les displuviaux moramangien et sambainien, la genèse des sols rajeunis pourrait correspondre à un décapage qui se serait produit durant cet épisode. Cependant, outre le fait que la réalité de ce displuvial intermédiaire n'a pas été prouvée, on doit signaler la fréquence des intergrades qui existent entre les sols pénévulés et les sols rajeunis. On peut donc admettre que ces sols résultent d'une troncature modérée durant la période sambainienne. Cette troncature n'aurait pas dépassé un niveau BC, pauvre en minéraux primaires ; elle justifierait cependant la désignation de sols rajeunis que nous avons donné à cet ensemble de sols.

Si l'on envisage uniquement le cas des sols formés sur roches non leucocrates, on peut supposer que le matériau originel des sols ferrallitiques rajeunis et fortement désaturés des hautes terres n'a pas été décapé profondément au cours de l'époque moramangienne. Par contre, les sols moyennement allitiques (rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ supérieur à 1,5) et moyennement désaturés du Moyen-Ouest, correspondent à des sols rajeunis formés sur un matériau dont l'altération est postérieure au displuvial moramangien. Là encore l'évolution du relief confirme cette interprétation.

Les sols anciens et profonds

Ces sols ne s'observent que sur des témoins d'aplanissement épargnés par les reprises d'érosion récentes. Ils sont caractérisés par la présence sur 5 ou 6 mètres, parfois davantage, d'horizons très argileux. Les horizons supérieurs sont généralement destructurés et compacts. La somme « résidu de l'attaque triacide + argile » dépasse (jusqu'à 5 ou 6 mètres) 80 à 90 p. 100 (1) et le rapport limon altérable de néoformation/argile se situe entre 0,10 et 0,15 (1).

Quelle que soit la région où ils ont été observés, les sols anciens sont pauvres en réserves, ils ont une capacité d'échange et un taux de saturation faibles ; ils sont tous moyennement ou fortement allitiques.

(1) De nombreux sols ont des horizons supérieurs riches en pseudoparticules ferrugineuses ; dans ce cas on observe dans les horizons intermédiaires profonds, une remontée de la somme « résidu de l'attaque triacide + argile » et une chute du rapport « limon altérable et de néoformation/argile ».

Ces sols ont, à Madagascar, une extension beaucoup trop limitée pour qu'il soit possible, à partir de leurs propriétés et leur position topographique, de préciser dans le détail leur évolution ancienne. Cependant il paraît bien certain que ces sols n'ont pas subi de rajeunissement marqué au cours du displuvial sambainien.

III. — LA RÉPARTITION DES GRANDS « TYPES » DE SOLS FERRALLITIQUES

La répartition des sols ferrallitiques pénévulés rajeunis ou anciens est étroitement liée à l'évolution quaternaire du relief. Un facteur paraît de plus avoir une influence marquée sur la localisation des différents types de sols : c'est la tectonique.

Les sols et l'évolution du modelé (fig. n° 1)

Sur socle ancien, il y a, à la latitude de Tananarive, une relation assez nette entre le modelé et la nature des roches-mères. Aux schistes métamorphiques profondément décomposés, correspondent des zones déprimées qui forment des alvéoles dominés par des reliefs portés par des roches résistantes à l'altération. Dans la zone centrale et occidentale, de nombreux bancs de granites stratoïdes forment des reliefs dissymétriques, véritables crêtes dégagés par l'érosion différentielle. Cependant des surfaces d'érosion ont tronqué des roches d'origine et de composition différentes, et on peut repérer des témoins correspondant aux cycles d'érosion crétacé terminal, méso-tertiaire et fini-tertiaire (F. BOURGEAT et M. PERRI, 1969) ; ces témoins sont dominés par des reliefs résiduels. Dans le Moyen-Ouest, les glacis d'érosion correspondent à une évolution très poussée du relief au cours du quaternaire.

Les reliefs résiduels, les reliefs pseudo-appalachiens portent essentiellement des sols pénévulés dont le taux de saturation dépend essentiellement de l'acidité de la roche-mère. Mais aucune formation pédologique n'est caractéristique d'un niveau d'érosion déterminé. La répartition des sols est essentiellement conditionnée par l'évolution du modelé au cours du quaternaire. L'encaissement du système hydrographique établi sur une surface d'érosion entraîne le passage à des formes de rajeunissement (fig. n° 1). On parlera de niveaux rajeunis lorsque les talwegs encaissés séparent de larges interfluves très plats, de reliefs de rajeunissement lorsque le modelé est constitué par une multitude de croupes d'interfluves convexes qui ne présentent pas de replats sommitaux mais culminent à des altitudes subégaux :

Dans les reliefs dérivés, les pentes sont très marquées et les sommets situés à des altitudes différentes.

Les sols ferrallitiques anciens (indurés ou non indurés) ne s'observent que sur les surfaces conservées ; les sols rajeunis prédominent sur les reliefs de rajeunissement. Enfin, les reliefs dérivés sont recouverts par un complexe de sols constitués par des sols pénévulés et rajeunis.

Il faut noter que les résidus d'altération et les concrétions gibbsitiques sont abondantes sur les reliefs de rajeunissement des surfaces méso-tertiaires et crétacé terminales ainsi que sur les témoins rajeunis de la surface fini-tertiaire des régions orientales (F. BOURGEAT, 1969-1970). Sur la bordure occidentale, les zones de départ ont été profondément décapées au cours du displuvial moramangien et les sols rajeunis qui couvrent les glacis d'érosion sont moyennement désaturés. Par contre, sur les hautes terres, les nombreux bancs de granite stratoïde ont constitué un frein efficace contre l'érosion régressive ; aussi le décapage ancien, sur les niveaux d'aplanissement, a été très limité ; les sols y sont fortement désaturés et pauvres en réserves minérales.

La répartition des sols et la tectonique

Les zones fracturées et faillées sont des zones qui ont subi de violentes reprises d'érosion. Ainsi dans le massif granitique d'Antongil sur la côte Est, les pentes sont très accusées et recouvertes par des sols ferrallitiques pénévulés moyennement désaturés.

Au contraire, dans les zones déprimées les sols ferrallitiques anciens sont conservés. C'est ainsi que l'absence de rajeunissement dans certains sols est très apparente dans les régions effondrées qui correspondent au fossé de l'Ankay et sur la bordure de la plaine de Tananarive.

Le fossé de l'Ankay (fig. n° 2).

La structure est ici liée à un accident tectonique qui a fragmenté la surface méso-tertiaire et provoqué le cours parfaitement rectiligne du Mangoro sur plus de 120 kilomètres. Les reprises d'érosion fini-tertiaires et quaternaires ont façonné le bloc occidental, et provoqué le recul de l'escarpement de faille jusqu'à la limite des roches granitoïdes qui ont constitué la falaise de l'Angavo. On doit admettre un réjeu de l'ancienne faille du Mangoro et un effondrement à l'ouest de la feuille Moramanga-Adaingo. Cet effondrement a entraîné un basculement de la zone déprimée vers l'Est et le Nord-Ouest

et les plateaux correspondant au niveau fini-tertiaire ont une pente orientée en sens inverse de celle du système hydrographique. Le drainage de cette zone est désorganisé et les affluents (Antanimihetry et Andoboraikitra) du Mangoro coulent sur une vingtaine de kilomètres dans une direction opposée à celle de l'axe hydrographique principal bien qu'ils prennent leur source seulement à quelques kilomètres du Mangoro.

La répartition des sols ferrallitiques dans le sillon du Mangoro paraît illustrer d'une façon très nette le rôle de la tectonique: Sur la falaise, sur les reliefs résiduels d'Ambohitrana et sur l'escarpement de faille orientale, on observe des sols pénévulés. C'est seulement dans la région de la falaise où les pentes sont très accusées que l'on peut observer, sur roches mélanocrates, des sols moyennement désaturés et riches en réserves. Sur les reliefs de rajeunissement et dérivés du niveau méso-tertiaire de Mantasoa, il y a une association complexe de sols ferrallitiques rajeunis et pénévulés fortement désaturés et riches en résidus d'altération gibbsitiques. Les sols anciens et profonds ne s'observent que sur les témoins fini-tertiaires bien conservés situés entre la taille du Mangoro et la faille orientale. Les sols rajeunis prédominent dans la zone comprise entre le Mangoro et la falaise de l'Angavo. Sur le bloc oriental, ils ne s'observent qu'en bordure du Mangoro, là où les reprises d'érosion sont les plus marquées; ces sols sont alors riches en concrétions gibbsitiques.

Les bordures de la plaine de Tananarive.

La formation de la plaine de Tananarive pourrait résulter d'un effondrement à l'ouest de la ligne Antambola-Imerintsiasika (F. BOURGEAT, 1968, F. BOURGEAT et M. PETIT, 1969). On observe en effet un décalage altimétrique d'une trentaine de mètres entre le niveau d'aplanissement situé vers 1.330 mètres à l'est et sud-est d'Imerintsiasika, et le même niveau que l'on retrouve au nord-ouest de cette localité à 1.360 mètres. Ce niveau fini-tertiaire tronque des gneiss, des migmatites et des roches volcaniques correspondant aux épanchements les plus septentrionaux de l'Ankaratra. Là encore, les sols ferrallitiques anciens formés sur ankara-trites ou gneiss sont uniquement localisés sur le bloc oriental effondré alors que sur le bloc occidental les sols ferrallitiques rajeunis sont seuls présents.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Lorsqu'on envisage la répartition des sols ferrallitiques à Madagascar, on constate qu'il y a, par

rapport aux zones soulevées d'Afrique, une prédominance des sols ferrallitiques pénévulés et rajeunis. Cette différence est due au relief accusé de l'île qui a toujours favorisé les phénomènes d'érosion. L'étude des sols confirme la succession de périodes climatiques quaternaires. Il convient de signaler l'étroite relation qui existe entre les formes du relief et les types de sols qui les recouvrent. Enfin, il faut insister sur le fait que la répartition des sols peut être conditionnée par la tectonique récente.

BIBLIOGRAPHIE

- AUBERT G. et SEGALIN P. (1966). — *Projet de classification des sols ferrallitiques*. Cah. ORSTOM, Pédol., IV, 4, pp. 97-112.
- BATTISTINI R. (1964). — *L'extrême sud de Madagascar*. Thèse princip., 636 p. Edit. Cujas, Paris.
- BOURGEAT F. (1964). — *Etude de la basse vallée de la Manambato*. Notice multigr. ORSTOM, Tananarive, 60 p.
- BOURGEAT F. (1968). — *Carte pédologique, Tananarive 1/100.000*. Notice multigr. ORSTOM, Tananarive, 110 p.
- BOURGEAT F. (1969). — *Les formations gibbsitiques indurées à Madagascar*. C.R. Sem. Géol., Tananarive, 1969.
- BOURGEAT F. (1970). — *Contribution à l'étude des sols sur socle ancien à Madagascar, Types de différenciation et interprétation chronologique au cours du quaternaire*. Thèse Sc. Strasbourg, 310 p., annexe 126 p.
- BOURGEAT F. et PETIT M. (1969). — *Contribution à l'étude des surfaces d'aplanissement sur les hautes terres centrales de Madagascar*. Ann. Géogr., pp. 158-188.
- DAMOUR M. (1967). — *Etude pédologique de reconnaissance des concessions « Bree Kay »*. Rapp. st. ORSTOM, Doc. IRAM, 117, 128 p.
- HERVIEU J. (1964). — *Sur les témoins de remblaiement anciens dans la moyenne vallée du Mangoky*. Madag. Rev. Géog., 4, pp. 37-70.
- PETIT M. et BOURGEAT F. (1965). — *Les « lavaka » malgaches: un agent naturel d'évolution des versants*. Bull. Ass. Géog. Fr., 332, pp. 29-33.
- RATSIMBAZAFY C. (1967). — *Etude de trois plaines alluviales à Madagascar*. Rapp. st. ORSTOM, multigr., ORSTOM, Tananarive, 173 p.
- RIQUIER J. (1961). — *La plaine d'Anosivelo*. Publ. Inst. Rech., Madag., 42 p.
- SOUBIES F. (1969). — *Sols et pédogenèse dans la cuvette d'Ambalavao*. Rapp. st. ORSTOM, multigr., ORSTOM, Tananarive, 163 p.
- VOET J. (1965). — *Les formations détritiques récentes de la Savazy et de la Sakoa*. Madag. Rev. Géogr., 7, pp. 65-90.