

OFFICE DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE OUTRE-MER
20, rue Monsieur
PARIS VII^e

COTE DE CLASSEMENT N° 603

PEDOLOGIE

ETUDE DES SOLS DE LA BASSE VALLEE DU MANDRARE

par

G. CLAISSE et J. RIQUIER

I. R. S. M.
1946

ETUDE DES SOLS
DE LA BASSE VALLEE DU MANDRARE

par

MM. CLASSE & RIQUIER

1946

-:-:-

Cette étude ne comporte que des considérations morphologiques sur les sols car les analyses de laboratoire n'ont pu encore être entreprises à cause du manque de laboratoire et de matériels. Elle sera complétée plus tard lorsque les documents analytiques auront pu être réunis.

0
o o
G É O L O G I E

I - L'Androy possède comme tout l'Est de Madagascar un soubassement cristallin. Ce socle cristallin semble s'enfoncer vers le Sud sous la mer mais il affleure en de nombreux points de l'Androy. Il est formé de schistes cristallins de faciès très variés. On peut y distinguer :

1°) la série de Tranomaro composée de : Plagioclasites, Pyroxénites Cipolins, Wernérites, Quartzites, Leptynites et Gneiss avec mica abondant.

2°) des gneiss à cordiérite et sillimanite, des leptynites grenatifères.

Au point de vue pédologique, notons surtout le nombre et l'importance des bancs de cipolins, les très nombreux minéraux ferrifères et magnésiens, l'abondance de quartz. Ce qui nous permettra grâce au climat d'expliquer le faciès des sols de l'Androy.

II - Au milieu de ce socle cristallin un grand massif volcanique le Vohisimbe. Il a l'apparence d'un immense cratère dont la cheminée serait comblée par du sable roux quaternaire dans la plaine de Ranomainty-Ranobe. Mais il ne semble pas que cette hypothèse soit exacte.

Ce massif est formé de basalte et de rhyolite. Les épanchements de ces dernières étant plus récents recouvrent le basalte et forment les plus hauts sommets de formes souvent tabulaires. Cette constatation permet d'expliquer que nous ayons très peu de sols rhyoli-

tiques exploitables pour la culture, car ils sont tous squelettiques étant situés sur les montagnes. Par contre beaucoup de dépressions ou de fonds de vallée sont formés par des terres brunes basaltiques.

III - Au dépens de ces formations cristallines et volcaniques se sont formés des dépôts continentaux difficiles à dater. Il semble que ce soit du Miocène et du Pliocène. On les trouve dans les hautes vallées du socle cristallin, au milieu du massif volcanique, comblant la dépression du Ranobe, où convergent encore maintenant de nombreux fleuves. Ils s'étalent ensuite en un vaste plateau semblant recouvrir la partie Sud du socle cristallin dans la région d'Ambovombe. Ce sont des dépôts fluviaux d'où des faciès assez variés : grès à ciment ferrugineux ou calcaire, conglomérat ferrugineux contenant des galets roulés venant du cours supérieur du fleuve, marnes très quartzieuses, etc... Nous trouvons ainsi le long du Mandrara à Amboasary une espèce de haute terrasse conglomératique, à 100 mètres au-dessus du fleuve, contenant des basaltes du cours supérieur du Mandrara et semblant prouver, comme d'autres indices le font penser, que toute cette partie sud de Madagascar s'est soulevée ou se soulève encore.

Il est parfois difficile de distinguer cet étage géologique des croûtes pédologiques calcaires et ferrugineuses fossiles et celles qui se forment encore actuellement.

IV - Au quaternaire nous trouvons des dépôts éoliens constitués de sable. Ces sables recouvrent presque toujours le Néogène. Ils sont rubéfiés par le climat actuel d'où l'appellation de sables roux qu'on leur donne. Beaucoup ne sont pas encore fixés surtout en bordure de mer où nous trouvons des dunes. Il faut signaler aussi durant cette période des dépôts d'origine lagunaire plus argileux et les alluvions fluviales de l'époque actuelle.

0

o o

P E D O L O G I E

Le climat façonne ensuite ces formations géologiques pour donner des sols.

Nous pouvons distinguer deux climats dans la région envisagée.

1°) Le climat de l'Androy proprement dit, c'est-à-dire de la région d'Ambovombe-Amboasary.

Climat sec : certaines années ont une pluviométrie de 300 mm. d'autres de 500 mm. Mais la pluie tombe pendant une période très restreinte d'où une ressemblance vis-à-vis de l'action sur les sols avec un climat steppe. La chaleur moyenne est de 22°. Vents desséchants.

2°) Le climat de la région de Tsivory beaucoup plus humide : plus de 1 mètre de pluie un peu mieux répartie. Température moyenne un peu élevée. D'où deux séries de types de sols avec une zone intermédiaire....

I - Sols de l'Androy

1°) Sur le socle cristallin -

Sol arénaçé grossier sans jamais beaucoup de consistance avec blocs de roches inaltérées provenant des éboulements de la partie supérieure de la montagne.

La désagrégation physique des roches grâce aux différences de température entre le jour et la nuit semble la plus importante ce qui explique ces arènes gneissiques où les minéraux sont peu altérés.

Il existe cependant une migration du calcaire par les eaux météoriques. On trouve en effet souvent une mince couche carbonatée sur la roche, provenant soit d'un dépôt par des eaux de ruissellement, soit d'une évaporation en surface des solutions de la roche contenant des cristaux de calcite. Cette couche carbonatée ne dépasse pas quelques centimètres.

Ces sols un peu plus épais dans les bas fonds mais incultivables à cause des gros blocs rocheux, sont complètement squelettiques sur les sommets. Partout la roche érodée perce à travers le mince revêtement de sol arénaçé.

Ils sont recouverts de prairie, de savane ou de forêt xérophytique. La forêt semble la meilleure vocation de ces sols.

2°) Sur roches volcaniques

a) sur rhyolite : Les épanchements de rhyolite se sont faits sur les basaltes. On les trouve donc tous à une altitude supérieure. Ils forment en général les sommets et ne portent par conséquent que des sols squelettiques érodés sans cesse.

Les rhyolites subissent une altération en plaques ou en dalles. L'éclatement physique et la décomposition chimique se font suivant les fentes.

Les terres squelettiques assez fines qui se forment à leur dépens et remplissent les interstices entre les roches sont plus blanches que les terres basaltiques.

Ces sols à cause de leur nature squelettique et de leur trop faible épaisseur ne sont pas cultivés et incultivables. Rarement couverts de forêts, ils sont presque toujours nus ou portent une faible couverture de graminées.

b) sur basalte - terre brune, très fine assez argileuse, quelquefois en fragments polyédriques au milieu de blocs de basalte altérés en boules ou en écailles, altération physique à cause des différences très importantes de température entre le jour et la nuit. La couleur noire favorise d'ailleurs l'absorption et la déperdition de chaleur.

Ces sols se trouvent sur les pentes et sont fortement érodés. Les parties fines en traînées dans les vallées donnent les terres

brunes basaltiques (voir plus loin). Ces sols ne présentent pas à cause de l'absence de quartz, l'aspect arénacé des sols squelettiques sur gneiss.

Couverture forestière fréquente.

3°) sur sédiments tertiaires.

En gros nous pouvons les considérer comme superposés dans l'ordre suivant : marne quartzreuse, argile à filons de calcaire, grès calcaire, grès ferrugineux. Ces grès pouvant passer aux conglomérats. Cette succession s'observe à Amboasary et à Ranobe. Elle repose tantôt sur le gneiss, tantôt sur le basalte.

Ces formations néogènes forment le substratum des sols éoliens quaternaires et peut-être aussi un constituant les roches mères.

Le calcaire a migré à l'intérieur de ces formations toujours distinct du fer, qui lui a migré séparément. Les croûtes qui se sont formées semblent fossiles. La croûte calcaire très fréquente recouvre en général les grès calcaires, elle s'est formée à la surface du sol car elle contient peu de quartz contrairement à la roche mère. Ces croûtes calcaires fossiles ont été recouvertes par les sables roux quaternaires. Mais la migration du calcaire semble se poursuivre encore actuellement.

Ces sédiments tertiaires affleurent en de nombreux endroits et percent très souvent les sables roux (route Behara-Amboasary ou Embovombe-Ifotaka). Ils subissent alors une décomposition et altération physique.

Sur grès ferrugineux, nous trouvons les sables roux ou des sols arénacés récents leur ressemblant (voir plus loin problème de l'origine des sables roux).

Sur grès calcaire se sont formées les croûtes quelquefois antérieurement aux dépôts des grès ferrugineux. Ces croûtes amenées à la surface par l'érosion se désagrègent pour donner des sables blancs calcaires comme à Berano.

Sur argile ou marne on trouve des sols argileux de bas-fonds.

Mais tous ces sols ont été mélangés et remaniés au quaternaire. On, ne les trouve à l'état pur que là où les sédiments tertiaires ont été décapés récemment par l'érosion.

4°) Sur formations quaternaires.

a) Sable roux - C'est la formation la plus importante aussi bien du point de vue surface qu'extension possible à la culture.

L'origine de ces sables roux est assez difficile à établir. Ce qui est certain c'est qu'un remaniement profond par le vent a été effectué au quaternaire et que l'on trouve cette formation sur des substratums géologiques différents et en mélange avec des sols autochtones.

Deux origines peuvent leur être attribuées : désagrégation d'un grès ou conglomérat ferrugineux du Néogène ou altération des roches gneissiques. Il est difficile de faire une discrimination car en fait les éléments constitutants proviennent en définitive

du gneiss, les grès s'étant formés par alluvionnement fluvial aux dépens du socle cristallin.

Il est cependant remarquable de trouver le sable roux sur la couche horizontale du grès ferrugineux néogène à Ranobe, c'est-à-dire au milieu de roches volcaniques ou un apport éolien venant des gneiss paraît difficile. A Amboasary de même il semble que le sable roux du plateau provient de la désagrégation de la croûte ferrugineuse sous jacente.

Une autre origine peut être trouvée dans les apports éoliens venant des dunes côtières. Il faut alors supposer une migration du calcaire de ces sables pour former une croûte fossile que l'on trouve encore actuellement dans ces sables - (calcaire à ranovato) car les sables roux sont toujours décalcifiés - et une ferrugination ultérieure de ces sables. La direction du vent dominant Sud Sud-Est viendrait à l'appui de cette hypothèse.

Il semble bien que les deux causes : apport éolien des dunes et désagrégation du grès ferrugineux aient joué en même temps suivant les endroits. Les sables de la région côtière semblent provenir de la première origine, ceux des plateaux intérieurs de la seconde.

Le sable éolien a pu s'accumuler sur des hauteurs considérables notamment sur le point culminant de l'Androy 372 m. à Andranogoa. Un puits de 60 m. a permis de constater de nombreuses couches avec intercalation de croûtes calcaires. Seule la couche supérieure est rouge car la ferrugination par oxydation des sels de fer a pu se produire.

Voici les caractéristiques principales de ces sables roux. Composés en majeure partie de quartz et des minéraux inaltérables du gneiss ils sont agglomérés par des oxydes de fer flocculés et desséchés.

Notons cependant une certaine proportion d'argile et d'éléments fins surtout dans les dépressions. Ces sables peuvent devenir très compact en surface après une pluie et former une croûte terreuse. Cette croûte une fois effritée, ne se reforme plus en période de sécheresse c'est alors que le vent érode la couche supérieure et le sable déplacé s'accumule dans les bas-fonds, dans les tranchées de route, contre les talus etc...

Ces sols portaient ou portent encore une belle forêt xérophytique. Ils ont été défrichés pour planter les raquettes et maintenant que les raquettes ont disparu, ils restent nus. Les conditions climatiques doivent permettre la culture à condition d'employer les méthodes de dry-farming. La pulvéulence de la surface empêche l'évaporation, la croûte ferrugineuse sous-jacente arrête l'eau. Un sol trop sableux et trop profond verra son eau disparaître en profondeur. Il faut donc choisir les terrains.

b) sable blanc - Au quaternaire se sont formées des cuvettes lagunaires ou lacustres ou même des vallées asséchées dont la dépression d'Ampamoloro fournit un bon exemple. Une couche d'argile sous jacente retient l'eau. Le comblement de ces dépressions eut lieu ensuite par des sables éoliens. Une nappe d'eau existe

presque toujours encore actuellement au fond de ces cuvettes, ce qui expliquerait peut-être que l'oxydation et la ferrugination n'ont pu se produire en présence d'eau d'où la couleur blanche de ces sables.

La couche supérieure, par contre est noire ou grise. Cette couleur peut être due à l'accumulation de matières organiques par suite de l'humidité.

Lorsque la couleur rouge des sables disparaît, on peut conclure à la présence d'une nappe d'eau assez proche. Malheureusement cette eau est souvent salée. Il y a eu dissolution des éléments minéraux des sables pour donner des chlorures, des sulfates de Ca, Mg, Na. Les solutions, pouvant remonter en surface par suite de l'évaporation, donnent des sols salés. Ce cas se produit lorsque la nappe phréatique est peu profonde et le sol assez fin pour augmenter la capillarité, c'est-à-dire le plus souvent dans les alluvions récentes des fleuves.

c - Sable saumon. Il semble résulter d'un mélange éolien ou fluvial de sable roux et de sable calcaire. On les trouve en particulier au pied de la falaise calcaire d'Amboasary. Ils ont une réaction calcaire et un pH assez élevé. Ils restent toujours meubles, peut être influence du calcaire. Ils reposent soit sur les alluvions récentes, soit sur une couche calcaire.

Ces sols portent des forêts d'Alluaudia très belles et peuvent porter des cultures s'ils ne sont pas trop secs.

d - Sols salés - Ils se présentent au milieu des alluvions fluviales. Ils sont dus soit à la remontée d'une nappe phréatique salée, soit à l'évaporation d'un lac salé (comme à Behara). Dans ce dernier cas, les sols semblent provenir du lessivage des gneiss calcaïques magnésiens et sodiques adjacents. L'eau s'accumule dans les dépressions et s'évapore laissant des efflorescences blanchâtres en surface.

Ces sols sont incultivables sauf par irrigation. Ils portent alors des rizières.

La présence de ces sols indique clairement que la tendance générale due au climat est la remontée des solutions en surface d'où des sols riches lorsqu'ils ont de l'eau.

e - Alluvions des fleuves. Elles sont très variées : sableuses presque toujours calcaires. Elles présentent une certaine homogénéité et une finesse plus grande vers l'embouchure des fleuves. Elles résultent du mélange de divers éléments : solarénacé sur gneiss, sable roux proprement dit, sable calcaire, sol volcanique arrachés le long du fleuve, ce qui explique leur richesse. Elles reposent parfois sur des travertins ou conglomérat calcaire. Elles manquent souvent d'eau et doivent être irriguées. Portant actuellement de belles forêts de Tamariniers ce qui les rend humifères, elles devront être défrichées pour être livrées à la culture. Là encore une discrimination sera à faire. Certaines parties sont trop sableuses, d'autres trop limoneuses ont tendance à se plaquer en surface et à former une croûte terreuse.

Toutes les cultures sont permises.

f - dunes. Il faut distinguer entre les dunes en mouvement et les dunes fixées. Elles sont constituées par des sables très calcaires grâce à la présence de coquillages.

Les dunes en mouvement ne présentent aucun intérêt sauf pour le danger qu'elles font courir. Elles ont tendance notamment à l'embouchure du Mandraro à couvrir les alluvions.

Les dunes fixées constituent une bande côtière de sable blanc très cultivée. La rosée et l'atmosphère humide causées par la proximité de la mer explique peut-être leur humidité relative assez grande et leur utilisation par l'agriculture. La limite entre ces dunes fixées et les sables roux est difficile à déterminer. Ces sables peuvent présenter des croûtes calcaires ou se consolider en grès.

II - Sols de la zone intermédiaire.

Cette zone est très limitée et constitue une mince bande d'Est en Ouest, car les conditions climatiques varient très rapidement. Ce sont des sols de transition entre les sols de l'Androy d'allure steppique et les sols de la région de Tsivory complètement latéritiques. On peut les classer dans le type des sols bruns c'est-à-dire qu'il y a équilibre entre la descente et la remontée des solutions ou plutôt léger lessivage. Mais cette zone est surtout montagneuse, il est donc rare de voir des profils typiques complets, l'érosion étant très intense. Nous trouvons donc des sols squelettiques et des alluvions de sols bruns dans les vallées. C'est en particulier le cas des terres brunes basaltiques de la vallée de l'Andratina.

Ces sols bruns sont peu épais, plus argileux que les sols de l'Androy, la décomposition chimique l'emporte sur la désagrégation physique grâce à la présence d'eau. Le profil est assez homogène sans horizon, la roche s'altère brusquement.

Quant aux alluvions évoluées, elles sont constituées parfois par des petits éléments polyédriques de basalte arrachés directement aux montagnes qui surplombent, au milieu d'éléments plus fins argileux. Ces sols sont très riches, malheureusement, quelquefois la culture y est impossible à cause des blocs de basalte non altérés qui jonchent le terrain. Ces sols irrigués donnent de bonnes terres de rizières.

Enfin dans cette zone se trouvent des rendzines typiques notamment au Nord du Mandraro sur la route Bohara-Tsivory. Les sols calcaires de l'Androy ne présentaient que rarement le profil typique des rendzines, c'est-à-dire couche supérieure humifère légèrement décalcifiée et de structure grumelleuse. Ce n'était souvent qu'une désagrégation du calcaire (sable calcaire) ou une dissolution et formation d'une couche calcaire sur des bancs de cipolins altérés. Ces rendzines sont couvertes de forêts xérophytiques, dernier vœu vers le Nord des Alluaudia peut être grâce au pédoclimat assez sec.

III - Soils de la région de Tsivory.

Nous atteignons alors les latérites typiques dont peu sont en place car l'érosion sur ces montagnes est intense. Une vaste dépression (plaine de Tsivory) et le cours supérieur de l'Andratina ont été comblés par les alluvions latéritiques.

1°) latérite sur basalte - moins épaisse que les latérites sur gneiss, elles sont d'un rouge plus sombre. La roche basaltique commence par une altération jaune dans les fentes après division de la roche en prismes. La latérite elle-même peut rester jaune. La surface supérieure comporte une croûte terreuse d'une couleur plus grise.

2°) latérites sur leptynite ou gneiss - Elles comprennent une zone de départ kaolinique très blanche peut-être due à l'abondance des feldspaths. En montagne il peut arriver que la latérite soit décapée par l'érosion jusqu'à la zone de départ, on obtient alors des sols entièrement blancs formés de Kaolin et de grains de quartz.

Les latérites sur gneiss ont une structure moins compacte que les latérites sur basalte grâce à la présence de nombreux grains de quartz. Lorsqu'elles sont dénudées il se forme une croûte terreuse assez dure mamalonnée avec taches noires. Sur cette croûte reposent quelquefois des cristaux noirs très denses d'hématite, de magnétite ou d'ilménite.

Les lavakas ont des profils plus abrupts que dans les latérites sur basalte.

Ces sols sont couverts de bozaka, très peu d'arbres isolés.

3°) latérites alluvionnaires ou latéritites. Elles coulent dans les vallées comme un cône de déjection de torrents où elles sont entraînés par un fleuve bien que la plupart soient des latérites de ruissellement.

C'est une terre jaune grise assez homogène contenant des blocs de quartz si elle se trouve le long de la montagne.

Elle peut provenir du mélange de latérite basaltique et de latérite gneissique. Meilleure structure que les latérites en place grâce à une concentration des grains de quartz. Elle peut évoluer en terre de rizières.

C'est le sol le plus cultivé de cette région. Sur les pentes : manioc et riz, dans les dépressions rizières uniquement.

CONCLUSIONS

Nous pouvons ainsi résumer cette étude. Dans la région Sud (pluviométrie 3 à 500 mm - température 26°) sol steppique ou sol à croûte carbonatée, la croûte que l'on trouve étant la plupart du temps fossile mais elle, peut se former encore maintenant. Prédominance de sols peu évolués sous la dépendance directe de la roche mère. Peu de profil pédologique complet à cause du remaniement continu par le vent et l'eau. C'est surtout une étude géologique du Tertiaire et du Quaternaire avec sa grande variété de grès, de sable souvent recouvert par une carapace homogène de sable roux éolien. Les faibles pluies tombant toujours en une période très limitée ont peu d'action sur la décomposition chimique des sols. Il y a surtout altération physique par différence de température, en particulier sur le socle cristallin ou sur les roches volcaniques où nous trouvons que des sols squelettiques et arcacés. La culture est subordonnée à la question de l'eau, elle se fait même sur les sables en bordure des fleuves. Grâce à l'eau on peut faire pousser n'importe quoi sur ces terrains riches par eux-mêmes en ce sens qu'ils ne sont pas lessivés, au contraire il y a remontée des solutions en surface.

Les processus pédologiques principaux, lorsque le sol n'est pas travaillé et déplacé par l'érosion éolien sont la migration du calcaire et du fer toujours séparément.

Si nous envisageons la question mise en culture des terres, nous pouvons dire que la majeure partie est inutilisable à cause de leur peu d'épaisseur et de leur sécheresse. Seules peuvent être cultivées les alluvions des grands fleuves (Mandrare, Mananara) et encore à condition d'être irriguées, et les sables roux si on utilise des méthodes de dry-farming dont les essais dans la région sont dès maintenant entrepris. Une question très grave à envisager est la lutte contre l'érosion, éolienne (coupe vent en Opuntia, en herbe à éléphant etc...). Pour cette raison il faut s'opposer à toute déforestation, exception faite cependant pour les alluvions fluviales dont les terrains doivent être livrés à la culture en imposant aux colons les mesures de protection du sol nécessaires.

La zone intermédiaire (600 à 800 mm. de pluie) est intéressante du point de vue pédologique car elle marque la transition entre sols steppiques et sols latéritiques. La plus grande partie est occupée par des montagnes donc squelettiques. La plaine de l'Andratina, sol alluvionnaire basaltique que l'on pourrait classer dans le type des sols bruns peut être cultivée, avec irrigation à cause de la mauvaise répartition des pluies. Nécessité de barrages plus nombreux dans cette région et dans la région précédente.

Enfin la région de Tsivory se classe déjà dans les terres des Hauts Plateaux malgaches. Infertilité complète des latérites sauf des latérites alluvionnaires ou latéritites des fonds de vallée. L'étude ~~intéressante~~ de cette zone sera complétée lorsque les processus des argiles latéritiques et leurs classifications seront mis au point dans d'autres régions de Madagascar.